BIBLIOTECA DE LA

AGRICULTURA



Suelos, abonos y materia orgánica

Los frutales

IDEA BOOKS



BIBLIOTECA DE LA

AGRICULTURA



IDEA BOOKS

® *BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA*
© IDEA BOOKS, S.A.
Cornellà del Llobregat, Barcelona - España

EDICIÓN 2006

PRODUCCIÓN
Juan B. Lorente Herrera

DIRECCIÓN DE LA OBRA
Mª Paz Yuste Pérez
Ingeniera Técnica Agrícola

REDACCIÓN
Janez Gostinčar i Turon / *Ingeniero Técnico Agrícola*
Técnicas agrícolas en cultivos extensivos
Defensa de las plantas cultivadas
Suelos, abonos y materia orgánica
Mª Paz Yuste Pérez / *Ingeniera Técnica Agrícola*
Horticultura
Los Frutales
Cultivo en invernadero

DISEÑO GRÁFICO Y DIBUJOS
Lluis Lladó Texidó

REVISIÓN LITERARIA
Carmen Vilaseca Gilabert

DISEÑO DE LOS GRÁFICOS
Alex Chifoni

FOTOGRAFÍAS
Agradecemos su colaboración a todos los fabricantes que nos han enviado material para su inclusión en esta enciclopedia.
Archivo de la editorial, Alfa Omega y Estudio Barambio

PREIMPRESIÓN
Estudio Chifoni

IMPRESIÓN
J. G. Ferré Olsina, S. A.

IMPRESO EN ESPAÑA / PRINTED IN SPAIN

PRÓLOGO DEL EDITOR

IDEA BOOKS es una editorial que ya lleva un buen número de años en el mercado con una especial dedicación, en su línea de publicaciones, a los temas técnicos y profesionales. Los seis temas de esta colección abarcan todas las posibilidades que se presentan al agricultor que emprende la explotación de una finca agrícola: HORTICULTURA, FRUTALES y CULTIVOS EXTENSIVOS. Para ello se dedican sendos temas a la preparación del suelo, abonado del mismo, a la defensa de las plantas cultivadas y un tema más para el cultivo en invernadero.

Se ha realizado una obra exhaustiva para el profesional de la agricultura: una guía práctica de consulta con la que éste pueda elegir el procedimiento a seguir para preparar el terreno adecuado a un cultivo determinado, la elección de un tipo de simiente o la correspondiente maquinaria que realice una faena agrícola y, siempre, teniendo en cuenta el clima, el terreno, la extensión dedicada y las posibilidades de rentabilidad de la inversión realizada.

Poda con tijera de compresor

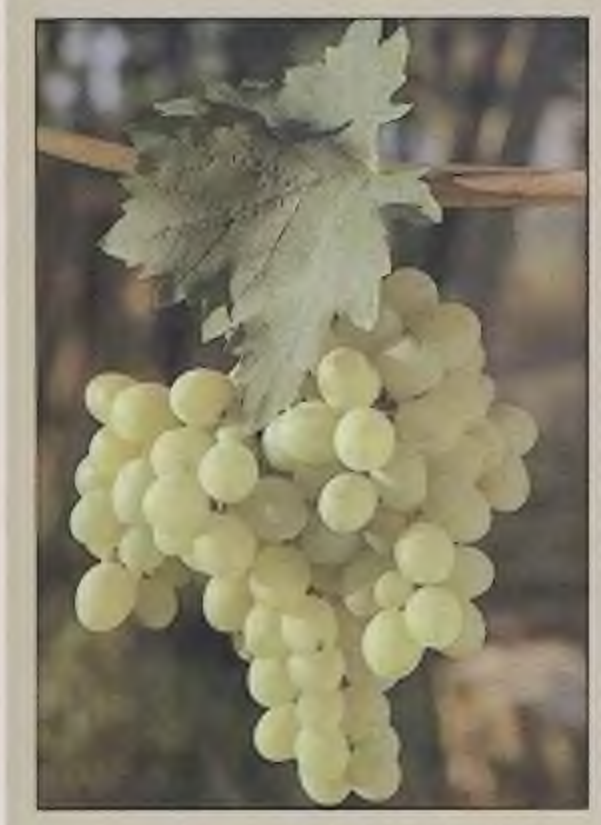


Maquinaria para el arañado en cultivos extensivos



Instalaciones de un sistema de hidro-lluvia





Racimo de uva del tipo Matilde

La agricultura, como todo en el mundo moderno, ha entrado en una fase de aceleración. Hoy, el agricultor necesita tener una idea clara del tipo de cultivo que le puede resultar más rentable y provechoso, teniendo en cuenta todas las variaciones del mercado, el influjo de la moda en la alimentación, las posibilidades de sus terrenos y las condiciones de transporte y almacenamiento de que dispone.

Con las dificultades actuales para encontrar mano de obra especializada, la mecanización de todos los trabajos y el automatismo de las instalaciones son sumamente aconsejables pero debe estudiarse la rentabilidad de inversiones que pueden ser muy importantes. Ello hace que sea esencial poder elegir entre las mejores simientes, la maquinaria más moderna o los productos fitosanitarios más perfeccionados, sin olvidar la normativa de productos autorizados en los diversos países, así como las normas de etiquetaje o embalado. Una buena información permite obtener una buena cosecha.



Maquinaria con accesorio para abrir zanjas

PRÓLOGO

Cinta transportadora y de empaquetado



Laboratorio de cultivo "in vitro"



Maíz para su recolección



Infinidad de libros y muy diversos autores han tratado el tema de la agricultura. Existen desde tratados técnicos y monografías, hasta manuales para aficionados. Pero la falta en el mercado de una obra informativa y al día, dirigida exclusivamente al campo profesional, nos llevó a concebir una colección con un lenguaje práctico para divulgar los actuales conocimientos de la ciencia agrícola.

Una obra de estas características podría resultar amplísima en base a la multiplicidad de los temas tratados. Pero en su confección se ha pretendido realizar una síntesis de todos aquellos temas generales que pueden ofrecer interés para el manejo de los cultivos, creando de esta manera una guía práctica de consulta para los profesionales.

En esta obra se tratan diversos sectores dentro de la agricultura, como la horticultura, la fruticultura, la fitopatología, los cultivos extensivos, los invernaderos, el suelo y los abonos, todo ello englobado en seis volúmenes de fácil manejo.

Para su confección se ha contado con la colaboración de multitud de empresas del sector, tanto españolas como europeas, que nos han hecho partícipes de las últimas técnicas y métodos de cultivo, así como de la gama de productos más actuales existentes hoy en el mercado.

Los destinatarios de esta obra son todos los profesionales implicados en el tema de la agricultura. Se ha concebido para que sea de interés y fácil comprensión, sin perder el rigor preciso para que sea útil. También puede ser de aplicación para los estudiantes de centros dedicados a la enseñanza agrícola.

Esperamos que el público lector al que va dirigida esta obra la acoja con el mismo entusiasmo con que nosotros la hemos planteado.



Maquinaria para el cultivo en pequeños campos



Ahuyentador de pájaros y animales

Paz Yuste Pérez
Ingeniera Técnica Agrícola
Técnica Especialista
en Espacios Verdes


J719
JGE

Páginas	Temas
1 a 120 –	Suelos, abonos y materia orgánica
121 a 264 –	Los frutales
265 a 372 –	Defensa de las plantas cultivadas
373 a 528 –	Técnicas agrícolas en cultivos extensivos
529 a 648 –	Horticultura
649 a 768 –	Cultivo en invernadero

ABONADO:
Cultivos hortícolas. Técnicas de abonado en..... 561
De algunas especies de frutales 192
De cobertura (extensivos)..... 404
Influencia del N en la producción 405
Dosis y distribución del N 405
(hortícolas) 562
(invernaderos) 727
De fondo (hortícola)..... 561
(frutales)..... 192
(invernaderos)..... 727
Foliar 105
Planificación..... 104
Sistemas 104
ABONADORAS 431
Para fertilizantes líquidos 433
sólidos 432
ABONOS:
Cálculo de la dosis 103
Supuesto ideal 103
Supuesto real 104
Clasificación 78
Por su estado físico 78
Por su formulación 78
Abonos compuestos..... 79
complejos 80
de mezcla 70
Abonos simples 79
Por su naturaleza 78
Conceptos generales 74
Con micronutrientes 95
En fruticultura..... 191
Enmiendas..... 191
Factores limitantes..... 77
Fosfatados 87
Binarios, ternarios y líquidos 88
Escorias de desfosforación..... 88
Fosfato bicálcico o precipitado 87
Fosfatos condensados..... 88
Fosfatos naturales molidos 88
Phospal 87
Superfosfatos de cal 87
Nitrogenados..... 83
De síntesis orgánica..... 84
Orgánicos nitrogenados..... 83
Nitrógeno ureico (urea)..... 84
Nitrógeno amoniacal (sulfato amónico)..... 84
Nitrógeno nítrico (nitratos) 85
Orgánicos..... 98
Aplicación 106
Potásicos 90
Binarios, ternarios y líquidos 90
Cloruro potásico..... 90
Patentkali®..... 90
Sulfato de potasa 90
Proporciones de nutrientes 76
Químicos..... 82
Métodos de aplicación 102
Localización 103
Riqueza de los..... 75
Tipos de 562
Abonos minerales..... 563
Abonos orgánicos..... 562
Unidades fertilizantes 75
ACARICIDAS..... 334
ÁCAROS 746, 211
ACEDERA 616
ACELGA 604
ACEROLO 247
ACCIDENTES EN CULTIVOS EXTENSIVOS 452
ACLAREO DE FRUTOS EN FRUTALES..... 185
ACODADO 133
ACONDICIONAMIENTO Y CLIMATIZACIÓN DE UN INVERNADERO 682
ADVENTICIAS, PLANTAS 453
AGUA DEL SUELO:
Dinámica del 52
Energía del..... 51
Potencial hídrico total..... 51
Unidades de potencial hídrico 52
Propiedades del 53
Comportamiento mecánico 53
Adhesividad 53
Dureza 53
Firmeza 53
Plasticidad..... 53
Factores que influyen en la retención de agua..... 53
Tipos de 50
AGUACATE..... 244
AJO 594
ALBARICOQUERO..... 235
ALCACHOFA..... 618
ALCAPARRA 621
ALGODÓN 499
ALMENDRO 235
ALTERACIONES FISIOLÓGICAS DE LAS PLANTAS 210, 271
Accidentes físicos o climáticos 152, 271
Aire salino 276
Causas atmosféricas 211
Contaminación atmosférica..... 276
Fotopatía 275
Granizo y pedrisco..... 154, 273
Heladas 273
Heridas..... 213, 271

Nieve ... 155, 273
Rayos ... 275
Sequía ... 275
Viento ... 152, 272
Alteraciones edáficas ... 213, 279
Acidez y basicidad ... 281
Carencia de nutrientes ... 280
Estructura física del suelo ... 280
Exceso de humedad ... 280
Fatiga del terreno ... 281
Salinidad ... 281
Sequía ... 280
Alteraciones humanas ... 278
Heridas mecánicas ... 278
Uso indebido de pesticidas ... 278
ALTERNATIVAS Y ROTACIONES:
De los cultivos extensivos ... 395
alternativos ... 396
hortícolas ... 574
Cultivos asociados ... 575
Introducción ... 574
Factores que intervienen en la elección ... 575
Normas básicas ... 574
Tipos de rotaciones ... 576
ANHIDRIDO CARBÓNICO EN UN INVERNADERO ... 680
ANTIVIRUS ... 330
APEROS PARA LABORES COMPLEMENTARIAS ... 428
APIO ... 605
APISONADO ... 555
APORCADO Y BLANQUEO ... 558
ARÁCNIDOS ... 300
ARADOS ... 423
De disco ... 425
De vertedera ... 425
Fijos y reversibles ... 426
Subsolador y escarificador ... 424
ARÁNDANO ... 240
ÁRBOL. Fases de la vida ... 126
ARROZ ... 481
ARTRÓPODOS ... 298
ATOMIZADORES ... 438
AVELLANO ... 238
AVENA ... 468
AVES ... 457
AZUFAIFO ... 247
BACTERIAS: Ciclos ... 287
Clasificación ... 287
En frutales ... 211
En invernaderos ... 746
En plantas ... 286
Síntomas ... 287
BACTERICIDAS ... 331
BALANCE DE ENERGÍA DIURNO EN UN INVERNADERO ... 683
BATATA ... 592
BERENJENA ... 622
BERRO DE AGUA ... 616
BERZA ... 616
BORRAJA ... 616
BOSQUE, El ... 248
Especies forestales ... 253
Producción de frutos ... 260
Protección forestal ... 261
Alteraciones parasitarias ... 262
no parasitarias ... 261
Rotación del ... 260
BRÉCOL ... 622
CACAHUETE ... 516
CACAO ... 523
CAFÉ ... 510
CAJONERAS ... 657
CALABACÍN ... 622
CALABAZA ... 639
CALEFACCIÓN:
Elección del sistema y tipo de energía en invernadero ... 692
Calefacción aérea ... 685
aerotermos ... 689
por aire caliente ... 686
por vapor de agua ... 688
Calefacción central por agua caliente ... 686
Calefacción en el suelo ... 690
en cajoneras ... 690
red de tuberías ... 691
resistencias y parrillas eléctricas ... 691
ventajas en invernaderos ... 692
Sistemas de calefacción ... 683
CAMPANAS DE PLÁSTICO ... 657
CAÑA DE AZÚCAR ... 525
CARACTERIZACIÓN DEL COMPLEJO ADSORBENTE (C.I.C.) ... 57
Caracterización ... 58
Concepto de adsorción ... 57
Interpretación de resultados ... 58
CARBONATOS ... 57
Evaluación de resultados ... 57
Determinación ... 57
CARDO ... 617
CASTAÑO ... 238
CAVADORAS ... 428
CEBADA ... 465
CEBOLLA ... 596
CEBOLLETA ... 600
CEBOLLINO ... 601

CENTENO 470
CENTRÍFUGOS 439
CEREALES, Aprovechamiento de 381
CEREZO 238
CÍTRICOS 242
CHIRIMOYO 243
CHUMBERA 247
CHIRIVÍA 593
CHOPO, Cultivo del 260
CHUFA 593
CICLOS DE CULTIVO EN EXTENSIVOS 394
DE CULTIVOS DE INVIERNO
Y DE VERANO 394
DE VEGETACIÓN EN FRUTALES 125
CIRUELAS, Variedades 219
CIRUELO 236
COL 607
COL DE BRUSELAS 609
COLIFLOR 620
COLZA 492
COMPONENTES SÓLIDOS DEL SUELO:
Organización de los 45
Estructura 45
Clasificación 45
Génesis 45
Porosidad 48
Porcentaje de 49
CONSERVACIÓN:
Almacén 230
Condiciones de 231
De los frutos 230
De los productos hortícolas 578
Descarga del frigorífico 233
Embalajes 231
Introducción 580
Operación de carga 231
Técnicas de 583
Tratamientos 230
CONSTRUCCIÓN DE UN
INVERNADERO 670
Bases para cálculos constructivos 671
Construcción de madera 672
Construcción metálica 673
CONTROL, MEDIDAS DE 324
Abióticos 324
Físicos o mecánicos 325
Meteorológicos 325
Químicos 326
Bióticos 340
COSECHADORAS: Arrastrada 446
Automotriz 447
CUIDADOS CULTURALES 556
CULTIVADORES 428
CULTIVO EXTENSIVO:
Ciclo vegetativo 386
Crecimiento 388
Germinación 387
Maduración del grano 390
Período reproductivo 390
Clasificación botánica 383
Introducción 379
La planta 383
Mantenimiento 403
Labores 403
Morfología 383
Aparato vegetativo 383
Grano 386
Inflorescencia 385
Principales cultivos 458
Variedades 392
Características de las 393
Calidad 394
Productividad 393
Resistencia al medio 393
Ritmo de desarrollo 393
Disponibles 394
CULTIVOS CONOCIDOS
Por sus bulbos 594
Por sus frutos 622
Por sus hojas 604
Por sus inflorescencias 618
Por sus raíces y tubérculos 584
Por sus semillas 640
Por sus tallos 601
CULTIVOS EN EXTERIOR 535
CULTIVOS EN INVERNADEROS, Sistemas de .. 708
Cultivo en el suelo 708
Cultivo en banquetas 709
Banquetas a nivel del suelo 709
Banquetas elevadas 710
Ventajas e inconvenientes 710
Enarenado 711
Materiales 712
Retranqueo 713
Técnicas de 712
Ventajas e inconvenientes 713
CULTIVOS EN SACOS HORIZONTALES
Y VERTICALES 723
CULTIVO HIDROPÓNICO 72, 714
Conclusiones 73
Sistemas de 72, 718
Aeroponia horizontal y vertical 721
En grava o arena 718
En lana de roca 719
En tanque de solución 719
Técnica del film nutritivo 720

Solución nutritiva. Elaboración y manejo 714
Substratos (ver también Substratos) 721
Ventajas e inconvenientes 723
CULTIVOS HORTÍCOLAS:
Características de, ... 584
Protegidos: acolchado, túnel, invernadero 536
CULTIVO "IN VITRO" EN HORTICULTURA 646
CURATIVAS, MEDIDAS ..... (Ver Control, pág. 324)
DEFENSA DE LAS PLANTAS CULTIVADAS 271
DESARROLLO DEL FRUTO DE UN FRUTAL 205
Alternancia o vecería 206
Caída del fruto 205
Factores que influyen en el 205
Maduración del fruto 206
DESBROZADORAS 418
DESCORCHE 259
DESPEDREGADORAS 419
DESFONDE Y DESINFECCIÓN 552
DESPUNTADO O PINZAMIENTO 556
ECOLOGÍA DE LOS CULTIVOS EXTENSIVOS 391
Adaptación al clima 391
al suelo 392
ELEMENTOS NUTRITIVOS DEL SUELO 58
Deficiencias 112
Causas 112
Correcciones 118
Sintomatología 113
Clave clasificatoria 116
Descripción de síntomas 113
ELEMENTOS SECUNDARIOS 91
Azufre 91
Calcio 91
Magnesio 92
Sodio, cal y aluminio 93
EMPAJADO Y ACOLCHADO 558
ENFERMEDADES EN CULTIVOS EXTENSIVOS 452
Criptogámicas 454
Prevención, Técnicas de 454
Principales y lucha 455
ENTUTORADO, GUIADO Y ATADO 557
ESCARDAS: En cultivos extensivos 404
En cultivos hortícolas 555
ESCAROLA 611
ESPÁRRAGO 601
ESPINACA 612
ESPOLVOREADORES 440
ESTAQUILLADO 131
ESTIÉRCOL 99
Composición 99
Proceso de compostaje 99
ESTRUCTURA DE UN INVERNADERO:
Materiales de 666, 667
Acero 667
Aleación de aluminio 667
Madera 667
Requerimientos generales 666
Tipos de protección 654
EXCAVADORAS 421
FERTILIZACIÓN:
En horticultura 560
En invernaderos 724
Aplicación de los fertilizantes 727
Carbónica 731
Determinación de las necesidades de los cultivos 726
Factores que influyen en la nutrición de los cultivos 724
Principios generales 725
FERTILIZANTES: Tipos de, en invernadero 728
FERTIRRIGACIÓN: En horticultura 564, 105
En invernaderos 729
FITOFÁRMACOS EN INVERNADEROS, Consideraciones sobre empleo 748
FITORREGULADORES:
Aplicación de 572
Introducción 572
Tipos de sustancias y efectos 572
Auxinas 572
Citoquininas 573
Giberelinas 572
Otras sustancias 573
En fruticultura: Clasificación 185
Utilización 186
FITOSANITARIA, LUCHA, EN INVERNADEROS 742
FLORACIÓN DE FRUTALES 196
Época de floración 197
Esterilidad y sus causas 201
Fecundación 201, 202
Inducción floral 196
Partenocarpia y apogamia 202
Polinización 197, 202
FORRAJE: Recolección 442
FRAMBUESO 239
FRESA 626
FRESADORAS 426
FRIGOCONSERVACIÓN:
Convencional 231
En atmósfera controlada 232
Operaciones de control y correctivas 232, 233
FRUTALES: De hueso 235
De pepita 234
Otros frutales 247

FRUTICULTURA:
Abonado y riego ... 188
Elementos esenciales ... 188
Interacciones entres los diversos elementos esenciales ... 190
Clima en, El ... 146
Cultivo, Técnicas de ... 180
Especies frutales ... 234
Introducción ... 124
Luminosidad ... 152
Principales plagas y enfermedades ... 210
Reproducción y multiplicación ... 128
Suelo ... 156
FRUTOS: Compuestos ... 242
Desarrollo ... 196
Éxoticos ... 243
Pequeños ... 239
Secos ... 237
FUNGICIDAS ... 331
GARROFERO ... 239
GIRASOL ... 486
GLOSARIO DE TÉRMINOS ... 752
GRADAS ... 429
GRADEO Y RASTRILLADO ... 552
GRANADO ... 247
GRANO:
Aprovechamiento del ... 381
Conservación ... 449, 451
Integridad, limpieza, secado y enfriamiento ... 449
Recepción ... 449
Recolección ... 446
Utilización ... 381
GROSELLERO ... 240
GUAYABO ... 245
GUISANTE ... 640
HABA ... 641
HELICIDAS ... 333
HERBICIDAS:
Características de los más utilizados ... 183
Clasificación ... 352
Clasificación toxicológica ... 358
Comportamiento en el suelo ... 359
Condiciones para el uso ... 358
Dosis ... 359
En fruticultura ... 181
Maquinaria ... 359
Mezclas de herbicidas ... 184
Precauciones ... 358
Principales herbicidas ... 354
Amidas ... 356
Amonios cuaternarios ... 356
Carbamatos ... 355
Derivados de las anilinas ... 357
Derivados de la urea ... 355
Halogenados de ácidos grasos ... 357
Hormonales ... 354
Triazinas ... 356
Varios ... 357
Otras sustancias desherbantes ... 184
Utilización ... 352
HIGUERA ... 242
HINOJO ... 617
HONGOS:
Ciclos generales ... 289
Clasificación ... 290
En frutales ... 211
En invernaderos ... 743
Podredumbre en los semilleros ... 743
Podredumbre radicular y de cuello ... 743
Enfermedades vasculares ... 743
Botrytis o podredumbre gris ... 743
Oídio ... 743
Roya ... 743
Necrosis o manchas en las hojas ... 743
Parasitismo ... 288
Síntomas ... 293
HORTICULTURA: Introducción ... 535
HUMEDAD:
Condensación en la cubierta de un invernadero 702
En un invernadero ... 679
Fenómenos relacionados con la humedad en un invernadero (Condensación del vapor de agua, transpiración, evapotranspiración) ... 680
Humidificadores ... 702
Regulación en invernadero ... 702
Y pluviometría en frutales ... 151
ILUMINACIÓN ARTIFICIAL:
Técnicas de ... 703
Fotoperiódica ... 703
Suplementaria ... 703
Tipos de lámparas ... 704
Incandescentes ... 704
Fluorescentes ... 704
Sodio ... 705
Vapor de mercurio ... 705
INJERTADO DE FRUTALES ... 135
INSECTICIDAS ... 334
INSECTOS ... 210, 305, 456, 747
INVERNADEROS:
Efecto invernadero ... 665
Factores ambientales a tener en cuenta ... 674
Introducción ... 652
Solares ... 705
Colectores integrados en invernaderos 705
Aislamiento ... 706
Inclinación de las paredes ... 705

Colectores exteriores al invernadero 706
Colectores 707
Distribución del calor 707
Sistema de almacenaje 707
JUDÍA VERDE 642
KAKI 243
KIWI 245
LABOREO: En cultivos extensivos 422
En horticultura 559
LABORES POSTERIORES A LA GERMINACIÓN 548
Aclareo 548
Repicado 548
Trasplante y plantación 550
LECHUGA 614
LIMA 243
LIMONERO 243
LITCHI 246
LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE UN INVERNADERO 667
Establecimiento de las áreas de sombra 669
LUCHA: Biológica 342
Contra enfermedades, en invernaderos 743
Integrada, Concepto de lucha 344
Malas hierbas 351
LUZ EN UN INVERNADERO 677
Fenómenos relacionados con la luz (Fotosíntesis, fotoperiodicidad, fotomorfogénesis, fototropismo) 678
MACROELEMENTOS:
Ácido fosfórico 86
Características y propiedades 88
Ciclo 86
Nitrógeno 82
Características y propiedades del N . 85
Ciclo del N 82
Potasio 89
Características y propiedades 91
Ciclo 89
MADERA, Obtención de 258
MADROÑO 241
MADUREZ DE LA FRUTA:
Índices de 216
Recolección en estado inadecuado .. 216
MAÍZ 471
MAÍZ DULCE 645
MALAS HIERBAS:
Control 348
Daños causados por 349
Difusión 351
En cultivos extensivos 452
MANDARINO 243
MANDIOCA 593
MANGO 246
MANZANAS. variedades 220
MANZANO 234
MAQUINARIA: Para la protección de cultivos 436
Para transformar el suelo 418
MÁQUINAS: Para tratamientos aéreos 441
del suelo 440
MATERIA ORGÁNICA 25, 189
Componentes 25
Procedencia 98
Clasificación: según su origen 25
según su naturaleza química . 26
Dinámica de la 29
Características del medio 30
Coeficientes K1 y K2 33
Microorganismos 29
Mineralización y humificación 31
Relación C/N 33
Distribución en el suelo 26
Funciones 28
MECÁNICA AGRÍCOLA 411
MELOCOTONERO 235
MELÓN 628
MEMBRILLERO 234
MICOPLASMAS 211
MICROELEMENTOS 93
Boro 94
Cinc 95
Cobre 95
Hierro 93
Manganeso 95
Molibdeno 95
MINERALES Y ROCAS 34
Clasificación de minerales 35
No silicatados 37
Silicatados 36
Clasificación de las rocas 38
Ígneas 38
Metamórficas 40
Sedimentarias 39
Granulometría y textura 42
Granulometría 42
Interpretación de la textura 43
Textura 43
Meteorización 40
Mecánica 41
Química 41
MIRIÁPODOS 302
MIRTILO 240
MOLUSCOS 295
MONTES. Explotación de 257
MORERA 242
MOVIMIENTOS DE TIERRA 419

MULTIPLICACIÓN:
De las plantas hortícolas ... 538
Vegetativa de frutales ... 130
NABO ... 584
NARANJO AMARGO ... 243
NARANJO DULCE ... 243
NEBULIZADORES ... 438
NEMATELMINTOS ... 296
NEMATICIDAS ... 334
NEMATODOS ... 455, 746
NÍSPERO COMÚN ... 247
NÍSPERO DEL JAPÓN ... 247
NIVELADORAS ... 421
NOGAL ... 239
ÑAME ... 594
OCRA ... 639
OLIVO ... 237
PAJA, Aprovechamiento de la ... 382
PALMERA DATILERA ... 244
PALA CARGADORA FRONTAL ... 420
PAPAYA ... 246, 639
PARÁSITOS: Animales en invernaderos, lucha de 746
De origen animal ... 294
De origen vegetal ... 286
De origen vírico ... 282
PATATA ... 585
PEPINO ... 631
PERAS, Variedades ... 218
PERAL ... 234
PEREJIL ... 617
pH, El ... 54
Determinación del ... 55
Efecto del pH en los nutrientes ... 56
El pH del suelo ... 55
PIMIENTO ... 632
PINO PIÑONERO ... 239
PIÑA ... 246, 640
PISTACHO ... 238
PLAGAS: En cultivos específicos ... 360
En cultivos extensivos ... 452
En cultivos herbáceos ... 365
En cultivos leñosos ... 360
En frutales ... 210
PLAGUICIDAS:
Almacenamiento de los productos ... 347
Características de los aparatos ... 344
Protección del operador ... 346
Técnicas de aplicación de ... 344
PLANTACIÓN DE FRUTALES ... 160, 166
Apertura de hoyos ... 165
Cuidados posteriores ... 167
Disposición ... 160
Distancia ... 162
Ejecución ... 163
Época de ... 167
Replanteo ... 163
PLANTADORAS ... 435
PLATANERO ... 243
PODA:
Forestal ... 256
Y castrado en horticultura ... 557
Y formación en los frutales ... 168
Aspectos técnicos ... 169
Principios generales ... 168
Reglas básicas: la constitución del esqueleto de la copa ... 173
Sistemas de formación ... 174
Huso o fusetto ... 179
Palmeta clásica regular ... 177
Palmeta libre ... 178
Vaso helicoidal ... 174
Tipos de ... 173
POLINIZACIÓN DE FRUTALES ... 196
POMELO ... 243
POSTRECOLECCIÓN:
Operaciones de ... 580
Preenfriado o prerefrigeración ... 580
Calibrado ... 582
Limpieza ... 582
Pesado y envasado ... 582
Selección ... 581
PREPARACIÓN DEL SUELO:
En cultivos extensivos ... 397
Estrategias para ... 397
Labores preparatorias ... 398
En cultivos hortícolas ... 552
En frutales ... 162
Calendario ... 163
Labores complementarias ... 163
Manual ... 162
Mecánica ... 162
PREVENCIÓN:
Medidas ... 320
Biológicas ... 321
Culturales ... 320
Físicas o mecánicas ... 322
Técnicas de ... 454
PUERRO ... 599
PULVERIZADORES ... 437
RÁBANO ... 587
RASTRAS ... 431
RECOLECCIÓN:
De la fruta ... 216
Recomendaciones ... 217
De los cultivos extensivos ... 442
Principios generales ... 442

De los productos hortícolas 578
Normas generales 578
Equipos de 448
Sistemas 578
RECUBRIMIENTO DE UN INVERNADERO,
Materiales de 659
Cristal 660
Plásticos 660
REGULADOR DE CRECIMIENTO
EN FRUTICULTURA 185
REMOLACHA 589
REPOBLACIÓN FORESTAL 249
RESINACIÓN 259
RESIDUOS ORGÁNICOS 100
Características 101
RIEGO: Agua útil 732
Calidad del agua de 571, 740
En frutales 194
Generalidades 566
Relación agua, suelo y planta 732
Sistemas utilizados en cultivos extensivos 406
en horticultura 567
en invernaderos 734
Aspersión, riego por, en extensivos 408
Estacionarios 409
Mecanizados 410
en horticultura 568
en invernaderos 735
Gravedad, riego por, en horticultura 567
en invernaderos 735
Localizado, riego, en horticultura 568
en invernaderos 736
Superficie, riego por, en extensivos 407
Cabezal de riego en horticultura 569
en invernaderos 737
Emisores en horticultura 570
en invernaderos 738
Red de distribución en horticultura .. 570
en invernaderos. 738
Ventajas e inconvenientes en horticul. 570
en inver. . 739
RODILLOS 430
SALINIDAD 56, 158
Conductividad eléctrica 56
Efectos 57
Origen 56
SANDÍA 634
SEMBRADORAS 434
SEMILLAS:
De los frutales 128
Desinfección 401
Letargo 542
Mercados de 539
Poder de germinación 542
Preparación de 546
Principales propiedades de 541
Pureza 541
Requisitos y conservación 128
Tamaño, calibre, peso específico 543
Tratamientos para favorecer la germinación 129
Vigor 542
SEMILLEROS 657
SERBAL COMÚN 247
SIEMBRA:
En cultivos extensivos 400
Densidad 400
Fechas 400
Realización 402
En cultivos hortícolas 544
Preparación del suelo 546
Sistemas de 545
Siembra directa o de asiento 546
Siembra en semillero 547
En frutales: época y modalidad 130
SOJA 496
SOMBREO:
Sistemas de, en invernaderos 696
Sombreo estático (encalado, blanqueado, mallas fijas) 696
Sombreo móvil (mallas móviles) 697
SORGO 479
SUBSTRATOS 60, 721
Aspectos generales 60
Propiedades físicas 60
químicas 62
Orgánicos 63
Resto coníferas 65
Turba 64
Tipos y sus características 63
Inertes 65
Arenas 66
Gravas 66
Lana de roca 67
Perlita 67
Poliestireno 67
Poliuretano 67
Tierra volcánica 67
Vermiculita 67
SUELO:
Ácidos, corrección 108
Cantidad de cal necesaria 109
Materiales usados para encalar 108
Alcalinos, corrección 109
Problemas del suelo alcalino 110
Tipos de suelos 110

Artificiales 60
Color 24
Componentes sólidos 25
Contenido de caliza y pH 158
Corrección y enmiendas 108
Densidad 46
Aparente 46
Real 47
Descripción del suelo agrícola 22
Desinfección 68, 748
Comportamiento tras la desinfección 71
Con productos químicos 70, 750
Bromuro de metilo y cloropicrina 70
Dazomet 70
Dicloropropano 70
Dicloropropeno 70
Metam-sodi 71
Con vapor de agua 69, 748
Espesor 24
Estudio en relación con los frutales 159
Evaluaciones cualitativas 24
Fase líquida de 150
Fertilidad 158
Introducción 22
Muestreo 23
Muy ligeros o sueltos, corrección de 111
Muy pesados, corrección de 111
Perfil 23
Permeabilidad 157
Profundidad en frutales 156
Química de 154
Salino, Tipos de 110
TABACO 505
TÉ 520
TEMPERATURA: Altas, acondicionamiento a. en invernaderos 696
Del suelo en invernaderos 676
En fruticultura 146
Estivales 150
Invernales 146
Primaverales 149
En invernaderos 674
Fenómenos relacionados con, en invernaderos (transpiración, termoperiodicidad, vernalización, heladas, inversión térmica) 676
Refrigeración de la cubierta de un invernadero con agua 697
Refrigeración por evaporación de agua 699
Boquillas de alta presión 701
Boquillas de baja presión 701
Cooling system 699
Mist system 700
Humidificadores de aire 701
Regulación en invernadero 683
Remoción del aire interior de un invernadero 699
Protección de un invernadero, técnicas de 694
Aislamiento 694
Doble cubierta 695
Ventilación de un invernadero 697
Mecánica 698
Natural 697
TOMATE 636
TRACTORES 412
Características 413
Enganches de los aperos 416
Tipos 417
TRAÍLLAS 421
TRIGO 458
TRANSPORTE DE LOS PRODUCTOS HORTÍCOLAS 583
TRANSPLANTADORAS 435
TROPISMOS O TAXIAS 342
TÚNELES 654
VERTEBRADOS 319
Productos contra 339
VID 241
VINIFICACIÓN. Variedades 224
VIRUS:
Ciclos 285
Clasificación 285
En frutales 211
En invernaderos 746
Naturaleza de los 283
Identificación 284
Mutaciones 283
Transmisión 284
Síntomas 285
VIVEROS FORESTALES 251
ZANAHORIA 590
ZANJADORAS 421

El poder de la notación métrica

El sistema métrico hace un uso extenso de la multiplicación y división por factores de diez. Por ejemplo, para convertir dosis de fertilizante de gramos por metro cuadrado a kilogramos por hectárea simplemente hay que multiplicar por diez los factores correctos.

10^3 es 10 x 10 x 10, o sea mil, y es un uno seguido de tres ceros. 10^{10} es 1 seguido de 10 ceros.

10^{-3} es 1 dividido por 10 x 10 x 10 = 1/1000 = 0,001.

Para multiplicar factores de diez, basta añadir la potencia de diez. Así, $10^3 \times 10^2 = 10^6$.
Para dividir por factores de diez, se restan las potencias de diez: $10^7/10^5 = 10^2$.

Los prefijos métricos más importantes, con ejemplos:

deci = 10^{-1} = un décimo (decilitro)
centi = 10^{-2} = un centésimo (centímetro)
mili = 10^{-3} = un milésimo (miligramo)
micro = 10^{-6} = un millonésimo (microgramo)
nano = 10^{-9} = un mil millonésimo (nanómetro)

kilo = 10^3 = mil (kilogramo)
mega = 10^6 = un millón (megavatio)

1 tonelada métrica = 10^3 kg = 10^6 g; 1 tonelada métrica es mil kilogramos y un millón de gramos.

Longitud

El sistema métrico es muy útil porque es posible medir distancia, peso y otros factores en una sola escala continua. Aunque ahora se define en términos de átomos, el metro originalmente debía ser exactamente un diez millonésimo de la distancia entre el Ecuador y el Polo Norte. El metro se divide en fracciones más pequeñas, como centímetros y milímetros, etc., que son todos ellos factores de diez.

Si está transplantando plantas a una distancia de 13 cm, ¿cuántas plantas se necesitan para una sola fila 17,20 m de largo?
17,20 m = 17,2 x 100 cm = 1.720 cm
1.720/13 = 132 plantas

1 metro es aproximadamente 39,4 pulgadas (casi exactamente 1,1 yardas, concretamente 1.094 yardas)
1 yarda = 0,9144 metros.

Por lo tanto, una distancia de 1.000 m es aproximadamente 1.100 yardas.
1 milla es 1,609 kilómetros.
Para convertir millas en kilómetros, multiplique por cinco y divida por ocho.
Para convertir kilómetros en millas, multiplique por ocho y divida por cinco.

Superficie

La superficie es longitud x anchura
La unidad de superficie que se utiliza con mayor frecuencia en este libro es la hectárea, que es un cuadrado de 100 m x 100 m = 10.000 m^2. Hay 100 hectáreas en un kilómetro cuadrado.

1 acre es 0,405 hectáreas. Por lo tanto, un terreno de 32 acres es equivalente a 32 x 0,405 = 12,96 hectáreas.
Por consiguiente, 1 hectárea es casi exactamente $2^{1/2}$ (2,5) acres (concretamente: 2,471 hectáreas). Un terreno de 8 ha es equivalente a 8 x 2,471 = 19,768 acres.

Para convertir gramos por metro cuadrado a kilogramos por hectárea: multiplique por el número de metros cuadrados en una hectárea (10.000) y divida por el número de gramos en un kilogramo (1.000).
Por consiguiente, 7 gramos por metro cuadrado corresponde a 7 x 10.000 g/ha = 7 x 10 kg/ha = 70 kg/ha.

Volumen

El volumen es longitud x anchura x altura.
1 cm x 1 cm x 1 cm es un centímetro cúbico.
1 m x 1 m x 1 m es un metro cúbico. Un metro cúbico contiene 100 x 100 x 100 (= 10^6 = 1 millón) centímetros cúbicos. Un litro es un cubo de agua que mide 10 cm x 10 cm x 10 cm.

Peso

El gramo se definió originalmente como el peso de un centímetro cúbico de agua. Un litro son 1.000 centímetros cúbicos de agua y, por lo tanto, pesa un kilogramo.
Un metro cúbico de agua (10^6 centímetros cúbicos) pesa exactamente una tonelada métrica.
Una libra es equivalente a 453,6 gramos (0,4536 kg).
Un kilo es equivalente a 2,205 libras.
Una onza es equivalente a 28,35 gramos.

Medidas de líquidos

Las medidas para líquidos tienen los mismos nombres en Estados Unidos y Gran Bretaña, pero valores diferentes.

Valores en Estados Unidos
1 onza líquida = 0,0296 litros
1 pinta = 0,4732 litros
1 galón = 3,7854 litros

Valores en Gran Bretaña
1 onza líquida = 0,0283 litros
1 pinta = 0,5683 litros
1 galón = 4,5461 litros

Peso por unidad de superficie

Una onza por yarda cuadrada es igual a 28,35 g por yarda cuadrada. Una yarda es igual a 0,9144 metros, por lo que una yarda cuadrada es 0,9144 x 0,9144 metros cuadrados (= 0,836 metros cuadrados). Por lo tanto, un metro cuadrado es igual a 1/0,836 yardas cuadradas = 1,1961 yardas cuadradas.
Para obtener la cantidad por metro cuadrado, multiplique la cantidad en gramos por el factor de conversión 1,1961.
En este caso, 28,35 g x 1,1961 = 33,911 g/m^2

1 onza por yarda cuadrada = 33,911 g/m^2
2 onzas por yarda cuadrada = 67,822 g/m^2
3 onzas por yarda cuadrada = 101,733 g/m^2
4 onzas por yarda cuadrada = 135,644 g/m^2
5 onzas por yarda cuadrada = 169,555 g/m^2

La densidad es el peso por unidad de volumen
La densidad se expresa como un valor sin dimensión, como 0,918, e indica la densidad de la sustancia en relación al agua, que tiene una densidad de 1. Una densidad de 0,918 es igual a 0,918 gramos por centímetro cúbico, o 918 kilogramos por metro cúbico.

Pluviosidad
La pluviosidad es un ejemplo del tipo de cálculo que resulta fácil hacer en el sistema métrico. Supongamos que tiene un terreno de 0,5 hectáreas con 17 árboles y 7 milímetros de pluviosidad, ¿cuánta lluvia ha caído sobre el terreno?

Para 1 metro cuadrado de tierra, 1 mm de agua de lluvia corresponde a un volumen de agua de 1 mm x 1 m x 1 m. Esto se puede calcular en milímetros:
1 mm x 1.000 mm x 1.000 mm = 1.000.000 milímetros cúbicos = 1.000 centímetros cúbicos = 1 litro.
También se puede calcular en metros:
0,001 x 1 m x 1 m = 0,001 metros cúbicos = 1 litro.

0,5 hectáreas es equivalente a 5.000 metros cuadrados y si cada metro cuadrado recibe 1 litro, el terreno recibe un total de 5.000 litros = 5 metros cúbicos = 5 toneladas métricas. Si hay 17 árboles, entonces han caído 5.000/17 litros por cada árbol = 294 litros.

TABLA DE EQUIVALENCIAS Y CONVERSIONES

LONGITUDES								
Centimetros	x	0.3937	=	pulgadas	x	2.5400	=	Centimetros
Metros	x	3.2808	=	pies	x	0.3048	=	Metros
Metros	x	1.0936	=	yardas	x	0.9144	=	Metros
Metros	x	0.5468	=	brazas	x	1.8288	=	Metros
Kilometros	x	0.6214	=	millas	x	1.6093	=	Kilometros
Kilometros	x	0.5396	=	millas nauticas (U.K.)	x	1.8532	=	Kilometros
Kilometros	x	0.5399	=	millas nauticals (U.S.A.)	x	1.8520	=	Kilometros
SUPERFICIE								
Centimetros^2	x	0.1550	=	pulgadas^2	x	6.4516	=	Centimetros^2
Metros^2	x	10.7639	=	pies^2	x	0.0929	=	Metros^2
Hectáreas	x	2.4710	=	acres	x	0.4047	=	Hectáreas
Kilometro^2	x	0.3861	=	millas	x	2.5900	=	Kilometro^2
VOLUMEN								
Centimetros^3	x	0.0610	=	pulgadas^3	x	16.3873	=	Centimetros^3
Metros^3	x	35.3145	=	pies^3	x	0.0283	=	Metros^3
Metros^3	x	1.3080	=	yardas^3	x	0.7646	=	Metros^3
Litros	x	0.2200	=	galones (U.K.)	x	4.5461	=	Litros
Litros	x	0.2642	=	galones (U.S.A.)	x	3.7850	=	Litros
Litros	x	1.7596	=	pintas (U.K.)	x	0.5683	=	Litros
Hectolitros	x	2.7497	=	fanegas (U.K.)	x	0.3637	=	Hectolitros
Hectolitros	x	2.8378	=	fanegas (U.S.A.)	x	0.3524	=	Hectolitros
PESO								
Gramos	x	0.0353	=	onzas (Av)	x	28.3500	=	Gramos
Gramos	x	0.0321	=	onzas (Troy)	x	31.1526	=	Gramos
Kilogramos	x	2.2046	=	libras	x	0.4536	=	Kilomgramos
Tonelada m.	x	0.9842	=	tonelada (U.K.)	x	1.0160	=	Tonelada m.
Tonelada m.	x	1.1023	=	tonelada (U.S.A.)	x	0.9072	=	Tonelada m.



1

Suelos, abonos y materia orgánica

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA

SUELOS

1. INTRODUCCIÓN — 22
1.1. GENERALIDADES — 22
1.2. DESCRIPCIÓN DEL SUELO AGRÍCOLA — 22
1.2.1. Muestreo del suelo — 23
1.2.2. El perfil del suelo — 23
1.3. EVALUACIONES CUALITATIVAS — 24
1.3.1. Espesor — 24
1.3.2. Color — 24
1.3.2.1. Evaluación del color — 24

2. COMPONENTES SÓLIDOS DEL SUELO — 25
2.1. MATERIA ORGÁNICA (M.O.) — 25
2.1.1. Componentes — 25
2.1.1.1. Clasificación según su origen — 25
2.1.1.2. Clasificación según su naturaleza química — 26
2.1.2. Distribución en el suelo — 26
2.1.3. Funciones — 28
2.1.4. Dinámica de la materia orgánica — 29
2.1.4.1. Microorganismos — 29
2.1.4.2. Características del medio — 30
2.1.4.3. Mineralización y humificación — 31
2.1.4.4. Coeficientes K1 y K2 — 33
2.1.4.5. Relación C/N — 33
2.2. MINERALES Y ROCAS — 34
2.2.1. Clasificación de minerales — 35
2.2.1.1. Minerales silicatados — 36
2.2.1.2. Minerales no silicatados — 37
2.2.2. Clasificación de las rocas — 38
2.2.2.1. Rocas ígneas — 38
2.2.2.2. Rocas sedimentarias — 39
2.2.2.3. Rocas metamórficas — 40
2.2.3. Meteorización — 40
2.2.3.1. Meteorización mecánica — 41
2.2.3.2. Meteorización química — 41
2.2.4. Granulometría y textura — 42
2.2.4.1. Granulometría — 42
2.2.4.2. Textura — 43
2.2.4.3. Interpretación de la textura — 43
2.3. ORGANIZACIÓN DE LOS COMPONENTES SÓLIDOS — 45
2.3.1. Estructura — 45
2.3.1.1. Clasificación — 45
2.3.1.2. Génesis — 45
2.3.2. Densidad del suelo — 46
2.3.2.1. Densidad aparente — 46
2.3.2.2. Densidad real — 47
2.3.3. Porosidad — 48
2.3.3.1. Porcentaje de porosidad — 49

3. FASE LÍQUIDA DEL SUELO — 50
3.1. EL AGUA — 50
3.1.1. Tipos de agua en el suelo — 50
3.2. ENERGÍA DEL AGUA — 51
3.2.1. Potencial hídrico total — 51
3.2.2. Unidades de potencial hídrico — 52
3.3. DINÁMICA DEL AGUA — 52
3.4. PROPIEDADES DEL AGUA EN EL SUELO — 53
3.4.1. Factores que influyen en la retención de agua — 53
3.4.2. Comportamiento mecánico — 53
3.4.2.1. Plasticidad — 53
3.4.2.2. Adhesividad — 53
3.4.2.3. Firmeza — 53
3.4.2.4. Dureza — 53

4. QUÍMICA DEL SUELO — 54
4.1. El pH — 54
4.1.1. Determinación del pH — 55
4.1.2. El pH del suelo — 55
4.1.3. Efecto del pH en los nutrientes — 56
4.2. SALINIDAD — 56
4.2.1. Conductividad eléctrica — 56
4.2.2. Origen de la salinidad — 56
4.2.3. Efectos de la salinidad — 57
4.3. CARBONATOS — 57
4.3.1. Determinación de carbonatos — 57
4.3.2. Evaluación de resultados — 57
4.4. CARACTERIZACIÓN DEL COMPLEJO ADSORBENTE (C.I.C.) — 57
4.4.1. Concepto de adsorción — 57
4.4.2. Caracterización de la C.I.C. — 58
4.4.3. Interpretación de resultados — 58
4.5 ELEMENTOS NUTRITIVOS — 58

5. SUELOS ARTIFICIALES, SUBSTRATOS — 60
5.1. ASPECTOS GENERALES DE LOS SUBSTRATOS — 60
5.1.1. Propiedades físicas — 60
5.1.2. Propiedades químicas — 62
5.2. TIPOS DE SUBSTRATOS Y SUS CARACTERÍSTICAS — 63
5.2.1. Substratos orgánicos — 63
5.2.1.1. Turba — 64
5.2.1.2. Restos de coníferas — 65
5.2.2. Substratos inertes — 65
5.2.2.1. Gravas — 66
5.2.2.2. Arenas — 66
5.2.2.3. Tierra volcánica — 67
5.2.2.4. Perlita — 67
5.2.2.5. Vermiculita — 67
5.2.2.6. Lana de roca — 67
5.2.2.7. Poliestireno — 67
5.2.2.8. Poliuretano — 67

6. DESINFECCIÓN DEL SUELO — 68
6.1. DESINFECCIÓN DEL SUELO CON VAPOR DE AGUA — 69
6.2. DESINFECCIÓN DEL SUELO CON PRODUCTOS QUÍMICOS — 70
6.2.1. Bromuro de metilo y cloropicrina — 70
6.2.2. Dicloropropano — 70
6.2.3. Dicloropropeno — 70
6.2.4. Dazomet — 70
6.2.5. Metam-sodi — 71

6.3. COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS DESINFECTADOS — 71

7. CULTIVOS SIN SUELO, CULTIVO HIDROPÓNICO — 72
7.1. SISTEMA HIDROPÓNICO — 72
7.2. CONCLUSIONES — 73

ABONOS

1. CONCEPTOS GENERALES — 74
1.1. Generalidades — 74
1.2. Unidades fertilizantes — 75
1.3. Riqueza del abono — 75
1.4. Proporciones de nutrientes — 76
1.5. Factores limitantes — 77

2. CLASIFICACIÓN DE UN ABONO — 78
2.1. POR SU ESTADO FÍSICO — 78
2.2. POR SU NATURALEZA — 78
2.3. POR SU FORMULACIÓN — 78
2.3.1. Abonos simples — 79
2.3.2. Abonos compuestos — 79
2.3.2.1. Compuestos de mezcla — 79
2.3.2.2. Compuestos complejos — 80

3. ABONOS QUÍMICOS — 82
3.1. MACROELEMENTOS: EL NITRÓGENO — 82
3.1.1. El ciclo del nitrógeno — 82
3.1.2. Abonos nitrogenados — 83
3.1.2.1. Abonos orgánicos nitrogenados — 83
3.1.2.2. Abonos de síntesis orgánica — 84
3.1.2.3. Nitrógeno ureico: urea — 84
3.1.2.4. Nitrógeno amoniacal: sulfato amónico 84
3.1.2.5. Nitrógeno nítrico: nitratos — 85
3.1.3. Características y propiedades — 85
3.2. MACROELEMENTOS: EL ÁCIDO FOSFÓRICO — 86
3.2.1. El ciclo del fósforo — 86
3.2.2. Abonos fosfatados — 87
3.2.2.1. Superfosfatos de cal — 87
3.2.2.2. Fosfato bicálcico o precipitado — 87
3.2.2.3. Phospal — 87
3.2.2.4. Escorias de desfosforación — 88
3.2.2.5. Fosfatos naturales molidos — 88
3.2.2.6. Fosfatos condensados — 88
3.2.2.7. Binarios, ternarios y líquidos — 88
3.2.3. Características y propiedades — 88
3.3. MACROELEMENTOS: EL POTASIO — 89
3.3.1. El ciclo del potasio — 89
3.3.2. Abonos potásicos — 90
3.3.2.1. Cloruro potásico — 90
3.3.2.2. Sulfato de potasa — 90
3.3.2.3. Patentkali® — 90
3.3.2.4. Binarios, ternarios y líquidos — 90
3.3.3. Características y propiedades — 91
3.4. ELEMENTOS SECUNDARIOS — 91
3.4.1. El azufre — 91
3.4.2. El calcio — 92
3.4.3. El magnesio — 92
3.4.4. Sodio, cloro y aluminio — 93
3.5. LOS MICROELEMENTOS — 93
3.5.1. Hierro — 93
3.5.2. Boro — 94
3.5.3. Manganeso — 95
3.5.4. Cobre — 95
3.5.5. Cinc — 95
3.5.6. Molibdeno — 95
3.5.7. Abonos con micronutrientes — 95

4. ABONOS ORGÁNICOS — 98
4.1. PROCEDENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA — 98
4.1.1. El estiércol — 99
4.1.1.1. Composición — 99
4.1.1.2. Proceso de compostaje — 99
4.1.2. Otros residuos orgánicos — 100
4.1.2.1. Características — 101

5. APLICACIÓN DE LOS ABONOS QUÍMICOS — 102
5.1. MÉTODOS DE APLICACIÓN — 102
5.1.1. Localización — 103
5.2. CÁLCULO DE LA DOSIS DE ABONADO — 103
5.2.1. Supuesto ideal — 103
5.2.2. Propuesta real — 104
5.3. PLANIFICACIÓN DEL ABONADO — 104
5.4. SISTEMAS DE ABONADO — 104
5.4.1. Fertirrigación — 105
5.4.2. Abonado foliar — 105

6. APLICACIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS — 106

7. CORRECCIÓN Y ENMIENDAS DE LOS SUELOS — 108
7.1. CORRECCIÓN DE SUELOS ÁCIDOS — 108
7.1.1. Materiales usados para encalar — 108
7.1.2. Cantidad de cal necesaria — 109
7.2. CORRECCIÓN DE SUELOS ALCALINOS — 109
7.2.1. Problemas de los suelos alcalinos — 110
7.2.2. Tipos de suelos salinos — 110
7.3. CORRECCIÓN DE SUELOS MUY LIGEROS O SUELTOS — 111
7.4. CORRECCIÓN DE SUELOS MUY PESADOS — 111

8. DEFICIENCIAS DE ELEMENTOS NUTRITIVOS — 112
8.1. CAUSAS DE LA DEFICIENCIA — 112
8.2. SINTOMATOLOGÍA — 113
8.2.1. Descripción de síntomas — 113
8.2.2. Clave clasificatoria — 116
8.3. Correcciones — 118

BIBLIOGRAFÍA — 119

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

El origen de la palabra suelo proviene de la palabra latina *solum*, que significa base o fondo. La definición más generalizada es la de una capa de roca madre meteorizada que cubre la mayor parte de la superficie terrestre.

Esta capa, cuyo espesor varía entre unos pocos centímetros y dos o tres metros, permite que los reinos vegetal y animal se encuentren con el mundo mineral y establezcan con él una relación dinámica. Los vegetales obtienen de él el agua y los nutrientes esenciales y de aquéllos depende la vida de los animales.

El contacto del suelo con el hombre es tan antiguo como el hombre mismo y, justamente por eso, el concepto y definición de suelo es tan universal que cada persona tiene su propio concepto sobre su naturaleza. Para un arquitecto, el suelo será la base sobre la cual podrá diseñar los proyectos para sus edificaciones. Para un ingeniero de minas, el suelo es aquella capa molesta que tiene que levantar (con los costos inoportunos) para lograr extraer el metal deseado. Para nosotros, así como para el edafólogo, el suelo, como medio de cultivo, es una mezcla de materiales minerales y orgánicos capaz de soportar la vida vegetal formada a partir de la roca meteorizada por la acción del clima y de los organismos vivos.

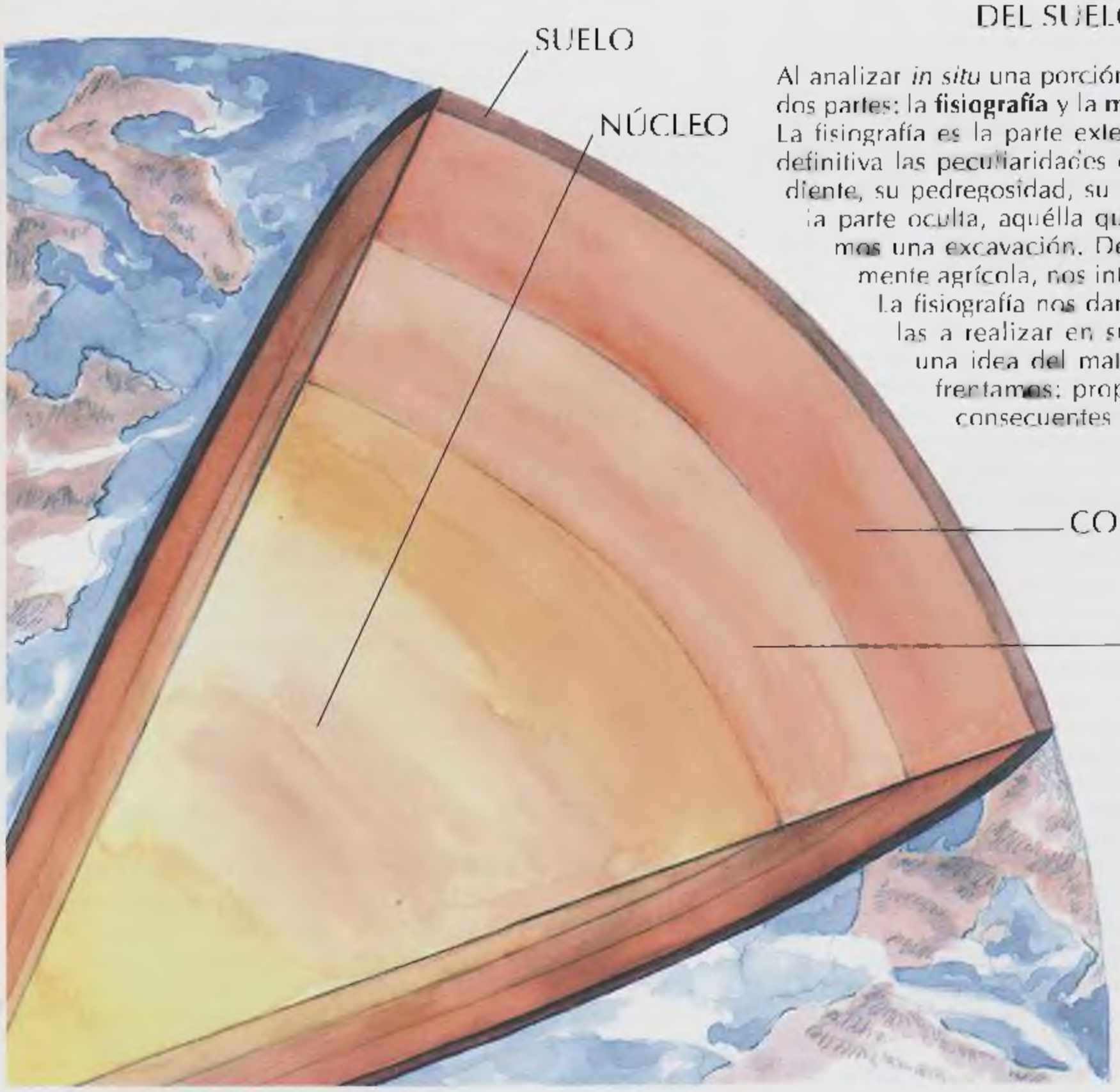
Llamamos **pedología** la ciencia que estudia los suelos, considerados como seres o entes naturales, en todos los aspectos, tanto desde su fisiografía como desde su morfología, organización interna, características físicas, químicas, mineralógicas y biológicas, y fertilidad, así como desde su origen, clasificación, evolución, sistemática, evolución geográfica, cartografía, uso, mejora y conservación.

Desde una disciplina estrictamente agronómica, llamamos **edafología** la parte de la ciencia pedológica que estudia el suelo como base del mundo vegetal, es decir, su fertilidad y su economía hídrica como factores de crecimiento de las plantas.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL SUELO AGRÍCOLA

Al analizar *in situ* una porción de suelo agrícola, diferenciamos dos partes: la **fisiografía** y la **morfología**.

La fisiografía es la parte externa, superficial, la que se ve, en definitiva las peculiaridades en superficie del terreno: la pendiente, su pedregosidad, su vegetación, etc. La morfología es la parte oculta, aquélla que no podemos ver si no realizamos una excavación. Desde un punto de vista exclusivamente agrícola, nos interesa el estudio de las dos partes. La fisiografía nos dará una idea de las labores agrícolas a realizar en superficie, y la segunda nos dará una idea del material edáfico con el que nos enfrentamos: propiedades físicas, químicas, y sus consecuentes posibles correcciones.



Esquema de las capas de la Tierra. El suelo representa una ínfima parte de la corteza terrestre.

1.2.1. Muestreo del suelo

Si nuestra labor reside en la caracterización de la superficie del suelo, estaremos dentro de la disciplina de la fisiografía. La caracterización en superficie de un suelo agrícola reside en la práctica de toma de muestras, que consiste en la extracción de una porción de suelo en superficie. A esa extracción la llamamos **muestreo.**

Para realizar las extracciones de porciones de suelo de forma superficial, utilizaremos las técnicas de muestreo referidas en las bibliografías más especializadas. De forma orientativa, para terrenos fisiográficamente homogéneos, tomaremos las extracciones siguiendo un diagrama al tresbolillo y recogiendo por un igual material de todos los tamaños. Posteriormente, mezclaremos todo el suelo obtenido hasta conseguir aproximadamente un kilogramo de muestra.

1.2.2. El perfil del suelo

Por contra, para según qué cultivos de raíces más profundas, estaremos interesados en el estudio de la morfología, y nos veremos obligados a practicar profundas excavaciones, a menudo superiores a 1 m. En este caso también hablaremos de muestreo, pero de muestreo de los horizontes de cada perfil.

Los suelos desarrollan capas distintas a diversas profundidades. Una sección vertical del suelo con la finalidad de descubrir su parte oculta nos permite estudiar sus diferentes capas. Esta sección suele denominarse **perfil**.

Las diferentes capas de un perfil se denominan **horizontes** y a éstos se les asignan las primeras letras del alfabeto. Así, el horizonte "A" representa la capa más superficial y suele ser la más rica en materia orgánica. La parte media del perfil suele ser más rica en arcilla y de color más claro que la superior: es el horizonte "B" o suelo profundo. A menudo, los horizontes "A" y "B" presentan subhorizontes (A_{00}, A_0, B_1, B_2, etc.) que no son más que particularidades de cada uno de ellos. Su nomenclatura varía mucho en función de los autores, de su nacionalidad y de la escuela edafológica a la que pertenecen. Finalmente, citaremos el horizonte "C", que constituye en general la roca madre del suelo.

Ejemplo de la distribución de los muestreos de una parcela en superficie

Abajo: Esquema del perfil de un suelo





Se dispone éste debajo del *solum* y se extiende hasta la roca basal. Este horizonte puede ser muy espeso, delgado, o incluso no existir. El perfil del suelo incluye los horizontes "A", "B" y por lo menos la parte superior del "C", cuando éste existe.

1.3. EVALUACIONES CUALITATIVAS

En el mismo sitio en que habremos realizado la toma de muestras (sea fisiográficamente en superficie o en profundidad a través de un perfil), podemos cualificar a simple vista una serie de propiedades físicas del suelo. Mediante una inspección visual o táctil, podemos medir las propiedades físicas, contrastándolas con algún tipo de escala, de tamaño, de consistencia, de intensidad, etc. Cada suelo presenta un conjunto peculiar de propiedades físicas, que dependen de la naturaleza de sus componentes, de las cantidades relativas de cada uno de ellos y de la manera en que se hallan mutuamente acoplados.

1.3.1. Espesor

El espesor o profundidad del suelo varía de una zona a otra del planeta (entre unos centímetros y unos metros). Al realizar un perfil del suelo, comprobamos la profundidad del mismo. Así, si disponemos de un suelo profundo, tendremos muchos menos problemas a la hora de cultivar que en otro que sea sólo de unos escasos centímetros. Por poner un ejemplo esclarecedor, si al realizar un perfil vemos que entre el nivel del suelo y la roca madre sólo disponemos de 2-3 cm, lo más sensato será abandonar el proyecto agrícola, puesto que la modificación del espesor del suelo, sea aportando material de relleno, sea minando la roca madre con explosivos, nos resultará excesivamente costosa.

1.3.2. Color

El color es una de las características más perceptibles del suelo y es importante porque está relacionado con el contenido de materia orgánica, el clima, el drenaje y la mineralogía del suelo.
La mayoría de los minerales que componen el suelo, principalmente en los horizontes más superficiales ("A"), poseen una coloración que varía del blanco al gris claro. Excepcionalmente existen algunos minerales negros, rojos o incluso de otros colores. Pero las coloraciones rojizas, parduscas, grisáceas, etc., de la mayoría de los suelos comunes vienen originados por dos materiales que, en sí mismos, son poderosos agentes colorantes. Se trata de la fracción humus de la materia orgánica y de los distintos compuestos de hierro.
La materia orgánica sufre la acción microbiana y se convierte en humus. El humus es un material muy fino, de color casi negro, que tiene un gran poder colorante. Basta un 5% de materia orgánica en el suelo para que éste presente un color negro o casi negro.
El hierro tiene dos estados de oxidación (óxido ferroso FeO y óxido férrico Fe_2O_3), que originan diversas coloraciones en función del grado de su hidratación, de su presencia, de su distribución, del grado de oxidación, etc.

Compuesto mineral	Fórmula química	Color
Óxido ferroso	FeO	Gris azulado
Óxido férrico hidratado (limonita)	$Fe_2O_3 * xH_2O$	Pardo amarillento
Óxido férrico (hematita)	Fe_2O_3	Rojo

Compuestos de hierro que influyen en el color del suelo según Thompson (1988)

1.3.2.1. Evaluación del color

La evaluación del color de un suelo se determina mediante la sistematología creada a partir de las anotaciones de Munsell. Este sistema incluye tres variables: tinta, valor e intensidad. En el dibujo bajo estas líneas viene representada una hoja del código universal de determinación de colores por el método Munsell (The Munsell Book of Colors).
La tinta se refiere a la longitud de onda dominante de la luz reflejada por un objeto, definiéndose en términos de cinco colores cardinales y sus mezclas: azul, verde, amarillo, rojo y púrpura. **La intensidad** es una medida del grado de saturación de color o de su pureza. **El valor** es la medida de la claridad u oscuridad del color.



Una hoja del código Munsell para la dosificación crómica de los suelos

2. COMPONENTES SÓLIDOS DEL SUELO

Los suelos se componen de sólidos, líquidos y gases mezclados en proporciones variables. Las cantidades relativas de aire y agua presentes dependen mucho de la intensidad de la unión entre las partículas sólidas. Los agregados de partículas pequeñas tienden a ser muy distintos de los que constan de partículas grandes. Tanto la textura del suelo (una evaluación del tamaño de sus partículas) como la estructura (la manera en que las partículas se unen entre sí) influyen en la magnitud del volumen de poros y en la distribución del mismo.

Aconsejamos al lector poco avezado en la lectura de las técnicas de la agronomía que lea detenidamente el presente capítulo que comprende los *Componentes sólidos del suelo, Fase líquida del suelo* y *la química del suelo*, porque siendo el suelo un continuo "Sólido-Aire-Agua", a menudo la comprensión de determinados conceptos queda repartida entre los tres apartados.

En los puntos siguientes definiremos los elementos sólidos del suelo, es decir la parte orgánica y mineral, así como las principales características de cada una de ellas y, someramente, sus métodos de análisis y consecuente caracterización, con la finalidad de dar al lector unos parámetros válidos para que, llegado el momento de tener que comprender un análisis de suelo, pueda afrontar con éxito la interpretación de los resultados.

2.1. MATERIA ORGÁNICA (M.O.)

La procedencia de la materia orgánica en el suelo es conocida: los restos de plantas superiores, restos de animales y, en general, cualquier resto de materia orgánica muerta que se incorpora en el suelo. Todos estos materiales se descomponen en el suelo. Con frecuencia, lombrices e insectos empiezan la descomposición masticando el material, digiriendo parte del mismo y desmenuzando el resto en fragmentos. Diversas formas microbianas descomponen esos fragmentos, los desechos y eventualmente los cuerpos muertos de los insectos, lombrices y otros microbios. La descomposición no sólo se debe al mundo animal y/o vegetal, sino que a menudo las condiciones químicas oxidantes y reductoras del suelo hacen parte del trabajo.

La numerosa población del suelo comprende organismos vegetales y animales, cuyo tamaño varía desde formas microscópicas, como las bacterias, hasta organismos pluricelulares, como los mamíferos excavadores o las grandes raíces de los árboles. Un suelo medio contiene, entre animales y plantas, de 2 a 3 Kg/m^2 de materia viva, lo que representa de 20.000 a 30.000 Kg/ha de animales y plantas.

Los desechos y restos de animales y plantas vuelven al suelo donde son procesados por insectos, lombrices, hongos, bacterias y otros seres vivos. Finalmente, el ciclo se completa, de manera que el dióxido de carbono y los nutrientes vuelven a estar disponibles para el reino vegetal. Si no ocurriera de esta manera, la fertilidad del suelo se agotaría, los vegetales morirían y, con ellos, toda la vida en el planeta.

La determinación del porcentaje de materia orgánica en un suelo debe determinarse en un laboratorio especializado y su cuantificación requiere unos procedimientos analíticos complejos. Someramente, la descripción de la analítica se basa en la oxidación del carbono orgánico (la unidad de estructura de la M.O. son las largas cadenas de carbono hidrogenadas) y la posterior corrección (con el coeficiente empírico 1,724) para la determinación del porcentaje de M.O.

$$\% \text{ M.O.} = \% \text{ C} * 1{,}724$$

La mayoría de suelos contienen entre 1% y un 6% de M.O. Lógicamente, en suelos muy áridos (desiertos) el porcentaje bajará del 1%, y en las selvas tropicales, donde se depositan en el suelo muchos desechos orgánicos, puede estar por encima del 6%.

2.1.1. Componentes

El estudio formal de la materia orgánica presente en el suelo puede clasificarse en función de su origen o de su naturaleza química.

	Kg/Ha	Organismos por hectárea
Macroorganismos vivos		
Raíces	15.000	
Insectos	1.000	20.000.000
Lombrices de tierra	500	1.000.000
Nematodos	50	200.000.000
Crustáceos	40	400.000
Caracoles, babosas	20	10.000
Roedores, culebras, etc.	20	200
Restos de macroorganismos muertos pero identificables	4.000	
Microorganismos vivos		
Bacterias	3.000	2×10^{18}
Hongos	3.000	2×10^{14}
Actinomicetos	1.500	5×10^{16}
Protozoos	100	5×10^{12}
Algas	100	1×10^{10}
Materiales orgánicos muertos y finamente divididos	150.000	

Contenidos medios estimados de materiales orgánicos por hectárea de suelo; formado éste bajo praderas en región templada subhúmeda. Según Thompson (1988)

2.1.1.1. Clasificación según su origen

Según su procedencia distinguimos cuatro fuentes:

- **Macroorganismos vivos.** Se trata de animales y plantas pluricelulares vivos cuya aportación a la estructura del suelo (las raíces de las plantas modifican la estructura del suelo) y al porcentaje de M.O. es muy importante. Asimismo, algunos animales, como las lombrices, tienen una acción semejante a las raíces, puesto que, por un lado, abren nuevos canales de aireación y, por otro lado, dejan una considerable aportación de materia orgánica en el suelo con sus excrementos (una gran población de lombrices ingiere y excreta muchas toneladas de suelo por hectárea y año).

- **Restos de macroorganismos, muertos pero identificables.** Son los restos de seres muertos pluricelulares que aportan materia orgánica al suelo, como raíces, hojas, animales muertos, etc.



Abonado de un campo con estiércol (M.O.)

• **Microorganismos vivos.** Son los responsables directos de la degradación de la materia orgánica fresca. Existen multitud de microorganismos, entre los cuales cabe citar las bacterias, los actinomicetos, los hongos (superiores e inferiores), las algas, los nematodos y los protozoos. Cada uno de ellos actúa de diferente manera, pero su descripción (efectos, hábitat, formas de vida, etc.) es más propia del apartado siguiente, que habla de la dinámica de la materia orgánica en el suelo. Sí cabe decir que su actividad, la actividad microbiana, es esencial para la liberación de los nutrientes de la M.O. al suelo, y que sin su efecto, los suelos quedarían estériles y la vida no sería posible.

• **Materiales orgánicos muertos y finamente divididos.** Estos materiales muertos y finamente divididos son los principales componentes del humus. Definimos el humus como los productos orgánicos de naturaleza ***coloidal*** que provienen de la descomposición de la materia orgánica fresca y de la síntesis que resulta de la actividad microbiana de los microorganismos del suelo. El humus tiende a recubrir las partículas minerales del suelo y se halla estrechamente asociado a las arcillas.

Llamamos ***coloidal*** o disolución coloidal aquella sustancia dispersa (que no disuelta) en un medio, que se difunde lentamente y que no puede atravesar las membranas dialíticas como las disoluciones auténticas. Su existencia sólo puede verse con un microscopio electrónico puesto que su Ø estérico es del orden de 0,1 a 0,001 µm y sus propiedades fundamentales no son debidas a su composición química sino a su estado físico de dispersión.

2.1.1.2. Clasificación según su naturaleza química

La descomposición de la materia orgánica, desde el momento que queda incorporada al suelo hasta su completa mineralización, pasa por diversos estados que permiten su clasificación química. Distinguimos tres tipos:

• **Materia orgánica fresca.** La materia orgánica fresca es la que acaba de incorporarse al suelo y su proceso de descomposición está en sus inicios.

• **Humus.** Representa el 10 o el 15% de la materia orgánica del suelo. Son productos orgánicos de naturaleza coloidal que provienen de la descomposición de los restos vegetales y de la síntesis que resulta de la actividad de los microorganismos del suelo.

• **Substancias húmicas.** Se consideran los componentes verdaderos del humus, puesto que son los materiales orgánicos que perduran lo suficiente en el suelo sin descomponerse. Algunos autores las consideran el verdadero humus. Se trata de sustancias de peso molecular relativamente alto, con coloraciones oscuras o negras, formadas por reacciones de síntesis secundarias. La denominación de sustancias húmicas se emplea en sentido genérico para describir el material coloreado y fuertemente dividido en base a las características de su solubilidad. Se han descrito tres subdivisiones de estas sustancias, en función de su comportamiento al ser disueltas coloidalmente en un medio alcalino débil de NaOH o NH_4OH. Éstas son:

-*Humina*. Es la parte de la materia orgánica del suelo que no se disuelve en la disolución de NaOH o NH_4OH.

-*Ácidos húmicos*. Es la fracción más estudiada y seguramente la más importante. Se trata de un material orgánico oscuro que queda disuelto en NaOH o NH_4OH, y que precipita por acidificación a pH = 1 o 2.

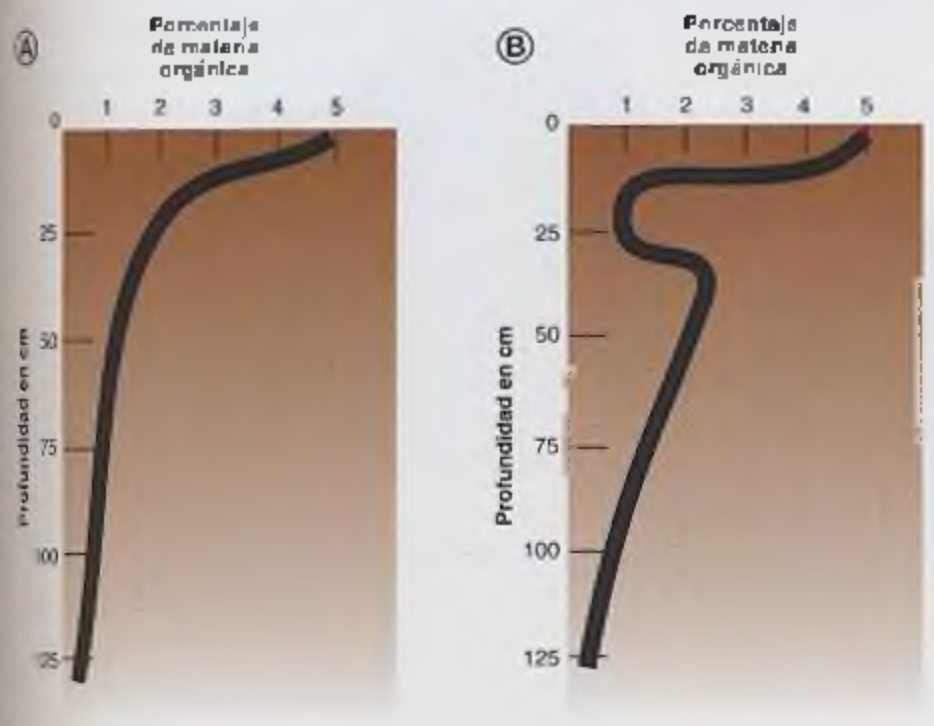
-*Ácidos fúlvicos*. Sustancias orgánicas restantes que no precipitan (quedan disueltas coloidalmente) al acidificar una disolución del suelo a pH = 1 o 2.

2.1.2. Distribución en el suelo

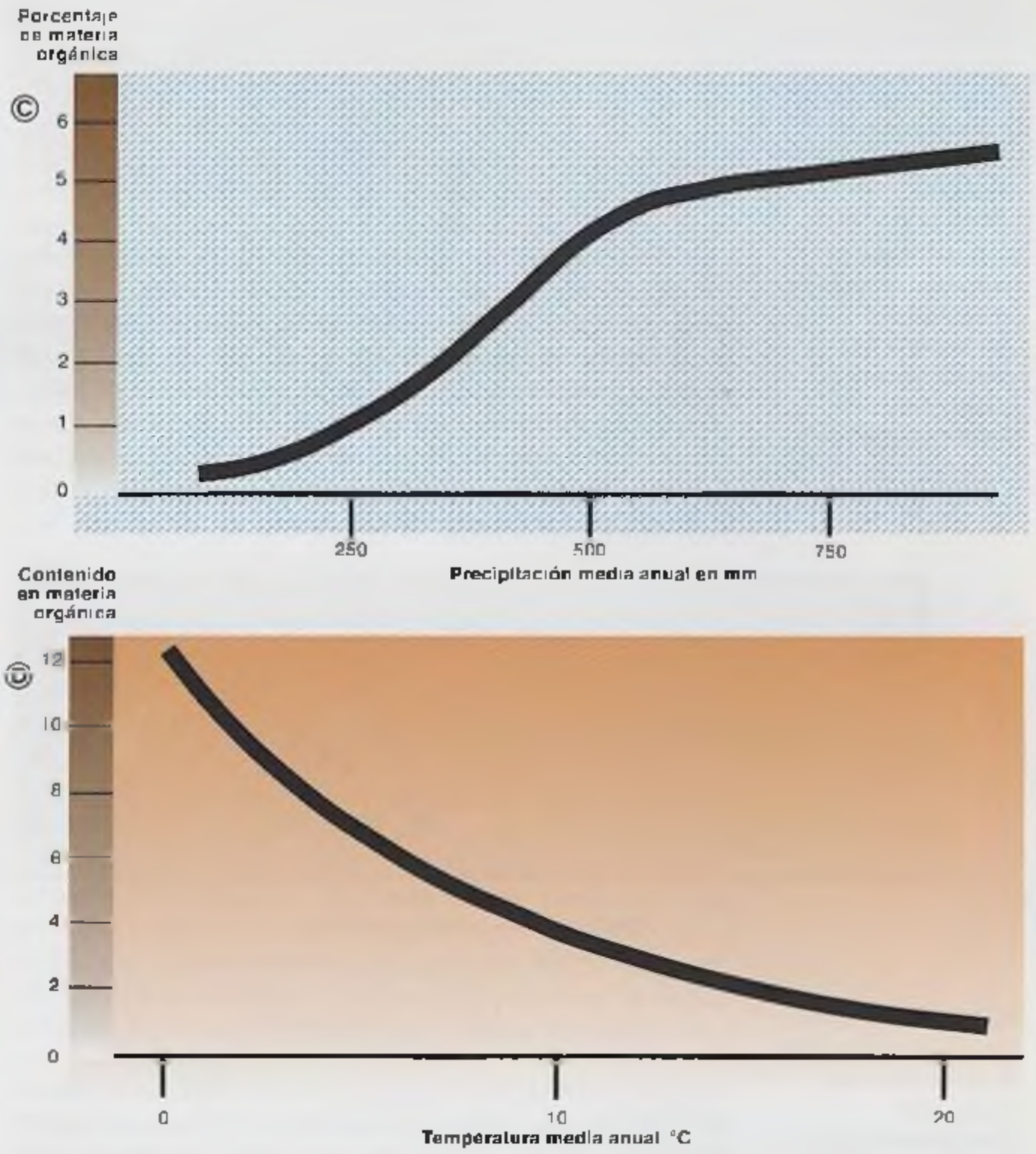
La distribución de la materia orgánica en el suelo suele ser muy irregular y depende del tipo de suelo, la climatología de la zona, los minerales, el mayor o menor grado de vegetación del lugar, etc.
En un mismo perfil, los horizontes superficiales ("A") suelen ser más ricos en humus que los más profundos, dado que los restos orgánicos quedan depositados directamente en la superficie y raramente acceden a los perfiles más inferiores, a no ser ya en forma de humus (material muerto y finamente dividido).

Al hablar de suelo cultivado, la presencia de materia orgánica y su distribución en el mismo varía mucho en función de las alteraciones antropomórficas que haya podido sufrir. Esto viene a significar que si, por ejemplo, cultivamos en un suelo lechugas, que al llegar a su madurez recolectaremos, deberemos restituir al suelo la materia orgánica y los nutrientes que los vegetales cultivados han necesitado para su crecimiento. Si no procedemos así, el suelo se empobrecerá en pocos años.

El contenido de M.O. de cualquier horizonte de un suelo depende, en parte, de la magnitud del aporte anual de restos orgánicos y, en parte, del porcentaje de materia orgánica que se mineraliza cada año. Cuando ambos procesos se hallan equilibrados (entre límites de tolerancia que concedan un margen para la eluviación de humus en algunos suelos muy lavados), el contenido en materia orgánica se estabiliza. No obstante, la distribución de la materia orgánica en el suelo depende de un sinfín de causas efecto. Veamos, pues, algunas de ellas.



Dos ejemplos de distribución en el suelo de la materia orgánica. *En el primer caso* ***(A)*** *se trata del suelo de una pradera en una región subhúmeda templada como queda reflejado en la gráfica de la izquierda. Por contra, al hablar de la temperatura, se produce el efecto contrario. Cuanto mayor es la temperatura media anual más decrece el porcentaje de materia orgánica, puesto que la actividad microbiana de descomposición es mayor y, por lo tanto, el porcentaje de M.O. en el suelo se reduce.*



En el segundo caso ***(B)*** *se trata de un suelo forestal. Nótese la acumulación de humus iluvial entre los 25 cm y los 50 cm de profundidad. Thomson & Troeh (1988).*

Dos ejemplos de la influencia del clima en la distribución de la materia orgánica en el suelo. La gráfica superior ***(C)*** *pertenece a diversos suelos de pradera cuyas variaciones de M.O. son debidas a la pluviometría. La gráfica inferior* ***(D)*** *también pertenece a diversos suelos de pradera en cuyos casos el incremento de la temperatura media anual hace disminuir el porcentaje de M.O.*

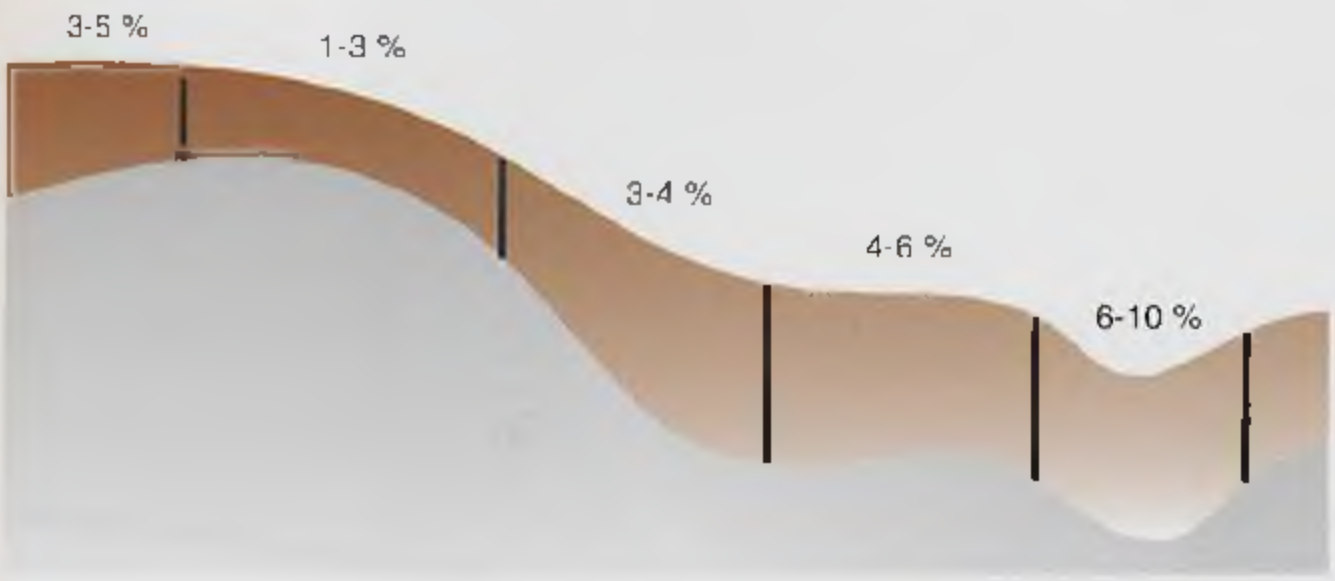
• **Efecto de la vegetación**. Como citamos anteriormente, la distribución de la M.O. en el suelo depende de la vegetación. En el ejemplo expuesto, según el gráfico adjunto, vemos la diferencia de la distribución de la M.O. en un suelo de pradera y en otro forestal. El primer gráfico muestra la distribución de la M.O. en un suelo típico de la zona templada donde está implantada una pradera (la materia orgánica disminuye con la profundidad). El segundo gráfico muestra de un suelo forestal que presenta un acumulación de materia orgánica a unos 25 cm del suelo. Este suelo presenta una acumulación de humus iluvial. En terrenos ciertamente húmedos con un aporte importante de materia orgánica (hojas, ramitas, etc.), se suele dar este fenómeno debido a que el humus (material muerto finamente dividido) es arrastrado por el agua de lluvia o riego a los horizontes más profundos ("B").

• **Efecto del clima**. En cuanto a pluviometría se refiere, la mayor precipitación de una zona incide en el mayor incremento del porcentaje de materia orgánica. Así, parece lógico pensar que a mayor precipitación anual, mayor crecimiento vegetal y consecuentemente, mayor aporte de M.O. al suelo, tal y como queda reflejado en la gráfica de la izquierda. Por contra, al hablar de la temperatura, se produce el efecto contrario. Cuanto mayor es la temperatura media anual más decrece el porcentaje de materia orgánica, puesto que la actividad microbiana de descomposición es mayor y, por lo tanto, el porcentaje de M.O. en el suelo se reduce.

• **Efecto de la topografía**. En los suelos con pendientes pronunciadas, la erosión propia del suelo debido a la meteorología tiende a adelgazar la profundidad del suelo en las partes más altas de la orografía y, por consiguiente, tiende a aumentar el espesor del suelo en las partes más profundas por la acción de la sedimentación. Por este motivo, al quedar las partes altas desnudas, la vegetación es menor y el aporte anual de materia orgánica también lo es. Por contra, en los valles, el aumento del espesor del suelo induce a una mayor vegetación, y consecuentemente, a un mayor porcentaje de M.O., tal y como queda reflejado en el gráfico adjunto.

• **Efecto del tiempo**. Pedológicamente hablando, la evolución en el tiempo de la materia orgánica es un proceso que probablemente dura varios milenios. Las rocas proporcionan la mayoría de nutrientes para la vida vegetal, a excepción del nitrógeno. Con el tiempo, un suelo virgen incrementa su concentración gracias a la pluviometría y a la acción fijadora de las bacterias Azotobacter y Rhizobium (que lo fijan de la atmósfera). Este aumento de la concentra-

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA



Relación entre la posición topográfica, el espesor del horizonte A y el porcentaje de M.O. en un clima subhúmedo templado

ción del nitrógeno en el suelo permite, cada vez en mayor grado, la vida vegetal sobre el suelo, con lo cual el porcentaje de materia orgánica se incrementa. Sobreviene luego un largo período de tiempo en el que el porcentaje de materia orgánica se mantiene estable durante muchos años. Para terminar, existe un quinta fase en la que decrece el porcentaje de materia orgánica y el suelo se empobrece lentamente hasta perder su fertilidad.

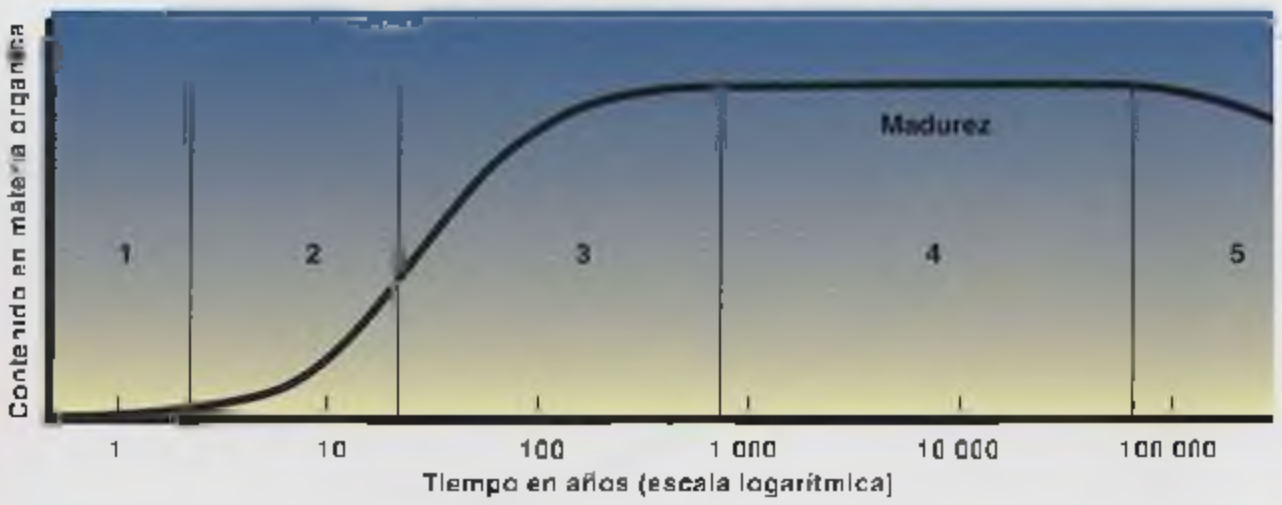


Gráfico ficticio en el que se intenta reflejar la evolución en el tiempo del porcentaje de M.O en un suelo. La expresión del tiempo, expresado en años en función logarítmica, es sólo indicativa y variará mucho de un suelo a otro.

2.1.3. Funciones

Las funciones o características que la materia orgánica imprime en un suelo agrícola son, en mucho, la parte resultante y más importante de todo el apartado que nos ocupa. La materia orgánica influye en el suelo, dotándolo de funciones características que sin ella no tendría. Estas características son las utilizadas en agricultura para corregir defectos básicos que se presentan puntualmente en los suelos. Entre los defectos más destacados podemos citar la incapacidad de los suelos arenosos para retener agua y nutrientes, la sobresaturación de agua de los suelos muy arcillosos y su compacidad, etc. Veamos algunas de las características que la materia orgánica imprime en un suelo:

• **El color.** El color oscuro característico de los suelos orgánicos o muy orgánicos puede favorecer que la temperatura de los mismos sea superior a la normal. Solamente el 5% de M.O. en un suelo es suficiente para que éste obtenga una coloración oscura, casi negra. Se sabe que los colores oscuros absorben mayor cantidad de radiación que los claros, por lo cual se calientan más.

Retención de agua. La materia orgánica puede retener hasta 20 veces su peso en agua. Esta propiedad física ayuda a mantener la humedad en el suelo y, por consiguiente, evita la desecación y la contracción del suelo, mejorando la retención de humedad en los suelos arenosos.

• **Combinación con minerales arcillosos.** La M.O. une las partículas del suelo en unidades estructurales (agregados), con lo que se consigue mejor aireación. En terrenos arcillosos donde la problemática de la sobresaturación del agua puede ser un problema acuciante, la materia orgánica permite el intercambio de gases, estabiliza la estructura e incrementa la permeabilidad.

• **Quelación.** Forma complejos estables con Cu^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+} y otros cationes polivalentes. Al formar quelaciones (enlaces químicos muy estables) con los microelementos, disminuye la capacidad de la planta para poder absorberlos.

• **Solubilidad en agua.** La insolubilidad de la materia orgánica es el resultado parcial de su asociación con las arcillas. Las sales de cationes divalentes y trivalentes en combinación con la materia orgánica también son insolubles. La M.O. aislada también es parcialmente insoluble. Hay, no obstante, una parte de la materia orgánica que sí es soluble en agua y se pierde hacia las capas freáticas por lixiviación.



A la derecha: Tierras preparadas para la labranza

• **Relaciones con el pH.** La materia orgánica amortigua el pH del suelo. Es decir, establece una uniformidad ácido-básica en el medio.

• **Intercambio catiónico.** La materia orgánica incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) de un suelo en un porcentaje que varía entre el 20% y el 70%. La acidez total de las fracciones aisladas del humus varía entre 3.000 y 14.000 mmols Kg^{-1}.

• **Mineralización.** La descomposición de la materia orgánica produce CO_2, NH_4^+, NH_3, PO_4^{3-} y SO_4^-. Estos iones son la fuente de elementos nutritivos para el crecimiento de las plantas.

• **Combinación con moléculas orgánicas.** Influye en la bioactividad, persistencia y biodegradibilidad de los plaguicidas. Modifica la relación de aplicación de los pesticidas para un control efectivo.



La materia orgánica puede retener hasta 20 veces su peso en agua. Esta característica de la M.O. puede ser definitiva para aquellos cultivos que tradicionalmente viven en condiciones extremas de secano. Gentileza de Antonio Cimato (Instituto Propagazione Specie Legnose). Florencia, 1989.

2.1.4. Dinámica de la materia orgánica

Vistos los componentes de la materia orgánica, su distribución y su función en el suelo agrícola, es preciso poner de relieve la dinámica de la M.O. Como ya se ha comentado, antes de su transformación en humus, los restos de animales y plantas sufren alteraciones químicas cuya determinación en los laboratorios es extremadamente compleja. A estas transformaciones se las denomina, genéricamente, *dinámica de la materia orgánica en el suelo*. Los microorganismos causantes de la degradación, las peculiaridades de cada materia orgánica, y las características del medio del suelo inciden en la mineralización de la M.O. Los parámetros cuantitativos que utilizamos para la evaluación de la humificación y mineralización, como los cocientes K1 y K2 y la relación C/N, son algunos de los temas a tratar dentro de este apartado.

2.1.4.1. Microorganismos

Los verdaderos responsables de la degradación de la materia orgánica son los microorganismos del suelo. Dentro de los microorganismos están incluidos un gran número de animales (microfauna) y plantas (microflora; microscópicos. La masa total de microorganismos vivos por unidad de volumen de suelo suele llamarse **biomasa microbiana**. De todos ellos, las bacterias suelen ser los organismos más numerosos, pero los hongos suelen dominar en una base ponderal. Veamos con atención todos ellos.

• **Las bacterias.** Las bacterias son organismos unicelulares. Pertenecen al reino vegetal y son considerados los vegetales más simples existentes. Según los estudios realizados en 1954 por el botánico Clark, la presencia de bacterias puede oscilar, en suelos fértiles provistos de materia orgánica fresca, sobre los mil millones por cada gramo de suelo. Algunas bacterias realizan funciones específicas, como las que obtienen energía de la oxidación del nitrógeno amoniacal a nitrógeno de nitratos. Otras intervienen formando parte del proceso general de descomposición de los materiales orgánicos.

Las bacterias se dividen en aerobias y anaerobias, según su propio sistema de obtener energía para sobrevivir. Los organismos anaerobios obtienen el oxígeno reduciendo compuestos como los azúcares (orgánicos) o iones (inorgánicos) como NO_3^- o SO_4^-. Existe un tipo de bacterias llamadas anaerobias facultativas que, cuando encuentran oxígeno atmosférico (O_2) disponible en el suelo, actúan aeróbicamente, pero que, si no lo encuentran, pueden funcionar anaeróbicamente.

Los medios anaerobios para la obtención de energía son menos rentables que los medios aerobios. Eso significa que la rentabilidad de los dos procesos es distinta. Es decir, las bacterias aeróbicas obtienen mayor rendimiento por su "trabajo" que las bacterias anaerobias. Las bacterias anaerobias suelen actuar en condiciones de sobresaturación de agua en el suelo, con lo que no disponen de oxígeno atmosférico para respirar. A menudo los dos tipos de bacterias coexisten en el suelo.

Otro tipo de división de las bacterias es según su tipo de alimentación; pueden clasificarse en autótrofas y heterótrofas. Las bacterias heterótrofas se alimentan oxidando materia orgánica y las autótrofas oxidando algún material inorgánico no totalmente oxidado. Las bacterias que oxidan los iones amonio a nitrito y las que oxidan éstos últimos a iones nitrato son autótrofas.

Finalmente, comentaremos que las bacterias viven mejor en medios alcalinos, donde el calcio es abundante; por lo contrario, en medios ácidos las poblaciones bacterianas se reducen.

Principales componentes de la microflora del suelo

GRUPO	POBLACIÓN/ MEDIDA	CARACTERES GENERALES	CONDICIONES DEL MEDIO EDÁFICO	ACTIVIDADES CARACTERÍSTICAS	CONSECUENCIAS
Virus	Variable 50/100µ	Molécula ADN o ARN. bacteriófagos	Se necesita una célula huésped	Parásitos obligados de bacterias, actinomicetos, nematodos, hongos	Enfermedades víricas en las plantas infectadas
Bacterias	$0-10^8$ ind/g Muy variable	Morfología variable Fijos/móviles Aerobios/anaerobios Heterótrofos/autótrofos	Aireación. Humedad. T° 21 a 38°C pH: 6-8 Ca^{2+}	$NH_4^+ \longrightarrow NO_2^- \longrightarrow NO_3^-$ $NO_3^- \longrightarrow$ N org. $NO_3^- \longrightarrow NH_4^+$ $S^{2-} \longrightarrow SO_4^{2-}$ $SO_4^{2-} \longrightarrow S^{2-}$ $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$ Biodegradación	Incorporación de N atmosférico Fijación de N Alteraciones minerales Rizosfera (nodulos) Fermentación alcohólica Celulólisis
Actinomicetos	≈700 Kg/ha Ø micelios 1,5 mµ	Bacterias complejas con morfología de hongos, con micelios	pH: 6,5 - 7 Algunos resistentes a temperaturas altas	Parásitos y en algunos casos en simbiosis	Fermentación Aporte de N Antibióticos
Hongos	1000 - 1500 Kg/ha Long. 100 m Ø < 5 mµ		Condiciones poco estrictas. Medios ácidos favorables.	Parásitos, saprofitos y en simbiosis (micorrizas)	Fermentación alcohólica, lignirálisis y degradación de quitina. Celulólisis en medio ácido. Pre-nitrificantes
Algas	10^9 ind/g	Con pigmentos Fotosintéticos	Profundidad limitada (0 - 2 cm) Autótrofos	Pueden degradar la M.O. Productores de mucílagos	Medio de cultivo de bacterias colonizadoras



El tamaño de las algas varía según sean unicelulares o pluricelulares, siendo estas últimas visibles a simple vista en las charcas o fondos marítimos. Foto cedida por el Departamento de Agricultura Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya.

• **Los actinomicetos**. Son bacterias que forman colonias filamentosas parecidas a los micelios de los hongos. Los filamentos tienen el diámetro de las bacterias (y de la arcilla gruesa) y están con frecuencia entrelazados y ramificados, por lo cual son difíciles de contar. No son tan numerosos como las bacterias, pero su número (varios millones por gramo de suelo) es considerable. Al igual que las bacterias, viven mejor en medios alcalinos con abundancia de calcio. Las características olfativas de la tierra recién labrada son el producto de la actividad de estas bacterias pluricelulares.
Al ser colonias de bacterias, son mucho mayores que las bacterias unicelulares, pero su tamaño es menor al de los hongos. Realizan en el suelo funciones iguales o parecidas a las de otros microorganismos, y son muy conocidos, puesto que algunas de sus cepas biológicas son las productoras tradicionales de los antibióticos de la medicina humana.

Principales componentes de la fauna del suelo

GRUPO	TAMAÑO	ESPECIES
Macrofauna	2 a 10 mm	Larvas de insectos Artrópodos Lombrices de tierra
Mesofauna	0,2 a 2 mm	Nematodos, oligoquetos larvas de insecto pequeñas, microartrópodos
Microfauna	0 a 0,2 mm	Protozoos, nematodos y artrópodos microscópicos

• **Las algas**. Al igual que las bacterias unicelulares, las algas pertenecen al reino vegetal, con la salvedad de que estas últimas tienen clorofila y, por lo tanto, son capaces de sintetizar materia orgánica a partir de la luz, el dióxido de carbono y el agua. Pero como ciertas bacterias unicelulares anaerobias facultativas, las algas que se encuentran en el suelo sin la energía solar pueden obtener energía oxidando otros materiales orgánicos al igual que los otros microorganismos.
Su tamaño varía desde las algas unicelulares hasta las pluricelulares, siendo estas últimas visibles a simple vista en forma de filamentos en las charcas. Los tipos más familiares son las masas mucilaginosas y fibrosas que crecen en aguas estancadas. Las algas toleran una amplia gama de condiciones de humedad, prosperan muy bien en suelos cenagosos, y son también importantes en situaciones desérticas. Algunas algas, como las cianofíceas, son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico; la aportación de nitrógeno al cultivo de estas algas no suele ser muy importante en suelos típicos agrícolas, pero en cultivos especiales, como el arroz, su aportación puede ser decisiva.
Es conocida y muy importante la relación simbiótica de las algas con algunos hongos. Esta conjunción da origen a los líquenes. Por una parte, el alga le aporta al hongo los carbohidratos producto de su fotosíntesis y el nitrógeno fijado de la atmósfera y, como contrapartida, el hongo le aporta al alga la absorción de elementos minerales, absorción del agua y anclaje en la roca. A menudo, los líquenes son los primeros colonizadores de la roca desnuda y su acción meteorizadora de la roca madre es muy lenta, pudiendo durar muchos años.
• **Los protozoos**. Los protozoos son animales unicelulares que se presentan en menor número que las bacterias, porque para su supervivencia necesitan un medio acuoso más constante. Biológicamente hablando, algunos protozoos parecen situarse entre el mundo vegetal y el animal, ya que si, por un lado, son capaces de ingerir partículas sólidas como los animales, por otro lado, pueden realizar la fotosíntesis. Los protozoos se alimentan de bacterias (entre otras cosas) y se ha observado que su número es inversamente proporcional al de la bacterias.
• **Los nematodos**. Los nematodos son bien conocidos por los daños que causan. Muchos son parásitos de las raíces de muchos cultivos como los frutales, la remolacha azucarera, el maíz, la soja, el tabaco, etc. Incluso algunos son parásitos del hombre. La mayoría vive sobre la materia orgánica en descomposición. Su tamaño varía entre 0,2 y 2 mm.

2.1.4.2. Características del medio

La facilidad de descomposición de la materia orgánica depende, principalmente, de las características microclimáticas del suelo, que afectan la actividad de los microorganismos tratados en el tema anterior. Estas características son la aireación del suelo, la temperatura y su pH.
Los microorganismos, así como todos los seres vivos, necesitan de unas condiciones mínimas ambientales para su desarrollo. Estos mínimos, más necesarios cuanto más simple es el organismo, suelen ser la humedad y la temperatura y, en el caso de los microorganismos, también el pH del suelo.
En condiciones de suelo secos o muy secos, la actividad de los microorganismos es nula, pero en condiciones húmedas existen, ya citadas, dos posibili-

dades: 1) cuando el suelo está a C.C. (capacidad de campo: microporos saturados y macroporos libres), en que la actividad microbiana se desarrolla de forma aerobia, y 2) cuando el suelo está completamente saturado de agua (macro y microporos llenos de agua) y que la única vía que tienen los microorganismos de obtener energía es la anaerobia.
También la temperatura es considerada un factor limitante para la actividad microbiana. Por ejemplo, en la tundra ártica, la actividad microbiana se reduce a los pocos meses de verano y aun así, su acción es mínima. Con el frío moderado de los inviernos de las regiones templadas, los microorganismos reducen mucho su actividad. En zonas tropicales, donde la temperatura es constante y elevada durante todo el año, la actividad microbiana es elevada.
El pH, como veremos al tratar la química del suelo, es una medida de la acidez o alcalinidad del medio y su repercusión en la actividad microbiana es importante. En medio alcalino, desarrollan su actividad un gran número de microorganismos. Por contra, en medios ácidos, sólo ciertas poblaciones microbianas son capaces de realizar la descomposición de la materia orgánica.
Como ilustra el cuadro bajo estas líneas, las condiciones de humedad, temperatura y pH son determinantes para considerar la descomposición y humificación de la materia orgánica.

	CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO				
Situación	Humedad	T°	pH	Descomposición	Humificación
Aerobio	Moderadamente húmedo	Alta	Básico	Rápida	Abundante
Anaerobio	Muy húmedo	Baja	Ácido	Lenta	Débil

2.1.4.3. *Mineralización y humificación*

Los procesos químicos de mineralización y humificación gracias a los microorganismos son, como ya se ha dicho, químicamente muy complejos. De hecho, el estudio de la mineralización de la materia orgánica está todavía en los albores. Muchos científicos analistas químicos que estudian estos procesos no se ponen de acuerdo sobre qué cadenas de síntesis química llevan a unos o a otros determinados resultados.

Composición elemental	Grupos funcionales en meq/100 g de producto calcinado a 550°	
C 45-65 %	COOH	300-600
O 48-30 %	OH fenol	280-360
N 2-6 %	OH alcohol	300-500
H 5 %	C = O	300
	O - CH_3	20-50
	Acidez total	500-1400

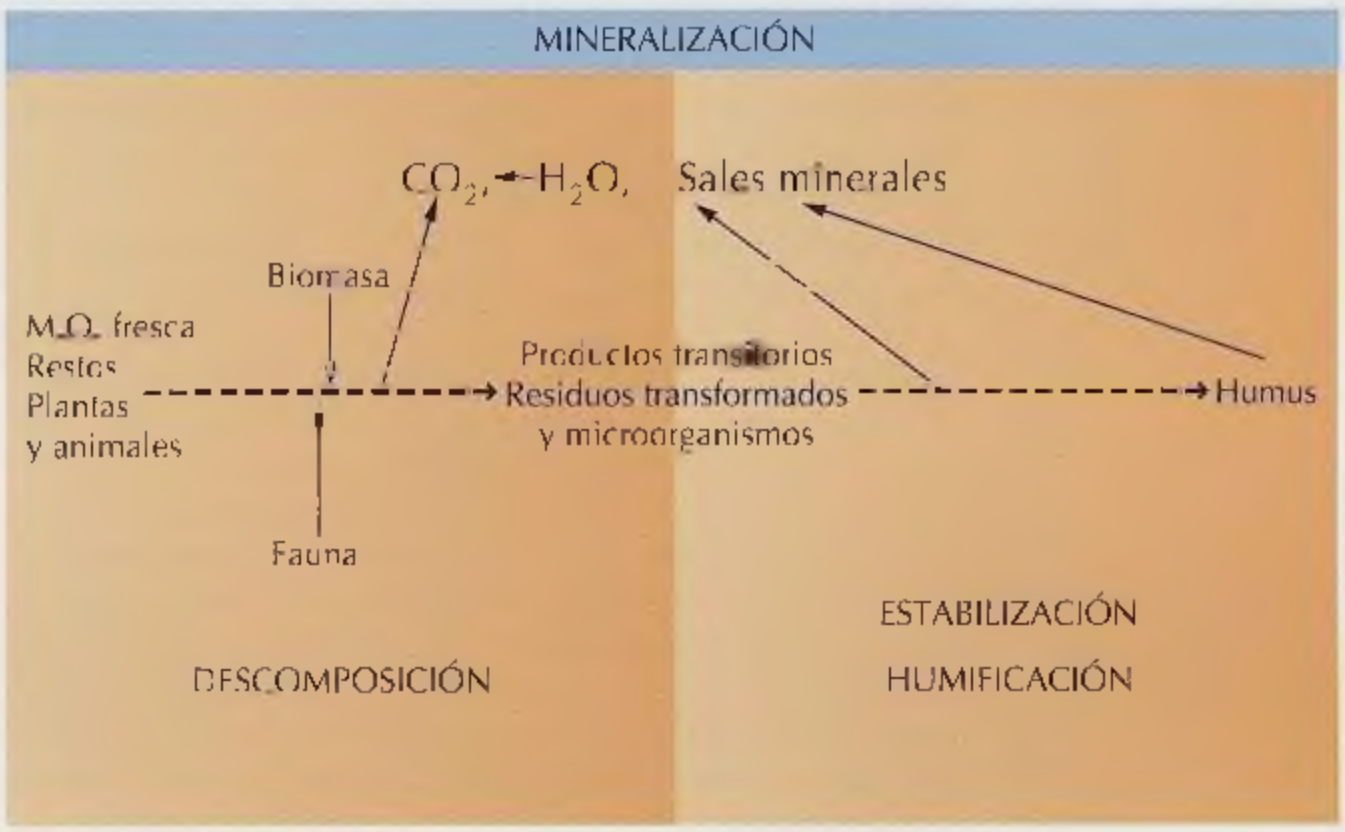
Características químicas comunes de las sustancias húmicas. Saña & Soliva (1987)

A estas alturas, el lector ya comprende, en su globalidad, el concepto de mineralización y humificación. A fin de sintetizar todo lo aprendido hasta ahora, recordaremos que:

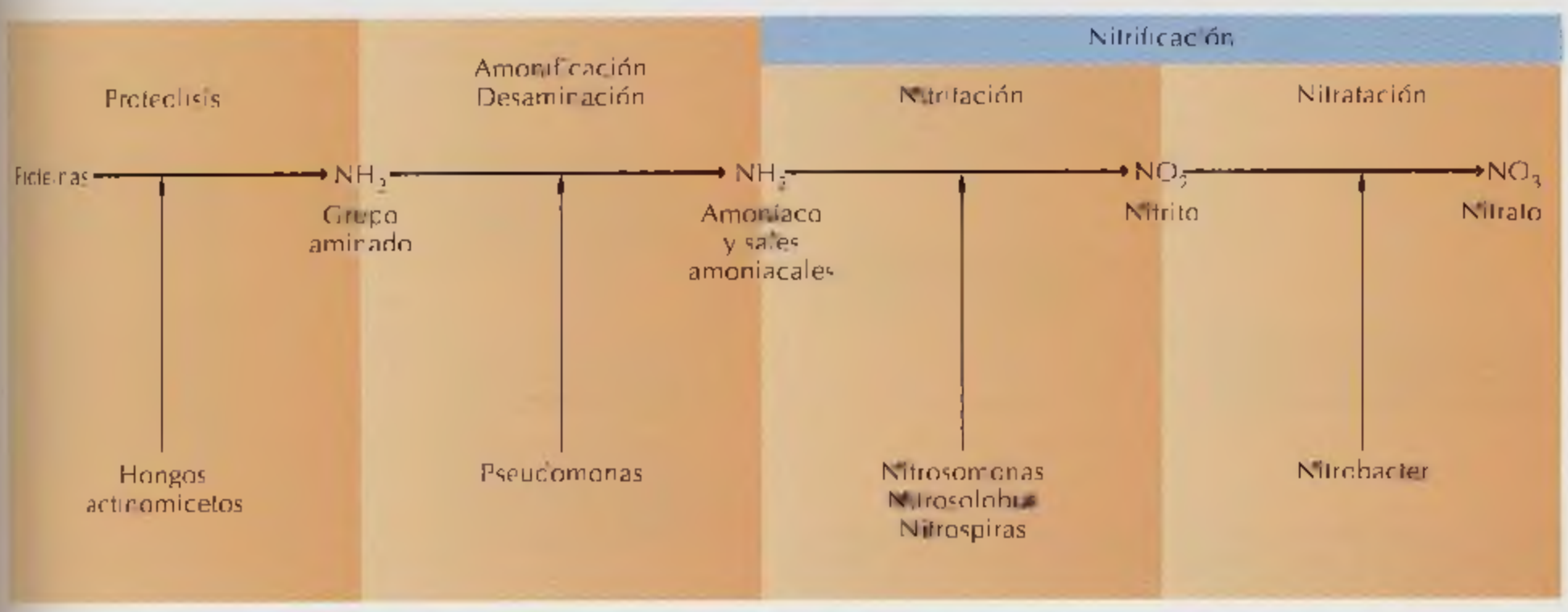
1) La materia orgánica fresca se incorpora progresivamente al suelo a medida que transcurre el tiempo y los seres vivos mueren o se desprenden de parte de su ser.

2) Los microorganismos descomponen esta materia orgánica fresca, con mayor o menor rapidez, en función de las características del medio en que se encuentran. Esta descomposición o mineralización se define como la simplificación de moléculas complejas en otras simples (orgánicas o minerales).

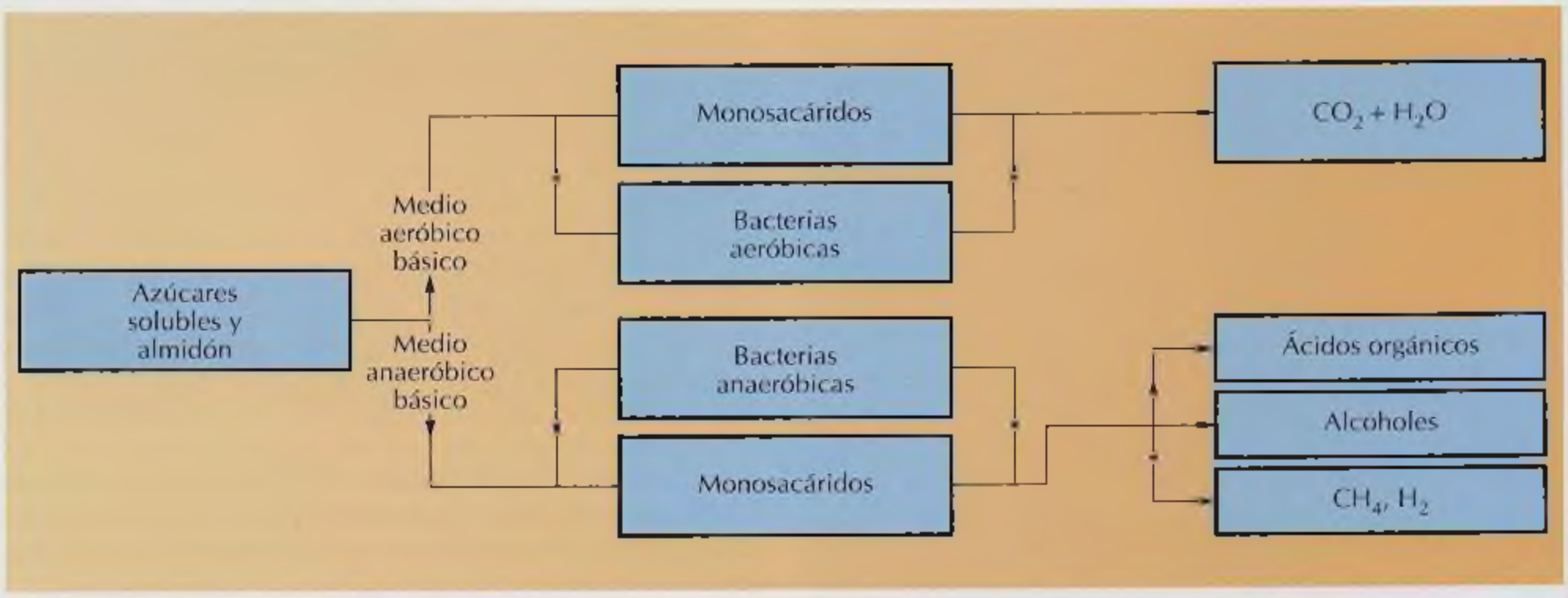
A la izquierda: Interrelación de las características del medio con la velocidad de la degradación de la materia orgánica



Ciclo general de transformación de materia orgánica fresca a humus. Josa & Hereter (1995)



Descomposición y mineralización de los materiales nitrogenados. Josa & Hereter (1995)



Descomposición de los glúcidos solubles y el almidón. Saña & Soliva (1987)

3) Esta descomposición incluye una primera parte en la que se mineraliza la mayor parte de la materia orgánica fresca.

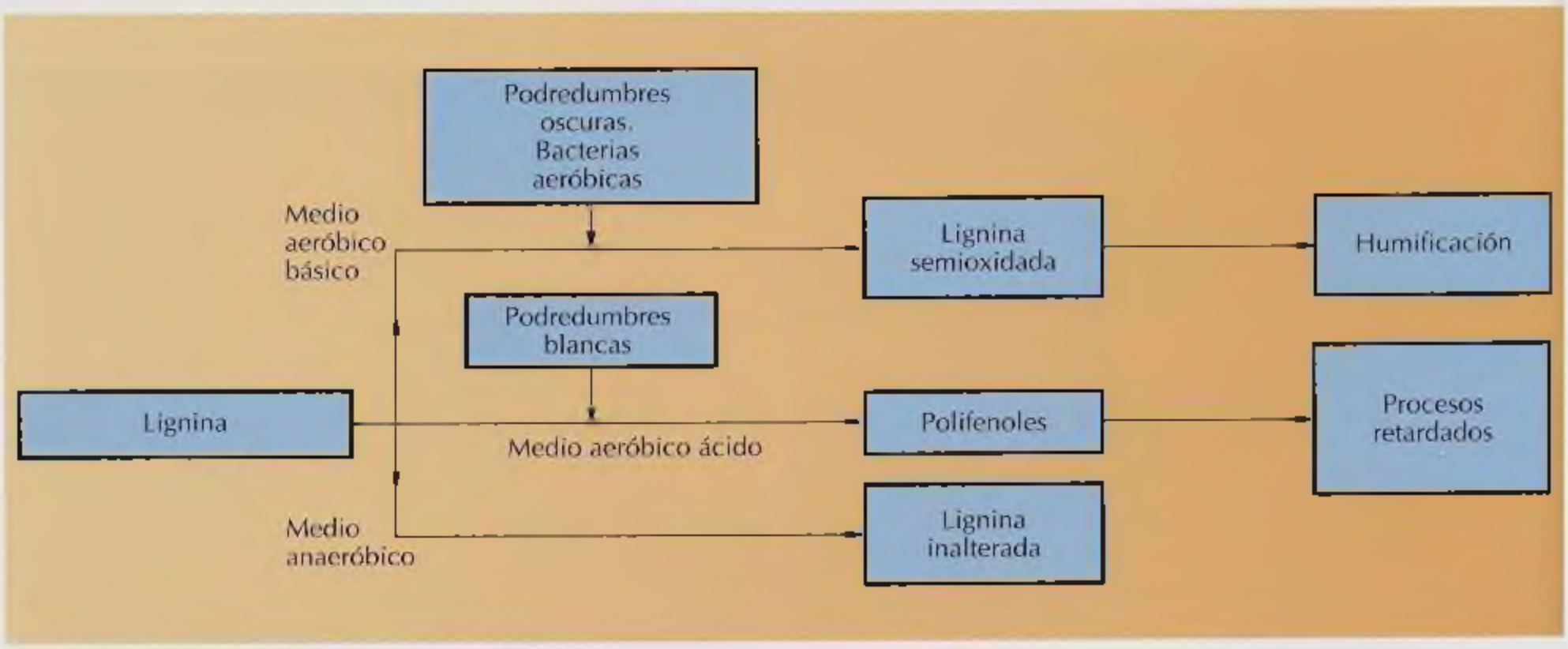
4) Existe una pequeña parte de la materia orgánica fresca que no se mineraliza rápidamente, sino que sufre una serie de transformaciones químicas muy complejas, hasta devenir un material orgánico finamente dividido. Este material fino recibe el nombre de *humus*, y a la transformación de materia orgánica a humus se le llama *humificación*.

5) Llamamos *humificación* el proceso por el cual el carbono de los residuos orgánicos es transformado y convertido en humus mediante procesos bioquímicos y/o químicos. Químicamente hablando, se trata de la construcción de nuevas moléculas más complejas (polimerización). La fijación del nitrógeno en esas nuevas moléculas es fundamental.

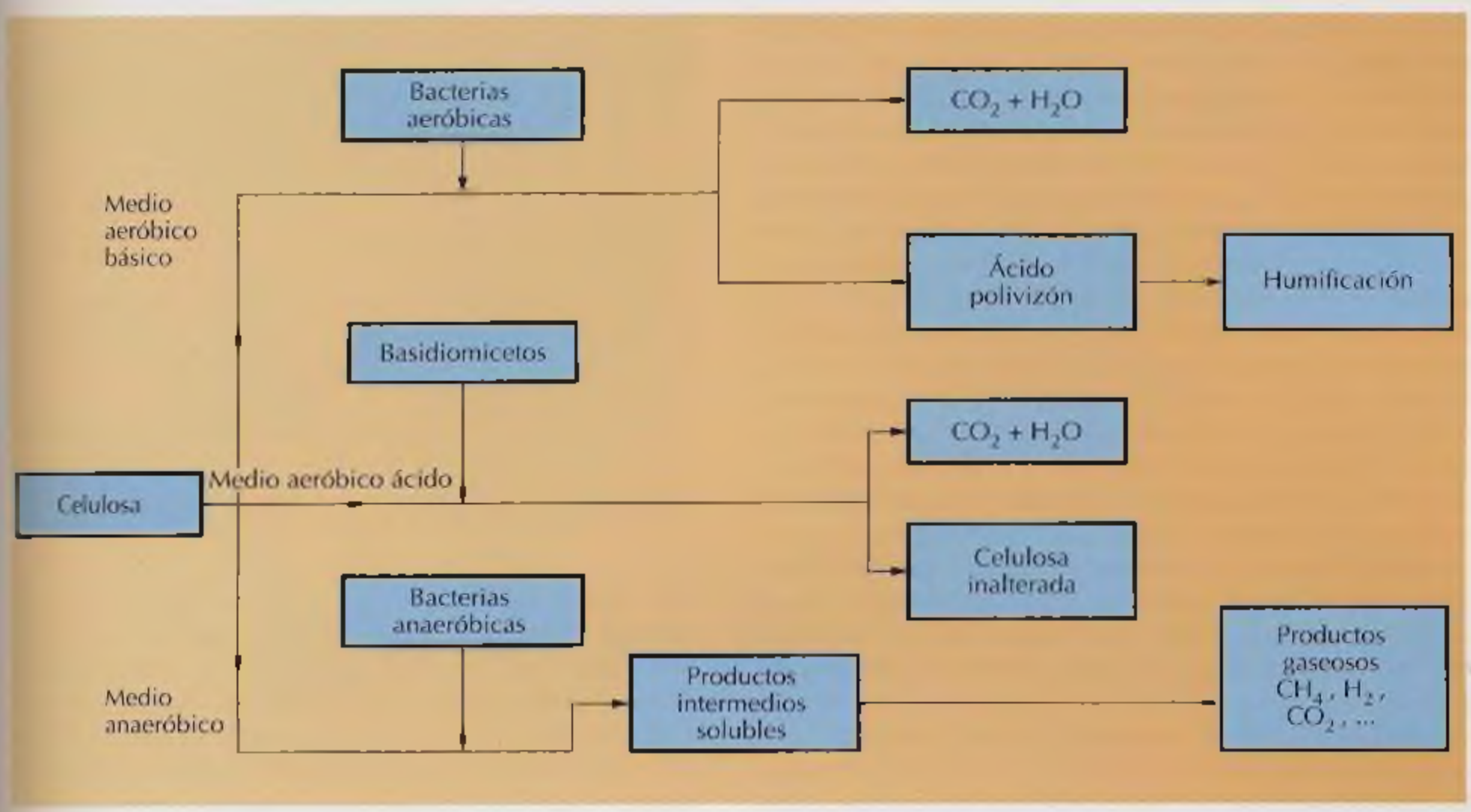
6) Llamamos *sustancias húmicas* la parte más estable del humus. Actualmente, se reconocen tres sustancias húmicas, clasificadas en función de sus propiedades físicas al diluirse coloidalmente: los ácidos húmicos, los fúlvicos y las huminas. Concretamente, las sustancias húmicas son ácidos polímeros, de peso molecular alto y de naturaleza más o menos aromática, resultado de la policondensación de un gran número de sustancias cuyas características químicas comunes vienen reflejadas en la tabla (pág. anterior). Su estructura más general responde a sustancias con núcleo policíclico aromático con caderas laterales y ácidos fenólicos, hidratos de carbono y polipéptidos.

7) Las sustancias húmicas, con el tiempo, también se mineralizan y liberan los nutrientes inorgánicos al suelo.

Algunos de estos procesos bioquímicos y químicos vienen reflejados en las tablas adjuntas. Son estudios de factura muy reciente y, seguramente, en los años venideros el estudio de la humificación y mineralización dará nuevos frutos. Destacaremos, sin embargo, el cuadro de la descomposición de las proteínas (productos orgánicos nitrogenados) en nitritos y nitratos, así como el de creación de sustancias húmicas a partir de las fuentes de carbono orgánico como glúcidos, lignina y azúcares y las fuentes del nitrógeno como prótidos vegetales, mineral del suelo o nitrógeno fijado de la atmósfera, el gráfico de la descomposición de los azúcares solubles y almidón en dióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O), metano (CH_4), hidrógeno (H_2), alcoholes y ácidos orgánicos, el de los procesos de degradación de la celulosa en humus, celulosa inalterada y productos gaseosos como el dióxido de carbono, hidrógeno, metano, etc., y, finalmente la evolución de la lignina hacia humus, polifenoles y lignina inalterada.



Humificación de la lignina. Saña & Soliva (1987)

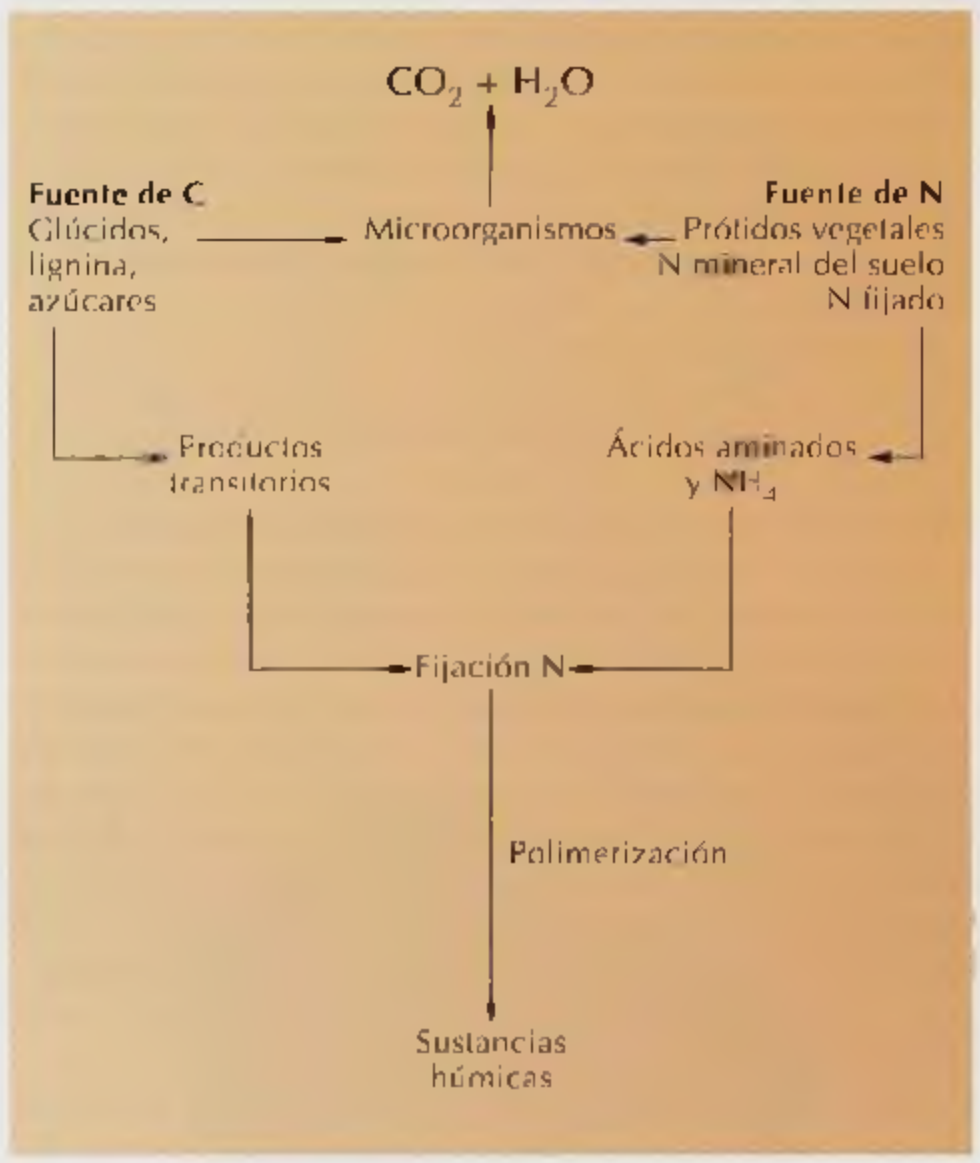


Humificación de la celulosa.
Saña & Soliva (1987)

2.1.4.4. Coeficientes K1 y K2

Estos coeficientes, relacionados con la mineralización y la humificación, podrían haber sido englobados en el punto anterior pero, debido a su reciente factura y a su importancia, hemos creído conveniente dedicarles un espacio propio.

- **Coeficiente K1**. También llamado *coeficiente isohúmico*, es la cantidad de humus formada a partir de una unidad en peso de materia orgánica seca aportada al suelo. Teniendo en cuenta que la mayor parte de los restos orgánicos se descomponen sin transformarse nunca en humus, este coeficiente se calcula para cada caso en función de la relación carbono/nitrógeno explicada en el punto siguiente.
- **Coeficiente K2**. El coeficiente K2 o *coeficiente de mineralización del humus* evalúa el porcentaje de humus estable que se mineraliza anualmente. En la mayoría de los suelos, la descomposición media anual del humus oscila entre los 2.000 y los 4.000 Kg·ha (esto es sólo una pequeña parte de los residuos orgánicos aportados al suelo cada año, pero hay que tener en cuenta que la mayor parte de los restos se descomponen sin transformarse nunca en humus). Esta cantidad puede representar desde menos del 1% del humus existente en una región fría, hasta más del 25% del humus contenido en un suelo tropical. Este coeficiente depende, pues, de las condiciones climáticas y de la presencia de los iones estabilizadores del humus, pero en general, para las regiones templadas, se puede tomar como valor medio K ≈ 0,02 (alrededor del 2% del humus se mineraliza anualmente).



Esquema resumen de la síntesis de las sustancias húmicas.
Josa & Hereter (1995)

2.1.4.5. Relación C/N

Los organismos están compuestos principalmente por moléculas de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y, en menores cantidades, por fósforo y azufre. El humus contiene todos los elementos absorbidos por las plantas, pero no en la misma proporción en que se encuentran en los tejidos vegetales.
El porcentaje determinado de carbono en el laboratorio pertenece exclusivamente al C orgánico, así como el nitrógeno orgánico, cuya determinación se efectúa también por ***oxidación de la materia orgánica.*** Los microorganismos del suelo descomponen la materia orgánica fresca obteniendo energía con la oxidación del carbono orgánico desprendiendo dióxido de carbono y agua.

$$\text{Materia Orgánica Fresca} + O_2 = \text{Energía} + CO_2 + H_2O$$

En el análisis del nitrógeno total en el laboratorio de una alícuota de suelo se determinan los porcentajes de nitrógeno orgánico y amoniacal. La mayoría del nitrógeno del suelo es orgánico; sólo una pequeña parte del nitrógeno del suelo es mineral, en forma de nitratos, nitritos y amoníaco libre.

Descomposición y evolución del N según la relación C/N del material vegetal. Fuentes (1989)

Materia orgánica	Relación C/N	Velocidad de la descomposición	Evolución del nitrógeno
Paja de cereales	50-80	Lenta	Consumido por los microorganismos
Estiércol pajoso	20-40	Lenta	Próximo al equilibrio
Estiércol hecho	15-20	Media	Se incorpora al suelo una parte del nitrógeno liberado
Abonos verdes de leguminosas, estiércol fluido	10-20	Rápida	Incorporación importante
Humus estabilizado	9-10	Lenta	Incorporación lenta

Al obtener energía, los microorganismos se reproducen (generalmente por división), con lo que sus necesidades de nitrógeno aumentan (para la formación de nuevos organismos necesitan proteínas). Este nitrógeno puede provenir de dos fuentes, o directamente de los restos orgánicos, o ser extraído directamente de los minerales del suelo. Algunas bacterias azotobacter consiguen incluso fijar el nitrógeno directamente de la atmósfera (N_2).

Así, pues, puede considerarse el nitrógeno como un elemento limitante para la descomposición de la materia orgánica. De la acción conjunta de los microorganismos, del carbono orgánico y del nitrógeno que necesitan para su procreación, los edafólogos deducen un cociente llamado: La **relación del carbono-nitrógeno**, siendo su notación C/N.

La relación entre los contenidos de carbono y nitrógeno del material orgánico del suelo constituye un índice aproximado del grado de desarrollo alcanzado por el proceso de degradación de la materia orgánica.

Según el valor de la relación C/N, determinaremos si un material orgánico está poco o muy descompuesto. Para valores de C/N = 50-80, existe mucha materia orgánica fresca y poca actividad microbiana. Para valores entre 15 y 40, la degradación está próxima al equilibro, y se incorpora al suelo una parte del nitrógeno liberado. Para valores próximos a C/N = 10, se considera que la descomposición de la materia orgánica ha entrado en equilibro, lo que significa que las cantidades de carbono y nitrógeno son las adecuadas para que el proceso no se relantice ni se acelere.

2.2. MINERALES Y ROCAS

Dentro de los componentes sólidos del suelo, encontramos la materia orgánica (estudiada en el punto anterior) y los materiales inorgánicos formados por las rocas y sus minerales, que son los constituyentes inorgánicos y sólidos de los suelos agrícolas.

Las rocas y los minerales son la finalidad del estudio de este capítulo. No obstante, el objetivo del mismo no es realizar un tratado geológico extenso de los suelos, sino un estudio somero para que el lector se familiarice con los términos geológicos y sepa, ante un análisis químico de su suelo, discernir, por ejemplo, la diferencia entre un suelo carbonatado y otro silicatado.

Puesto que se considera que el suelo no es más que la roca meteorizada, la composición elemental de los minerales del suelo es, en principio, la misma que las rocas que forman la corteza terrestre. Sin embargo, la abundancia relativa de los elementos de la corteza difiere de la que presenta la tierra en su conjunto, debido a la clasificación ejercida por la gravedad.

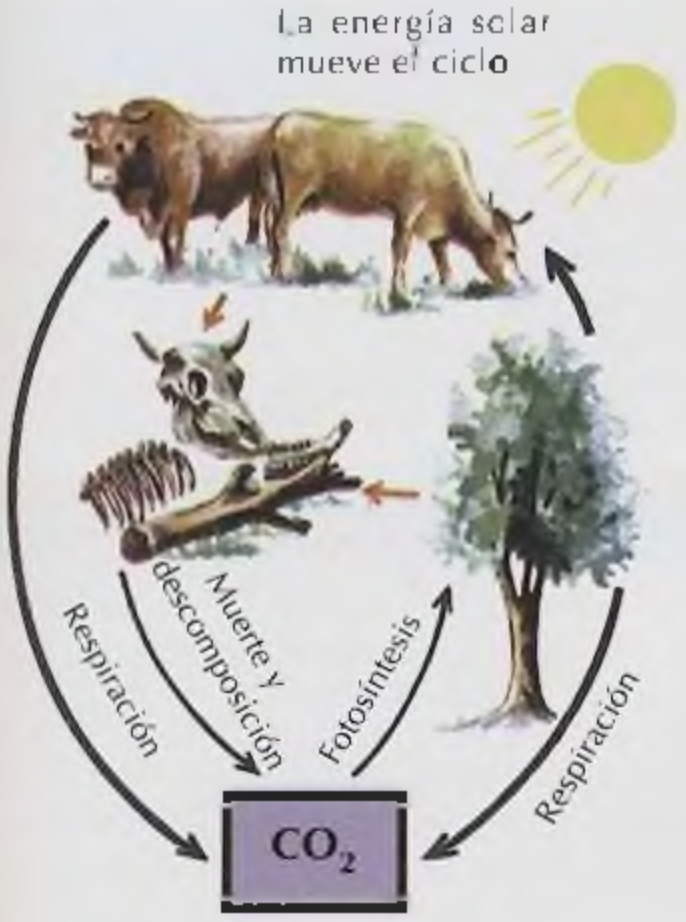
Durante la formación de la tierra, grandes cantidades de elementos ligeros, como el hidrógeno y el helio, ascendieron a la atmósfera y escaparon al espacio. Del mismo modo, los elementos pesados, como el hierro y el níquel, tendieron a hundirse hacia el centro de la tierra. Como resultado de todo ello, sólo los nueve elementos especificados en la tabla adjunta se encuentran de manera abundante en la corteza terrestre. Los átomos e iones de esos nueve elementos representan, en porcentaje, el 99% de todos los elementos de la corteza terrestre. El décimo elemento (no figura en la tabla) es el *titanio*, y no representa más que el 0,2% de los elementos de la corteza. Eso viene a significar que de cada 1.000 Kg de suelo, sólo 2 de ellos estarían constituidos por titanio.

Estas diferencias en porcentaje volumétrico se acentúan enormemente sobre una base numérica. Esta diferencia radica en el tamaño entre los iones. Un ion es un átomo o grupo de átomos que tienen una carga eléctrica positiva o negativa. Llamamos aniones a los iones con carga negativa, y cationes a los de carga positiva. Un catión se forma cuando un átomo pierde uno o más de sus electrones, adquiriendo así una o varias cargas positivas. Cuando esto sucede, los restantes electrones són atraídos más cerca del núcleo, y el tamaño efectivo del catión disminuye. En consecuencia, un catión es más pequeño que el átomo originario. Por contra, cuando un átomo gana uno o varios electrones y deviene un anión, su tamaño aumenta, con lo que el ion resultante es mayor al átomo originario.

El oxígeno es no sólo el elemento más abundante en los minerales del suelo sino que, además, es el único capaz de formar aniones. Debido a su gran tamaño y elevado número, los aniones de oxígeno ocupan más del 90% del volumen de la corteza terrestre. Por eso la mayoría de los minerales y rocas de un suelo pueden considerarse constituidos por una estructura de átomos de oxígeno, con varios cationes (principalmente silicio y aluminio) ocupando los huecos. Los minerales a base de oxígeno y silicio son, pues, los de mayor presencia en la corteza terrestre y su estudio merece un capítulo aparte. Esos minerales de oxígeno y silicio se llaman *silicatos*, y los que, además, contienen aluminio, se llaman *aluminosilicatos*.

Representación, en porcentaje, de la presencia de los elementos (átomos y sus iones) en la corteza terrestre

Elemento	Símbolo químico	Iones	Porcentaje de todos los átomos e iones
Oxígeno	O	O^{--}	60
Silicio	Si	Si^{++++}	20
Aluminio	Al	Al^{+++}	6
Hidrógeno	H	H^{+}	3
Sodio	Na	Na^{+}	3
Calcio	Ca	Ca^{++}	2
Hierro	Fe	Fe^{++} o Fe^{+++}	2
Magnesio	Mg	Mg^{++}	2
Potasio	K	K^{+}	1



Ciclo del carbono

Prácticamente todos los minerales del suelo están compuestos por los silicatos y por los carbonatos. Podríamos llegar a aceptar que la materia sólida del suelo se compone exclusivamente de silicatos, carbonatos y materia orgánica.

Por todo lo dicho anteriormente, si no se especifica lo contrario, tenderemos a hablar de silicatos y carbonatos, sus distintos tipos, sus estructuras, etc.

De todos los elementos puros de la tabla periódica, sólo los nueve ya citados forman el 99% de todos los componentes del suelo. Estos elementos y sus combinaciones se unen entre sí y dan lugar a los minerales. Estos minerales, mediante multitud de procesos, se combinan entre sí y forman las rocas. Disponemos en el suelo de rocas formadas por elementos casi puros (Vr. gr. pepitas de oro) pero a menudo las rocas son compuestas por combinaciones de diversos minerales.

La nomenclatura básica de la que debemos disponer para introducirnos en el mundo de las rocas y los minerales es la siguiente:

- **las rocas.** El material constituyente de la corteza terrestre son las rocas. Las rocas se definen como una asociación de minerales. Las rocas pueden ser también compuestas por fragmentos de otras rocas o por restos orgánicos petrificados. Por lo general, presentan una homogeneidad estadística en cuanto a su pureza y su coherencia pero, a veces, las rocas pueden ser blandas y plásticas, móviles e incluso líquidas o gaseosas.
- **Mineral.** Es una especie química natural, inorgánica, que se presenta casi siempre en forma de sólido cristalino. Los minerales primarios se forman durante la cristalización de la roca. Los secundarios se forman en un etapa posterior a la formación de la roca y, en general, derivan de los minerales primarios.
- **Cristal.** Un cristal es un sólido que tiene los átomos (iones o moléculas) ordenados de forma regular según una distribución básica (celda elemental) que, al repetirse en el espacio, forma la red cristalina de los minerales. Las tres unidades estructurales básicas y de mayor interés son el *tetraedro, el octaedro* y *el cubo*. Un tetraedro es una figura tridimensional que posee cuatro caras triangulares y puede representarse como una pirámide de base triangular. Un octaedro puede representarse por dos pirámides de base cuadrada unidas por sus bases, con un vértice mirando hacia arriba y otro hacia abajo. El cubo es la más sencilla de todas las ordenaciones posibles.
- **Alteración.** Es la modificación de la composición mineralógica y química de una roca por causa de los agentes atmosféricos, por las aguas subterráneas o por las aguas termales. La alteración depende de la temperatura del agua, de la composición de la roca y de su grado de fragmentación. Los principales procesos químicos implicados en la alteración son la hidrólisis, la oxidación, la hidratación, la disolución y la carbonatación.
- **Meteorización.** Llamamos meteorización la alteración y posterior disgregación de las rocas mediante procesos físicos o químicos, de los cuales el de mayor importancia es el agua, aunque también lo son otras condiciones derivadas de la meteorología, como la temperatura y el viento.

2.2.1. Clasificación de minerales

Los minerales se clasifican en función de su composición química y de su estructura cristalina. En la lista siguiente se da un relación de todos los minerales existentes en función de su composición química, así como unos ejemplos de cada mineral:

- Elementos naturales: plata, oro, etc.
- Sulfuros y sulfosales: pirita, calcopirita, etc.
- Óxidos e hidróxidos de Fe: hematita, goethita, etc.
- Óxidos e hidróxidos de Al: gibsita, etc.
- Halogenuros: halita, carnalita, etc.
- Carbonatos de Ca: calcita, etc.
- Carbonatos de Mg: dolomita, etc.
- Fosfatos: apatita, etc.
- Sulfatos: yeso, epsomita, etc.
- Silicatos: cuarzo, micas, arcillas, etc
- Sustancias de origen orgánico: carbón, petróleo, etc.



Cuarzo, macla de la Gardeta (Japón)

En la tabla de la página siguiente vienen reflejados los minerales de mayor presencia en el suelo. Los minerales pueden ser ordenados según su estabilidad en el medio. Así surge la clasificación de fácilmente alterables a muy difícilmente alterables. El cuarzo, que se encuentra al final de la lista, es un mineral muy estable, cuya alteración o meteorización es muy difícil. En las dos columnas de la derecha se especifican los elementos de la tabla periódica que forman estos minerales con una presencia mayor (constituyentes mayores) a una menor (constituyentes menores).

Elementos fertilizantes y sus porcentajes que pueden aportar algunos minerales al ser alterados

En la tabla a la derecha de estas líneas se relacionan los minerales que pueden aportar algunos elementos nutritivos y el porcentaje de cada uno de ellos al ser alterados. Los nutrientes y los minerales que los pueden aportar se verán con toda su extensión en el último capítulo de este libro que trata de los fertilizantes. (Si bien muchos de los abonos actuales proceden de síntesis químicas en los laboratorios, durante mucho tiempo se aportaban minerales al suelo para corregir carencias concretas de los suelos agrícolas.)

APORTES DE POTASIO (K)	APORTES DE MAGNESIO (Mg)	APORTES DE CALCIO (Ca)
Ortosa 15-17 %	Dolomía 21 %	Feldespatos
Microclina 20 %	Olivina 30-40 %	Yeso
Moscovita 11 %	Piroxenos 40 %	Calcita
Biotita 8-11 %	Biotita 17 %	Anfíboles
Ilita	Glauconita	

Principales minerales del suelo y sus elementos componentes, ordenados de fácilmente alterables a muy difícilmente alterables

NOMBRE DEL MINERAL	CONSTITUYENTES	
	MAYORES	MENORES
Olivina	Si, Mg, Fe	Mn, Zn, Cu, Ni, Co
Granate	Si, Ca, Mg, Fe, Al	Mn
Augita	Si, Ca, Mg, Fe, Al	Mn, Zn, Cu, Ni, Co, V
Hornblenda	Si, Ca, Mg, Fe, Al	Mn, Zn, Cu, Ni, Co, V
Biotita	Si, K, Mg, Fe, Al	Mn, Zn, Cu, Ni, Co, V
Apatita	F, Ca, O	(F)
Anortita	Si, Ca, Al	Cu, Mn
Andesita	Si, Na, Ca, Al	Cu, Mn
Oligoclasa	Si, Na, Ca, Al	Cu
Albita	Si, Na, Al	Cu
Ortosa	Si, K, Al	Cu
Ilmenita	Fe, Ti	Co, Ni, V
Magnetita	Fe	Zn, Co, Ni, V
Turmalina	Si, Ca, Mg, Fe, B, Al	
Zircón	Si, Zr	
Cuarzo	Si	

2.2.1.1. Minerales silicatados

Son minerales con una base de silicio y que tienen un elemento básico en común. Estos minerales poseen una estructura tetraédrica de sílice $(SiO_4)^{4-}$, que está constituida por 4 átomos de oxígeno situados en los cuatro vértices de un tetraedro regular, y su forma representa la orientación de los enlaces covalentes entre el silicio y el oxígeno. El átomo de silicio ocupa la posición central del tetraedro (radio covalente del silicio = 0,042 nm y del oxígeno = 0,135 nm). Los átomos del oxígeno están compartidos por tetraedros consecutivos, de forma que su fórmula básica se expresa como SiO_2.

En función de la distribución y disposición de los tetraedros, podemos clasificar los silicatos en los siguientes tipos:

Clasificación de los silicatos en función del tipo de agrupación de sus tetraedros

Clase	Agrupaciones de tetraedros	Relación Si:O	Carga externa por tetraedro de Si	Ejemplo
Nesosilicatos	Independiente	1:4	−4	Olivino
Sorosilicatos	Pares	2:7	−3	Hemimorfita
Ciclosilicatos	Anillos	1:3	−2	Berilo
Inosilicatos	Cadenas sencillas	1:3	−2	Augita
	Cadenas dobles	4:11	−1,5	Hornblenda
Filosilicatos	Capas o láminas	2:5	−1	Mica y minerales de arcilla
Tectosilicatos	Estructuras tridimensionales	1:2	0	Cuarzo y feldespatos

• **Nesosilicatos.** Son tetraedros aislados unidos por cationes que actúan como puentes entre los tetraedros. Entre los minerales silicatados de este tipo encontramos el olivino, el granate, la andalucita, etc.

• **Sorosilicatos.** Los tetraedros se encuentran por parejas, están unidos por un átomo de oxígeno compartido, tienen cationes que compensan las cargas de los oxígenos no compartidos y las parejas son unidas por cationes.

• **Ciclosilicatos.** Los tetraedros en grupos de tres, de cuatro o predominantemente de seis, se distribuyen en forma de anilla plana. Un ejemplo de ciclosilicato es la turmalina.

• **Inosilicatos.** Son cadenas de tetraedros que comparten uno o dos de sus vértices. Pueden ser de cadena simple (piroxenos como la augita) o de cadenas dobles (anfíboles como la hornblenda).

• **Tectosilicatos.** Minerales constituidos por una agrupación tridimensional de tetraedros donde todos los vértices están compartidos por tetraedros contiguos. Es comprensible que una estructura tridimensional proporcione a estos silicatos más estabilidad frente a la meterorización; entre los más conocidos tenemos el cuarzo (SiO_2) y los feldespatos como la ortoclasa $(KAlSi_3O_8)$ y la plagioclasa $(CaAl_2Si_2O_8)$.

• **Filosilicatos.** Son minerales de estructura en forma de capas de tetraedros que comparten los tres oxígenos del mismo plano y que, por lo tanto, tienen como fórmula empírica $(Si_2O_5)^{2-}$. Ejemplos de los filosilicatos son la mica blanca o moscovita, la biotita y los **minerales de arcilla.**

Llamamos minerales de arcilla, o grupo de los minerales de arcilla, los filosilicatos cuyas propiedades físico-químicas en la retención de nutrientes son tan importantes que, conjuntamente con el humus, se les atribuye la fertilidad del suelo.

Los filosilicatos o silicatos foliáceos son especialmente importantes en el suelo porque comprenden los minerales silicatados de la arcilla y las micas. Ambos grupos tienen mucho que ver con la química y la fertilidad del suelo. A pesar de que debieran haberse descrito antes de los tectosilicatos, puesto que su estructura cristalina es más simple, se mencionan en último lugar por su gran importancia en la agricultura. Por este motivo también van a ser tratados de manera más extensa.

Los filosilicatos se componen de hojas que, aunque débilmente unidas entre sí, poseen enlaces internos muy fuertes. Estas hojas poseen tan sólo el espesor de tres o cuatro iones de oxígeno y proporcionan a la mica su conocida propiedad de exfoliarse en láminas ultrafinas. Las hojas internas de los filosilicatos pueden imaginarse como empanadas de capas tetraédricas y octaédricas. En algunos filosilicatos, estas capas alternan y ocurren. Se trata de los silicatos 1:1, en contraste con los 2:1 que poseen capas de tetraedros por encima y por debajo de cada capa octaédrica, en cada "empanada" u hoja. En estas capas octaédricas pueden encontrarse cationes trivalentes como el Al^{+++} o bivalentes como el Mg^{++} y Fe^{++}. Las capas octaédricas formadas con aniones hidroxilo (OH^-), en lugar de oxígeno, forman minerales estables como la gibsita ($Al_2(OH)_6$), y la brucita ($Mg_2(OH)_6$).

Finalmente hacemos referencia al cuadro adjunto en el que se enumeran los tipos de minerales de arcilla,pertenecientes a los filosilicatos, divididos por el tipo de alternancia de capas, sea 1:1 (tetraedro, octaedro) o bien 1:2 (tetraedro, octaedro, tetraedro).

2.2.1.2. Minerales no silicatados

Sólo unos pocos minerales no silicatados son importantes en el suelo. Los demás tienen una presencia muy pequeña o bien son demasiado solubles para persistir en la mayoría de los suelos. Algunos son demasiado inertes para exhibir una importancia funcional. Sólo la calcita y algunos óxidos muy estables pueden ser tomados en cuenta. La **calcita** es la forma más abundante de carbonato cálcico que encontramos en el suelo. El carbonato cálcico sólo es ligeramente soluble en agua, y la profundidad a la que el $CaCO_3$ ha sido lavado en un suelo suele tomarse como indicador del lavado efectivo y del espesor del *solum*. Así, por ejemplo, en suelos áridos, la pluviometría no consigue arrastrar el carbonato cálcico más allá del *solum* y origina horizontes subsuperficiales carbonatados.

Los iones de carbonato constan de una estructura triangular con tres iones de oxígeno y uno pequeño de carbono en el centro (el átomo de carbono es más pequeño que el de silicio). Números iguales de Ca^{++} y CO_3^- se hallan empaquetados juntos para formar la calcita y otras formas de carbonato cálcico.

La **gibsita** es un mineral rico en aluminio y se acumula en suelos meteorizados. Posee hojas compuestas de Al^{+++} en coordinación octaédrica entre dos capas de aniones OH^-. Las hojas adyacentes sufren una ligera atracción mutua; en consecuencia, los cristales de gibsita tienden a ser escamosos y, con frecuencia, demasiado pequeños para ser apreciablemente cristalinos.

La fórmula química de la gibsita es $Al(OH)_3$ y suele presentarse con dos minerales de aluminio emparentados, la boehmita, AlO(OH), y el diásporo, $HAlO_2$. Estos minerales se consideran hidróxidos, o simplemente se agrupan con los óxidos como hematita, anatasa, etc. La ***mena*** de aluminio con color a tierra se llama **bauxita** y se compone de estos tres minerales.

La **hematita** (Fe_2O_3) es un óxido de hierro férrico. Los iones Fe^{+++} ocupan espacios octaédricos entre iones de oxígeno estrechamente empaquetados. Este fuerte empaquetamiento y su contenido en hierro hacen que la hematita sea dos veces más densa (5,26 g/cc) que la mayoría de los minerales del suelo. Sin embargo, la densidad de las partículas del suelo nunca alcanza esta cifra debido, en parte, a la presencia de silicatos y minerales de aluminio, pero también porque gran parte del hierro se halla hidratado con gran cantidades de agua. Un mineral de hierro específico que contiene hidrógeno es la **goethita**, Fe O(OH).

La hematita es el colorante rojo más frecuente del suelo. La goethita y compuestos similares reciben el nombre inclusivo de **limonita,** y constituyen el material que corrientemente produce coloraciones pardo-amarillentas. En casi todos los suelos ocurren éstos y los minerales de aluminio en pequeñas cantidades. Ambos grupos deben su origen a los procesos meteorizantes y son muy insolubles. Tienden a acumularse en suelos muy meteorizados y son particularmente abundantes en muchos ambientes tropicales. Probablemente las menas de hierro son productos terminales de la meteorización, en épocas pasadas, de rocas ricas en hierro.

Tipos de minerales de arcilla, pertenecientes a los filosilicatos, divididos por el tipo de alternancia de capas

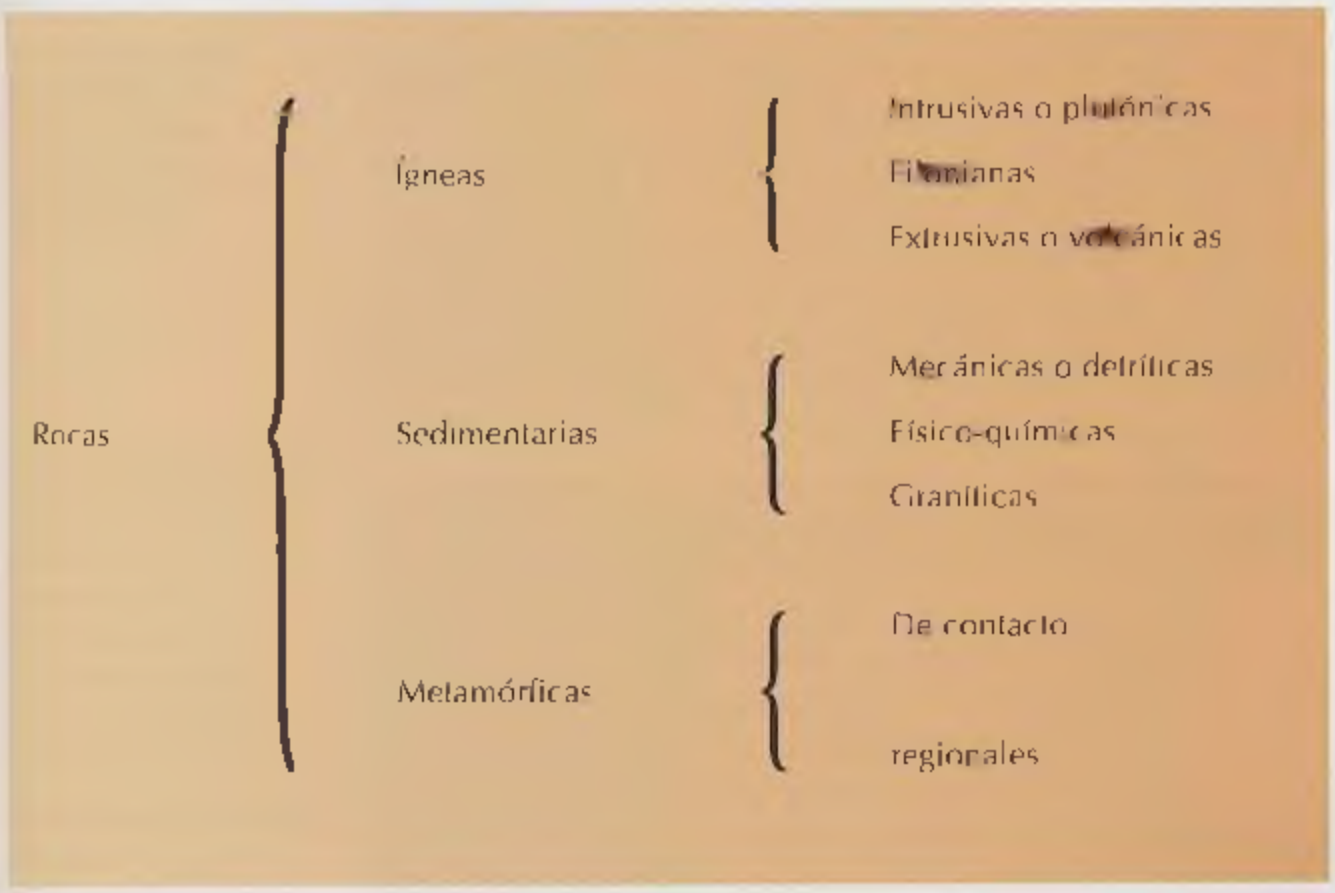
TIPO	GRUPO	SUBGRUPO	ESPECIE
1:1 lattice	Caolinita-Serpentina	Dioctaédrica	Caolinita
1:2 lattice	Esmectitas	Dioctaédricas	Montmorillonita
	Vermiculitas	Dioctaédricas	Dioctaédricas
		Trioctaédricas	Trioctaédricas
	Micas e Ilitas	Dioctaédricas	Moscovita
		Trioctaédricas	Biotita
	Cloritas	Trioctaédricas	Clorita

La **anatasa** es una forma de óxido de titanio TiO_2. El titanio se instala en el interior de los octaedros de oxígeno, constituyendo una estructura muy estable. Las partículas de anatasa suelen ser muy pequeñas, pero aún más resistentes a la meteorización que los óxidos de hierro, de aluminio y de silicio. A veces se utiliza la anatasa como mineral de referencia para estimar la cantidad de materiales que ha perdido un suelo por meteorización.

Todos los suelos contienen, en su fracción de arcilla fina, cierta cantidad de material que no presenta una estructura identificable. Este material recibe el nombre de **alofana.** Sus constituyentes son demasiado pequeños para poder identificarlos de manera específica, pero probablemente comprenden los bloques que intervienen en la construcción de los minerales: tetraedros conteniendo silicio y octaedros albergando aluminio, magnesio e hierro.

La alofana predomina en algunos suelos jóvenes, formados sobre cenizas volcánicas. La razón se debe probablemente a que el enfriamiento instantáneo no deja tiempo suficiente para que los materiales fluidos lanzados a la atmósfera por el volcán se organicen en cristales minerales lo bastante grandes para ser identificados. Los suelos formados a partir de estos materiales son ricos en arcilla fina y, en general, muy fértiles.

Mena es el mineral utilizado como materia prima para extraer algún metal. Se da este nombre a los minerales cuya explotación es económicamente rentable. Un mineral explotable contiene la mena, que es la parte útil, y la ganga, que es la parte no utilizable.



Clasificación formal de las rocas según su génesis

2.2.2. Clasificación de las rocas

Las rocas se clasifican por su génesis. En el cuadro sobre estas líneas encontramos una clasificación formal de las distintas rocas según su origen. Principalmente tenemos tres grandes grupos de rocas según su origen, como son las ígneas, las sedimentarias y las metamórficas.

Las rocas que contienen silicio eran llamadas antiguamente *rocas ácidas*, y las que lo contienen en menor cuantía, como el basalto, *rocas básicas*. Esta terminología que subdivide las rocas en ácidas y básicas nada tiene que ver con su pH, pero a menudo mucha bibliografía mantiene esta notación.

2.2.2.1. Rocas ígneas

Ciclo del fósforo

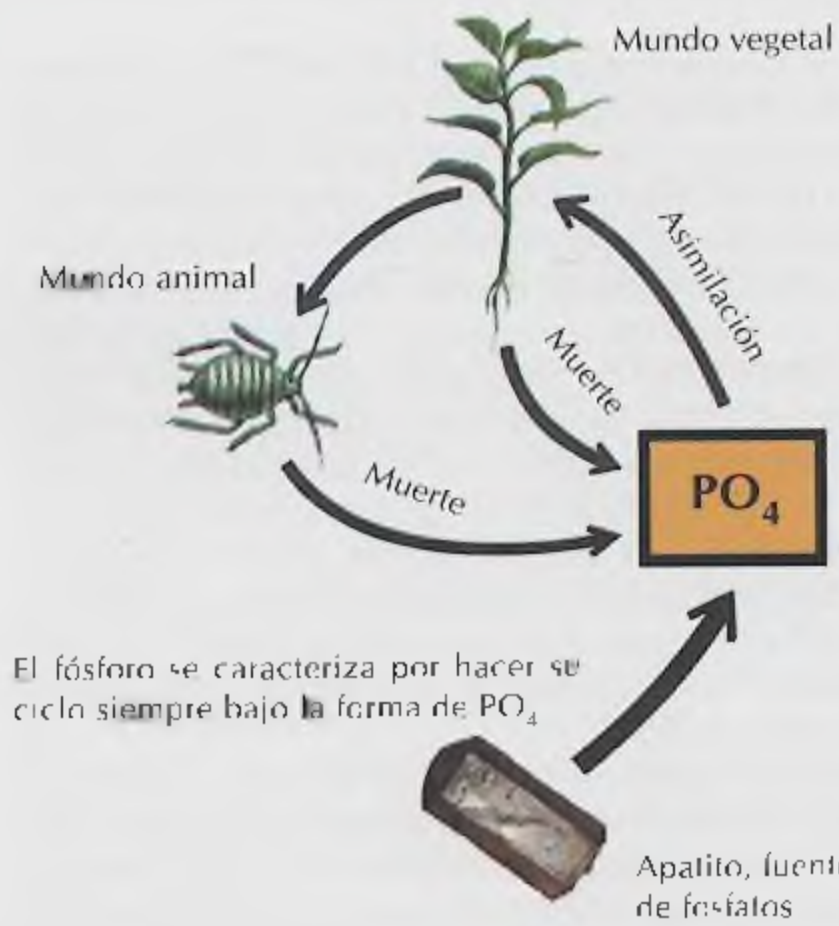
Las rocas ígneas son las que provienen de la solidificación del magma. El **magma** es una mezcla de material rocoso en estado líquido, debido a las altas temperaturas del interior de la tierra, que se encuentra debajo de la corteza terrestre. El magma puede contener también materiales en estado sólido, como cristales y fragmentos de roca, y en estado gaseoso.

Estas rocas suelen ser principalmente del tipo silícato. Su principal clasificación son las rocas **intrusivas** o **plutónicas,** que son las formadas a gran profundidad, y las **extrusivas** o **volcánicas,** que se solidifican al salir a la superficie terrestre, al ser arrojadas al exterior por los volcanes. El hecho de que las rocas ígneas tengan como principal componente el cuarzo (SiO_2), da lugar a una clasificación primaria de estas rocas:

- **Rocas ácidas**. Tienen más del 66% de cuarzo (p.ej. granito)
- **Rocas intermedias**. Entre el 66% y el 52% de cuarzo (p.ej. andesita).
- **Rocas básicas**. Poseen entre el 52 y el 45% de cuarzo (p.ej. gabro).
- **Rocas ultrabásicas**.Tienen menos del 45% de cuarzo (p.ej. peridotita).

Principales rocas plutónicas o intrusivas, clasificadas según sean ácidas o básicas (terminología antigua):

- **Granito.** Composición ácida, constituida por cuarzo, feldespato potásico y, en menor proporción, plagioclasa y biotita o moscovita.
- **Granodiorita**. Composición ácida, constituida fundamentalmente por cuarzo, plagioclasa y, en menor proporción, feldespato potásico, biotita y, a menudo, hornblenda.
- **Tonalita**. Composición ácida, constituida fundamentalmente por plagioclasa, cuarzo, biotita y hornblenda.
- **Diorita.** Composición intermedia, constituida por feldespato alcalino (suele representar el 50-75% de la totalidad de la roca), y minerales ferromagnésicos, normalmente hornblenda y biotita.
- **Sienita**. Composición intermedia, constituida por feldespato alcalino (ortosa y/o albita), plagioclasa subordinada y algunos minerales con predominancia de hierro y magnesio (biotita, hornblenda y más raramente augita, que en unas ocasiones puede contener cuarzo y, en otras, feldespatoides.
- **Gabro.** Composición básica, constituida por plagioclasa, piroxenos y, con mayor frecuencia, olivino.
- **Peridotita.** Ultrabásica, constituida mayormente por olivino.



Las principales rocas volcánicas o extrusivas clasificadas según su acidez o basicidad son:

- **Riolita.** Composición ácida, constituida por cuarzo, feldespato alcalino y/o plagioclasa sódica y, en menor proporción, minerales con predominancia de hierro y magnesio, como la biotita. Puede considerarse como el equivalente volcánico del granito.
- **Dacita.** Composición ácida, constituida fundamentalmente por plagioclasa, cuarzo, hornblenda, biotita y, ocasionalmente, por piroxeno. Es el equivalente volcánico de la granodiorita y la tonalita.
- **Andesita.** Composición intermedia, constituida fundamentalmente por plagioclasa y minerales con predominancia de hierro y magnesio (piroxenos, hornblenda y, más raramente, biotita). Es el equivalente volcánico de la diorita.
- **Traquita**. Composición intermedia, constituida principalmente por feldespato alcalino con algunos

minerales ferromagnésicos (piroxeno, biotita u hornblenda). Es el equivalente volcánico de la sienita.
• **Basalto**. Composición básica, constituida por plagioclasas y piroxenos y, en algunos casos, olivino. El basalto es la roca volcánica más abundante. Es el equivalente volcánico del gabro.

2.2.2.2. Rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias son las que se forman a partir de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en la superficie de la tierra. Están compuestas por partículas derivadas de rocas preexistentes que fueron depositadas después de un transporte por un agente erosivo (viento, hielo, mares, corrientes o ríos). Su clasificación atiende al Ø de sus granos originarios o a su composición química.
En el cuadro bajo estas líneas se clasifican las rocas sedimentarias según el tamaño de sus partículas genéricas, el nombre de la partícula de origen, la medida de éstas y el nombre del sedimento. Así obtenemos las siguientes rocas sedimentarias: los **conglomerados** y **brechas**; los **gres**; las **limonitas** y las **argilitas, margas y pizarras**. Por lo que se refiere a los gres, se subdividen en función de la naturaleza de los granos de arena. Llamamos **calcarenita, gipsarenita, cuarzoarenita** y **arcosa** los gres cuya arena genérica tiene más de un 25% de feldespatos, **litarenita** cuando los granos de arena llevan más del 75% de cuarzo con predominio de fragmentos de piedras, y **grauvacas** cuando encontramos un importante porcentaje de limo o arcilla entre los granos de arena. En lo que se refiere a las margas, a diferencia de las argilitas y pizarras, presentan entre un 35-65% de $CaCO_3$.
La clasificación de las rocas sedimentarias según su composición química nos presenta las rocas carbonatadas, las evaporíticas y las carbonosas. Veamos someramente todas ellas.
Las rocas sedimentarias **carbonatadas** son aquellas que han devenido ricas en carbonatos de calcio o magnesio por un proceso posterior a su formación:

• **Calcárea**. Roca sedimentaria de composición mineral en base a calcita y aragonita. La calcita y la aragonita son dos minerales de $CaCO_3$. La aragonita se transforma en calcita al ser sometida a una temperatura de 400°C. La roca puede contener hasta un 10% del mineral dolomita ($MgCO_3$).
• **Calcárea dolomítica**. Roca sedimentaria de composición mineral en base a calcita y aragonita. La roca puede contener hasta un 50% del mineral dolomita ($MgCO_3$).
• **Dolomía calcárea**. Roca sedimentaria de composición mineral en base a dolomita. Puede contener hasta un 50% de calcita.
• **Dolomía**. Roca sedimentaria de composición mineral en base a dolomita. Puede contener hasta un 10% de calcita.



Aragonito (macla)



Romboedro natural de calcita



Dolomita sobre magnesita



Limonita (seudomórfica de pirita)

Nombre de la partícula	Medida en mm de la partícula	Nombre del sedimento	Nombre de la roca
Rudita	más de 2	Gravas	Conglomerados Brechas
Arenita	de 2 a 1/16	Arenas	Gres
Lutita	de1/16 a 1/256	Limos	Limonitas
Argilita	menor de 1/256	Arcillas	Argilitas, margas y pizarras

Clasificación de las rocas sedimentarias en función del diámetro de las partículas que las forman

Las rocas sedimentarias **evaporíticas** son aquéllas formadas por precipitación de las sales minerales debido a la evaporación. Las más importantes (y sus fórmulas químicas) son: El **yeso** ($CaSO_4 + 2H_2O$), la **anhidrita** ($CaSO_4$), la **halita** (NaCl), la **carnalita** (KCl) y la **epsomita** ($MgSO_4 + 7H_2O$).
Las rocas sedimentarias **carbonosas** son aquéllas formadas por un proceso de transformación por el cual la materia orgánica vegetal se convirtió en piedra. La acumulación de sustancias vegetales se produjo en las cuencas continentales y marinas; el proceso de carbonización se produjo posteriormente al de sedimentación y consistió principalmente en el enriquecimiento de carbono y en la pérdida de oxígeno. Representantes de este grupo son la **turba**, el **lignito**, la **hulla** y la **antracita**.

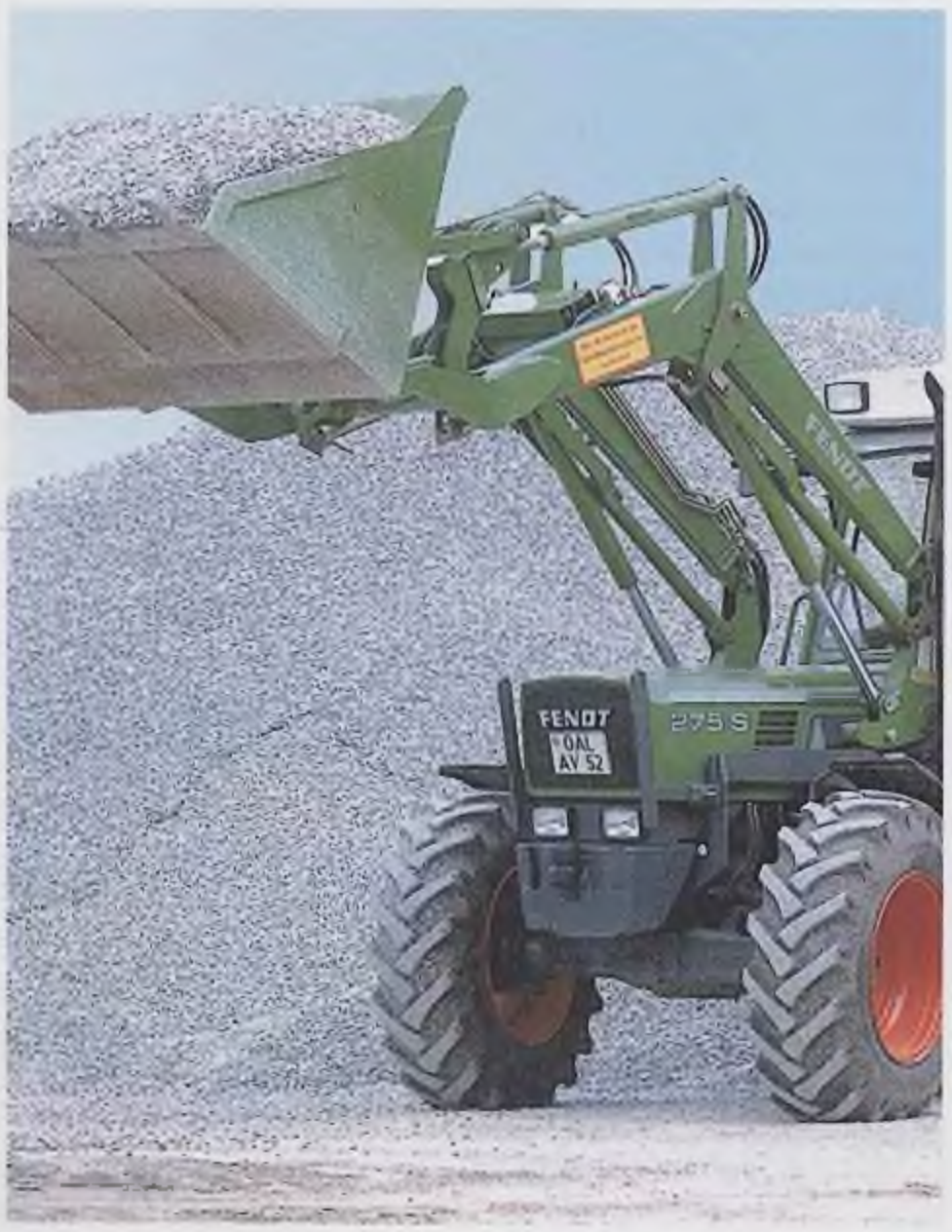
Listado de minerales ordenados de más fácilmente meteorizables a menos. Los que poseen enlaces en tres dimensiones, como el cuarzo, son mucho más difíciles de degradar que los que se disuelven con el agua, como el yeso y la calcita. Tomado de Jackson & Sherman (1953)

1. Yeso	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ y otras sales más solubles
2. Calcita	$CaCO_3$
3. Hornblenda	$NaCa_2(Mg, Fe, Al)_5(Si, Al)_8O_{22}(OH)_2$
4. Mica biotita	$KiMg, Fe)_3(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$
5. Feldespatos	
Plagioclasa	$CaAl_2Si_2O_8$ -$NaAlSi_3O_8$
Ortoclasa	$KALSi_3O_8$
6. Cuarzo	SiO_2
7. Moscovita	$KAl_2(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$
8. Intermediarios arcilla-mica (incluyendo ilita, vermiculina y clorita)	
9. Montmorillonita	$(Mg, Al)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot xH_2O$
10. Caolinita	$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$
11. Gibsita	$Al(OH)_3$
12. Hematita	Fe_2O_3
13. Anatasa	TiO_2

2.2.2.3. Rocas metamórficas

Llamamos rocas metamórficas aquéllas que han sufrido modificación en su estructura, en su composición mineralógica y, normalmente, también en su composición química, por la acción de agentes externos. Entre los agentes modificadores cabe citar la presión y la temperatura. La presión puede ser de dos tipos: la **litoestática,** debida al peso de la columna de rocas suprayacentes que tiene una presión aproximada de 300 bars por kilómetro de profundidad, y la presión debida a fuerzas tectónicas, llamada **stress.** La temperatura tiene en el metamorfismo un límite inferior aproximado de 200°C (temperatura de deshidratación de las arcillas) y un límite superior de 800 a 1000°C. Esta variación de la temperatura tiene su origen en el gradiente geotérmico, es decir, en el calor producido en la mecánica de las deformaciones tectónicas o bien en las intrusiones magmáticas, las cuales pueden producir elevaciones importantes de temperatura en las rocas receptoras del magma.
El factor tiempo es también importante en el metamorfismo, ya que el resultado de las modificaciones de una roca depende mucho del tiempo de actuación de los agentes externos. En general, el aumento del tiempo favorece la adaptación mineralógica y estructural a las nuevas condiciones determinadas por los agentes externos.
Las rocas metamórficas pueden clasificarse por su composición mineralógica y química, por el tipo y grado de su metamorfismo, a partir de la roca de la cual derivan, etc. Las principales rocas metamórficas son:

- **Pizarras.** Filitas, esquistos, paragneisos. Todas ellas son derivadas de rocas lutíticas en grado creciente de metamorfismo y medida de grano progresivamente más grande.
- **Cuarcitas**. Derivadas de cuarzoarenitas (gres). El cuarzo es el mineral más abundante.
- **Mármoles.** Son rocas metamórficas derivadas de sedimentarias calcáreas. La calcita es el mineral más frecuente.
- **Gneis**. Roca formada en general a partir de rocas ígneas intrusivas. Constituida principalmente por cuarzo y feldespato. Presenta un grano grueso y una foliación irregular.



Muchas empresas comercializan, al mayor o al detalle, granos de distintas granulometrías para ser mezcladas con otros sustratos.

2.2.3. Meteorización

Meterorización es el término común que engloba una serie de procesos mecánicos y químicos que descomponen la roca, sus minerales y, en consecuencia, los suelos. Casi todos ellos están regulados por el clima; las precipitaciones y las temperaturas son factores claves que, junto con la dureza y la composición química de rocas, minerales y suelo, determinan el desarrollo del proceso de meteorización.
El paso del tiempo marca un cambio progresivo en la composición mineral del suelo. Algunas diferencias en la velocidad de meteorización pueden explicarse fácilmente: el yeso y la calcita se eliminan por simple disolución, sin necesidad de cambios estructurales. La hornblenda posee enlaces silicio-oxígeno en una sola dimensión, la biotita en dos dimensiones, los feldespatos y el cuarzo poseen enlaces en tres dimensiones. En los silicatos, los enlaces más fuertes son los que existen entre el silicio y el oxígeno y ellos son, por tanto, los que proporcionan a los minerales la mayor resistencia a la meteorización. Una relación de minerales ordenados de más fácil-

mente meteorizables a más difícilmente meteorizables la encontramos en la tabla de la página anterior. La meteorización incluye procesos químicos de muy complicada definición, que no son el objetivo de este tratado, pero sí consideramos importante la clasificación de estos procesos en dos grandes grupos: la meteorización mecánica y la meteorización química.

2.2.3.1. Meteorización mecánica

En los climas fríos, la acción del hielo constituye la forma más común de meteorización. Los cambios de temperatura hacen que el pequeño contenido de humedad de las rocas y del suelo se hiele y se deshiele alternativamente. La acción del hielo se producirá únicamente donde las temperaturas totales varíen por encima o por debajo de los cero grados y donde haya agua en estado líquido.

Meteorización mecánica: en las regiones rocosas, sometidas a fuertes variaciones de temperatura, la acción de la meteorización mecánica produce cauchales o "felsenmeers", que son amplias zonas formadas mayormente por pequeños cantos y otras piedras menores, fruto de la rotura de las rocas a causa del hielo.



El agua se filtra en las rocas a través de sus poros y grietas



Al helarse, el agua aumenta su volumen en un 9%

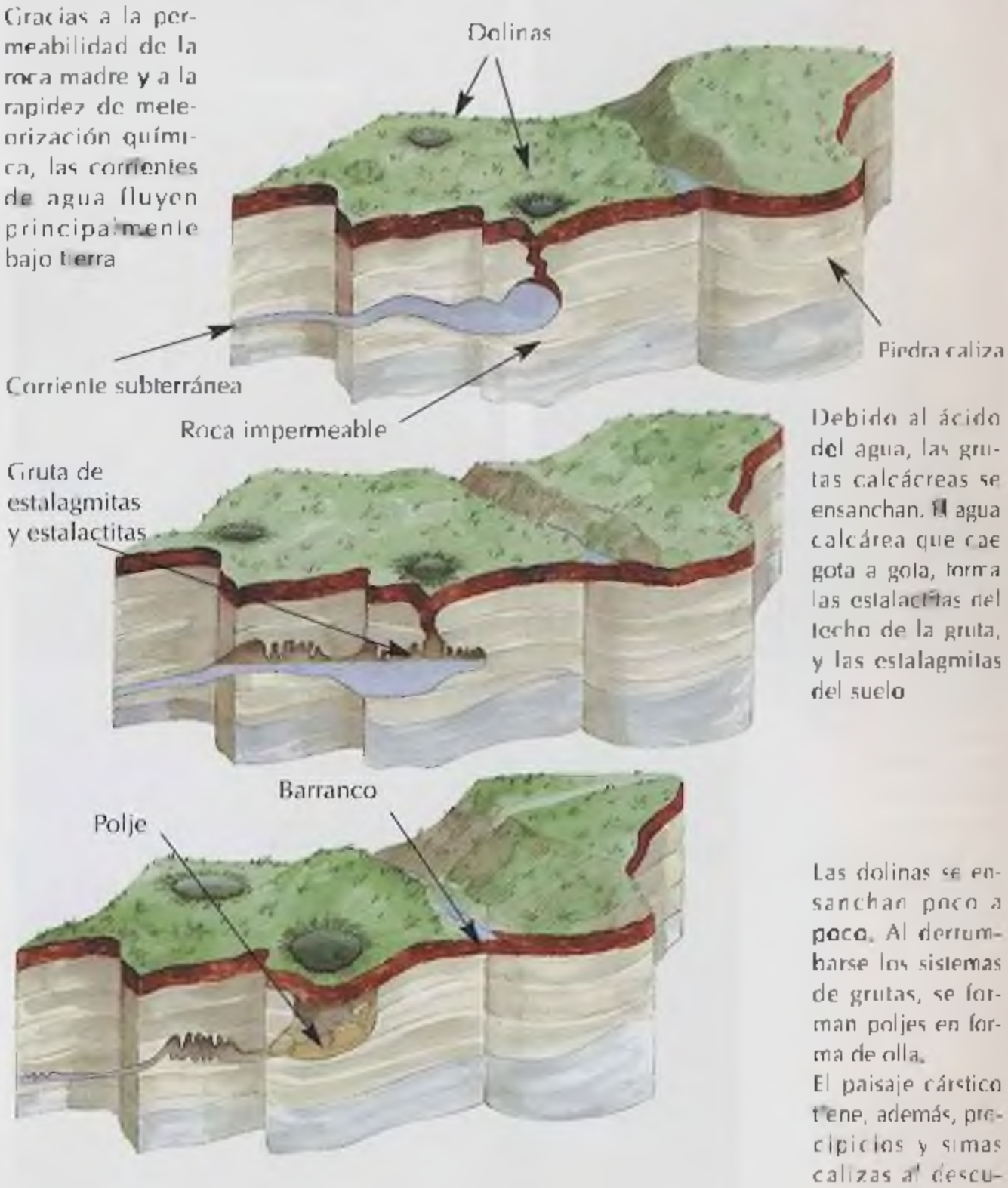


De esta manera, el agua, una vez helada, puede deshacer e incluso partir tanto la roca madre como otras rocas

La presión de los cristales de hielo que se crean pueden romper los peñascos y la roca madre. Hay otros tipos de cristales que pueden provocar los mismos efectos. Todas las aguas superficiales y subterráneas contienen sales disueltas procedentes de la lixiviación de minerales y suelos. Cuando se evapora la humedad, los cristales de sal pueden partir las rocas porosas.
Esta acción destructora de la sal se da especialmente en el gres y en las regiones desérticas donde la evaporación es excepcional. Incluso en las condiciones más áridas de los desiertos, las rocas tienen suficiente humedad para provocar estas fisuras.

Los cambios extremos de temperatura entre el día y la noche pueden destrozar las rocas por el proceso continuado de contracción y dilatación que se produce. Es un fenómeno común en el desierto, donde la oscilación térmica entre el día y la noche es muy fuerte.
Existe también una meteorización producida por organismos vivos orgánicos, como es el caso de las raíces de los vegetales en crecimiento.

Meteorización química: análisis del desarrollo de un relieve cárstico



2.2.3.2. Meteorización química

Se produce principalmente cuando los ácidos débiles de las aguas de superficie y subterráneas disuelven diferentes minerales. Cuando el dióxido de carbono se disuelve en el agua, una parte se combina con ella, produciendo ácido carbónico H_2CO_3. Este ácido, a su vez, disuelve el carbonato cálcico ($CaCO_3$) de la piedra caliza; la circulación del agua en esta roca permeable puede dar lugar a cuevas y túneles. Cuando se evapora el agua calcárea, el carbonato cálcico precipita en formaciones calizas. En las regiones con roca madre caliza y abundantes precipitaciones, este tipo de meteorización se asocia con los **paisajes cársticos** (que reciben el nombre de la antigua provincia del Karst, en la frontera italo-eslovena), con simas, dolinas, ***poljes*** y cavernas. Famosas son las magníficas grutas cársticas eslovenas, por su extensión y por la belleza de sus estalactitas y estalagmitas.

Polje es una palabra eslovena aceptada internacionalmente, que se utiliza para definir una depresión cerrada de origen cárstico.







Algunas vistas de la ***región eslovena del*** *Karst, donde se aprecian las formaciones* ***calcáreas en forma*** *de estalactitas y estalagmitas*

Al hablar de la meteorización de los minerales y la roca madre, no se puede omitir la acción de los ácidos orgánicos producidos por el humus. Estos ácidos convierten el feldespato y la mica en hidróxidos de hierro y aluminio, y en silicatos de alumina hidratados, minerales de arcilla que forman el caolín y la bauxita. Del granito no quedan más que unos granos sueltos de cuarzo. Al granito meteorizado suele llamársele **sablón** y se utiliza frecuentemente en jardinería.

2.2.4. Granulometría y textura

Hasta ahora hemos estudiado los dos grandes componentes sólidos del suelo: la materia orgánica, y los minerales y las rocas. En el presente apartado vamos a profundizar en los minerales y rocas meteorizadas. Los minerales y rocas meteorizadas devienen las partículas que conforman el suelo. La forma y dimensiones de esas partículas (granulometría), el porcentaje de cada una de ellas (textura) y los distintos agregados (estructura) que se forman entre ellas, son de suma importancia para la determinación de las características de un suelo.

2.2.4.1. Granulometría

Para la clasificación de las partículas de un suelo debemos remitirnos al principio del capítulo de los suelos (el muestreo y los perfiles), donde se explicaba someramente el tipo de extracciones del suelo que debían realizarse para posteriores análisis. Cuando disponemos de una muestra de suelo, ya podemos determinar el porcentaje de cada partícula y, posteriormente, definir el tipo de textura que poseemos.

Sobre el peso total de la muestra debe realizarse una **granulometría**, es decir la determinación en porcentaje de las diferentes partículas del suelo atendiendo a su diámetro.

Realizando una primera criba con un cedazo cuyos orificios sean mayores a 2 mm, obtendremos la fracción de elementos groseros. Bajo estas líneas presentamos una tabla donde se definen los elementos groseros por su diámetro, así como los diámetros de la tierra fina, cuyas partículas componen la textura del suelo.

Análisis granulométrico. ***Intervalos de tamaño*** *para las* ***distintas partículas del suelo***

FRACCIÓN DEL SUELO	SUBFRACCIONES		TAMAÑO EN MILÍMETROS
Elementos groseros		Bloques	> 200 mm
		Piedras	20-200 mm
		Gravas	2-20 mm
Tierra fina	Arena	Arena muy gruesa	2,0-1 mm
		Arena gruesa	1-0,5 mm
		Arena media	0,5-0,25 mm
		Arena fina	0,25-0,10 mm
		Arena muy fina	0,10-0,05 mm
		Limo	0,05-0,002 mm
		Arcilla	< 0,002 mm



Triángulo de texturas. Guía para la clasificación de texturas según la clasificación norteamericana USDA

2.2.4.2. Textura

Con la muestra restante (partículas menores a 2 mm) se realiza la determinación de la textura en el laboratorio. El análisis de la **textura** de una muestra de suelo es un proceso costoso por el tiempo que dura la analítica, y debe realizarlo un laboratorio especializado. La textura comprende, en porcentaje, tres fracciones según su diámetro de partícula: la **arena**, el **limo** y la **arcilla**. Así, el análisis de la textura se corresponderá con la determinación en porcentaje del peso total de la muestra de arena (entre 2 mm y 0,05 mm), limo (0,05 mm y 0,002 mm) y arcilla (menor a 0,002 mm).

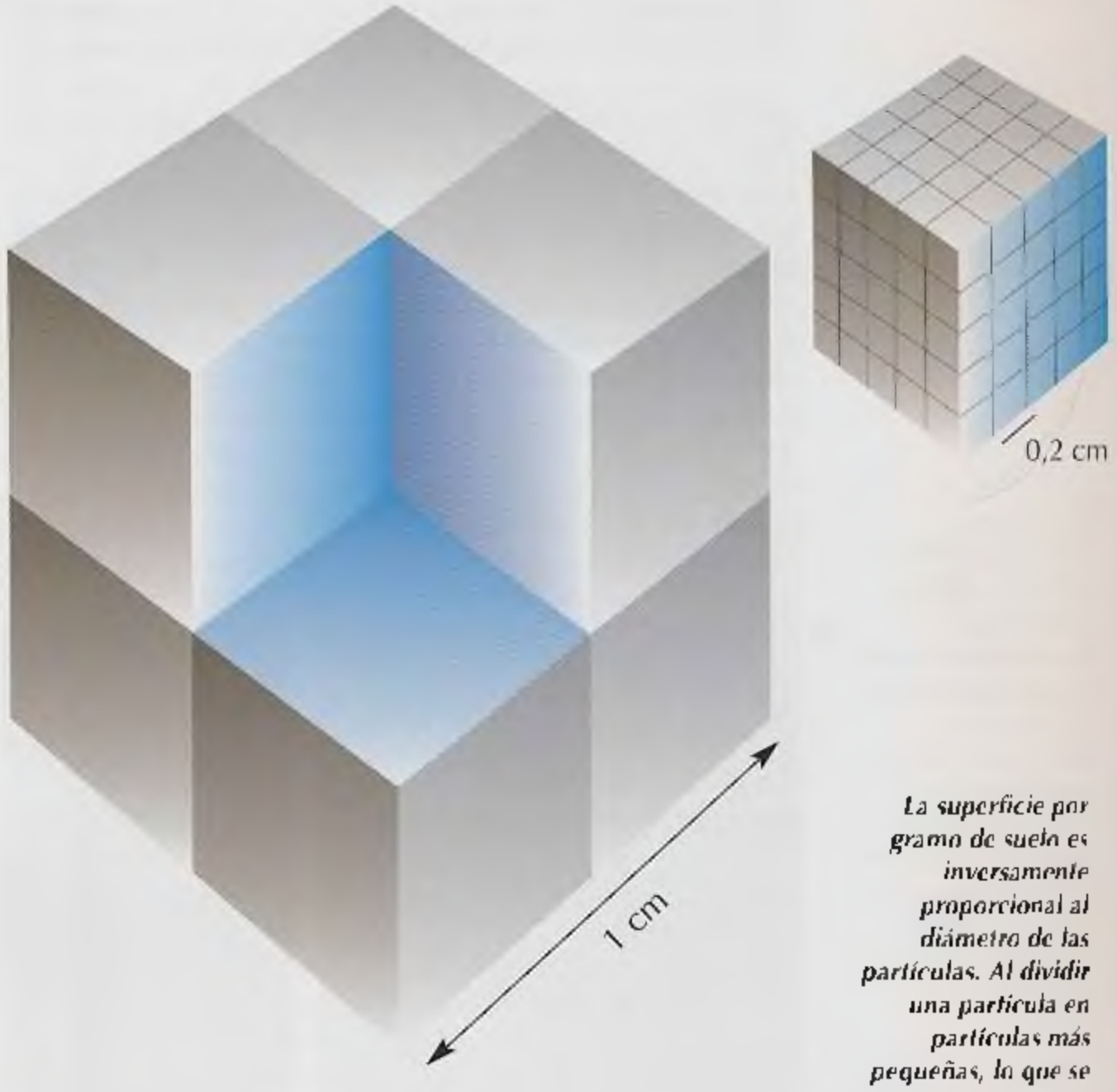
Una vez realizada la determinación del porcentaje de arena, limo y arcilla en el laboratorio, trasladaremos los porcentajes al **triángulo de texturas**. El triángulo se halla dividido en doce áreas que contienen todas las proporciones posibles de arena, limo y arcilla. Los números de las tres escalas están inclinados para mostrar la línea o pendiente a la que se aplican. Así, la intersección de líneas en el punto señalado como "1" en el triángulo de texturas encima de estas líneas, dentro de la fracción franco-arcilloso-arenoso, representa el 30% de arcilla (sobre la línea horizontal), el 10% de limo (sobre la línea paralela al lado izquierdo del triángulo) y el 60% de arena (sobre la línea paralela al lado derecho del triángulo. De manera similar, pueden trazarse líneas en el triángulo para demostrar que a las siguientes mezclas corresponden los nombre que se indica:

60% arena, 25% limo y 15% de arcilla = franco-arenoso
25% arena, 45% limo y 30% de arcilla = franco-arcilloso
28% arena, 54% limo y 18% de arcilla = franco-limoso

Como el lector habrá comprobado al referirse al triángulo de texturas, nos encontramos con un término nuevo: el de la **textura franca**. El suelo franco o con textura franca contiene una mezcla de arena, limo y arcilla, que exhibe las propiedades de las tres fracciones de modo equilibrado. Los suelos que presentan textura franca suelen ser los más apreciados por los agricultores, puesto que gozan de la aireación y esponjosidad de los arenosos, la retención de nutrientes de los arcillosos y la retención hídrica de los limoso-arcillosos.

2.2.4.3. Interpretación de la textura

Cada partícula presente realiza su contribución a la naturaleza del suelo como entidad. La arcilla y la materia orgánica son importantes por su capacidad de almacenar nutrientes y agua. Las partículas más finas pueden, además, ayudar a unir entre sí a otras mayores, formando agregados. Las partículas más grandes (generalmente la arena) constituyen el esqueleto del suelo. A ellas se debe la mayor parte de su peso, y ayudan a conseguir una buena aireación y permeabilidad. Los suelos ricos en arena gruesa suelen ser capaces de soportar grandes pesos con escasa compactación.



La superficie por gramo de suelo es inversamente proporcional al diámetro de las partículas. Al dividir una partícula en partículas más pequeñas, lo que se consigue es aumentar la superficie total. Así, si dividimos un bloque de 1 cm de lado, y de 6 cm² de superficie, en pequeños bloques de 0,2 cm de lado, obtendremos 125 bloques de 30 cm² de superficie expuesta en total. Si cortamos el mismo bloque en partículas más pequeñas de 0,001 cm de lado, obtendremos una superficie total de 6.000 cm².

Los suelos arenosos son generalmente muy permeables al aire, al agua y a las raíces, pero presentan dos importantes limitaciones. La primera es su bajo poder de retención de agua; la segunda su deficiente capacidad de almacenamiento de nutrientes. Para conseguir altos niveles de producción, se requieren frecuentes adiciones de agua y nutrientes. La presencia de un elevado porcentaje de materia orgánica ayudaría a compensar la deficiencia de arcilla, pero la mayoría de los suelos arenosos son muy pobres en materia orgánica. Naturalmente, estas limitaciones de los suelos arenosos pueden paliarse si se dispone de fertilizantes y agua de riego, pero los costos son elevados. Si se realizan aplicaciones excesivas de agua y fertilizantes, existe el riesgo de pérdida de estos últimos por lavado.

A/ En la construcción de caminos y carreteras, a menudo quedan los perfiles del suelo al descubierto
B/ En suelos uniformes, la textura se aplica al perfil completo


Ⓐ


Ⓑ

La capacidad limitada de retención de agua y nutrientes que exhiben los suelos arenosos, está relacionada con la superficie total del conjunto de sus partículas. La superficie por gramo de suelo es inversamente proporcional al diámetro de sus partículas.
La superficie de la arcilla no sólo es grande, sino que además está cargada eléctricamente. Tal circunstancia proporciona a las arcillas la capacidad de retener nutrientes en su superficie de forma utilizable por las plantas. Sin embargo, las arenas carecen de esa propiedad. En consecuencia, la pérdida de nutrientes por lavado, en el caso de arcillas, es muy pequeña comparada con las pérdidas que ocurrirían si la misma cantidad de nutrientes estuviera presente en un suelo arenoso.
Las arcillas retienen mucha más agua que las arenas, fundamentalmente porque presentan una gran superficie que puede recubrirse de agua. Una cantidad de agua que provocaría el lavado en un suelo arenoso no llega a humedecer a otro arcilloso con la suficiente profundidad para causar lavado. Los nutrientes disueltos se consideran perdidos para el suelo sólo cuando el agua penetra más allá de la zona explotada por las raíces y se convierte en agua de drenaje.
Los suelos que contienen demasiada arcilla presentan una elevada capacidad de retención de agua, pero su aireación no suele ser suficiente. Puede parecer sorprendente, pero un alto contenido en materia orgánica ayuda tanto a superar el problema del exceso de agua en un suelo arcilloso, como el de escasez de agua en un suelo arenoso. La materia orgánica ayuda a mantener las partículas de arcilla unidas entre sí, formando agregados entre los cuales queda espacio para el aire.
Los suelos francos y franco-limosos son muy deseables para la mayor parte de los usos. Tienen la arcilla suficiente para retener cantidades adecuadas de agua y nutrientes que aseguran un óptimo crecimiento vegetal, pero no tanta, para presentar dificultades de aireación o causar problemas en las operaciones de cultivo. Contienen suficiente limo para formar gradualmente más arcilla (que reemplace aquélla perdida por eluviación y erosión) y para liberar nutrientes cuando se meteoriza. Un suelo que contenga entre el 7 y el 27% de arcilla y cantidades aproximadamente similares de limo y arena, presenta una textura franca. Los suelos francos, con varias unidades de materia orgánica, son muy buenos para la mayoría de los usos.
Si no se advierte lo contrario, cuando se clasifica un suelo con tal o cual textura, ésa viene referida al suelo superficial u horizonte "A". Naturalmente, en suelos uniformes, la textura se aplica al perfil completo, pero en la mayoría de los casos existen variaciones de textura en profundidad. Muchos suelos presentan diferencias suficientes para incluir los horizontes en distintas clases texturales. Estas variaciones de textura pueden ser muy importantes, especialmente cuando el horizonte "B" presenta un elevado contenido en arcilla, que reduce seriamente la penetración de agua, aire y raíces. En general, cualquier cambio brusco de textura provoca cierto retardo en el movimiento de agua. Esto puede ser muy favorable si, por ejemplo, ocurre a cierta profundidad en el perfil, de manera que favorezca la retención de agua adicional durante bastante tiempo para que pueda ser utilizada por las plantas en la estación seca.

C/ Podemos encontrar perfiles constituidos sólo por la roca madre.
D/ Ciertos horizontes superficiales (A) apenas contienen suelo para las plantas.
E/ En la mayoría de los casos, existen variaciones de textura en profundidad.


Ⓒ


Ⓓ


Ⓔ

2.3. ORGANIZACIÓN DE LOS COMPONENTES SÓLIDOS

Hemos definido todos los componentes sólidos del suelo, la materia orgánica en sus distintos grados de descomposición, las rocas, los minerales y sus distintos grados de meteorización. Sólo nos falta entender los diferentes modos con que los componentes sólidos se unen entre sí pára conformar el suelo.

2.3.1. Estructura

Se define la **estructura** como la ordenación resultante de las partículas individuales del suelo. Las partículas más finas, como arcillas y humus, tienden a unirse entre sí formando agregados o unidades estructurales, que constituyen agrupaciones naturales de partículas primarias (arena, limo y arcilla) y que ocurren y persisten en el suelo. Su origen natural y su persistencia los distinguen de los terrones, agregados causados por alteraciones como el arado.

2.3.1.1. Clasificación

Los agregados presentan diferentes formas. Por su tamaño pueden ser gruesos, medios o finos, y por su grado de desarrollo, débiles moderados o fuertes. La clasificación universal más generalizada de los agregados es la geométrica. Así, tenemos agregados granulares, laminados, poliédricos subangulares, poliédricos angulares, prismáticos y columnares.



Granular



Laminar



Poliédrica subangular



Poliédrica angular

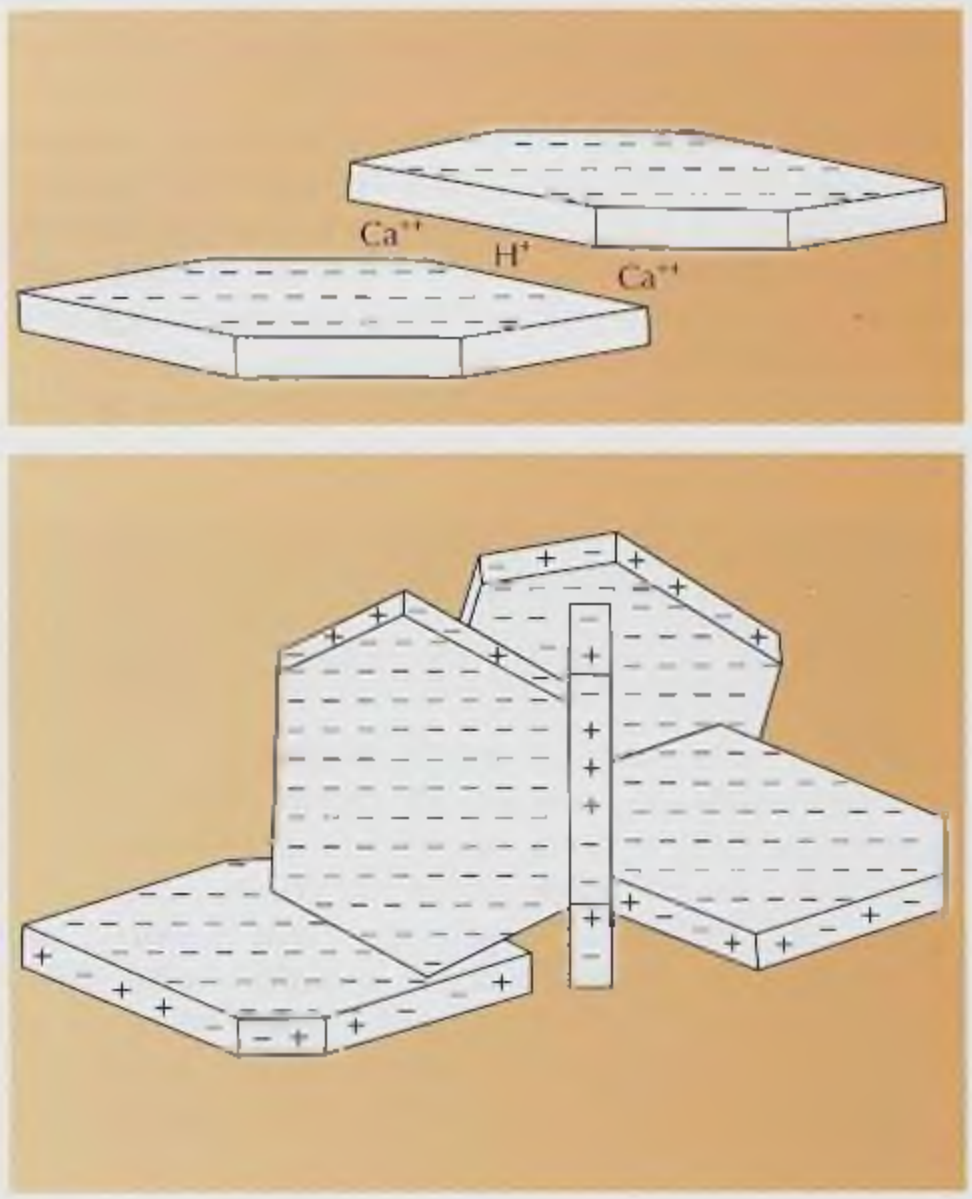


Prismática



Columnar

La detección de los agregados débiles requiere una observación atenta, mientras que los fuertes son inmediatamente visibles y pueden separarse unos de otros con facilidad. Algunos suelos, sobre todo si son pobres en arcilla, carecen totalmente de ellos; éste es el caso de los suelos muy arenosos y carentes de humus. La presencia de agregados es muy importante en los suelos arcillosos, ya que mejora su permeabilidad. El aire, el agua y las raíces se mueven con mayor rapidez entre ellos que a su través. Un suelo con estructura es mucho más permeable que otro carente de ella.



Esquema imaginario de dos láminas de arcilla uniéndose mediante cargas eléctricas y cationes

Un grupo de laminillas de arcillas unidas entre ellas mediante la estructura unitaria de la figura anterior

2.3.1.2. Génesis

El origen de estos agregados tiene dos vertientes. Por un lado, dado que las partículas de arcilla poseen cargas eléctricas negativas, éstas atraen cargas positivas o cationes (Ca^{++}, H^{+},Fe^{+++}, etc.) sobre las cuales, a su vez, quedan sujetas otras láminas de arcilla. Por otro lado, la presencia de un determinado tipo de materia orgánica (humus) en el suelo, compuesta por largas cadenas de átomos de carbono, con frecuentes ramificaciones laterales y varios tipos de grupos reactivos, que pueden ionizarse para dar lugar a sitios con cargas positivas o negativas.

La estabilidad de los agregados se halla más relacionada con la escorrentía y la erosión del suelo que con el rendimiento de los cultivos. Así, en terrenos donde predominen las arcillas, es muy importante la conservación de la estructura. Al realizar labores con maquinaria pesada en un suelo saturado de agua lo compactamos y destruimos en parte su estructura. Al destruir parcialmente su estructura, originamos una desestabilización del suelo que se traduce en unos problemas posteriores. Cuando la estructura del suelo es inexistente, los suelos se encharcan con facilidad (barrizal) y luego, al secarse, forman una costra impenetrable.

Tipos de estructura del suelo

2.3.2. Densidad del suelo

La **densidad** es una medida importante para cualquier material, pero al hablar del suelo todavía lo es más, si cabe. La densidad de un suelo nos dará una idea de la cantidad de microporos y macroporos que contiene. La porosidad del suelo es tan importante, agrícolamente hablando, que de ella depende el agua y el aire que puede acumular un suelo para el posterior aprovechamiento de las plantas. Distinguimos dos tipos de densidad: la densidad aparente y la real.

2.3.2.1. Densidad aparente

La **densidad aparente** (Da) es el peso de los sólidos del suelo por unidad de volumen total del mismo. Los datos de la Da se expresan necesariamente en unidades de peso y volumen, siendo las más frecuentes los gramos por centímetro cúbico (g/cm^3). Su determinación se compone de dos prácticas, la de campo y la de laboratorio. Su fórmula es la que sigue:

$$Da = \frac{\text{Masa de la muestra en g}}{\text{Volumen de muestra no alterada en cm}^3}$$

Donde: el volumen de muestra no alterada se determina mediante una práctica de campo que consiste en la extracción de una porción de suelo mediante un cilindro de metal de volumen conocido (usualmente 100 cm^3), procurando no alterar la estructura del suelo. La porción de suelo extraída debe desecarse en la estufa del laboratorio (para eliminar el agua) a 105°C y posteriormente pesada, con lo que se obtiene la masa de la muestra desecada expresada en gramos.

Relaciones entre la densidad aparente, el porcentaje de sólidos y el porcentaje de volumen de poros en los suelos con densidad real igual a 2,65 g/cm^3

Densidad aparente		% de sólidos	% de volumen de poros
g/cm^3	Kg/m^3		
1,0	1.000	38	62
1,1	1.100	42	58
1,2	1.200	45	55
1,3	1.300	49	51
1,4	1.400	53	47
1,5	1.500	57	43
1,6	1.600	60	40

La densidad aparente de los horizontes "A" en suelos minerales suele variar entre 1 y 1,6 g/cm^3 (la de los suelos orgánicos es menor y puede alcanzar 0,1 g/cm^3 en turbas de esphagnos). La mayor parte de las variaciones provienen de diferencias en el volumen total de poros. Como regla general, los suelos de textura fina tienen mayor porosidad y menor densidad aparente que los suelos arenosos. Como es natural, la densidad aparente de un suelo varía según su grado de compacidad. La compresión del suelo hace descender su volumen de poros y aumenta su peso por unidad de volumen. Las sobrecargas tienden a compactar los horizontes inferiores ("B"), proporcionándoles mayor densidad aparente que los horizontes superiores ("A").

La densidad aparente es muy importante en los sustratos artificiales: determina su estructura y ésta, su empleo.

La materia orgánica en un suelo actúa de forma que hace descender la densidad aparente. En primer lugar, porque su densidad es menor que la del suelo, y en segundo lugar, porque al formar agregados, mantiene la estructura del suelo y la porosidad y, por lo tanto, la densidad aparente es menor.
Para ilustrar la práctica del cálculo de la densidad aparente y sus utilidades prácticas, veamos esos dos ejemplos:

1) Queremos desfondar a 1 m de profundidad un terreno llano de suelo homogéneo con una densidad aparente de 1,3 g/cm^3 y cuya superficie es de 1 ha. ¿Qué cantidad de suelo, en peso, tendremos que vaciar?

VOLUMEN TOTAL = 10.000 m^2 * 1 m = 10.000 m^3

10.000 m^3 * 1,3 g/cc = 13.000 Toneladas métricas.

2) ¿Qué peso, dado en kilogramos, de un substrato orgánico, cuya densidad es de 0,9 g/cm^3 vamos a necesitar para llenar 24 contenedores circulares de diámetro Ø 19 cm y altura 10 cm (tomando para el número π 3,14)?

VOLUMEN DEL CONTENEDOR
3,14 * (19/2)^2 * 10 = 2.833,8 cm^3

PESO DE SUBSTRATO POR CONTENEDOR
2.833,8 cm^3 * 0,9 g/cm^3 = 2550,4 g

PESO TOTAL EN Kg PARA 24 CONTENEDORES
2550,4/1000 * 24 = 61,2 Kg



Ⓐ



©

***A/** Estructura fina (0-10 mm, sin fibras): recomendada para el semillero y esquejado de cualquier ornamental, siendo ideal para cultivos de carácter ácido*

***B/** Estructura media (0-21 mm, con fibras): para el repicado de todo tipo de plantas y el cultivo en macetas definitivas*

***C/** Estructura gruesa (0-35 mm, con fibras): recomendada en cultivos de larga duración en contenedores de gran tamaño*

2.3.2.2. Densidad real

La **densidad real**, también llamada densidad de las partículas (Dr), es el peso de los sólidos del suelo por unidad de volumen total del mismo sin el volumen que origina la porosidad. Es decir, a diferencia de la densidad aparente, la densidad real del suelo se calcula a partir de un volumen determinado, excluido el volumen que ocupaban los macro y microporos. Así, puesto que el denominador del cociente será menor (volumen conocido de suelo sin porosidad) la división entre la masa y ese volumen será mayor que el de la densidad aparente. Los datos de la Dr se expresan asimismo en unidades de peso y volumen, siendo las más frecuentes los gramos por centímetro cúbico (g/cm^3).

El lector puede encontrar, en otros tratados sobre suelos, modismos distintos para expresar el mismo concepto. Así, antiguamente se utilizaban los términos de **peso específico** o **peso volumétrico** para expresar la densidad real. Aunque la notación de estos pesos se expresaba sin unidades, lo cierto es que solían referirse a gramos por centímetro cúbico.

Al hablar de Dr y haber excluido la porosidad del cálculo, nos encontramos con que, para la mayoría de suelos, las cifras de la densidad real varían entre los estrechos límites de 2,60 g/cm^3 y 2,75 g/cm^3. Esto es así porque el cuarzo, feldespato y silicatos coloides, con densidades dentro de estas cifras, constituyen, por lo regular, la mayor porción de suelos minerales. No obstante, cuando están presentes cantidades anormales de minerales pesados, como magnetita, granates, epidota, zircón, turmalina y hornblenda, la densidad real de un suelo puede exceder de 2,75 g/cm^3. Debe insistirse en que la finura de las partículas de un mineral dado y la colocación de los sólidos del suelo nada tienen que ver con la densidad de las partículas.

Debido a que la materia orgánica pesa mucho menos que un volumen igual de sólidos minerales, la cantidad de este constituyente en el suelo afecta marcadamente la densidad de las partículas. Como consecuencia, los suelos superficiales poseen una densidad de partículas más baja que la del subsuelo. La densidad más alta, en estas condiciones, suele ser de 2,4 g/cm^3 o menor. Sin embargo, para cálcu-

Campo de girasoles



los generales, el término medio de la densidad de las partículas en un suelo superficial arable puede considerarse de 2,65 g/cm^3.
La densidad real puede medirse en el laboratorio con la ayuda de un pequeño frasco llamado **picnómetro**. Esta operación requiere mucho cuidado si se quieren obtener resultados muy precisos. Pero, como ya se ha dicho antes, para la mayoría de las necesidades de cálculo en el que intervenga la densidad real, puede utilizarse el valor medio de 2,65 g/cm^3 con la certeza de que el error cometido será mínimo.

Densidades reales de algunos minerales comunes en el suelo

MINERAL		DENSIDAD EN g/cm^3
Cuarzo		2,65
Feldespatos	Ortoclasa	2,56
	Plagioclasa	2,60-2,76
Micas		2,76-3,00
Silicatos	del grupo de las arcillas	2,00-2,70
Hidróxidos de Fe y de Al		2,40-4,30

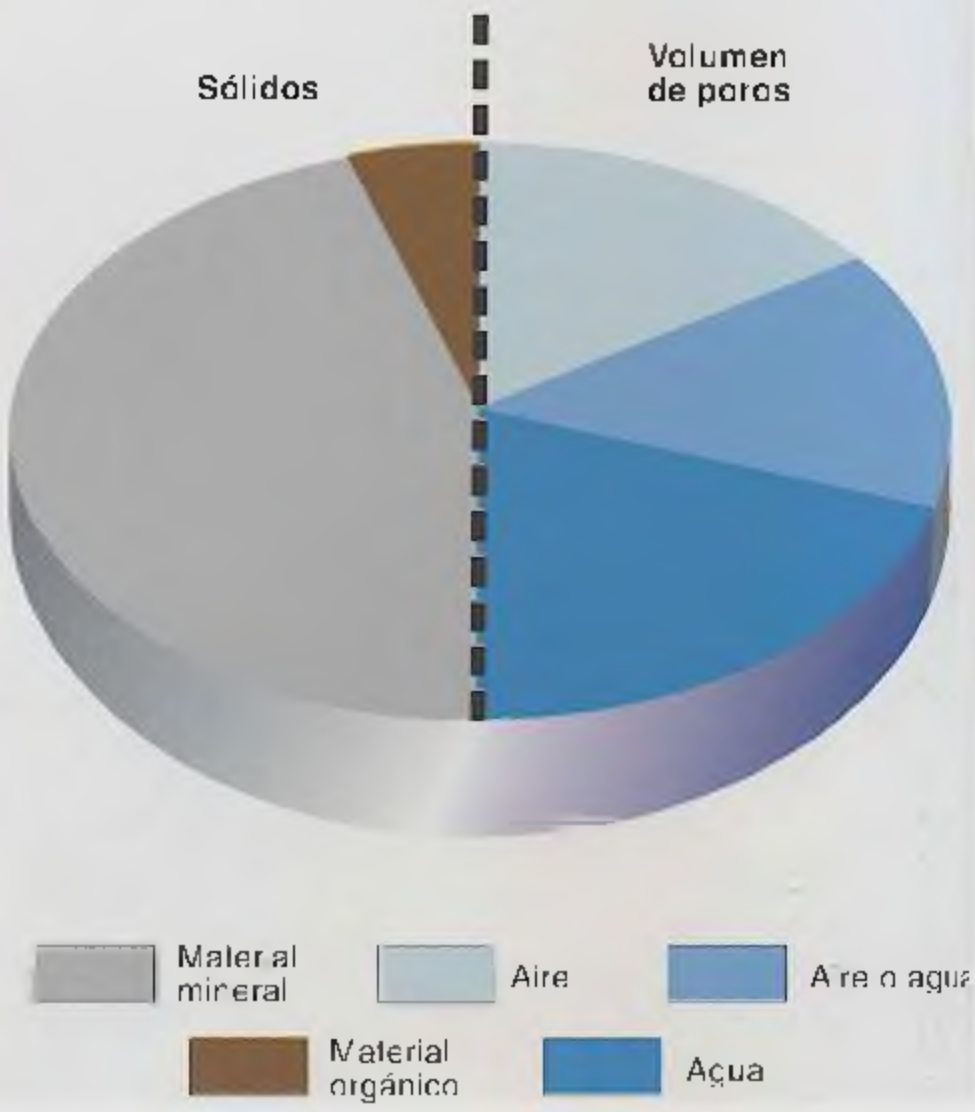
Abajo a la derecha. Volúmenes estándar de los componentes del suelo en un horizonte "A" típico. La parte sólida del suelo (mineral y orgánica) suele ocupar el 50 % del volumen.

En zonas volcánicas, como en las Islas Canarias, la riqueza nutriente del suelo es muy grande, pero resulta imprescindible un aporte de M.O. para que los cultivos puedan aprovechar esta riqueza mineral que proviene de las entrañas de la tierra.
A menudo las zonas volcánicas son muy montañosas y es imposible utilizar maquinaria autopropulsada, por lo que debe recurrirse para su cultivo a los sistemas tradicionales de animales de tracción.



2.3.3. Porosidad

Una parte muy significativa del proceso que transforma la roca en suelo consiste en el ahuecado y disgregación del material, con lo cual aparecen poros en la masa. Éstos reciben a veces el nombre de espacios vacíos, aunque es un error, pues contienen agua y aire. En ausencia de poros, el suelo no sería un medio adecuado para la vida vegetal.
Los volúmenes relativos de los tres estados materiales presentes en el suelo pueden ilustrarse con un diagrama semejante al de la figura. Generalmente, la materia sólida en el horizonte "A" ocupa de modo aproximado la mitad del volumen, y el resto constituye espacio poroso. La mayor parte de los sólidos son materia mineral, pero una pequeña porción, como la indicada en la figura, es de naturaleza orgánica (en los suelos orgánicos, esta porción es mucho mayor en detrimento de la parte mineral).
El volumen de los poros es compartido por aire y agua en proporciones que varían con las condiciones de humedad y sequedad del suelo. En general, los poros mayores contienen aire, a menos que el suelo se encuentre completamente inundado, y los poros pequeños contienen agua, a menos que el suelo sufra una intensa desecación. El agua y el aire entran y salen de los poros de tamaño intermedio según varíe el contenido del agua del suelo.
Los suelos arenosos suelen tener menor volumen de poros que los de textura fina, pero casi siempre están bien aireados (a menos que exista una limitación subsuperficial del movimiento de agua). Esa buena aireación resulta de que, en tales suelos, la mayoría de los poros son lo bastante grandes para permitir el drenaje del agua que penetra en ellos. Tal circunstancia asegura una adecuada circulación del aire, que sólo deja de alcanzar un pequeño volumen de poros aislados. Naturalmente, esa facilidad con que los suelos arenosos pierden el agua significa que tienen escasa capacidad de almacenamiento hídrico para las plantas.



Los suelos franco-arcillosos y arcillosos suelen tener un volumen total de poros muy elevado, pero retienen gran cantidad de agua, incluso en ausencia de restricciones subsuperficiales a la percolación. Sus poros son numerosos, pero diminutos. A menos que exista una buena estructura, la mayoría de los poros de estos suelos poseen un diámetro menor que el espesor de la película de agua que puede retenerse alrededor de cada partícula de suelo. Incluso los escasos poros grandes presentes pueden permanecer aislados de la circulación de aire, porque sus vías de conexión están constituidas por poros pequeños que permanecen llenos de agua durante gran parte del tiempo.
Distinguimos dos tipos generales de poros: los microporos y los macroporos, lo cual da lugar a dos tipos de porosidad: la porosidad de aireación y la porosidad capilar. Como referencia, se acepta para la macroporosidad un diámetro mínimo de 8 µ. Toda la porosidad menor de 8 µ se considera microporosidad.

2.3.3.1. Porcentaje de porosidad

La **porosidad** de un suelo, como se ha tratado ampliamente en el punto anterior, representa la totalidad de los intersticios del suelo, es decir la suma de la macro y la microporosidad. Esta porosidad global es numéricamente medible.
La porosidad, o tanto por ciento de porosidad (% P) total de un suelo, se calcula a partir de la densidad real y la aparente. Veamos las siguientes fórmulas:

$$\% \ P = \frac{Dr-Da}{Dr} * 100$$

A partir del % de porosidad, podemos determinar el % de sólidos efectuando una simple resta:

$$\% \text{ de sólidos} = 100 - \% \ P$$



En la plantación de viñas o frutales, debe recurrirse a menudo a esponjar el suelo con la tradicional azada, a fin de garantizar un lecho poroso a la nueva cepa. Fotografía gentileza de Ford.

3. FASE LÍQUIDA DEL SUELO

Hasta ahora hemos estudiado los componentes sólidos de los suelos, la materia orgánica y la mineral. Al hablar de la materia orgánica, reseñábamos que un suelo suele constar, en proporción, del 50% de materia sólida y del 50% de poros. Al final del estudio de los componentes sólidos del suelo, aprendimos los conceptos de porosidad y densidad, que no son más que maneras distintas de evaluar cuantitativamente el espacio poroso.

Este espacio poroso es vital para las plantas, puesto que sirve como almacén de aire y de agua. El aire, el oxígeno, es vital para la respiración de las raíces; cuando por cualquier motivo (Vr. gr. sobresaturación de agua en el suelo durante un prolongado período) las raíces no disponen de O_2, ocurre la asfixia radicular.

El agua, siendo un elemento fundamental para la vida vegetal, ocupa también su lugar en la porosidad. Es el objetivo de este capítulo la descripción del agua del suelo retenida en la porosidad.



Repartición de los potenciales (en atm. cm^{-1}) hídricos del aire, de la hoja y del suelo. Por diferencia de potencial, el agua absorbida a nivel de las raíces sube hasta los estomas, en donde es aprovechada por la hoja; parte de ella se pierde por evaporación.

3.1. EL AGUA

La presencia del agua es vital para el crecimiento de las plantas, no sólo porque éstas necesitan de ella para realizar sus procesos fisiológicos, sino también porque el agua contiene nutrientes en solución. La lluvia y otras formas de precipitación constituyen los aportes de agua, pero poco beneficiarían a las plantas si el suelo no pudiera almacenarla para el uso de los vegetales entre lluvias. La capacidad del suelo para almacenar agua depende de su profundidad, textura, estructura y otras propiedades fundamentales.

Distinguimos dos tipos generales de poros: los microporos y los macroporos, que dan lugar a dos tipos de porosidad: la porosidad de aireación y la porosidad capilar. Así, cuando decimos que un suelo está a capacidad de campo (C.C.), queremos decir que el suelo tiene los microporos saturados de agua y los macroporos libres (con aire) o, lo que es lo mismo, que su porosidad capilar está saturada de agua y su porosidad de aireación contiene aire. A esa reserva hídrica contenida en los microporos después del drenaje la llamamos **capacidad de retención de agua útil**. La mayoría de estudios al respeto señalan el diámetro de 8 µ como mínimo para que el agua percole libremente.

3.1.1. Tipos de agua en el suelo

El suelo no siempre contiene la misma cantidad de agua. La cantidad de agua del suelo sufre variaciones con el tiempo, a razón de las importaciones/exportaciones que sufre, algunas externas (ganancias por pluviometría y/o riego), otras por evaporación (pérdidas por temperatura) y también por las extracciones de las plantas (pérdidas).

Para explicar el sistema mediante el cual los vegetales obtienen por absorción los nutrientes del suelo, los botánicos describen complicadísimos procesos de diferencia de ***presión osmótica.*** Pero para nosotros, la manera mediante la cual la planta obtiene los nutrientes necesarios disueltos en la solución acuosa del suelo es mediante una diferencia de presión. Es decir, cuando la hoja abre sus ***estomas,*** se crea una diferencia de potencial hídrico entre el suelo o la solución acuosa del suelo y el exterior de la hoja (atmósfera). Esta diferencia de potencial hace que la solución acuosa con nutrientes del suelo penetre dentro de las células de las raíces de las plantas y llegue a la hoja (auténtico laboratorio de síntesis). Parte del agua se evapora en la atmósfera, pero los nutrientes y parte del agua quedan retenidos en la hoja, la cual, gracias a la energía solar, el dióxido de carbono, el agua y los nutrientes, sintetiza materia orgánica vegetal. Esta materia orgánica tiene dos destinos. Por un lado, sirve como constituyente de la planta y, por otro, como fuente de energía. Hay que saber, además, que para realizar este proceso de absorción de nutrientes, la planta debe consumir energía.

Supongamos un suelo después de un riego o de una precipitación abundante. Todo el espacio poroso (macro y microporos) está saturado de agua; cuando el suelo está lleno de agua, suele llamarse **suelo saturado**.

Durante un promedio de dos a tres días, el **agua de gravitación** (la que ocupa los macroporos) va percolando hacia la ***capa freática*** inferior. Cuando los macroporos han perdido el agua y el suelo retiene el agua en los microporos, decimos que el suelo está a **capacidad de campo** (C.C.).

Se considera que el estado de capacidad de campo es el óptimo para los vegetales. El agua del suelo es fácilmente aprovechable o, lo que es lo mismo, la energía que tienen que gastar las plantas para obtenerla es mínima o nula.

Ese agua que ocupa los microporos va perdiéndose con el tiempo, sea por la evaporación, sea por el aprovechamiento que de ella hacen las plantas. Con

Presión osmótica es la presión que existe en un lado y en otro de una membrana semipermeable que separa dos disoluciones de concentraciones distintas cuando el sistema está en equilibrio. Una membrana semipermeable, de origen natural o artificial, es la que deja pasar unos tipos de moléculas (las del disolvente y no las demás las del soluto).

Un ***estoma*** es una pequeña obertura en la epidermis de las hojas con capacidad para cerrarse y abrirse, lo cual se consigue mediante dos células reniformes. El agujero formado por los estomas se llama ostiolo. Éste comunica el exterior de la hoja con la capa subestomática.

Se llama ***capa freática*** un conjunto de minerales o roca madre insolubles al agua existente debajo de la superficie del suelo. Esta capa se ubica, según la morfología del suelo, a distintas profundidades. A menudo constituye un almacén de agua en el subsuelo aprovechado por el hombre para la construcción de pozos artesianos, donde se acumula el agua de la lluvia que percola desde la superficie.

la pérdida de agua del suelo, cada vez queda menos agua disponible para la planta. Cuanto menos agua queda, más energía debe gastarse para extraerla del suelo. A partir de un cierto punto, las plantas no pueden captar más agua, puesto que la energía que tienen que gastar para su obtención es demasiado grande. Este punto recibe dos nombres: **punto de marchitamiento temporal** (P.M.T.) y **punto de marchitamiento permanente** (P.M.P.). En ambos casos, la planta no puede aprovechar la poca agua residente en el suelo, pero en el primer caso, mediante un riego adecuado, la planta puede recuperarse, mientras que en el segundo caso, la muerte es irreversible.

Llamamos agua disponible, o **agua útil disponible,** el agua que tiene un suelo entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento.

El punto de marchitamiento permanente de un suelo no significa que el suelo no posea más agua, sino que la que queda no es aprovechable por la planta. Llamamos **agua no disponible** el agua existente en un suelo que no puede ser aprovechada por los vegetales. Del agua no disponible para las plantas distinguimos dos fracciones. El **agua higroscópica,** o coeficiente de higroscopicidad, que es el porcentaje de agua que permanece en un suelo seco al aire, medido a 98% de humedad relativa del aire y a 25 °C (la evaporación atmosférica extrae más agua de la que pueden tomar las plantas) y, finalmente, la última fracción de agua, también llamada **agua combinada químicamente,** que es la que se halla encerrada fuertemente en las moléculas de las partículas del suelo, y cuya extracción y determinación exige complicados sistemas analíticos de laboratorio.

3.2. ENERGÍA DEL AGUA

Ya sabemos que la planta debe gastar energía para extraer el agua del suelo; eso se debe a que el agua en el suelo está sometida a fuerzas que la retienen en los microporos capilares. La planta deberá gastar más energía cuanto más aprisionada esté el agua en el suelo. La medida de la fuerza con que el agua es retenida por el suelo suele llamarse **potencial hídrico** y es el objeto de este apartado.

3.2.1. Potencial hídrico total

Definimos potencial hídrico total, o energía del agua del suelo, como la cantidad de trabajo que necesita una unidad de agua químicamente pura para trasladar una parte infinitésima de agua desde un ***pool*** de agua situado a una determinada altura y sometido a la presión atmosférica, hasta que adquiera la misma energía unitaria del agua en el punto considerado. Dicho trabajo debe aplicarse de forma reversible e isotérmica.

La energía libre del agua del suelo se expresa por el **potencial hídrico**, que es la suma de las fuerzas que retienen o impulsan el agua en el suelo. El potencial hídrico total se representa por la letra griega psi y su grafía es Ψ. El agua pura libre en la superficie del suelo tiene potencial 0. El cálculo del potencial hídrico total se efectúa mediante la fórmula:

P total = P matricial + P osmótico + P hidroestático + P gravitatorio

$$\Psi_w = \Psi_m + \Psi_s + \Psi_h + \Psi_g$$

Llamamos ***pool*** de agua un depósito de agua libre, químicamente pura y que está en equilibrio con la presión atmosférica. El *pool* de agua está localizado en cualquier punto a condición que sea común para todo el sistema objeto del estudio.



Antes de que la planta alcance el P.M.T. (Punto de marchitamiento temporal), debe regarse; de lo contrario, se produce una parada en el crecimiento vegetativo, siendo su incidencia notable en la producción final.

• Ψ_{pr}: Llamado potencial matricial, está constituido por las fuerzas de adsorción del agua a las partículas del suelo y por las fuerzas capilares debidas a la tensión superficial. Su valor es negativo y se expresa en unidades de presión.

• Ψ_s: Es el potencial osmótico debido a la presión osmótica de las sustancias disueltas en disolución acuosa del suelo. Su valor es negativo y se expresa en unidades de presión.

• Ψ_h: Denominado potencial hidroestático, debido a la presión hidroestática de la columna de agua que deba soportarse en un punto determinado. Su valor es positivo y se mide igualmente en unidades de presión.

• Ψ_g: Es el potencial gravitacional o potencial gravitatorio. Su razón es la del desnivel posible entre dos puntos por la diferencia de gravedad entre los dos. Su valor también es positivo y también se expresa en medidas de presión.

Por lo que se refiere a los valores del potencial hidroestático y el potencial gravitacional, suelen ser tan pequeños que su importancia es prácticamente nula.

3.2.2. Unidades de potencial hídrico

El potencial hídrico puede expresarse en diferentes clases de unidades. Es posible establecer un paralelismo entre el potencial hídrico y la succión o presión negativa, de manera que cualquier unidad apta para expresar la presión sirve también para el potencial. Las atmósferas y los bares son las unidades más difundidas. Otras, menos usadas, son la altura de una columna de agua o de mercurio, o el peso por unidad de superficie. Esta variedad de unidades genera factores de conversión para pasar de unas a otras. Facilitamos, bajo estas líneas, un cuadro con las principales unidades y sus equivalencias.

Equivalencias de unidades con otros que no son del S.I. Llamamos S.I. el sistema de medidas internacional o aceptado internacionalmente, con la premisa de considerar la densidad del agua como d = 1 Kg/l.

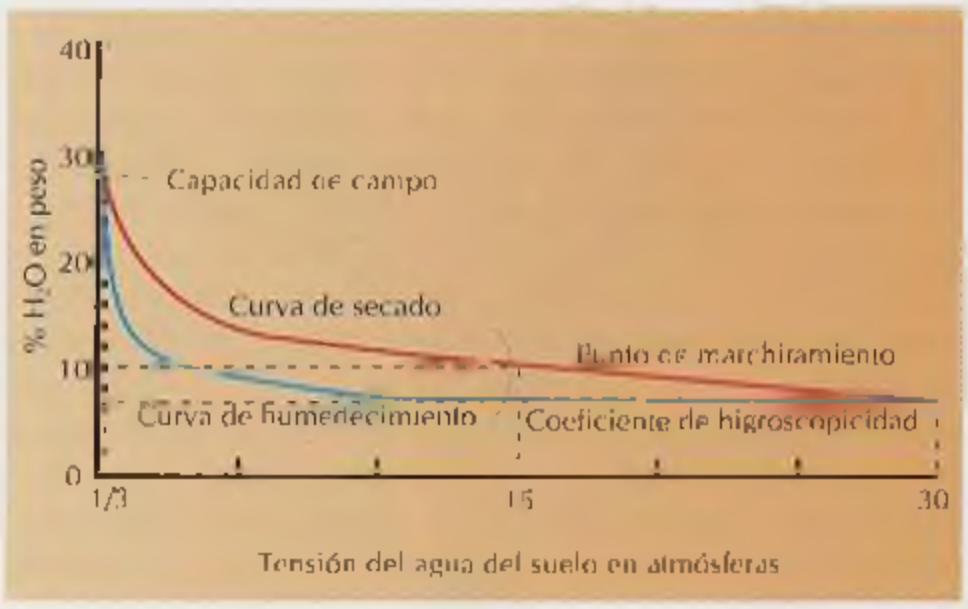
EQUIVALENCIAS ENTRE UNIDADES DE POTENCIAL HÍDRICO

BAR	ATMÓSFERAS (ATM)	TORRICELLI (mm Hg)	pF	ALTURA DE UNA COLUMNA DE AGUA (h) (cm H_2O)
0,001	0,000987	0,752		1,02
0,01	0,00987	7,52	1	10,22
0,3	0,297	225,7	2,5	340
1	1	760	3	1.000
15	14,85	11.286	4,2	15.320

Como habrá comprobado el lector al cotejar las distintas unidades y valores de la tabla, se detalla en ella una unidad de presión poco conocida. Nos referimos al pF. Esta unidad sólo se utiliza en edafología y agricultura para el potencial hídrico. El pF es el logaritmo, cambiado de signo, de la presión del agua, expresada en centímetros de altura (h) de una columna de agua:

$$pF = - \log h \text{ (en cm)}$$

Ejemplo de la relación entre el porcentaje de agua de un suelo y la tensión a la que es retenida en un suelo con textura franca. Nótese que a 1/3 de atmósfera (o pF=2,5), tenemos el suelo a capacidad de campo (C.C.). El porcentaje de agua en el suelo va descendiendo hasta 15 atmósferas de presión matricial (o pF 4,2). A 15 atm., se considera como el punto de marchitamiento permanente (P.M.P.), a partir del cual el agua restante no podrá ser aprovechada por los vegetales. Según Russell (1939).



Por ejemplo, el valor del pF para una columna de agua h de 1000 cm es -log 1000 = -3 (pero generalmente, su notación es pF = 3).
Una posible confusión surge cuando se miden en centímetros el contenido del agua del suelo y el potencial hídrico. Por este motivo, suele recomendarse la utilización de bares, pF o atmósferas para el cálculo del potencial.
Las subdivisiones de agua en el suelo se basan en la firmeza con que ésta es retenida. Por lo tanto, están muy relacionadas con el potencial hídrico y con frecuencia se expresan en atmósferas y pF. Suelen utilizarse los siguientes valores aproximados:

Capacidad de campo = 1/3 atm. pF = 2,5

Punto de marchitamiento = 15 atm. pF = 4,2

Coeficiente de higroscopicidad = 30 atm. pF = 4,5

3.3. DINÁMICA DEL AGUA

El agua en el suelo se mueve tanto en su estado líquido como en el de vapor de agua. El movimiento del agua en estado líquido está controlado por el potencial hídrico; los desplazamientos son mucho más importantes cuando el suelo está húmedo que cuando está seco. En el último caso, el agua está tan firmemente retenida por las partículas del suelo, que el movimiento líquido es casi inexistente. La magnitud del movimiento en estado de vapor que ocurre entre partes diferentes de un suelo depende mucho de la situación térmica. La presencia de un gradiente térmico induce la presencia de un gradiente de vapor, que da lugar al movimiento del agua en fase de vapor a través de los poros ocupados por agua desde la parte del suelo más caliente a la más fría. Cuando ocurre una lluvia fuerte, parte del agua se infiltra y parte escurre por la superficie. Así, podemos definir la **percolación** como el movimiento de bajada del agua a través de un suelo, y suele aplicarse al paso entre la saturación de un suelo hasta su capacidad de campo, e **infiltración** como el proceso de entrada del agua en el suelo desde su superficie y en sentido descendente. Llamamos **tasa de infiltración** la velocidad de infiltración del agua a través del suelo. Esta tasa depende mucho del suelo y de su condición física, pero se puede tomar como medida general de 1 a 2 cm/hora.

3.4. PROPIEDADES DEL AGUA EN EL SUELO

El agua confiere al suelo la propiedad de la consistencia. La consistencia del suelo nos permite hablar de la plasticidad y la adhesividad cuando el suelo contiene agua, y de la firmeza y la dureza cuando está seco. La retención de la cantidad de agua por el suelo depende de las propiedades intrínsecas del mismo: textura, tipos de arcilla, estructura, contenido en materia orgánica, etc.

3.4.1. Factores que influyen en la retención de agua

La capacidad de retención de agua útil o disponible es una característica de los suelos de suma importancia. En agricultura de secano, la retención de agua útil es vital, puesto que los cultivos dependen exclusivamente de las reservas hídricas del suelo. Los factores que influyen en la retención de agua son la textura, los tipos de arcilla, estructura, contenido en materia orgánica, así como el espesor y secuencia de los horizontes de un perfil. Como ya se comentó al hablar de la textura del suelo, las arcillas influyen de forma especial en la retención de agua. Su determinado diámetro fino de partículas retiene mayor cantidad de agua que los suelos de textura grosera o arenosos, tanto a capacidad de campo como en el punto de marchitez permanente.

Es lógico pensar que la profundidad del suelo es también un factor determinante para la retención del agua. Así, en un suelo profundo dispondremos de mayor agua almacenada que en otro cuya roca madre sea muy superficial. Un suelo bien estructurado retiene mayor cantidad de agua que uno sin estructurar, puesto que el primero dispone de macro y microporos bien distribuidos que ayudan a mantener la capacidad hídrica del suelo. La materia orgánica puede retener hasta 20 veces su peso en agua. Naturalmente, la razón de esta importante absorción es que los materiales orgánicos tienen una densidad muy baja y una alta porosidad.

La secuencia de capas en el perfil del suelo puede tener una considerable influencia sobre la capacidad de retención hídrica, no sólo por el poder inherente a las distintas texturas de los horizontes, sino por su influencia sobre el movimiento del agua. Existe, generalmente, un retraso en el movimiento descendente del agua, cuando aparece un cambio textural drástico en el perfil del suelo. Este retraso, a veces, es lo bastante importante como para aumentar la capacidad de retención hídrica de la capa superior. Esta agua se halla retenida con poca fuerza y es muy accesible a las plantas, a menos que haya problema de aireación.

3.4.2. Comportamiento mecánico

La cohesión que mantiene unidas las partículas formando agregados recibe el nombre de *consistencia del suelo*. Esta consistencia debe determinarse cuando el suelo está seco, húmedo y mojado. Su apreciación es referida más de forma cualitativa o semicualitativa que cuantitativa. La consistencia puede venir expresada, según el agua contenida en el suelo, en términos de plasticidad, firmeza, dureza y adhesividad. Veamos seguidamente todas ellas.



En función de la consistencia del suelo a cultivar, escogeremos una maquinaria más o menos potente. (Gentileza de LARDINI.)

3.4.2.1. Plasticidad

La plasticidad de un suelo se cualifica cuando el suelo está prácticamente saturado de agua. La plasticidad es la capacidad de un suelo de adquirir y mantener una nueva forma cuando se aplica una presión y luego se retira. La plasticidad de un suelo puede evaluarse como ligeramente plástico, plástico o muy plástico. Lo que confiere plasticidad a un suelo es su contenido en arcilla: a más porcentaje de arcilla, mayor será su plasticidad.

3.4.2.2. Adhesividad

La adhesividad de un suelo, al igual que la plasticidad, se cualifica cuando el suelo está saturado de agua. Se define como la capacidad de un suelo de adherirse a otros objetos. Al igual que con la plasticidad, distinguimos suelos ligeramente adhesivos, adhesivos o muy adhesivos. Al igual que con la plasticidad, la adhesividad es directamente proporcional al contenido de arcillas. Así, un suelo muy arenoso se clasificará como ligeramente adhesivo o con adhesividad nula.

3.4.2.3. Firmeza

Llamamos firmeza la capacidad de un suelo de deformarse cuando se le aplica una determinada presión. Se cualifica de suelto, muy friable, friable, firme, muy firme o extremadamente firme. Esta determinación cualitativa se efectúa cuando el suelo tiene el 50% de sus poros saturados.

3.4.2.4. Dureza

La dureza se aprecia cuando el suelo está seco. Se define como la resistencia de un suelo seco a ser desmenuzado. Su escala cualitativa se evalúa como suelo suelto, flojo, ligeramente duro, duro, muy duro o extremadamente duro. Estos términos no describen solamente la dificultad de romper un determinado agregado, sino que expresan la resistencia a la penetración de las raíces y el esfuerzo necesario para cultivar o excavar un suelo.



En el equilibrio biocenótico, la cantidad de materia que pasa al estado orgánico por la fotosíntesis es la misma que vuelve a la laguna por la descomposición de los organismos, obteniéndose del sol la energía necesaria para mover este ciclo.

4. QUÍMICA DEL SUELO

Las propiedades químicas de los suelos, o la química del suelo, es la parte de la edafología que enlaza las características y propiedades anteriormente descritas de los suelos, y los abonos fertilizantes que serán tratados en el próximo capítulo.

Es sabido que las plantas se "alimentan" de sustancias químicas que, mediante la luz y el dióxido de carbono (CO_2), transforman en materia orgánica. También es conocido que el medio que utilizan para realizar todo el proceso fotosintético es el agua. Es decir, gracias al agua, las plantas succionan los iones químicos del suelo en estado de disolución, y mediante la luz solar y la absorción de CO_2, realizan, en las hojas, la fotosíntesis, consiguiendo materia orgánica y desprendiendo oxígeno (O_2).

La química del suelo comprende aspectos de la química de soluciones y de la química de fases sólidas (mineralogía). La zona de contacto entre la fase sólida y líquida es muy importante en la química del suelo. Ésta, en muchos aspectos, se relaciona con la química coloidal, en la cual las fuerzas superficiales juegan un papel destacado. En la mayoría de los suelos, los iones adsorbidos en la superficie de las partículas sólidas son mucho más numerosos que los que se encuentran verdaderamente disueltos. Los iones adsorbidos presentan un equilibrio de acción lenta con los iones absorbidos en el interior de las partículas minerales, y un equilibrio rápido con los iones disueltos en la fase líquida.

Relación de pH y pOH con la normalidad de soluciones alcalinas y ácidas

pH	Acidez (normalidad de H^+)	Alcalinidad (normalidad de OH^-)	pOH
0	1,0	0,000,000,000,000,01	14
1	0,1	0,000,000,000,000,1	13
2	0,01	0,000,000,000,001	12
3	0,001	0,000,000,000,01	11
4	0,0001	0,000,000,000,1	10
5	0,00001	0,000,000,001	9
6	0,000001	0,000,000,01	8
7	0,000,000,1	0,000,000,1	7
8	0,000,000,01	0,000001	6
9	0,000,000,001	0,00001	5
10	0,000,000,000,1	0,0001	4
11	0,000,000,000,01	0,001	3
12	0,000,000,000,001	0,01	2
13	0,000,000,000,000,1	0,1	1
14	0,000,000,000,000,01	1,0	0

4.1. El pH

El agua está constituida por un gran número de moléculas que representamos por H_2O; con ello indicamos que cada molécula resulta de la unión de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno. En la inmensa mayoría de las moléculas que componen una muestra de agua, dos átomos de hidrógeno se encuentran unidos a uno de oxígeno a través de enlaces sencillos: H-O-H. Pero en una pequeña fracción de las moléculas de agua (una por cada seiscientos millones), uno de estos enlaces no existe, por lo que estas moléculas se encuentran desdobladas en dos partes o iones con cargas eléctricas opuestas: H^+ y OH^-.

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

En el agua pura, el número de iones de uno y otro tipo será el mismo, ya que cada molécula de agua proporciona uno de cada clase. Se dice entonces que el agua es neutra. En un litro de agua, habrá tan sólo 0,1 microgramos de iones H^+, lo que supone una concentración de 0,0000001 gramos por cada litro, que se expresa como 10^{-7} g/l. Si añadimos una sustancia que aporte iones H^+ (un ácido), su concentración será mayor (por ejemplo, si aumenta 10 veces, será de 0,000001 o 10^{-6} g/l) y diremos que el agua se ha acidificado. Pero si la sustancia cede aniones OH^- (una base o álcali), disminuirá la concentración de H^+ (por ejemplo, si se reduce 100 veces, pasará a ser 0,00000001 o 10^{-8} g/l), ya que algunos de estos iones reaccionarán con los añadidos, para formar moléculas de agua.

Para evitar el manejo de estas cifras con tantos decimales o con potencias negativas de 10, se introdujo el concepto de pH, que es una medida de la concentración de iones H^+ en solución acuosa, y por tanto de su carácter ácido o básico: en lugar de 10^{-7}, 10^{-6}, 10^{-8}, se expresa la concentración de iones de H^+ diciendo que el pH es 7 (neutro), 6 (ácido) o 8 (básico), respectivamente. Debe destacarse que una solución de pH 5 tiene diez veces más iones de hi-

drógeno que una de pH 6 y 100 veces más que otra de un pH de 7, puesto que el incremento es en forma logarítmica. Cuanto más ácida es una solución acuosa, menor es su pH, y cuanto más básica o alcalina, mayor será el pH.

Como hemos visto, el agua no presenta resistencia a los cambios del pH, ya que éste se modifica al añadir cualquier ácido o base que aporte iones de H^+ u OH^-. Algunas sustancias en disolución aumentan la resistencia del agua a los cambios del pH, de forma que pequeñas adiciones de ácidos o bases no modifican su pH. Se llaman *soluciones tampón o amortiguadoras*, porque amortiguan los cambios de pH debidos al aumento de las concentraciones de los iones de H^+ y OH^-. Si se ponen en contacto dos medios con diferente poder tampón, el pH final de la mezcla vendrá dominado por el de la sustancia que tenga mayor capacidad tampón.

4.1.1. Determinación del pH

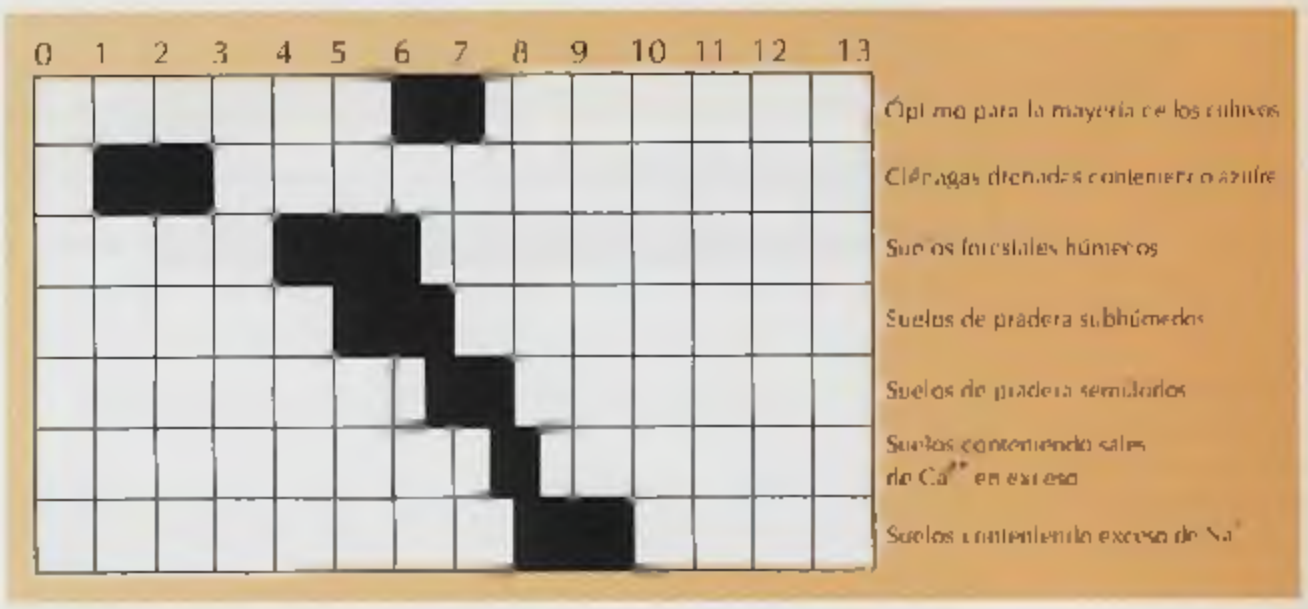
El pH se determina en el laboratorio tomando una disolución de una ***alícuota*** de suelo en agua destilada. Mediante un ***pHmetro,*** se determina la concentración de iones H^+ OH^- a una temperatura estándar de 25°C. Se ofrece una pequeña tabla en la columna siguiente para interpretar los resultados analíticos del pH de los suelos. Compruebe en la tabla bajo estas líneas los términos empleados para la descripción de las diferentes escalas del pH.

pH	Denominación
Inferior a 4,0	Extremadamente ácido
4,0 a 5,0	Muy fuertemente ácido
5,0 a 5,5	Fuertemente ácido
5,5 a 6,0	Moderadamente ácido
6,0 a 6,7	Ligeramente ácido
6,7 a 7,3	Rango neutro
7,0	Neutro
7,3 a 8,0	Débilmente alcalino
8,0 a 8,5	Moderadamente alcalino
8,5 a 9,0	Fuertemente alcalino
9,0 a 10,0	Muy fuertemente alcalino
Superior a 10,0	Extremadamente alcalino

4.1.2. El pH del suelo

Con referencia a la figura donde se indican los pH de algunos suelos típicos, diremos que la mayoría de ellos oscilan entre un pH de 4 y 8. Casi todos los suelos con un pH superior a 8 tienen un problema de salinidad o un elevado porcentaje de Na^+ en sus sitios de intercambio catiónico. Los suelo con pH alrededor de 4 poseen ácido sulfúrico.

Los procesos de lavado eliminan bases del suelo y, por tanto, con el tiempo tienden a provocar un descenso del pH. Este proceso de descenso natural es particularmente importante en los suelos jóvenes y pierde influencia en los seniles, donde los procesos meteorizantes han eliminado la mayoría de las arcillas de estructura 2:1.



Suelos típicos con su pH correspondiente. Tomado de Thompson (1988)

La aportación de materia orgánica da lugar a la formación de ácidos orgánicos que desplazan las bases del complejo de intercambio y acidifican el terreno porque disminuyen el porcentaje de saturación de bases.

Los procesos de lavado se intensifican en condiciones ácidas, porque la meteorización que predomina en ellas libera más cationes y son menos los retenidos en los sitios de intercambio. Los bosques que se ubican en climas húmedos suelen originar suelos más ácidos que los prados de gramíneas, puesto que la iluviación lava las bases de intercambio y acidifica el terreno.

pH ordenados de mayor acidez a mayor alcalinidad y su correspondiente terminología



Una ***alícuota*** es una parte exacta y conocida de una muestra. La muestra puede ser de cualquier material, sea éste sólido, líquido o gaseoso. A menudo se utiliza la palabra alícuota en la analítica de los laboratorios.

pHmetro: aparato que sirve para medir el pH de una disolución.



Disponibilidad de nutrientes para las plantas en función del pH del suelo. Tomado de Troug (1946)

4.1.3. Efecto del pH en los nutrientes

El efecto del pH sobre el crecimiento de las plantas ocurre a nivel de la nutrición. El pH del suelo influye en la tasa de liberación de nutrientes por meteorización, en la solubilidad de todos los materiales del suelo y en la cantidad de iones nutritivos almacenados en los sitios de intercambio catiónico. El pH es, pues, una buena orientación para predecir cuáles son los nutrientes que pueden encontrarse en estado deficitario. El gráfico sobre estas líneas muestra las probabilidades relativas de solubilización para cada nutriente a diversos pH. Ante el problema del pH que puede bloquear los nutrientes, el agricultor tiene dos alternativas: aplicar enmiendas para llevar el suelo a un pH más favorable, o proporcionarle suficientes fertilizantes para reparar la deficiencia a pesar del pH. Las exigencias nutritivas varían con la especie vegetal y, en consecuencia, también es variable el pH más adecuado. Generalmente, el pH óptimo oscila entre 6,0 y 7,5, porque en este intervalo, todos los nutrientes se muestran razonablemente accesibles, a excepción de las plantas acidófilas que prefieren pH ácidos en torno a 5 o 6, como por ejemplo las azaleas, los rhododendros o los fresales.

4.2. SALINIDAD

Cuando, por cualquier causa, se interrumpe el drenaje del suelo (sobre todo en regiones áridas y semiáridas, con poca lluvia y mucha evaporación), se favorece la acumulación de sales en la superficie o cerca de ella. Este fenómeno se debe a la evaporación de agua llevada a la superficie por el movimiento capilar ascendente, acumulándose gradualmente las sales en el horizonte superficial.
En general, se produce salinidad cuando la presencia de sales llega a modificar las características químicas del suelo, En los suelos salinos, abundan los sulfatos y los cloruros de Na, Ca, Mg y K que se concentran en el horizonte "A" de los suelos áridos. En condiciones extremas de sequedad, importantes cantidades de los sulfatos y cloruros citados pueden llegar a formar una costra blanca en la superficie del suelo. Esta costra recibe el nombre de **salitre blanco** o **Solončak.**
Los carbonatos de los metales comunes, especialmente el sodio y también el potasio disuelven la M.O. del suelo (produciendo humatos solubles), dando así un color oscuro a la solución y a la costra de sales (**salitre negro o Solonetz**). El salitre negro puede deberse, también, al cloruro cálcico o a un exceso de nitrato sódico. Este salitre o álcali-negro es tóxico para las plantas a concentraciones mucho menores que el álcali o salitre blanco, puesto que, además, tiene una alcalinidad muy elevada.
Es fácilmente comprensible que una alta concentración de sales en los horizontes superficiales "A" impida que la planta se alimente por los procesos osmóticos descritos anteriormente; el gradiente bárico resulta demasiado elevado en el suelo, debido a las sales, para que la planta pueda absorber los cationes.

4.2.1. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica o C.E., es la evaluación, en el laboratorio, de la salinidad. Esta determinación, de fácil realización, consiste en disolver una alícuota de suelo en agua destilada y, mediante un ***conductímetro,*** determinar la conductividad en ***milisiemens*** a 25°C. El valor obtenido por el conductímetro se multiplica por el valor empírico 0,64, obteniendo así la cantidad de sales totales en miligramos por litro. Esta determinación se basa en el fundamento de que el agua destilada tiene conductividad 0 y, por lo tanto, cualquier medida de la conductividad de una disolución deberá provenir de las sales en ella disueltas. Se relaciona, bajo estas líneas, una pequeña tabla para interpretar los resultados analíticos de la conductividad de los suelos.

Valores de conductividad eléctrica y su correspondiente valoración

C.E. mS cm^{-1} (milisiemens por cm)	Valoración
< 0,6	No salino
0,6-1,2	Poco salino
1,2-2,4	Salino
2,4-6,0	Muy salino
> 6,0	Hipersalino

4.2.2. Origen de la salinidad

En las bibliografías especializadas se mencionan cuatro hipótesis sobre el origen de la salinidad. En la primera de ellas se habla de la existencia de suelos salinos antes de la intervención del hombre, como por ejemplo por causas marinas o continentales. La salinidad en el suelo aumenta también por acción humana al emplear agua salada como riego sobre suelos inicialmente "sanos". Si el suelo recibe, por riego y lluvia, la cantidad de agua que corresponde exactamente al consumo preciso para los vegetales y para la evaporación del suelo, las sales que la vegetación no absorbe se acumularán, pues el agua de riego, cualquiera que sea su origen, está siempre mineralizada, aunque sea débilmente. Esto no ocurre en zonas húmedas y ocurre en cambio en las zonas áridas y semiáridas, puesto que en las zonas húmedas, la misma cantidad en exceso de agua sirve para lavar las sales e iluviarlas hacia las profundidades de la capa freática. Una tercera hipótesis explica que en

Conductímetro: aparato que sirve para medir la conductividad eléctrica.

La unidad siemens (del nombre de W. von Siemens) es la medida de la conductancia y la admitancia eléctrica. Su valor es el inverso del ohmio (ohm) y se representa por la letra S. Así 1 S = 1/1 Ω. El siemens es la medida aceptada por el S.I., aunque en E.E.U.U. se utiliza el mhos (Inversión de Simon Ohm). El ***milisiemens*** o mS (mil veces menor al siemens) y el microsiemens o µS (un millón de veces menor) también son valores usuales.

suelos donde exista una capa subyacente salina por ascensión capilar, las sales llegarán a los horizontes superficiales del cultivo. Finalmente, comentaremos que un exceso de fertilización que las plantas no podrán absorber, salinizará, con el tiempo, el suelo.

4.2.3. Efectos de la salinidad

El mecanismo de acción de la salinidad del suelo desfavorable para las plantas parece ser doble. Por un lado, el aumento de las sales disueltas en el agua del suelo dificulta la absorción de los nutrientes (por un proceso de simple ósmosis, el agua de las raíces tiende a salir al suelo en lugar de entrar el agua con nutrientes del suelo en las raíces). Por otro lado, ciertas sales en concentraciones excesivas dentro de la planta producen ***fitotoxicidad***.

La sensibilidad de los vegetales a la salinidad del suelo es variable en función de las especies. A menudo, los vegetales que tienen su hábitat próximo a la franja costera resisten mucho mejor que las plantas autóctonas de bosques húmedos del interior de los continentes. Ofrecemos al lector una relación de plantas clasificadas en función de su tolerancia a la salinidad. Esta tolerancia se mide en términos de elevada, media y baja.

Tolerancia elevada	Tolerancia media	Tolerancia baja
Palmera datilera	Olivo	Peral
Remolacha de mesa	Vid	Manzano
Rosa	Melón	Naranjo
Espárrago	Tomate	Pomelo
Espinaca	Col	Ciruelo
Albardín	Coliflor	Almendro
Hierba de las Bermudas	Lechuga	Albaricoquero
Hierba de Rhodes	Patata	Melocotonero
Centeno silvestre del Canadá	Zanahoria	Fresal
Grama	Guisante	Frambuesa
Cebada	Calabaza	Aguacate
Loto	Melilloto	Rábano blanco
Remolacha azucarera	Bromo de montaña	Apio
Nabina	Trébol fresa	Judía
Algodón	Pasto de Dallis	Trébol blanco
	Pasto del Sudán	Alopecum de los prados
	Alfalfa	Trébol híbrido
	Festuca elevada	Trébol rojo
	Centeno	Trébol ladino
	Trigo	Haba
	Avena	
	Dactilo	
	Festuca de los prados	
	Alpiste	
	Bromo racimoso	
	Arroz	
	Sorgo	
	Maíz	
	Girasol	

Relación de plantas en función de su sensibilidad a los suelos salinos. Tomado de U.S. Salinity Laboratory Staff (1954)

4.3. CARBONATOS

Dedicamos un pequeño apartado a la explicación y evaluación de los carbonatos ($CaCO_3$). Ya explicamos, en el apartado de densidades y porosidad, que la parte sólida de los suelos consta esencialmente de silicatos, carbonatos y materia orgánica. Descartando la parte orgánica, nos quedan, para la parte mineral, los silicatos y los carbonatos. Algunos suelos son compuestos sólo por silicatos y materia orgánica; otros, además, contienen un porcentaje de carbonatos considerablemente alto. Los carbonatos son determinantes en la fertilidad de un suelo, puesto que, como veremos al hablar de los elementos nutritivos, el catión calcio (Ca^{++}) es porcentualmente muy superior al resto de cationes (Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}) y a menudo predomina sobre los demás cationes.

4.3.1. Determinación de carbonatos

La determinación de los carbonatos tiene dos facetas: una *in situ* (en el campo) y otra *in vitro* (en el laboratorio). Una primera aproximación a su valor se realiza en el propio campo, vertiendo unas gotas de ácido clorhídrico sobre una alícuota de suelo. La reacción del ácido con el carbonato produce efervescencia, que no es más que el dióxido de carbono que se desprende:

$$2\,HCl + CaCO_3 = CO_2 + CaCl_2 + H_2O$$

Si en la prueba previa, en el campo, no obtenemos ningún tipo de efervescencia, significa que estamos en un suelo silíceo sin presencia de carbonatos. Si, por lo contrario, obtenemos efervescencia, debemos realizar en el laboratorio la evaluación del porcentaje de carbonatos. Esta determinación se realiza mediante un aparato llamado calcímetro de Bernard, cuyo fundamento es el mismo utilizado en la prueba previa en el campo, o sea la medición del dióxido de carbono liberado. Conociendo el volumen de CO_2, podemos determinar el porcentaje de $CaCO_3$.

4.3.2. Evaluación de resultados

Bajo estas líneas se ofrece una pequeña tabla para la interpretación de los resultados. Nótese que un 5% de carbonatos suele asegurar un buen contenido de cationes Ca^{++} adsorbidos al complejo arcillo-húmico y, consecuentemente, suficientes para la nutrición de las plantas en este elemento. Si el porcentaje es del 10%, toda la dinámica físico-química del suelo está regida por los carbonatos y, debido al alto porcentaje de iones Ca^{++} (que privan de que otros elementos ocupen los sitios negativos del complejo arcillo-húmico), es conveniente no escoger, para su cultivo, ***plantas calcífugas.***

Porcentajes	Valoración
0-1	Muy bajo
1-10	Bajo
10-30	Medio
30-60	Alto
> 60	Muy alto

Contenidos en porcentaje de carbonatos $CaCO_3$ en un suelo y su correspondiente valoración

4.4. CARACTERIZACIÓN DEL COMPLEJO ADSORBENTE (C.I.C.)

Los minerales silicatos de la arcilla, la alofana y el humus, reciben el nombre de **complejo arcillo-húmico**. Estos componentes sólidos del suelo poseen todos la importante característica conocida por la capacidad de intercambio de cationes o C.I.C.

4.4.1. Concepto de adsorción

Todos estos materiales (arcilla, alofana y humus) poseen cargas negativas, por lo que atraen cationes. Esta atracción y retención de los cationes disueltos en la fase líquida del suelo hacia el complejo arcillo-húmico (o fase sólida) se llama internacionalmente **adsorción**.

Llamamos ***fitotoxicidad*** la toxicidad producida por cualquier sustancia referida a un vegetal.

Se denominan ***plantas calcífugas*** aquellas que no viven bien en suelos calcáreos.

Por contra, los cationes del complejo arcillo-húmico (ya adsorbidos) son ahora **absorbidos** por las plantas e incorporados en su interior. Probablemente, la absorción tiene unos enlaces químicos más fuertes que la adsorción.
Suele llamarse **sorción** la combinación de los dos procesos. Por un lado, los nutrientes con cargas positivas se adsorben al complejo arcillo-húmico y, por otro lado, los vegetales absorben estos nutrientes para su nutrición.
Por extensión, llamaremos **desorción** el desplazamiento de iones desde la fase sólida del suelo hacia la fase líquida o solución por la acción de otro ion, cuya fuerza (carga eléctrica) es mayor que la del ion desplazado.

4.4.2. Caracterización de la C.I.C.

Un ***miliequivalente*** es la cantidad de material que se combina con, o sustituye a, un miligramo de hidrógeno. El número de miligramos de un miliequivalente se calcula dividiendo el peso atómico o molecular o iónico por su valencia. El número de Avogadro ($6{,}022045 * 10^{23}$ mol^{-1}) de cargas reactivas corresponde a 1 equivalente o a 1000 miliequivalentes.

Los minerales silicatos de la arcilla, la alofana y el humus, poseen cargas negativas, que atraen cationes. Estos cationes se consideran cambiables si pueden ser sustituidos por otros igualmente disueltos en el medio húmedo que rodea las partículas. La sustitución es posible si los enlaces no son muy fuertes y si los sitios son accesibles a la solución del suelo.
Estos cationes adsorbidos por el complejo arcillo-húmico serán la fuente de los nutrientes para el desarrollo de los vegetales. La capacidad de intercambio catiónico es vital para el crecimiento del mundo vegetal; en suelos muy arenosos carentes de humus y arcilla, donde la capacidad de intercambio es ínfima, la vida vegetal es prácticamente inexistente.
Existe una determinada analítica en el laboratorio para determinar la capacidad de intercambio catiónico. Esta analítica es extremadamente compleja, más por su duración en el tiempo que por su complejidad intrínseca. Sin embargo, se puede determinar la C.I.C. de un modo estimativo si disponemos de los porcentajes de materia orgánica y arcilla.
Al tomar como referencia la tabla bajo estas líneas, que expresa los valores de la capacidad de intercambio de cationes en ***miliequivalentes*** por 100 gramos de suelo, podemos, a modo de ejemplo, probar el cálculo de la C.I.C. de un determinado suelo.

Capacidad de la C.I.C. (Capacidad de Intercambio de Cationes) de algunas arcillas y del humus. Thompson (1988)
A la derecha: Tabla de valores de la C.I.C. y sus valoraciones

	Capacidad de intercambio de cationes, en meq/100 g	
	Valor representativo	Intervalo corriente
Humus	200	100-300
Vermiculita	150	100-200
Alofana	100	50-200
Montmorillonita	80	60-100
Ilita	30	20- 40
Clorita	30	20- 40
Turba	20	10- 30
Caolinita	8	3- 15

Suponiendo que, en el momento de emprender la dirección de una explotación agrícola, hubiésemos encargado a un laboratorio agrario el análisis de la textura de un suelo, juntamente con el porcentaje de la materia orgánica (humus), tendríamos a nuestra disposición los siguientes datos: Suelo de TEXTURA FRANCA con un 3% de materia orgánica (humus), cuyo análisis textural, según el Ø de las partículas, corresponde al 20% de arcillas, al 40% de limo y al 40% de arenas, siendo los porcentajes de los distintos tipos de arcillas sobre el total del análisis textural de un 3% de vermiculita, el 7% de montmorillonita, el 9% de ilita y el 1% de caolinita. A partir de ahí, operaríamos de la siguiente manera:

3% de humus	0,03 * 200 = 6,00
3% de vermiculita	0,03 * 150 = 4,50
7% de montmorillonita	0,07 * 80 = 5,60
9% de ilita	0,09 * 30 = 2,70
1% de caolinita	0,01 * 8 = 0,08
	18,88 meq

Tal suelo tendría una C.I.C de 18,88 meq. por 100 g de suelo.

4.4.3. Interpretación de resultados

En realidad, la C.I.C. nos está midiendo la fertilidad de un suelo, o sea el grado de capacidad para almacenar cationes. Al evaluar la C.I.C. en el laboratorio, ésta debe ser de un valor aproximado igual a los miliequivalentes sumados de los cationes. La cantidad de cada catión puede ser determinada en el laboratorio por distintos procesos y los resultados se expresan también en miliequivalentes por 100 gramos de suelo. Así, obtendríamos los miliequivalentes de Ca^{++}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, cuya suma debería acercarse mucho al valor de la C.I.C. calculada mediante otra analítica de laboratorio.
Podemos considerar la C.I.C. como un armario, cuyas dimensiones dependen de la M.O. y las arcillas, y cuyo espacio nos sirve para guardar los alimentos de las plantas, es decir cationes.
Consulte la tabla bajo estas líneas para cotejar la capacidad de intercambio de un suelo en concreto y poder discernir si estamos ante un suelo con gran capacidad para la retención de cationes o no.

C.I.C. en meq/100 g	Valoración
< 5	Pobre
5-10	Bajo
10-15	Normal bajo
15-25	Normal alto
25-40	Alto
> 40	Muy alto

4.5. ELEMENTOS NUTRITIVOS

Sabemos que las plantas se alimentan de iones, los cuales penetran en la planta debido a una diferencia de potencial hídrico del continuo suelo-planta-atmósfera, y que estos iones inorgánicos son transformados mediante la fotosíntesis en energía y materia orgánica para la planta.
Sabemos también que el origen de estos iones son los minerales del suelo y sus diversas formulaciones. Estos iones procedentes de los minerales que se meterorizan, se ionizan (se cargan positiva o negativamente) cuando se disuelven en la fase líquida del suelo. La mayoría de los minerales son muy insolu-

bles, pero siempre existe una pequeña parte que se ioniza en cuanto el mineral entra en contacto con la fase líquida del suelo.
Aprendimos que estos iones en disolución, cuando tienen cargas positivas, quedan retenidos en el complejo arcillo-húmico, puesto que éste posee cargas negativas. Los principales cationes son, ordenados por su abundancia: Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+} y NH_4^{+}. Esto ocurre en los suelos carbonatados o con pH básico, pero en los ácidos o con pH ácido, suele haber presencia de Al^{+++}, Fe^{+++} y H^{+}. La concentración de cationes adsorbidos en el complejo de cambio es muy superior a los cationes libres en disolución, principalmente porque estos últimos sufren pérdidas por lavado.
Los cuatro cationes reseñados (calcio, magnesio, sodio y potasio) (Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}) en la tabla son los más frecuentes y representan el 99% de los que se encuentran adsorbidos por las arcillas y el humus. Los demás, como el ion de amonio, el hierro, el cobalto, el cobre, el manganeso, el cinc (NH_4^{+}, Fe^{++}, Co^{++}, Cu^{+}, Mn^{++}, Zn^{++}) y otros, representan sólo el 1% de los cationes existentes en el suelo, pero su presencia mínima suele ser suficiente, aunque vital, para las necesidades de estos elementos por parte de las plantas.
Pero el complejo de intercambio posee también cargas positivas, lo que viene a llamarse **complejo de intercambio aniónico** (C.I.A.), donde se adsorben aniones o iones con carga negativa. Los sitios de intercambio aniónico pueden resultar de grupos amina (radicales nitrogenados) en el humus, o bien de enlaces terminados con un catión en el borde de un mineral de arcilla, o finalmente de un grupo hidroxilo (OH^{-}) que se ioniza con materiales como $Al(OH)_3$ o $Fe(OH)_3$.
La probabilidad de que se ionicen cantidades importantes de OH^{-} depende, en parte, de la abundancia de minerales que lo contengan y, en parte, del pH. Aumenta en suelos muy meteorizados y lavados, porque los compuestos de Al y Fe tienden a acumularse en ellos y porque, en condiciones ácidas, la mayor parte de OH^{-} ionizado se combina con H^{+} para formar agua.

Componente	Iones
Calcita	$(Ca^{++})\ (CO_3^{--})$
Sulfato cálcico	$(Ca^{++})\ (SO_4^{--})$
Hidroxiapatito	$(Ca^{++})^5\ (PO_4^{---})^3\ (OH^{-})$
Hidróxido de aluminio	$(Al^{+++})\ (OH^{-})^3$
Hidróxico férrico	$(Fe^{+++})\ (OH^{-})^3$
Variscita	$(Al^{+++})\ (OH^{-})^2\ (H_2PO_4^{-})$

Base	Ca^{++}	Mg^{++}	K^{+}	Na^{+}	Otras bases
Porcentaje sobre el total de bases intercambiables	75-85	12-18	1-5	1	1



Dean & Rubins confirmaron, en 1947, que parte de la capacidad de intercambio de aniones y cationes se origina en los bordes de los cristales de arcilla. La igualdad en el número de cargas positivas y negativas en los bordes de las estructuras cristalinas, puede ser alterada por variaciones de pH. La capacidad de cambio aniónico aumenta con pH bajo (ácido) mientras que la de cationes aumenta con pH alto (básico).
A menudo, las bibliografías más especializadas relegan a un segundo plano el intercambio de aniones, sea porque este último queda frecuentemente enmascarado por el intercambio de cationes, sea porque su estudio está todavía en los albores, sea porque la mayoría de suelos presentan un carácter marcadamente catiónico, y sólo se han encontrado suelos con un potente carácter aniónico en terrenos muy meteorizados y extremadamente ácidos del trópico. Los aniones más frecuentes son: los fosfóricos trivalentes, divalentes y monovalentes (PO_4^{3-},$HPO_4^{=}$,$H_2PO_4^{-}$), carbonatos y bicarbonatos (CO_3^{-},HCO_3^{-}), sulfatos, bisulfatos y nitratos ($SO_4^{=}$,HSO_4^{-},NO_3^{-}), grupos hidroxilos y cloruros (OH^{-},Cl^{-}).
Las raíces de las plantas pueden absorber los iones de la fracción líquida del suelo o bien extraerlos del complejo arcillo-húmico. El gasto de energía de la planta es mucho menor si la absorción la realiza desde la fase líquida que desde la fracción arcillo-húmica, pero la disponibilidad de nutrientes es mucho más elevada en la fracción, porque los iones en disolución son lavados hacia la capa freática y su concentración en la fase líquida del suelo es menor.
Al tratar el tema siguiente sobre fertilidad, aprenderemos a modificar la concentración de los iones de la fase líquida del suelo o del complejo arcillo-húmico mediante abonos químicos u orgánicos.

Algunos minerales del suelo y los iones que se desprenden de ellos. La mayoría de los minerales son muy insolubles, pero siempre existe una pequeña parte que se ioniza en contacto con la fase líquida del suelo.

Porcentajes medios de cationes retenidos en el complejo arcillo-húmico. Nótese que el ión Ca^{++} tiene una representación elevadísima en porcentaje respecto a los demás cationes.

5. SUELOS ARTIFICIALES, SUBSTRATOS

El suelo mineral es el medio de cultivo universal para el crecimiento vegetal aunque, en las plantas cultivadas en maceta o contenedor, ha sido progresivamente sustituido por substratos con proporción mayoritaria de elementos orgánicos.
Llamamos substrato el suelo artificial, de origen orgánico o no, que se utiliza para el cultivo de diversas plantas y, especialmente, las ornamentales cultivadas en invernadero.
El tema que nos ocupa podría venir incluido en el tema de invernaderos de esta enciclopedia, puesto que los suelos artificiales o substratos están íntimamente ligados a la práctica del cultivo en invernadero. Pero dado que, en muchas ocasiones, se utilizan substratos artificiales para la corrección de las propiedades físicas, químicas, retención de agua y nutrientes de los suelos minerales ubicados en el exterior, hemos considerado pertinente reubicarlo dentro del tema de los suelos, dada su creciente importancia dentro de la agricultura en sustitución del suelo mineral clásico.

Fitopatología: palabra de origen griego cuyas raíces son *fito*, que significa planta, y *patología*, estudio de las enfermedades y/o carencias, sus causas y la fisiología del ser que las sufre, lo que por inducción nos lleva a describir fitopatología como la ciencia que estudia las carencias y enfermedades de las plantas.

5.1. ASPECTOS GENERALES DE LOS SUBSTRATOS

Además de servir de soporte y anclaje de la planta, el substrato o suelo artificial debe suministrar a la planta, al igual que el suelo mineral, las cantidades adecuadas de aire, agua y nutrientes minerales.
Si las proporciones de estos componentes no son las adecuadas, el crecimiento de la planta puede verse afectado y originar diversas ***filopatologías,*** entre las cuales cabe citar:

- **Asfixia** debida a la falta de oxígeno, que impide la respiración de las raíces y de los organismos vivos que habitan el suelo.
- **Deshidratación** debida a la falta de agua, que puede llegar a producir la muerte de la planta.
- **Exceso o carencia de nutrientes minerales**, desequilibrio entre sus concentraciones, que limita el crecimiento de las plantas.
- **Enfermedades** producidas indirectamente por las causas anteriores, al volverse las plantas más susceptibles al ataque de los virus, bacterias, hongos, etc.

Propiedades físicas de algunos substratos. Tomado de Pagés & Matallana (1984)

Material	Aireación	Retención de agua	Contenido de nutrientes
Turba	Buena	Buena	Pobre
Arena	Pobre/buena	Pobre	Nulo
Perlita	Muy buena	Pobre/buena	Nulo
Poliespan	Muy buena	Nula	Nula
Vermiculita	Pobre/buena	Buena	Pobre/buena
Lana de roca	Muy buena	Pobre	Pobre
Lana de roca absorbente de agua	Pobre	Muy buena	Pobre
Corteza picada	Muy buena	Buena	Pobre

Propiedades generales de algunos ingredientes de substratos. Tomado de Richardson (1992)

El estudio de un substrato se realiza desde el mismo prisma que el del suelo mineral. Así, el estudio de la materia orgánica, la mineral (aunque su porcentaje sea mucho menor), la granulometría del substrato, su densidad, porosidad, estructuración, el agua y su dinámica, y la química de substratos, con el pH, salinidad, C.I.C, etc., son las mismas distinciones que hacíamos para un suelo mineral.
En los próximos apartados, en los que definimos las características físicas y químicas de los substratos, sólo daremos una serie de consideraciones generales. Estas consideraciones son las diferencias más patentes entre los suelos minerales y los substratos.

5.1.1. Propiedades físicas

Si al hablar de la composición del suelo mineral establecíamos una comparativa de los distintos elementos que lo componen, que en porcentaje vienen a ser del 50% de materia sólida, al hablar de substratos, la materia mineral disminuye mucho y es ocupada por la orgánica. En los diagramas de la página siguiente se muestra comparativamente la diferencia de porcentajes constitutivos entre un suelo mineral y un substrato artificial y orgánico después de haberlos saturado de agua y haberlos dejado drenar libremente, es decir cuando los dos están a capacidad de campo. Las proporciones de las fases sólida, líquida, y gaseosa en un medio de cultivo, varían con la naturaleza del medio y con las condiciones exteriores (drenaje, temperatura, humedad, etc.

Sustrato	M.O. %	d_a g/cm^3	d_r g/cm^3	p %
Turbas rubias	87,7	0,076	1,35	94,3
Turbas negras	55,5	0,296	1,83	83,7
Corteza de pino	69,6	0,286	1,64	82,6
Mantillo de bosque	62,3	0,303	1,75	82,6
Corcho	—	0,145	0,922	84,3
Orujo de uva	91,0	0,156	1,33	88,3
Cascarilla de arroz	86,9	0,103	1,39	92,6
Desecho de lana	79,0	0,153	1,50	89,5
Tierra volcánica	<1,00	0,682	2,65	74,2
Perlita	1,37	1,13	2,63	95,2
Vermiculita	8,96	0,146	2,52	94,2

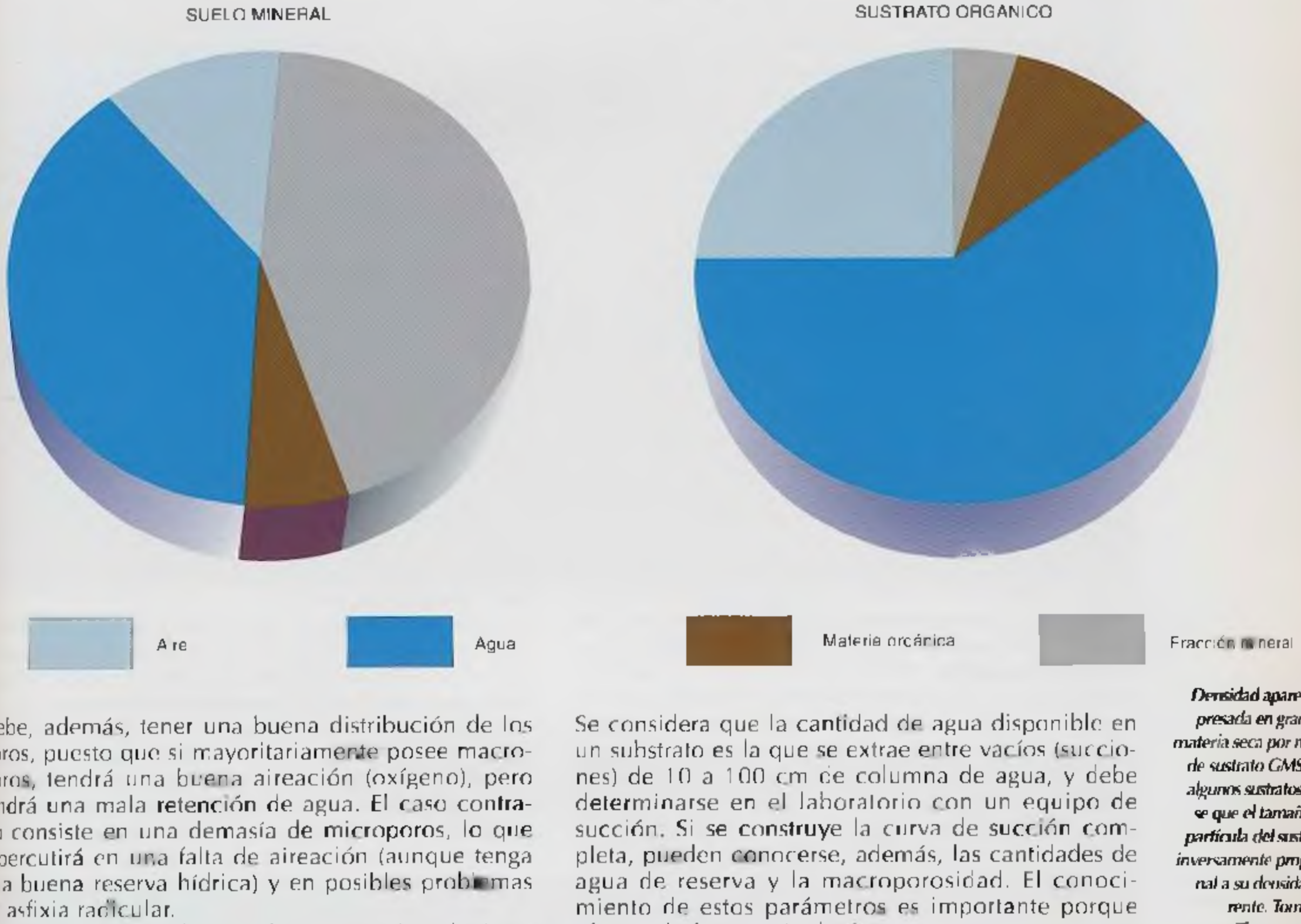
Lo primero que llama la atención es la proporción muy inferior de fase sólida del substrato respecto al suelo mineral (no hay que olvidar que la M.O. tiene mucha porosidad), lo que indica que, en un volumen determinado de substrato, habrá más espacio disponible para el agua y el aire que en un mismo volumen de suelo mineral. Esto explica que las plantas puedan desarrollarse en volúmenes de substrato reducido, como los contenidos en una maceta.
Por lo general, si un substrato no posee una fertilidad adecuada, puede mejorarse añadiendo enmiendas o abonos, o lavando con agua para eliminar el

SUSTRATO	Dr g/cm^3
Turba rubia	1,55
Arena	2,62
Vermiculita	2,61
Suelo mineral	2,54
Perlita	2,37
Cortezas	2,00
Agujas de pino	1,90

Propiedades físicas de los substratos. Densidades reales de diferentes tipos de substratos. Tomado de Wilson (1984)

exceso de las sales. Pero si su estructura física resulta inadecuada, difícilmente podremos mejorarla. Esta imposibilidad de mejorar la estructura del substrato en un contenedor hace que se preste mayor atención a las propiedades físicas de éste que a sus propiedades químicas.

El reducido volumen de un medio de cultivo en contenedor respecto a un suelo natural de campo, implica que las propiedades físicas de aireación y retención de agua que debe cumplir un substrato sean mucho más exigentes. En primer lugar, deberá tener un 85% o más de porosidad, para que pueda alojar en el mínimo espacio del contenedor cantidades elevadas de aire y agua.



Comparación de la composición de un suelo mineral y un sustrato organico

Debe, además, tener una buena distribución de los poros, puesto que si mayoritariamente posee macroporos, tendrá una buena aireación (oxígeno), pero tendrá una mala retención de agua. El caso contrario consiste en una demasía de microporos, lo que repercutirá en una falta de aireación (aunque tenga una buena reserva hídrica) y en posibles problemas de asfixia radicular.

La porosidad total de un substrato puede calcularse fácilmente (como hacíamos con el suelo mineral) si se conoce su densidad aparente y real. La porosidad nos permitirá determinar valores importantes de cualquier substrato, como la cantidad de substrato contenido al comprar un volumen determinado, el grado de mineralización de algunos componentes, la inclusión de material mineral y además, controlar el grado de compactación. Si el substrato contiene aditivos con estructura celular de poros cerrados, como es el caso de la perlita o el poliespán, es necesario determinar la densidad real por el método picnométrico para calcular la porosidad efectiva o abierta.

La cantidad total de agua retenida por un substrato depende de la proporción de poros de pequeño tamaño y del espesor o altura del substrato dentro del contenedor. Cuanto mayor sea esta última, mayor será la cantidad de agua retenida por unidad de volumen de substrato.

Pero aunque la retención de agua de un substrato sea elevada, puede ocurrir que se encuentre absorbida en los microporos de pequeño tamaño con una fuerza superior a la succión que la planta es capaz de ejercer, por lo que no se encontrará disponible. Interesa conocer, por tanto, la cantidad de agua disponible, que dependerá del tamaño de los poros más pequeños y de la concentración de sales en la solución acuosa. Cuanto mayor sea esta última, mayor será la succión que tendrá que aplicar la planta, pudiéndose llegar, en casos extremos, a la deshidratación de la misma.

Se considera que la cantidad de agua disponible en un substrato es la que se extrae entre vacíos (succiones) de 10 a 100 cm de columna de agua, y debe determinarse en el laboratorio con un equipo de succión. Si se construye la curva de succión completa, pueden conocerse, además, las cantidades de agua de reserva y la macroporosidad. El conocimiento de estos parámetros es importante porque afecta a la frecuencia de riego.

Densidad aparente expresada en gramos de materia seca por mililitro de sustrato GMS/ml de algunos sustratos. Nótese que el tamaño de la partícula del sustrato es inversamente proporcional a su densidad aparente. Tomado de Thomson (1988)

Ingrediente	Tamaño, mm	Densidad aparente, g/ml
Turbas de musgo		0,03-0,14
		(la mayoría alrededor de 0,1)
Corteza de pino	2-5	0,12
	0,5-1	0,21
	< 0,5	0,30
	mezcla	0,25 0,27
Serrín de eucaliptus		0,23
Arena	0 5-1	1,28
Arcilla		1,2
Diatomita		0,42
Atapulgita calcinada	0,5-1	0,53
Lignito	0,5-1	0,47
	0,1-0,5	0,46
Vermiculita, exfoliada	1-2	0,13
Arcilla en pelets		0,3-0,6
Perlita	2-5	0,25
Escoria	0,5-2	0,85

La porosidad del aire es la propiedad física más importante en los substratos, y puede determinarse también por métodos sencillos, algunos de los cuales se encuentran al alcance del agricultor.
Si un substrato tiene un valor bajo de porosidad de aire, deberá limitarse el riego, sobre todo en invierno, en que las pérdidas de agua por evapotranspiración son bajas, para no saturar con agua los macroporos ocupados por aire. Por lo contrario, un substrato con elevada porosidad de aire deberá ser regado frecuentemente en verano, para reponer las pérdidas de agua.
En general, las propiedades físicas de un substrato no pueden predecirse de forma sencilla a partir de sus ingredientes, ya que éstos varían mucho de unas zonas a otras y, además, al mezclarlos, se producen interacciones entre los componentes, que hacen que las propiedades físicas de la mezcla final no sea la media de la de sus ingredientes. Por ello, es necesario determinar en cada caso las propiedades de los ingredientes o mezclas utilizadas, lo que, en algunos casos, puede realizarse en la propia explotación y, en otras ocasiones, en un laboratorio.

5.1.2. Propiedades químicas

La acidez o pH es uno de los parámetros más importantes a la hora de caracterizar un substrato, ya que de su valor dependerán:

- La posible presencia de compuestos de aluminio o manganeso, que son tóxicos para los organismos de las plantas y limitan su crecimiento.
- La asimilabilidad de nutrientes minerales, ya que su disponibilidad para las raíces de la planta depende en gran medida del pH.
- La cantidad de nutrientes retenidos como reserva en el complejo de cambio, ya que la capacidad de la materia orgánica aumenta mucho con el pH. De ahí la importancia de conocer el valor de la C.I.C. y el pH del substrato.

También el pH afectará a la solubilidad del fósforo, que será tanto mayor cuanto menor sea el valor del pH, por lo que aumentarán los riesgos de que se produzcan pérdidas por lixiviación o toxicidad por concentraciones excesivamente elevadas.

Propiedades químicas de los sustratos. Capacidad de intercambio catiónico en diferentes tipos de sustratos. Tomado de Wilson (1984)

SUSTRATO	C.I.C. meq./100 g
Turba Sphagnum joven	140-160
Turba eutrófica	70-80
Cortezas	70-80
Inerte	0,1-1,0

La salinidad, o exceso de sales disueltas en la solución acuosa del medio de cultivo, es uno de los problemas nutricionales más frecuentes en el cultivo de plantas en contenedor. Su efecto es semejante a la deshidratación por falta de agua, y se corrige por lixiviación de las sales en exceso de agua. La salinidad puede controlarse fácilmente a través de la medida de la conductividad.
Los metales pesados en los substratos es un tema que preocupa en el ámbito ecologista, debido a su poder contaminante del medio ambiente. Cuando se tiene la sospecha o la certeza de que el substrato contiene lodos de depuradora, escorias, basuras u otros residuos o subproductos que pudieran contener metales pesados, es necesario controlar su concentración, ya que, además de fitotóxicos, pueden transmitirse a la cadena alimentaria humana cuando en dichos substratos se cultivan hortalizas. A menudo, muchos autores aconsejan la utilización de substratos químicamente inertes (turba, perlita, vermiculita, etc.) cuando se trata de cultivar vegetales alimentarios.
Los métodos empleados para determinar el nivel de fertilidad de los substratos orgánicos son diferentes de los de los suelos minerales. Las diferencias afectan todas las etapas del análisis, desde la preparación de la muestra hasta la expresión de resultados, pasando por las soluciones utilizadas para extraer los nutrientes disponibles.
Como los resultados de los análisis de pH, conductividad y nutrientes disponibles dependen en gran medida del método utilizado, es imprescindible conocerlo para interpretar correctamente el análisis.
Por regla general, optaremos por la compra de substratos cuyas especificaciones, en sus etiquetas, sean lo más completas posibles puesto que, en cierta manera, es un garantía de la seriedad del fabricante. Siempre, claro está, que se adapten a nuestras necesidades.

Propiedades químicas de algunos sustratos y mezclas de ellos. Tomado de Ansorere & Gojerole (1994)

Sustrato	pH	Conduct. µS/cm	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	N-NH₄ mg/l(N)	N-NO₃ mg/l(N)	PO₄ mg/l(P)	Cl mg/l	SO₄ mg/l(SO₄)
Turba negra	6,5	363	40	119	204	24	54	78	19	73	15
Turba rubia (TR)	6,1	326	36	124	173	30	26	86	18	57	340
Mezcla de turbas	5,2	478	59	147	231	56	70	125	35	117	560
TR + perlita	7,0	315	31	110	135	21	14	98	<5	30	306
TR + vermiculita	6,1	475	32	159	130	47	<5	200	27	56	387
TR + corteza de pino (CP)	5,4	113	33	44	61	13	<5	28	12	57	49
TR + CP + fibra madera (FM)	6,6	110	26	66	51	8	<5	5	<5	46	40
TR + CP + arena	5,9	76	19	34	41	8	<5	6	<5	44	54
TR + CP + tierra	6,7	310	31	113	209	34	14	23	<5	138	415
TR + vegetales en descompos.	6,8	373	96	364	67	13	<5	6	26	330	36
TR + humus de lombriz	7,4	3.360	910	3.422	860	237	20	766	<5	2.667	2.631
TR + puzolana + FM	7,2	321	67	229	127	25	<5	54	<5	137	219
CP	4,8	106	28	53	52	11	<5	15	13	49	72
CP molida	7,2	241	35	88	167	20	5	5	5	71	350
CP + purín	7,9	816	96	606	65	19	159	66	<5	189	1 223
CP molida + purín	7,1	839	128	682	177	21	183	119	119	344	1 086
Fibra de coco	5,6	222	126	230	28	6	<5	14	14	206	51



*Cuando se corrigen los suelos con substratos orgánicos, **éstos aumentan mucho su porosidad,** lo que les hace **especialmente** sensibles a la **compactación** debido al paso de la **maquinaria**. Esta compactación puede **evitarse utilizando grandes ruedas**. **(Gentileza de FENDT)***

5.2. TIPOS DE SUBSTRATOS Y SUS CARACTERISTICAS

Los substratos se subdividen en orgánicos e inorgánicos. Los primeros suelen estar principalmente constituidos por turba o por algún tipo de resto vegetal como la corteza de pino, y presentan su propia dinámica puesto que, al ser orgánicos, tienden a mineralizarse. Los segundos están constituidos por diversos materiales inorgánicos inertes y suelen ser el producto o el subproducto de algún tipo de industria.

A menudo es conveniente la mezcla de algunos de ellos, puesto que entonces se consiguen propiedades conjuntas de los componentes de la mezcla. Como ya se ha dicho, las mezclas no presentan unas propiedades directamente proporcionales a los porcentajes de los componentes de la mezcla, sino que cada mezcla se comporta como un substrato único con propiedades características.

Antes de realizar alguna mezcla, es conveniente consultar en algún centro especializado o fabricante las mezclas óptimas para el cultivo que vamos a realizar y sus correspondientes propiedades resultantes. La legislación de algunos países obliga a los fabricantes de substratos a medir y vender sus productos por volumen y no por peso; es una medida contra el fraude, puesto que al poder retener los substratos tal cantidad de agua, el fabricante podría sobresaturar la turba de agua y vender agua a precio de substrato.

	Composición (mg/l)				
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
Corteza de pino	310	25	120	395	25
Corteza de abeto	440	70	340	1.200	110
Turba sphagnum	450	2	14	150	20

Contenido total de nutrientes en los sustratos orgánicos** de cortezas de pino y turba. **Tomado de Solbraa (1974)

5.2.1. Substratos orgánicos

Son los que proceden de material orgánico vegetal más o menos humificados. La más conocida y estudiada es la turba, pero actualmente, se utilizan con un cierto éxito algunos restos de coníferas como las cortezas y las agujas de pino.

Debido a que cualquier substrato orgánico se humifica, como la materia orgánica en el suelo, y que en su mineralización desprende iones fertilizantes, es importante conocer su composición química, para tenerla presente a la hora del cálculo de los fertilizantes de un abonado o de la preparación de una solución nutritiva. En la tabla se expresa el contenido total de nutrientes de los substratos orgánicos más comunes.

5.2.1.1. Turba

La turba se define como la forma disgregada de la vegetación de un pantano, descompuesta de modo incompleto a causa del exceso de agua y la falta de oxígeno, que se va depositando con el transcurso del tiempo, lo que favorece la formación de estratos más o menos densos de materia orgánica (Penningsfeld & Kurzmann, 1975). Otros autores (Strasburger et al., 1977) han señalado que este substrato natural está formado por depósitos de restos de musgos y plantas superiores que se hallan en estado de carbonización lenta, fuera del contacto con el oxígeno, por lo que conservan largo tiempo su estructura anatómica.

En función del lugar de génesis de cada turba, se clasifican las turberas en bajas, de transición o llanas y altas.

Las **turberas bajas**, solígenas o eutróficas (*Fen Peat*) son turbas fuertemente descompuestas que no son aptas para la agricultura, pues poseen una baja porosidad, una deficiente retención de agua y aire pudiendo contener materiales fitotóxicos en su complejo de intercambio.

Las **turberas altas**, ombrógenas u oligotróficas (*Raised bog Peat*) son las turberas que se forman en las regiones frías con altas precipitaciones y humedad relativa elevada (Canadá, ex-U.R.S.S, Finlandia, Polonia e Irlanda). Están constituidas principalmente por ***sphagnum spp.***, que representa el 90% de su composición. Estas turbas retienen elevadas cantidades de agua, las capas vivas exteriores van soterrando a las muertas inferiores. Algunas de estas turberas presentan profundidades de hasta diez metros y su formación empezó hace unos 10.000 años. Según su grado de humificación, distinguimos dos tipos: turba ligeramente descompuesta o **turba rubia** (SLDP), es ampliamente utilizada en agricultura puesto que posee excelentes propiedades físicas, como una estructura mullida y elevada capacidad de retención de agua y aire, y turba fuertemente descompuesta (STDP) o **turba negra,** de color oscuro. Esta última, no es tan apreciada puesto que, debido a su descomposición, ha perdido muchas de sus propiedades.

Finalmente, existen las **turberas de transición,** típicas del centro de Europa (Alemania, Francia), que presentan características intermedias entre las altas y las bajas.

Las turbas, al ser materia orgánica, presentan las mismas propiedades, ya estudiadas, que la materia orgánica en los suelos minerales. Suelen tener un alto poder de retención de agua. También presentan un pH prominentemente ácido. Su C.I.C suele ser muy alto y su porosidad o potencial para retener aire también. Estas características se darán en mayor o menor grado en función del tipo de turba y del grado de humificación de ésta.

Producción anual de turba para uso hortícola (década 1970-80) y superficie estimada de las turberas con profundidad superior a 30 cm en los principales países productores

PAÍS	PRODUCCIÓN ANUAL (millones de m³)	SUPERFICIE ESTIMADA (miles de km²)
U.R.S.S.	300,0	1.500,0
R.F.Alemana	6,0	11,1
R.P. China	4,0	34,8
EE.UU.	1,6	402,0
Reino Unido	1,5	15,8
Canadá	1,1	1.700,0
Irlanda	1,1	11,8
Suecia	0,8	70,0
Polonia	0,8	13,5
Finlandia	0,7	104,0

Características más importantes del origen, formación y componentes de las turbas

FORMACIÓN			
ORIGEN	PROCESOS	FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTES
Restos vegetales (musgos y otras especies)	Carbonización lenta + estratificación	Ausencia de O₂. Exceso de humedad. Bajas temperaturas	Materia orgánica, parcialmente descompuesta

Influencia de la composición botánica en la capacidad de retención de agua de las turbas. Datos expresados en gramos de agua por 100 gramos de turba seca. Tomado de Penningsfeld & Kurzmann (1975)

TURBA	CAPACIDAD DE RETENCIÓN
Sphagnum	1.000-1.500
Carex	700-800
Eriophorum	500-600
Partarosa de bosque	400-500

Turba rubia de sphagnum distribuida por Industrias Químicas Sicosa, S.A.



Sphagnum spp. es, botánicamente hablando, un musgo. La notación spp. significa especie y la notación sphagnum spp. representa a todos los individuos de la especie. Es la notación habitual para todo tipo de especies botánicas y animales.

Turbera



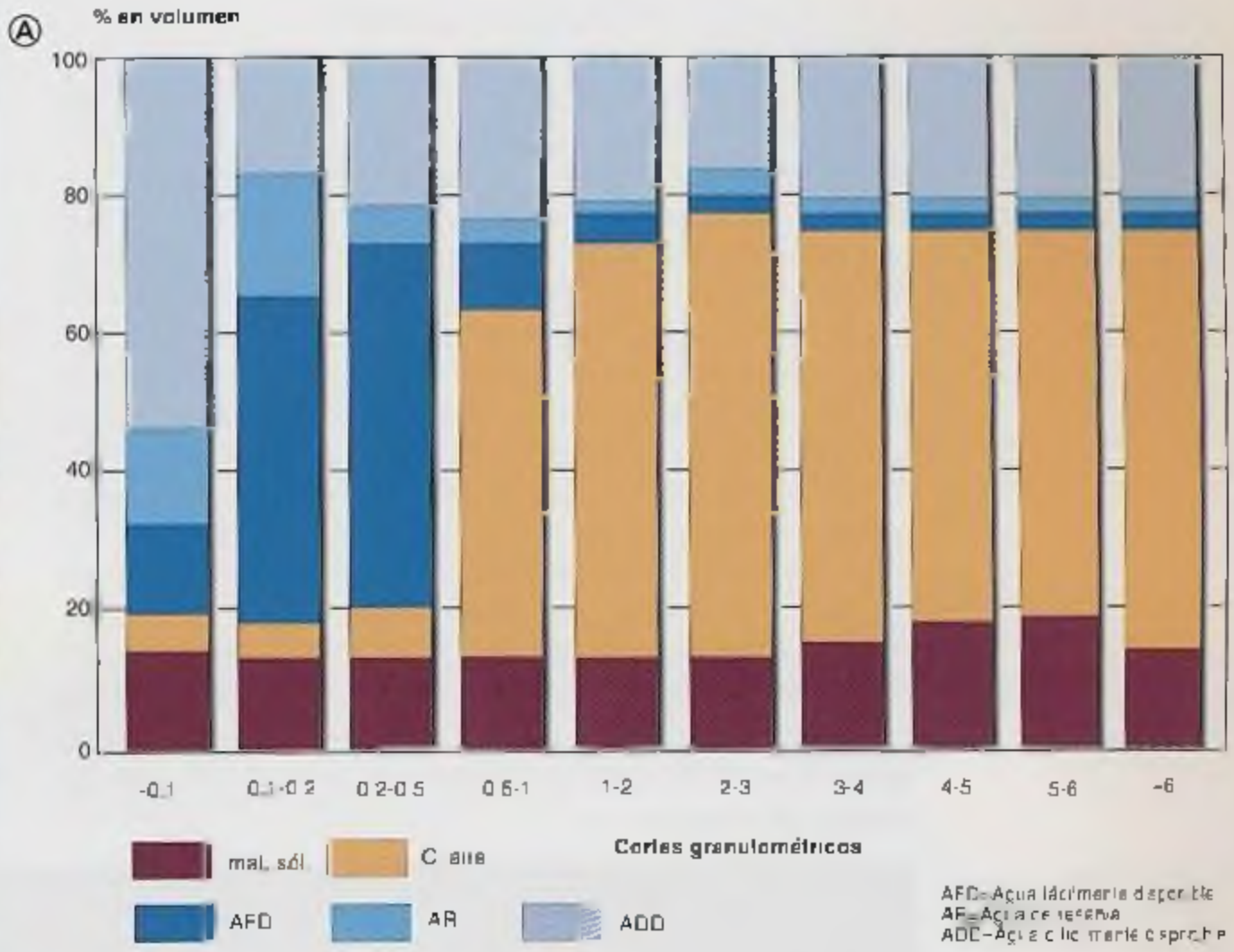
Ⓑ





©

Ⓐ



AFD=Agua fácilmente disponible
AR=Agua de reserva
ADD=Agua difícilmente disponible

***A/** Estudio del substrato de corteza de pino y su capacidad de retención de agua y aire. Es conveniente escoger, dentro de las cortezas de pino, aquellas de granulometría fina (entre 0,1 y 0,5 cm), porque son las que tienen más poder para retener el agua.*
***B/, C/ y D/** Diversos aspectos de la manipulación de turbas en Alemania. Fotografías cedidas por NV VAN ISRAEL.*

Químicamente, cabe resaltar que sus capacidades de intercambio oscilan entre los 70-80 meq/100 g de substrato, lo que las sitúa muy por encima de los valores normales de un suelo mineral.

5.2.2. Substratos inertes

Suelen ser aquéllos utilizados para el cultivo hidropónico en invernadero. Puesto que en hidroponia se trabaja con soluciones nutritivas, al substrato se le exige que sea químicamente inactivo, es decir que no aporte ni adsorba ningún elemento. Exclusivamente en el caso del cultivo hidropónico, es conveniente lavar los substratos como gravas y arenas, a fin de eliminar cualquier porción de suelo que pueda alterar la solución nutritiva. Además, debe ser biológicamente inerte, no debe contener plagas ni enfermedades, puesto que podría aportar al cultivo enfermedades latentes.

5.2.1.2. Restos de coníferas

En los últimos treinta años, se han estudiado diversos substratos para su utilización en agricultura. Muchos de ellos, debido a sus malas propiedades físico-químicas, han caído en desuso. Uno de los suelos artificiales que ha dado un buen rendimiento son los restos vegetales de diversas especies. Entre los más destacados, podemos citar las cortezas y las agujas de *Pinus spp*. Las cortezas y las agujas tienen una densidad real muy elevada, del orden de 2,00 y 1,90 respectivamente, que asegura una buena retención de agua y aire.

En referencia a la tabla sobre estas líneas, donde se muestra un estudio sobre los porcentajes de materia sólida y contenidos en aire y agua, cabe señalar que si queremos que el substrato tenga una buena retención de agua disponible para las plantas, tendremos que escoger granulometrías entre 0,1 y 0,5 cm. Si, por lo contrario, nos interesa que el substrato tenga una buena aireación, escogeremos granulometrías más gruesas (a partir de 1 cm). Las cortezas de pino de granulometría más gruesa nos exigirán aportes periódicos de agua, puesto que esta granulometría retiene poca agua disponible para la planta. Básicamente se comportan como las partículas de un suelo: cuanto más finas son, mejor retención de agua y peor retención de aire tienen, y cuanto más gruesas, mejor retención de aire y peor retención de agua.

Ⓓ



5.2.2.1. Gravas

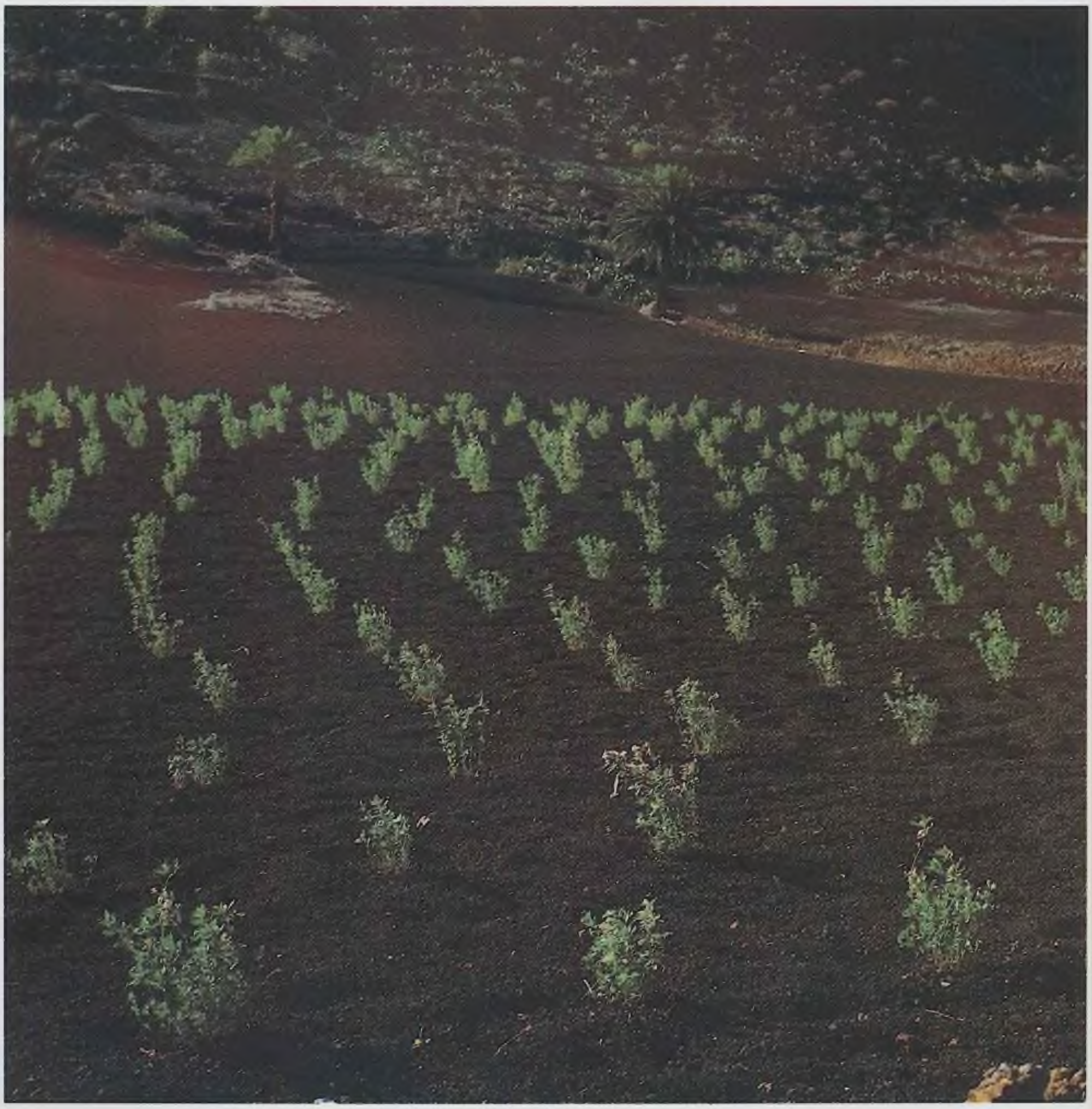
Existen en el mercado tres tipos de gravas, según sea su origen. Tenemos las gravas de cuarzo, las de piedra pómez y las de río. Las **gravas de cuarzo** provienen de rocas síliceas o ácidas. Debe procurarse que sus gránulos no sean muy grandes y que sus aristas no sean muy agudas. Tienen mala retención de agua, por lo que hay que regar con frecuencia. En contraposición, tienen buen comportamiento químico, puesto que son muy inertes y ni aportan ni adsorben ningún elemento. Aunque su precio sea bajo, lo encarece el transporte. Las **gravas de piedra pómez** provienen de rocas basálticas o básicas (con poco contenido en silicio). A diferencia de las de cuarzo, presentan muy buenas propiedades físicas. Para una granulometría de 2 a 15 mm, el volumen de poros es del 85% sobre el total. Las **gravas de río** también pueden ser utilizadas como substrato, pero presentan el mismo problema de porosidad que las gravas de cuarzo.

5.2.2.2. Arenas

Al igual que las gravas, las arenas son substratos naturales. Sólo son aceptables para el cultivo las arenas silíceas o cuyo componente mayoritario sea el cuarzo (las calcáreas no suelen ser recomendables). Las arenas que se utilizan en agricultura suelen ser las de río (silíceas); puesto que, en muchos países, la extracción de arenas de playa o cálcarea a menudo está prohibida por ley.

La única diferencia con las gravas descritas en el punto anterior es la granulometría. El diámetro de las arenas se sitúa alrededor de 2 a 0,05 mm. Con el tiempo, la arena se meteoriza y pierde su propiedad de aireación, aunque suele durar varios años.

Su precio es caro, por lo que sólo puede emplearse en cultivos de gran rentabilidad. Actualmente, son muy utilizadas en la construcción de campos deportivos, mezcladas con turba aproximadamente al 50%. El césped de un campo de golf o de fútbol de-



Cultivos sobre cenizas volcánicas. Son suelos muy fértiles, ricos en todo tipo de nutrientes.

be poseer una extraordinaria capacidad de aireación (que le proporciona la arena), pero también una importante capacidad de retención de agua y nutrientes (que le proporciona la turba).

5.2.2.3. Tierra volcánica

Como la grava y la arena, la tierra volcánica es un substrato natural, pero su origen es volcánico. Sus dimensiones varían entre unos milímetros y 1,5 cm. La tierra volcánica, de un color rojizo, presenta una gran porosidad, lo que le confiere al substrato una gran aireación. Sus grandes poros o macroporosidad lo convierten en un substrato pobre en lo que se refiere a la retención de agua. Se emplea a menudo como decoración superficial para las plantas ornamentales, colocado en una fina capa encima de otro substrato de macetas, contenedores y jardineras.

5.2.2.4. Perlita

La perlita es un compuesto binario y está constituida por ferrita y cementita, que se obtienen por procesos metalúrgicos. Existen dos tipos de perlita en función de su estructura microscópica, que puede ser laminar o granular.
Cuando la perlita granular se calienta a 1000°C, se expande, obteniéndose unas formas esferoides muy ligeras, y cuya densidad aparente es del orden de 130-180 Kg/m^3.
Este material expandido se utiliza en agricultura sólo o mezclado con otros substratos, para el cultivo fuera del suelo o en contenedor. No es posible su utilización al aire libre puesto que, al ser tan ligera, se elevaría con el viento.
Se trata de un substrato artificial inerte, de color blanco, cuya morfología es ligeramente esférica y cuyo diámetro oscila entre 2 y 6 mm. Químicamente es inerte a pH 7-7,5, puesto que a pH muy bajos



Vermiculitas antes y después de expansionarse

lácidos), puede liberar aluminio, que es uno de sus componentes.
A menudo se realizan mezclas de turba y perlita con la finalidad de aumentar el drenaje y la aireación de la turba. Se deforma con facilidad cuando se ejerce una pequeña presión con los dedos, con lo que su duración suele reducirse a un cultivo, puesto que las raíces, con su acción mecánica, la estropean.

5.2.2.5. Vermiculita

Se trata de un mineral silicatado, del grupo de los filosilicatos, hidratado de magnesio ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2 * xH_2O$). Al igual que la perlita, si elevamos rápidamente su temperatura a 300°C, se expande y alcanza volúmenes hasta cuatro veces el originario.
Agrícolamente hablando, la vermiculita es arcilla expandida y exfoliada. Sus dimensiones se mueven alrededor de 5 a 10 mm. Se trata, pues, de un material de baja densidad, con buena capacidad de retención de agua. Además, por el hecho de ser arcilla, conserva las propiedades de adsorción de iones de las arcillas.
A veces presenta carácter alcalino debido a las posibles aportaciones de magnesio. A pesar de todas estas ventajas, tiene también sus desventajas, ya que con el tiempo se compacta y pierde la capacidad de retención hídrica. A menudo se formula mezclándola con otros substratos, mejorando así la retención de agua del substrato resultante.

5.2.2.6. Lana de roca

La lana de roca es un material inorgánico obtenido a partir de la mezcla de dolerita (60%), roca calcárea (20%), y carbón (20%), todo disuelto a 1600°C. Se le considera un substrato artificial no del todo inerte químicamente, puesto que aporta pequeñas cantidades de hierro, magnesio, manganeso y, sobre todo, calcio. Su pH es ligeramente alcalino y oscila entre 7 y 9, aunque con el tiempo tiende a la neutralidad.
Su presentación comercial es en forma granulada. Su densidad aparente es baja, lo que le confiere gran capacidad de retención de agua. Tiene un gran poder de retención de agua a potenciales hídricos bajos y, además, el agua retenida aumenta poco a poco desde la parte superior del contenedor hasta la parte del fondo. Suele mezclarse con otros substratos para asociar distintas propiedades.

5.2.2.7. Poliestireno

Se trata de una materia termoplástica obtenida por polimerización del estireno. Se obtiene al calentarse un substrato artificial formado por partículas redondas blancas, cuyo diámetro oscila entre 4 y 12 mm. Presenta poco peso, poca capacidad de retención de agua y una gran aireación. Su pH es de 6 a 6,5.

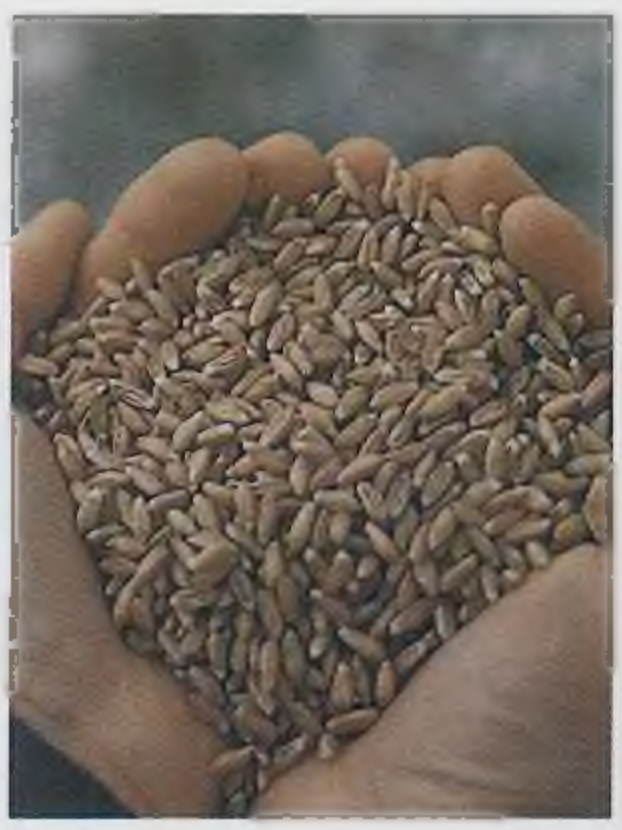
5.2.2.8. Poliuretano

Denominación genérica de diversos polímeros sintéticos que contienen grupos uretano. Al calentarse, se expande y toma la forma de espuma. Es totalmente inerte, ligero, de estructura estable y gran porosidad (98%), por lo que su capacidad de retención de aire es muy elevada. Su desventaja es que su capacidad de retención de agua es nula. Suele utilizarse como lecho de siembra para la germinación de semillas.









6. DESINFECCIÓN DEL SUELO

A menudo, el cultivo reiterado de una especie hace incrementar los agentes patógenos del suelo. Decimos entonces que el suelo "está cansado" o "agotado". Este agotamiento también puede ser debido a una falta de nutrientes, pero esta cuestión será tratada en el capítulo de los abonos. Es lógico pensar que las poblaciones de microorganismos patógenos aumentan cuando el cultivo tiene una presencia permanente en un suelo. Entonces las enfermedades radiculares debidas a estos microorganismos se multiplican de manera exponencial, hasta que es imposible seguir cultivando la misma especie en el mismo suelo.

La desinfección del suelo es una práctica agrícola que consiste en la aplicación de pesticidas o vapor de agua con la finalidad de eliminar, o al menos reducir, los organismos parásitos de las plantas cultivadas que existen en el suelo.

Dentro del tema de la materia orgánica, hablábamos de los organismos que viven en el suelo. Muchos de ellos son beneficiosos para los cultivos, pero algunos presentan serios problemas para los vegetales. Entre estos últimos, cabe diferenciar los pluricelulares o animales superiores, y los microorganismos o seres microscópicos, que a menudo son unicelulares. Dentro de los animales superiores, encontramos los insectos (coléopteros, lepidópteros, dípteros, homópteros, etc.), los miriápodos y algunos nematodos superiores. Todos estos organismos causan daños en las raíces y cuello de las plantas. Dentro de los animales unicelulares, encontramos algunos nematodos simples, hongos, actinomicetos, bacterias y virus. Un último grupo está compuesto por las semillas de las malas hierbas. Algunos productos desinfectantes actúan como herbicidas y se consideran los más activos y peligrosos, debiendo ser utilizados con sumo cuidado.

Básicamente, los desinfectantes obedecen a una necesidad del agricultor para controlar dos organismos que causan auténticos estragos en los vegetales. Nos referimos a los nematodos y a los hongos. Los primeros pueden ser muy numerosos en los suelos y causar profundas heridas en las raíces de las plantas. Los hongos, como el *Fusarium spp.*, el *Verticillium spp.* y la *Phytophtora spp.*, son los causantes de las podredumbres blancas y grises de muchas raíces y troncos de los vegetales.

Huelga decir que la desinfección del suelo debe realizarse antes de implantar el cultivo puesto que, incluso con las substancias desinfectantes menos herbicidas, causaríamos importantes daños en las plantas. Por extensión, una vez aplicado el producto, debemos respetar los plazos de seguridad marcados por el fabricante antes de realizar cualquier operación (especialmente la siembra) en el suelo.

La temperatura y la humedad del suelo son factores importantes a tener en cuenta en las aplicaciones. La mayoría de productos son poco operativos a temperaturas por debajo de los 10°C. En temperaturas muy altas, el gas se distribuye mejor y la acción desinfectante es más efectiva. Por lo que se refiere a la humedad del suelo, es importante que éste esté como mucho a capacidad de campo, puesto que una excesiva cantidad de agua en un suelo impide la penetración del producto. Incluso con productos que se aplican disueltos en agua, es mejor que el suelo presente la mayor sequedad posible, puesto que cuanto mayor sea la porosidad llena de aire, mejor penetración tendrá el producto.



Síntomas típicos de gomosis producidos por phytophthora en tronco de naranjo. El hongo del suelo ataca raíces, cuello y parte baja del tronco. Un buen producto contra la phytophthora del suelo es el Fosetil-Al al 80%. Materia activa comercializada como ALERTE por AgrEvo y fabricada por RHÔNE-POULENC.

Es importante, también, tener en cuenta el porcentaje de materia orgánica de un suelo, puesto que ésta tiene un efecto de retención de los desinfectantes. En suelos extremadamente orgánicos, es mejor aumentar en unos días los plazos de seguridad prescritos por el fabricante. Las arcillas también presentan capacidad para la retención de los pesticidas.

El precio de estas aplicaciones, tanto del producto como del personal especializado para su aplicación, lo desaconsejan para la agricultura extensiva por su elevado coste. Sin embargo, tiene buena aceptación en la horticultura intensiva, con especial representación en los cultivos en invernadero.

Algunos de estos productos son de extremada toxicidad y es imprescindible que sean aplicados por personal especializado. En muchos países, existen legislaciones muy severas referentes a la utilización, manejo y almacenamiento de estos productos.

Anualmente salen al mercado nuevos productos desinfectantes. Seguidamente daremos una lista somera de los más utilizados en España, con sus características de aplicación. Pero en cualquier caso, el agricultor deberá visitar diversas casas comerciales y recabar información sobre los distintos productos que ofrece, los microorganismos que combate, sus condiciones de aplicación, su composición química, su riqueza, sus plazos de seguridad, su toxicología, etc.

Finalmente, diremos que los desinfectantes muy fuertes, aquéllos que eliminan incluso las semillas de las malas hierbas, desestabilizan considerablemente el suelo. Eso significa que lo dejan sin vida y que se produce un desequilibrio entre la parcela tratada y los suelos colindantes. Eso ocurre incluso dentro de un invernadero, puesto que los gases desinfectantes circulan a través del espacio poroso del suelo.

6.1. DESINFECCIÓN DEL SUELO CON VAPOR DE AGUA

Es uno de los primeros sistemas que se aplicaron y consiste en la inyección, mediante una lanza, de vapor de agua en el suelo. Suele realizarse a una profundidad de unos 10 a 30 cm y se necesita una maquinaria adecuada. Su desinfección alcanza los insectos y algunos nematodos, y tiene un cierto control sobre los hongos aunque, a menudo, el efecto sobre los hongos más perniciosos, como los fusariums, sólo es a nivel de reducción parcial de su población. Su empleo, aun siendo poco desestabilizador del suelo por su poca efectividad, está francamente en desuso.



*En aquellos suelos **sin problemas de hongos, bacterias o nematodos, el desherbaje mecánico** resulta menos costoso que cualquier otro tipo de desinfección.*

6.2. DESINFECCIÓN DEL SUELO CON PRODUCTOS QUÍMICOS

Estos productos, procedentes de la industria fitoquímica, a menudo reciben el nombre de *pesticidas*. Suelen dividirse según el microorganismo que se quiere controlar o por su tipo de formulación, siendo ésta gaseosa, líquida o sólida. También pueden clasificarse por su forma de aplicación. Así, existen tres tipos principales de aplicación: mediante inyección en el suelo, disuelto en el agua de riego, o mediante una lona de plástico bajo la cual se insufla el producto en forma de gas.
Por regla general, los más débiles (químicamente hablando) son los que actúan peor, pero al mismo tiempo son los que desestabilizan menos el suelo. Los más efectivos, es decir de más amplio espectro y también más tóxicos, suelen tener un gran poder desestabilizador para el suelo. Hablemos someramente de los más comunes.

Desinfectantes polivalentes y su eficacia con los diversos organismos del suelo ("x" significa una eficacia moderada, "xx" nota una eficacia elevada)

MATERIA ACTIVA	APLICACIÓN	EFICACIA			
		Fungicida	Nematicida	Herbicida	Insecticida
98 % Bromuro de metilo 2 % Cloropicrina	Bajo plástico	x/xx	xx	xx	xx
67 % Bromuro de metilo 33 % Cloropicrina	Bajo plástico	xx	xx	xx	xx
Dicloropropeno	Inyección y agua de riego		xx		
Dicloropropano	Inyección y agua de riego		xx		
Dazomet	Incorporación granular	xx	x/xx	x	xx
Metam-sodi	Inyección y agua de riego	xx	x/xx	x	xx

6.2.1. Bromuro de metilo y cloropicrina

El bromuro de metilo es un compuesto líquido de bromo que se gasifica a partir de 3,6°C. La cloropicrina es otro gas muy irritante y lacrimógeno. Los dos gases presentan muy buenas características para la desinfección de suelos.
El bromuro de metilo es un gas inodoro y extremadamente tóxico, por lo que la legislación obliga al fabricante a añadir un mínimo de un 2% de cloropicrina, puesto que este último gas es lacrimógeno (además de fumigante) y, por consiguiente, fácilmente detectable.
Se presenta comercialmente en estado líquido, en bombonas metálicas del tipo butano más pequeñas, achatadas y de color verde. Existen en el mercado español dos formulaciones de estos gases: bromuro de metilo al 67% + cloropicrina al 33%, y bromuro de metilo al 98% + cloropicrina al 2%. Los dos tienen muy buena efectividad para combatir los hongos, los nematodos, semillas de malas hierbas y como insecticidas, aunque algunos autores señalan que la formulación de mayor contenido en cloropicrina da mejores resultados en la lucha contra hongos.
Su modo de aplicación es insuflando el gas bajo plástico a una dosis de 500 a 800 Kg/Ha. A partir de los tres días, puede retirarse el plástico y habrá que esperar dos semanas para el manejo del suelo. Para que el tratamiento sea efectivo contra las semillas de malas hierbas, debe escogerse la dosis máxima. El tiempo antes de la plantación es variable en función de multitud de factores. Para el bromuro de metilo, es aconsejable, antes de sembrar, realizar la prueba de la lechuga, que consiste en sembrar dos o tres planteles de lechuga en sitios distintos y esperar a ver cómo reaccionan.

6.2.2. Dicloropropano

El dicloropropano o DD (como se comercializa en España), es esencialmente un nematicida y tiene muy poco efecto para el control de los demás organismos. Se aplica mediante inyección en el suelo (15-20 cm) a una dosis de 400 a 800 Kg/Ha. Su plazo de seguridad es de 4 a 8 semanas.

6.2.3. Dicloropropeno

Como el dicloropropano, es un buen nematicida pero tiene mala acción para los demás organismos. Su aplicación puede realizarse por inyección en el suelo, o disuelto en el agua de riego. Se realizan los tratamientos a una dosis de 600-700 Kg/Ha, y deben esperarse 4 semanas como plazo de seguridad.

6.2.4. Dazomet

El dazomet es un producto granular que debe incorporarse en el suelo mediante una labor de cultivo. Es un aceptable desinfectante del suelo como insecticida y fungicida, pero sus acciones nematicidas y herbicidas son regulares. La dosis se sitúa entre los 600 y 700 Kg/Ha y su período de seguridad es de 3 semanas.

6.2.5. Metam-sodi

El metam-sodi o VAPAM es un aceptable desinfectante del suelo como insecticida y fungicida, pero sus acciones nematicidas y herbicidas son regulares. Su aplicación puede realizarse por inyección en el suelo o mediante el agua de riego. Su dosis usual está entre 800-1.200 Kg/Ha. Su plazo de seguridad oscila en función de la temperatura del suelo: entre 12 y 18°C deberá esperarse 3 semanas, pero para una temperatura de 8°C, el período es de 6 semanas.

6.3. COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS DESINFECTADOS

Es importante considerar un suelo desinfectado, sobre todo si se ha empleado bromuro de metilo, como un medio que ha quedado desprotegido. De alguna manera cabe entender que, al eliminar todo rastro de vida (vegetal y animal) de un suelo, éste se comporta como un lugar virgen donde, al no existir competencia, los microorganismos pueden penetrar con suma facilidad. Así, el suelo desinfectado se comporta como un receptor vacío que, con el tiempo recupera toda su vida vegetal y animal.

Después de la desinfección y respetados los plazos de seguridad pertinentes, es conveniente, si es posible, cultivar las especies más sensibles a los microorganismos que hemos erradicado y, en una segunda plantación, los menos sensibles.

El tema de los desinfectantes en el suelo, sobre todo el bromuro de metilo, es un tema candente para los ecologistas. El bromuro de metilo contiene ***bromo*** que se presenta como un líquido con mucho poder de evaporación. El gas bromo es fuertemente irritante para los ojos y las fosas nasales. Puesto que se utiliza para la desinfección, tiene un efecto muy nocivo para los seres vivos. En un cierto porcentaje, el bromo queda retenido en el complejo arcillo-húmico y su eliminación del suelo es tan lenta que, si las desinfecciones son muy frecuentes, puede llegar a presentarse fitotoxicidad por acumulación de bromo. El bromo reacciona también con todos los metales, lo que produce la aparición de compuestos metálicos de bromo; estos compuestos contaminan el suelo y la capa freática.

Bromo: elemento de la tabla periódica de notación Br del grupo de los halógenos.

Campos cultivados



7. CULTIVOS SIN SUELO, CULTIVO HIDROPÓNICO

Conforme la agricultura va dejando de ser un arte para convertirse en una técnica, es posible aumentar de forma significativa el control sobre las condiciones ambientales en que las plantas deben desarrollarse.

A nivel de suelo, una forma de aumentar el control del mismo es suprimirlo y sustituirlo por un medio menos complejo, pero que cumpla idénticas funciones. La respuesta científica a este planteamiento es el cultivo hidropónico.

Los medios artificiales de cultivo se han creado principalmente para aquellos cultivos cuyo precio en el mercado tiene mayor margen comercial (flores, plantas ornamentales, hortícolas tempranas, etc.).

El manejo de este cultivo precisa de unos conocimientos básicos a nivel técnico y de una gran dedicación por parte del productor, sin los cuales se hace muy difícil garantizar la producción. El cultivo hidropónico, hoy por hoy, está muy extendido, puesto que aumenta mucho la precisión del cultivo, aunque, por otro lado, hemos de destacar que su puesta en marcha requiere de una gran inversión económica.

Aunque pueda parecer que el cultivo hidropónico es una técnica reciente, sorprende descubrir que sus comienzos se remontan al siglo XVII. La primera experiencia científica de la cual tenemos conocimiento es la realizada, en el año 1868, por Van Helmont, quien plantó un esqueje de sauce en un recipiente especial. Tras regarlo únicamente con agua de lluvia durante cinco años, comprobó su desarrollo. A modo de ilustración, ofrecemos al lector un dibujo representativo de un recipiente para el cultivo en agua según Sachs (1868). A raíz de la discusión de si era la tierra o el agua la que proporcionaba a la planta los nutrientes necesarios para su desarrollo, la comunidad científica impulsó, a partir de esta fecha, nuevas investigaciones sobre el cultivo hidropónico.

Recipiente para cultivo en agua, según Sachs, (1868)



7.1. SISTEMA HIDROPÓNICO

El cultivo hidropónico consiste en sustituir el suelo por un substrato natural-artificial y/o sólido-líquido. Este cultivo no sólo se centra en los cultivos en agua, sino que también se extiende a aquéllos que se realizan en medios inertes tales como la perlita, la tierra volcánica o la arcilla expandida.

La alimentación de la planta se basa en la solución nutritiva que se aporta y que debe, en cada caso, cubrir las necesidades de la misma. Para ello, sólo se añadirán al agua los nutrientes minerales necesarios para su óptimo desarrollo. Como se puede suponer, la solución nutritiva estará compuesta por iones (cationes y aniones) en disolución.

Existen dos métodos de elaboración de la sustancia nutritiva. El primero consiste en preparar para cada elemento una solución madre concentrada, y el segundo en añadir directamente al agua las sales, siempre que los productos químicos sean compatibles entre sí. Además, hemos de tener en cuenta que la solución nutritiva debe tener el pH adecuado en cada caso.

Los factores ambientales más importantes en el cultivo hidropónico son: temperatura, luz, aporte de dióxido de carbono, humedad y contenido de oxígeno en la zona radicular.

Todos ellos deben estar perfectamente estudiados e interrelacionados en función de la producción esperada y de la especie que queremos cultivar.

Dentro del sistema de cultivo hidropónico, pueden distinguirse dos técnicas diferentes: el cultivo cuya presencia física de suelo es inexistente y otro que se basa en el empleo de un substrato inerte. Esas dos técnicas enunciadas nos permiten clasificar varios sistemas de cultivo. Dentro del cultivo sin substrato, encontramos el cultivo en tanque de disolución nutritiva, el sistema del film nutritivo y la aeroponia horizontal o vertical. Dentro del cultivo en substrato inerte, tenemos el cultivo hidropónico en grava o arena y el cultivo hidropónico en lana de roca.



Con las modernas técnicas de cultivo "in vitro", se consigue el desarrollo vegetal gracias a un gel nutritivo que le sirve además de soporte.

7.2. CONCLUSIONES

La escasez de suelo a la que está sometida la humanidad a nivel mundial augura grandes éxitos al cultivo hidropónico en un futuro no muy lejano. Además, el cultivo hidropónico permite la producción en lugares donde el suelo no es apto para el cultivo, puesto que la hidroponia precisamente no necesita suelo.

La gran desventaja del cultivo hidropónico es su elevado costo lo que, en principio, lo desaconseja para las hortalizas cuyo margen no es muy grande. Pero seguramente, en un futuro, se idearán sistemas más baratos de hidroponia, a la vez que los gobiernos crearán subvenciones para la producción agrícola, dada la creciente necesidad de alimentos para una población cada día más numerosa.

Este apartado sobre cultivo sin suelo e hidroponia se ha tratado aquí muy someramente, puesto que donde la hidroponia cobra real importancia es dentro de los cultivos en invernadero. En el tema de cultivos en invernadero, el lector encontrará un apartado sobre hidroponia, en el que se describen las sustancias químicas a utilizar, las elaboraciones de las soluciones y las ventajas e inconvenientes del cultivo hidropónico.

ABONOS

1. CONCEPTOS GENERALES

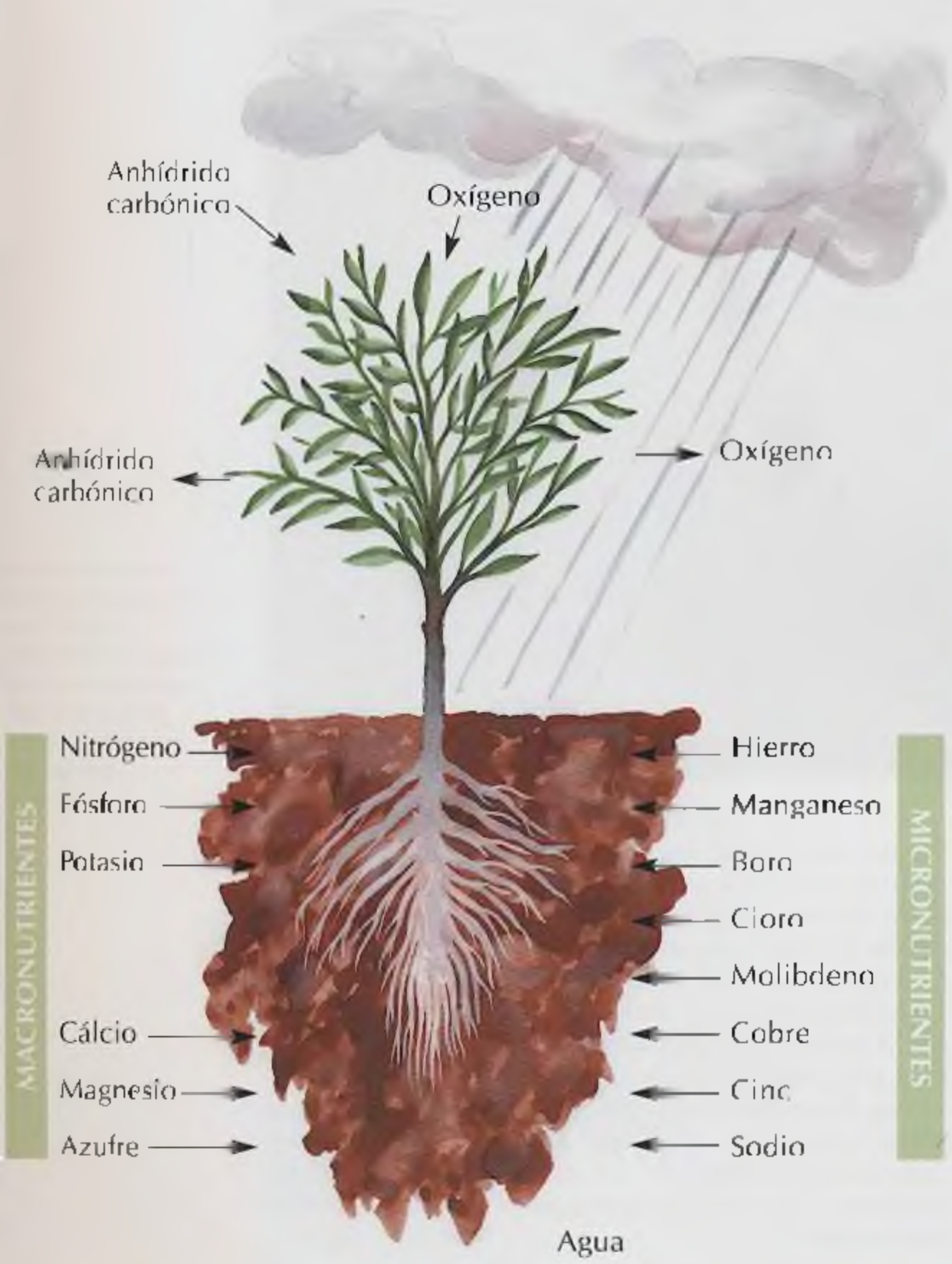
En el capítulo anterior, al hablar de los suelos y, en concreto de la química del suelo y su fertilidad, hicimos hincapié en el complejo de intercambio (C.I.C.) y en los elementos nutritivos que en él quedan adsorbidos.

Estudiamos los iones como los elementos nutritivos que necesitan las plantas para vivir. También reseñábamos que con los iones, el agua y el dióxido de carbono, las plantas obtenían materia orgánica para su alimentación y su constitución, y que este proceso era llamado *fotosíntesis*, palabra cuya génesis léxica no es más que "síntesis mediante la luz".

El abono, o acto de abonar los vegetales, es un sistema mediante el cual el hombre modifica las concentraciones de iones del suelo de forma artificial, con la finalidad de aumentar la producción de sus cosechas. Esta modificación suele ser, evidentemente, en forma de incremento positivo, y los productos que se utilizan varían desde el estiércol natural hasta los abonos de mezcla o síntesis química, pasando por la importación de minerales ricos en nutrientes de otros lugares.

A la derecha: Alimentar bien la hierba y al ganado y, por lo tanto, mejor al hombre.

Esquema de las vías de nutrición orgánica y mineral de las plantas



Ya dijimos que la roca madre meteorizada y los minerales que la componen son a la vez la parte formativa de los suelos y la fuente de nutrientes para las plantas. Algunos lugares del planeta son especialmente ricos en nutrientes, como es el caso del las minas de nitrato de Chile. El nitrato de Chile seguramente fue uno de los primeros abonos que se utilizaron como fertilizantes, después del estiércol.

Al hombre del neolítico se le considera el artífice de los inicios de la agricultura. Es importante conocer que los primeros tratados de agricultura datan aproximadamente del 400 a.C. al 300 d.C. Ya en ellos se menciona la aportación de estiércol en los cultivos. Seguramente, desde muy antiguo, el hombre aprendió que si incorporaba cierto tipo de materia orgánica al suelo, sus cosechas aumentaban.

Con la revolución industrial del siglo XIX, se inició la investigación y desarrollo de los abonos químicos o abonos inorgánicos sintetizados en el laboratorio.

Hacia 1840, Liebig y su escuela alemana de químicos agrarios empezaron a fabricar los primeros abonos artificiales, en especial los potásicos. Durante 1898, William Crookes empezó a buscar medios químicos con la finalidad de abastecer de nitrógeno el suelo. Pero fue en 1906 cuando Haber y, posteriormente, K. Bosch fabricaron el primer abono sintético nitrogenado químico.

En todos los países industrializados, la producción y consumo de los abonos ha crecido de forma espectacular desde la segunda guerra mundial. Puesto que la población va en aumento, también aumentan las necesidades de alimentación de la humanidad. Estas necesidades pueden ser satisfechas nutriendo correctamente nuestros vegetales mediante los abonos. No solamente los vegetales destinados al consumo humano, sino también aquellos destinados a la ganadería, puesto que si abonamos bien nuestras plantas para que nuestros animales se alimenten correctamente, estamos nutriendo bien al hombre.



1.1. GENERALIDADES

Como ya comentamos, las plantas se alimentan de elementos químicos o de sus compuestos. Estos elementos deben ser tomados en forma de iones o, lo que es lo mismo, disueltos en el agua del suelo para poder ser absorbidos por la planta.

El análisis de los componentes de las plantas es similar al de los animales. Así, en su mayor parte están constituidas por agua (80-90%) y el resto está

formado por materia seca. Como en los animales, las partes de la planta cuyo contenido en agua es superior corresponde a los tejidos más activos, los tejidos meristemáticos o de crecimiento, que tienen un 93% de agua, bajando este porcentaje hasta 55 para los tallos más lignificados de los árboles.

El análisis de la composición química media de la materia seca de las plantas (ver cuadro adjunto) revela que los elementos mayoritarios en su composición son el carbono, el oxígeno y el hidrógeno. Estos elementos forman, en su conjunto, el 95% de la materia seca de la planta. Pero su abundancia en la tierra es tan grande y sus fuentes tan inagotables, que no son objeto de preocupación desde el punto de vista de la nutrición vegetal.

El nitrógeno, el fósforo y el potasio son los llamados *macroelementos* desde el punto de vista nutricional de las plantas. Los llamados *elementos secundarios*, el azufre, el calcio y el magnesio, son necesarios en menor medida que los macronutrientes. Los micronutrientes son llamados así porque los vegetales los necesitan en muy pocas cantidades. Son los llamados *elementos traza*, puesto que en una analítica de componentes vegetales aparecen trazas de todos ellos. Los micronutrientes, aun siendo esenciales, componen los tejidos vegetales en ínfimas cantidades. Los más importantes son el hierro, manganeso, cobre, cinc, boro, molibdeno y cloro.

1.2. UNIDADES FERTILIZANTES

Un abono contiene elementos fertilizantes o, lo que es lo mismo, contiene sustancias químicas capaces de transformarse, al entrar en contacto con la fase líquida del suelo, en iones. Estos iones deben ser aptos para que las plantas los absorban y se nutran. Estos elementos fertilizantes son cuantificados como unidades fertilizantes según la riqueza del abono.

Los abonos pueden contener todos los elementos descritos anteriormente (macroelementos: nitrógeno, fósforo y potasio; elementos secundarios: azufre, calcio y magnesio; microelementos: hierro, manganeso, cobre, cinc, boro, molibdeno y cloro), solamente parte de ellos o, a menudo, sólo uno de ellos. Cada elemento químico tiene su notación característica en el argot de los fertilizantes. Así, el nitrógeno se expresa como **N total**, el fósforo como P_2O_5 y el potasio como K_2O. Para cada elemento secundario y cada microelemento restante, se emplean notaciones distintas, como iremos estudiando a lo largo del capítulo de los abonos.

Tradicionalmente, el fósforo y el potasio de los fertilizantes se han expresado en forma de óxidos. Los términos *ácido fosfórico* y *potasa* indican que se sigue tal procedimiento de expresión, lo cual no es más que una manipulación matemática de los valores porcentuales. Los abonos no contienen, en realidad, ni P_2O_5, ni K_2O. Algunos fabricantes lo indican de ambas formas. Así, podemos encontrar en la etiqueta del abono las notaciones N total, P_2O_5 y K_2O, o bien valores expresados como elementos químicos N-P-K. Podemos necesitar los factores de conversión de los óxidos a elementos simples (que son los que realmente nos interesan). Los factores de conversión se calculan a través de sus pesos atómicos y son los siguientes:

$$\%\ P * 2{,}29 = \%\ P_2O_5 \qquad \%\ K * 1{,}20 = \%\ K_2O$$

$$\%\ P_2O_5 * 0{,}44 = \%\ P \qquad \%\ K_2O * 0{,}83 = \%\ K$$

Los envases de fertilizantes no suelen indicar los productos químicos que los integran. Generalmente, esta información no es necesaria, porque el análisis garantizado indica al comprador la cantidad de cada nutriente que adquiere.

Una unidad fertilizante equivale a 1 Kg de nitrógeno, de ácido fosfórico o de potasa (o, por extensión, a un kilo de cualquiera de los elementos restantes). Su cálculo exacto en función del tipo de abono forma parte del próximo apartado, que trata de la riqueza de los abonos y su cálculo.

Elemento	Símbolo	Porcentaje
Carbono	C	40-50 %
Oxígeno	O	42-44 %
Hidrógeno	H	6-7 %
Nitrógeno	N	1-3 %
Fósforo	P	0,05-1 %
Potasio	K	0,3-3 %
Calcio	Ca	0,5-3,5 %
Azufre	S	0,1-0,5 %
Magnesio	Mg	0,03-0,08 %
Sodio	Na	0,001-3,5 %
Silicio	Si	0,005-1,35 %
Cloro	Cl	0,15-0,25 %
Hierro	Fe	Trazas
Manganeso	Mn	Trazas
Cobre	Cu	Trazas
Cinc	Zn	Trazas
Boro	B	Trazas
Molibdeno	Mo	Trazas
Cobalto	Co	Trazas
Aluminio	Al	Trazas
Fluor	F	Trazas
Selenio	Se	Trazas
Bromo	Br	Trazas
Iodo	I	Trazas

Porcentaje de los elementos químicos de mayor presencia en los vegetales. Los doce primeros representan el 99 % de la materia seca. Tomado de Javillier.

1.3. RIQUEZA DEL ABONO

Como ya se ha dicho, los abonos pueden contener uno o varios elementos fertilizantes. La notación más usual para un abono es con una terna de tres números que significan respectivamente los porcentajes de N-P-K (nitrógeno, fósforo y potasio). Así, si en una etiqueta de un abono comercial viene referida la numeración 20-5-10, significa que tal abono tiene:

20%	de nitrógeno (N total)
5%	de ácido fosfórico (P soluble en citrato en forma de P_2O_5)
10%	de potasa (K soluble en agua y en forma de K_2O)

Si quisiéramos calcular exactamente la riqueza que tiene de cada elemento, utilizaríamos los factores de conversión vistos en el punto anterior:

20%	N total
5%	$P_2O_5 * 0{,}44 = 2{,}2\%$ P
10%	$K_2O * 0{,}83 = 8{,}3\%$ K

Otra manera de calcular la riqueza de un abono es determinando las unidades fertilizantes de cada elemento. El problema queda planteado al revés: Suponiendo un saco de abono de 25 Kg cuya riqueza en N-P-K es 20-5-10: 1º ¿Cuántos Kg de abono necesitamos para tener una unidad fertilizantes de nitrógeno? 2º ¿Cuántos Kg para una unidad de ácido fosfórico? 3º ¿Y para una unidad fertilizante de potasa?
Suponiendo entonces que la totalidad del saco de abono es el 100%, que la totalidad de fertilizantes es 20% + 5% + 10% = 35% y que el 65% restante resultan ser otros elementos no interesantes del abono, resulta que

necesitaríamos:

1) 100/20= **5 Kg** de 20-5-10 para completar una unidad fertilizante de nitrógeno
2) 100/5= **20 Kg** de 20-5-10 para completar una unidad fertilizante de ácido fosfórico
3) 100/10= **10 Kg** de 20-5-10 para completar una unidad fertilizante de potasa

Derecha: Representación gráfica de la Ley de mínimos de los elementos fertilizantes. Si intentásemos llenar el barril con agua, éste desbordaría por la duela más corta, que en nuestro ejemplo es la P (fósforo). Así pues, el máximo rendimiento de un cultivo vendrá limitado por el elemento de menor presencia en el suelo.



Para un buen ensilado de hierba, conviene utilizar un conservador ácido granulado como el Euro Sil, fabricado por Timac, S.A.

El cálculo de la riqueza de los abonos mediante unidades fertilizantes puede parecer un tanto rebuscado, pero su conocimiento es muy útil porque, a menudo, las bibliografías mencionan las necesidades de tal o cual cultivo en unidades fertilizantes de nitrógeno, fósforo y potasio. De esta forma, el agricultor puede utilizar cualquier abono sabiendo convertir las riquezas en unidades equivalentes aptas para su cultivo.
Algunos abonos sólo contienen uno o dos de los tres elementos N-P-K. Para este tipo de abonos, la notación usual es indicar ceros en los lugares de los elementos ausentes. Por ejemplo, la notación 0-20-0 indica un abono cuya riqueza es de un 20% de fósforo (P_2O_5) y cuyos elementos nitrógeno y potasa son inexistentes.

El cálculo del %P quedaría como sigue:

$$20\%\ P_2O_5 * 0{,}44 = 8{,}8\%\ P$$

y el cálculo de la unidad fertilizante:

100/20= **5 Kg** de 0-20-0 para completar una unidad fertilizante de ácido fosfórico.

El cálculo de las unidades fertilizantes es especialmente útil cuando el agricultor prefiere realizar él mismo las mezclas de abonos y compra varios abonos monovalentes (con un sólo elemento). Tiene entonces la ventaja de que las unidades fertilizantes le salen mucho mas baratas (los abonos monovalentes son siempre más baratos que los compuestos). Entonces puede cambiar, según las necesidades del cultivo, las riquezas de cada elemento, y nada mejor para hacerlo que en base de las unidades fertilizantes, porque entonces sabe los kilogramos que tiene que utilizar de cada uno.



1.4. PROPORCIONES DE NUTRIENTES

Las proporciones de nutrientes sólo son útiles para los abonos ternarios o compuestos por los tres elementos N-P-K. Estas proporciones se calculan interrelacionando los tres elementos de la siguiente manera:
En el ejemplo anterior del ternario 20-5-10, dividiríamos el valor más pequeño por sí mismo, y los otros dos por el primero. Así 20/5 = 4, 5/5 = 1 y 10/5 = 2, con lo que la proporción del abono N-P-K 20-5-10 es de 4-1-2.
Eso significa que por cada cuatro partes de nitrógeno, aportamos una de fósforo y dos de potasa. Esta proporción es especialmente útil puesto que, en muchas bibliografías, la aplicación de los abonos viene reseñada por estas ternas. Los estudios de nutrición vegetal demuestran que es más importante un alimento equilibrado de todos los elementos fertilizan-



Ley de los rendimientos decrecientes o Ley del máximo. A medida que aumentamos la cantidad de fertilizante, aumentamos la producción, hasta llegar al punto óptimo, a partir del cual el proceso decrece.

les que la aportación de los nutrientes por separado. Esta cuestión viene clarificada ampliamente en el próximo apartado, donde se formula la Ley del mínimo.
Las plantas, así como todos los seres vivos, tienen esquemas nutritivos parecidos. De la misma manera que una persona no puede alimentarse sólo de proteínas, lípidos o glúcidos, las plantas necesitan una alimentación equilibrada con todos los iones necesarios para su nutrición.

1.5. FACTORES LIMITANTES

La Ley del mínimo o de los factores limitantes fue formulada el siglo pasado por Liebig. Su enunciado reza más o menos así: *"La importancia del rendimiento obtenido viene determinada por el elemento que se encuentra en menor cantidad en relación con las necesidades de las cosechas."* Esta ley pone de manifiesto el hecho importante de la "solidaridad de los elementos fertilizantes", es decir que la insuficiencia de un sólo elemento esencial afecta la producción, aunque los demás elementos se encuentren en cantidades suficientes.
En realidad, es más exacto afirmar que cada factor de producción actúa tanto mejor cuanto más cerca de su óptimo se hallan los restantes factores. El óptimo de cada factor puede considerarse independiente.
La ley de los factores limitantes no se aplica exclusivamente a los elementos nutritivos, sino que concierne también a todos los restantes factores de crecimiento, que pueden llegar a limitar los rendimientos. Así, todos los factores de crecimiento son independientes y pueden llegar a ser limitantes.
El cultivo racional forma un conjunto en el que deben conjugarse armoniosamente todos los factores del crecimiento, de modo que cada uno de ellos actúe en las mejores condiciones, sin que su acción se vea condicionada por la insuficiencia de los demás. Resulta evidente que un abonado intensivo puede ver su eficacia reducida por una variedad poco productiva o la abundancia de malas hierbas. Por el contrario, una variedad de gran producción tampoco podrá alcanzar sus posibilidades si el abonado es insuficiente o en su hábitat hay una excesiva presencia de malas hierbas cuya competencia no le permite desarrollarse.
Los factores de crecimiento son de naturaleza muy diversa: factores genéticos, culturales, climáticos o de nutrición. En lo que se refiere a los factores de nutrición, se puede estimar que el abonado proporciona aumentos de cosecha del orden del 25 al 50% en relación con los testigos circunstancialmente sin abonado.
Normalmente, esta ley se representa mediante un barril de vino (ver dibujo) donde las costillas representan cada uno de los elementos. El grosor de las costillas representa la proporción, respecto a los demás, de cada uno de los elementos que necesita la planta. La menor presencia de uno de ellos limita la capacidad de los otros y fija el tope del rendimiento. Si la presencia de todos los elementos fuera la óptima (todas las costillas iguales), la producción del cultivo sería la óptima o la máxima.
La Ley del mínimo tiene su otra vertiente: la Ley del máximo, la cual postula que, a partir de una cierta cantidad de fertilizante, la producción no sólo no aumenta, sino que decrece. Ese máximo depende de las necesidades de cada especie, y de otros factores como el clima, el suelo, etc.



Una fábrica de granulación esférica produce abonos granulados organo-minerales, super potásicos y ternarios minerales. Foto cedida por Ets. Plantin.

De la Ley del mínimo y de la del máximo se pueden sacar valiosas conclusiones. Un abono sirve para alimentar a la planta y para prevenir sus carencias. El abono debe ser lo más completo y equilibrado posible, puesto que de nada sirve aportar muchas unidades fertilizantes de nitrógeno si no se aportan también unidades de los demás elementos. Abonar en demasía, por encima de las necesidades del cultivo, además de no ser económicamente rentable, nos reduce la producción a partir del punto óptimo, según se desprende de la gráfica de la Ley de máximos.
Además, un exceso de fertilizantes contamina la capa freática, puesto que los elementos más móviles y solubles como por ejemplo el nitrógeno, se pierden por lavado.
La utilización de las dosis adecuadas de abono aplicadas en el momento en que la planta lo necesita aumenta la producción, lo que se traduce en una disminución de los costos de producción y un decremento en el precio final del producto.



2. CLASIFICACIÓN DE UN ABONO

Los fertilizantes pueden clasificarse de diferentes maneras. Un criterio puede ser su contenido en nutrientes; otro, la naturaleza mineral u orgánica de sus componentes. Para los abonos manufacturados, es muy importante el proceso de fabricación, el cual da lugar a distintos tipos de abono. Veamos seguidamente todos ellos.

2.1. POR SU ESTADO FÍSICO

Podemos clasificar los abonos según el estado físico en el que se presentan en el mercado. Así, tenemos abonos sólidos, líquidos y gaseosos.

Los abonos sólidos presentan distintas formulaciones. Algunos tienen sólo un compuesto, otros dos, tres o incluso más. Están especialmente diseñados para su aplicación en profundidad o superficie en el suelo. Suelen ser granulados más o menos finos, y sus métodos de aplicación varían desde la incorporación al suelo con maquinaria (en profundidad), o a mano (sobre la superficie). A veces, estos granulados se venden como abonos solubles para que el agricultor los disuelva para el abonado de fertirrigación.

Los abonos líquidos son disoluciones relativamente estables de iones nutricionales. Se pueden distinguir dos tipos según la disolución sea verdadera o coloidal. Existen infinidad de formulaciones, pero las más frecuentes son las compuestas por los dos o tres macroelementos N-P o N-P-K. A menudo se adicionan microelementos. Su uso suele estar destinado a las aplicaciones foliares y a la fertirrigación.

Los abonos gaseosos suelen tener su forma más característica en las botellas de dióxido de carbono. En un recinto cerrado, tal como un invernadero, puede modificarse la concentración en el aire de CO_2, pues se puede considerar el invernadero como un recinto cerrado con atmósfera controlada. Si se tienen los aparatos de medición y dosificación adecuados, el incremento de la concentración de dióxido de carbono se traduce en un aumento de la producción. A este aumento de la concentración de dióxido carbono en un invernadero se le denomina *abonado carbónico* y se suministra normalmente en bombonas de gas CO_2.

2.2. POR SU NATURALEZA

Por su naturaleza, los abonos pueden ser **orgánicos**, siendo el más conocido el estiércol, aunque existen otros como las turbas, el compost que se emplea en jardinería y otros comerciales, como el guano de Perú, el abono de pescado, melazas, etc.

También los **minerales** naturales, debido a su meteorización, liberan elementos (principalmente aniones) que son nutritivos para las plantas. Algunos lugares del planeta son especialmente ricos en minerales que contienen nutrientes, como es el caso de las minas de nitrato sódico de Chile, las minas de sulfatos y las minas de minerales de cloruros de potasa como la silvina.

Los abonos de **síntesis química** son formulados a partir de minerales naturales fertilizantes, modificaciones primarias de éstos, subproductos de la industria del carbón o de substancias orgánicas. Todos estos elementos, mezclados física o químicamente entre ellos, dan lugar a los abonos de síntesis química o física, cuya utilización está en auge desde la segunda mitad del siglo pasado. Este incremento en su producción, comercialización y utilización se debe, principalmente, a la gran explotación de las minas naturales de antaño y a la consiguiente escasez de los minerales naturales fertilizantes.

2.3. POR SU FORMULACIÓN

Los abonos pueden clasificarse en función de los elementos nutritivos que contengan. Se distinguen dos grandes grupos: los **simples** y los **compuestos**. Los simples o **monovalentes** poseen un solo elemento fertilizante. Los compuestos, dos, tres o más. Los compuestos, cuando tienen dos elementos, reciben el nombre de **binarios**, cuando tienen tres, **ternarios**. En función del tipo de fabricación, los compuestos pueden ser de **mezcla** (mezcla física) o **complejos** (combinación química). Además, los abonos compuestos pueden contener otros elementos: nutrientes secundarios y/o microelementos.

Muchos de los abonos que contienen un sólo nutriente, y algunos de los que llevan dos, consisten en un solo producto químico. En estos casos, el compuesto se indica en el envase. Por ejemplo, 33,5-0-0 es nitrato amónico y 13,5-0-38 es nitrato potásico.

2.3.1. Abonos simples

Los abonos simples, monovalentes o monocompuestos, contienen un solo elemento fertilizante. Éste es el caso del nitrato de amonio (NO_3^- y NH_4^+) y del cloruro de potasa (K^+ y Cl^-). El nitrato amónico suele tener una riqueza del 33,5% de N total. El cloruro de potasa suele tener una riqueza del 50% en K_2O. Nótese que el nitrato amónico y el cloruro de potasa llevan otros elementos que no corresponden propiamente a las unidades fertilizantes en sí. Nos referimos al oxígeno, al hidrógeno y al cloro. Estos elementos representan los porcentajes de ganga del abono. A saber:

El abono **nitrato amónico** con riqueza del 33,5% de N total contiene el 66,5% (100-33,5) de ganga. Esta ganga equivale al oxígeno, al nitrógeno, al hidrógeno y a impurezas intrínsecas del abono. Su notación estándar con tres cifras sería 33,5-0-0.

El abono **cloruro de potasa** con riqueza del 50% contiene el 50% de K_2O ($K_2O * 0,83 = 41,5\%$ K) y el 58,5% de cloro, oxígeno y otras impurezas. Su notación estándar sería 0-0-50.

2.3.2. Abonos compuestos

Se denominan abonos compuestos los que contienen por lo menos dos de los tres elementos fertilizantes principales N-P-K. Dentro de este grupo, el más numeroso en toneladas fabricadas en el mundo y, consecuentemente, también el de mayor consumo y utilización actual, distinguimos dos subgrupos: los abonos de mezcla y los complejos o de combinación química. Cada uno de los dos subgrupos puede dividirse en binarios y ternarios. Toda esta notación se basa solamente en los tres macronutrientes, pero a menudo muchos abonos compuestos llevan, además, elementos secundarios y micronutrientes. Veamos seguidamente todos ellos.



2.3.2.1. Compuestos de mezcla

Los **abonos compuestos de mezcla** son abonos que contienen dos o tres elementos y que han sido obtenidos mediante mezcla mecánica íntima de productos simples, añadiéndoles agua en caso de granulación. Se presentan en el mercado en forma de granulado más o menos fino, y sus formulaciones van desde las binarias (combinaciones de riquezas P-K) hasta las ternarias (combinaciones de riquezas de N-P-K).

Existe en el mercado infinidad de abonos de distintas riquezas que son compuestos de mezcla binarios y ternarios. Eso es debido a que las empresas, por razones de competencia comercial o a petición de sus clientes, lanzan anualmente al mercado nuevas formulaciones que supuestamente son mejores que las antiguas.

Se llaman abonos compuestos de mezcla por su tipo de fabricación. Son los abonos tipo *bulk-blending* (o mezcla a granel), cuya especial característica es la de estar constituidos por una simple mezcla mecánica de abonos granulados simples o binarios que poseen la misma densidad, y con un tamaño de gránulos parecido. En las mezclas suelen utilizarse los abonos simples lo más concentrados posibles, para así conseguir el máximo poder fertilizante en el menor espacio posible (ahorro de transporte, manejo y saquerío). Los abonos más usuales para estas mezclas son el nitrato amónico, fosfato amónico, superfosfato concentrado, cloruro de potasa, urea, etc.

Página anterior y abajo: La combinación de uno de los dos tipos de Basacote con Triabon permite adecuar óptimamente la fertilización a las necesidades del cultivo, de forma flexible y rentable. (Gentileza de BASF)



Los **abonos compuestos de mezcla binarios** se reducen a distintas formulaciones de P-K. La mayoría son mezclas de fosfatos naturales, ***escorias*** y cloruro o sulfato de potasa. La potasa que procede de sulfato y no de cloruro es más cara y más apreciada, principalmente porque el cloruro puede producir fitotoxicidad en las plantas si su concentración en el suelo es demasiado elevada. La notación de los abonos cuya potasa proviene de sulfato es por ejemplo 0-12-20S. El empleo y comercialización de los abonos binarios está en auge. Algunas de sus formulaciones más usuales comercialmente son: 0-18-18, 0-19-19, 0-24-11, 0-12-12, 0-13-13, 0-13-7, 0-12-18, 0-12-20S, etc. Algunos compuestos binarios están enriquecidos con microelementos como el boro, el cinc, etc.

Los **abonos compuestos de mezcla ternarios**, a diferencia de los binarios, son cada vez más raros y escasos. Están siendo desplazados en el mercado por los ternarios complejos que veremos a continuación.

Como se verá al tratar el fósforo como fertilizante, las ***escorias*** o Escorias Thomas son un subproducto de la siderúrgica del hierro, de gran riqueza en ácido fosfórico.

A la izquierda: Vista general de un taller de granulación de abonos tipo "blending". En él se fabrican organominerales, super potásicos y ternarios minerales. (Instalaciones de ETS. PLANTIN)

Puesto que son mezclas físico-mecánicas, algunos componentes suelen ser más pesados y de distinta densidad que otros. Por este motivo, el agricultor deberá tener mucho cuidado en su manejo y aplicación, en especial si piensa utilizar abonadoras mecánicas, puesto que las diferencias de peso y densidad de los componentes mezclados impide que queden repartidos de forma homogénea. Esto significa que unas partes del cultivo recibirán mayor concentración de uno de los componentes fertilizantes y menor de otro, mientras que en otras zonas del cultivo, ocurrirá al revés.

Ⓐ



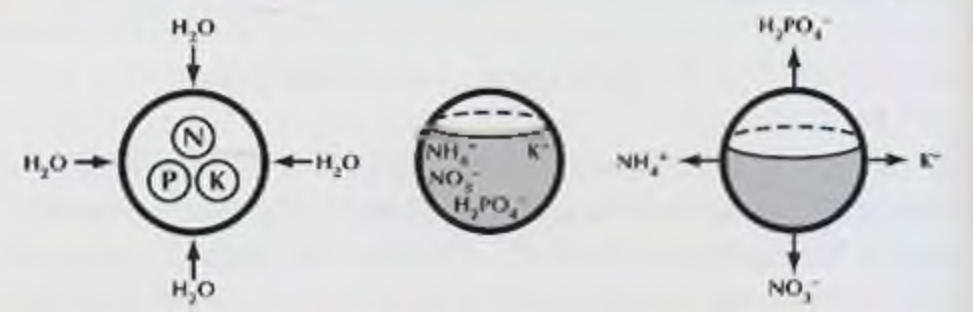
A/ Detalle de un nutriente granulado recubierto por una resina de material orgánico. El recubrimiento controla la liberación de los nutrientes que se encuentran encerrados. En el dibujo esquema inferior, apreciamos cómo se liberan los nutrientes. Agroblen es un producto que contiene NPK y Mg. Fabricado por GRACE SIERRA INTERNATIONAL B.V.



Ⓑ



B/ Ejemplos de abonos de última generación, ternarios, con magnesio y microelementos. Además la potasa proviene de sulfato. Ambos fabricados por BASF, S.A.





2.3.2.2. Compuestos complejos

Los **abonos compuestos complejos**, o abonos de combinación química, son los obtenidos por reacción química entre las materias primas empleadas y los productos intermedios que se forman en la masa.
La primera transformación química que se realizó para la obtención de un abono fue la solubilización del fosfato tricálcico contenido en los fosfatos naturales por la acción del ácido sulfúrico para la fabricación de superfosfato.
Basta con decir que los abonos que se obtienen son mayoritariamente nitratos amónico y potásico, fosfatos amónico y potásico, fosfatos mono y bicálcicos, sulfatos amónico, potásico y cálcico, cloruros amónico y potásico, etc.

La gran ventaja de los abonos complejos, respecto a las mezclas físicas, es que cada grano de éstos contiene en sí mismo la riqueza que viene expresada en la etiqueta del envase. Así, un pequeño grano de un abono cuya riqueza es 12-12-17S contiene un 12% de N total, un 12% de P_2O_5 y un 17% de K_2O procedente de sulfato. Eso es muy ventajoso a la hora de abonar con maquinaria, puesto que las riquezas de cada elemento se distribuyen por un igual.
Los **abonos compuestos complejos binarios** son compuestos de N-K y N-P. Como ejemplo del binario N-K, cabe resaltar el nitrato de potasa (13-0-44). Ejemplos de N-P de gran importancia: el fosfato monoamónico ($PO_4H_2NH_4$), cuyas formulaciones comerciales más usuales son 11-48-0 y 10-51-0, y el fosfato diamónico ($PO_4H(NH_4)_2$), de formulaciones 18-46-0 y 18-50-0.
Existen muchas reacciones químicas que dan lugar a productos en fase intermedia que, pudiéndose considerar abonos binarios, se reservan para la síntesis de los complejos ternarios. Veámoslos.

Los **abonos compuestos complejos ternarios** son compuestos de N-P-K derivados de síntesis químicas. En los últimos años, estos abonos ternarios han adquirido una gran preponderancia y sus distintas formulaciones son múltiples.

Para su comparación, de entre los muchos abonos complejos ternarios que existen en el mercado, es útil el cálculo de las proporciones de nutrientes tal y como se explicaba en el punto 1.3. Así, la comparación entre un 12-12-24 y un 18-18-36 nos dará unas proporciones iguales de los dos abonos: 1-1-2. La única diferencia entre los dos es que del primero vamos a necesitar más kilogramos que del segundo. Este sistema de cálculo de proporciones es una manera simple de valorar el precio de los fertilizantes, porque en todo momento podemos saber el precio de la unidad fertilizante.

Muchos de estos abonos ternarios contienen microelementos, y los microelementos son caros puesto que su proceso de fabricación es costoso. No se pueden equiparar los precios de dos ternarios que no sean iguales (por ejemplo uno que tenga microelementos y otro que no). Otro factor que encarece el abono es si la potasa proviene de sulfato o de cloruro. A igual formulación (o proporción de N-P-K), el abono cuya potasa proviene de sulfato siempre será más caro.

Por regla general, las unidades de nitrógeno y de ácido fosfórico suelen ser más caras que las de potasa, por lo que no se pueden comparar los precios de dos abonos cuyas formulaciones sean 10-10-20 y 20-10-10 (aunque los dos tengan un 40% de riqueza total).

Dentro de los abonos compuestos complejos, encontramos actualmente innovaciones de síntesis muy importantes que han supuesto grandes avances técnicos en la fertilización. Un ejemplo de este tipo de abonos de última generación son los llamados *abonos de liberación lenta*. Es importante no confundirlos con los abonos cuya liberación lenta se limita al nitrógeno. Estos abonos, de importancia indiscutible, serán tratados en el apartado dedicado al nitrógeno.

Estos elementos de liberación lenta total o de todos sus nutrientes, suelen ser abonos muy completos con todos los macronutrientes N-P-K (potasa procedente de sulfato), con elementos secundarios (magnesio y calcio) y con la mayoría de los micronutrientes que necesita la planta. Los nutrientes de estos abonos están encerrados en un envoltorio de resina que se expande en contacto con la humedad del suelo. Cuando la resina se expande, permite que, a través de sus poros, entre el agua del suelo y disuelva los nutrientes de su interior, y los libere hacia al exterior. Se consideran abonos de liberación lenta porque los nutrientes se liberan de forma gradual cada vez que el suelo se humedece por riego o por pluviometría.





Una buena cosecha pasa por un buen abonado. Foto cedida por Industrias Químicas Sicosa, S.A.

3. ABONOS QUÍMICOS

Los tres elementos principales de la composición de los vegetales, el carbono, el oxígeno y el hidrógeno, no deben preocuparnos, puesto que se encuentran en grandes cantidades en el suelo, en el agua y en la atmósfera, y la planta no tiene dificultades para conseguirlos.
Por lo que se refiere al nitrógeno, fósforo y potasio, son los tres elementos básicos o macronutrientes y serán el objetivo de nuestro estudio en los próximos capítulos.
Azufre, calcio y magnesio son los llamados *elementos secundarios* a nivel de nutrición vegetal. Las plantas necesitan de ellos en cantidades intermedias entre los macro y los micronutrientes.
Los microelementos esenciales como el hierro, manganeso, cobre, cinc, boro, molibdeno y cloro son necesitados por las plantas en mínimas cantidades, pero su carencia puede producir graves trastornos en el metabolismo de los vegetales.

La ***clorofila*** es un pigmento verde que presentan las plantas. Se encuentra en los cloroplastos de las células vegetales y es la responsable directa de la fotosíntesis.

La ***simbiosis*** es un estado de interdependencia fisiológica equilibrada de dos o más organismos de distintas especies. Es decir, cada uno de ellos recibe algo del otro.

3.1. MACROELEMENTOS: EL NITRÓGENO

De todos los elementos necesarios para la nutrición vegetal, el nitrógeno es el único que no se encuentra en la roca madre. Lo encontramos en la naturaleza en dos estados: en estado gaseoso en la atmósfera, representando las cuatro quintas partes de la misma, y en estado combinado, mineral u orgánico. El nitrógeno en estado orgánico no es aprovechable por la planta, puesto que las plantas no se alimentan de seres vivos y el nitrógeno es la unidad formativa de las proteínas de los seres vivos. Sólo la forma mineral del nitrógeno es absorbida por la planta.
Al nitrógeno se le considera el responsable de la parte verde de la planta, cuyo crecimiento, hojas, vigosoridad y follaje están íntimamente relacionados con el nitrógeno. A menudo la planta presenta un intenso color verde si dispone de suficiente nitrógeno puesto que éste, juntamente con el magnesio, es el constituyente de la ***clorofila.***

El agricultor deberá tener precaución con el abonado de nitrógeno. Un exceso de éste o una aportación en exclusiva pueden provocar un aumento de la parte verde en detrimento de una producción determinada. Así, si abonamos exclusivamente un vegetal con nitrógeno, obtendremos plantas muy vigorosas pero con una producción tardía y pobre (Ley de los mínimos).

3.1.1. El ciclo del nitrógeno

El dibujo ilustra el ciclo del nitrógeno en el suelo, en la planta, en los organismos vivos y en la atmósfera, y todas las interrelaciones posibles.
Por un lado, tenemos la fijación del nitrógeno libre de la atmósfera N_2 e incorporado al suelo por dos vías, la primera por la acción de las bacterias azotobacter que lo fijan directamente de la atmósfera, y la segunda por la acción de las bacterias ***simbióticas*** aerobias estrechamente unidas a las raíces de las leguminosas. Estas bacterias pertenecen al género *Rhizobium sp.* y mantienen una relación simbiótica con las leguminosas: por un lado, le proporcionan a la planta parte del nitrógeno fijado de la atmósfera y, por otro, reciben de ella substancias orgánicas elaboradas, producto de la fotosíntesis de la planta.
Sobre el nitrógeno procedente de la materia orgánica incorporada al suelo (excrementos, seres muertos, partes de seres vivos, etc.) actúan los microorganismos que lo degradan. Entonces el nitrógeno pasa por varias fases hasta que se mineraliza. Su estudio y determinación son muy complejos. Bastará decir

Estimación de la cantidad de N_2 fijado durante un año por las bacterias* Rhizobium *asociadas a las raíces de las leguminosas

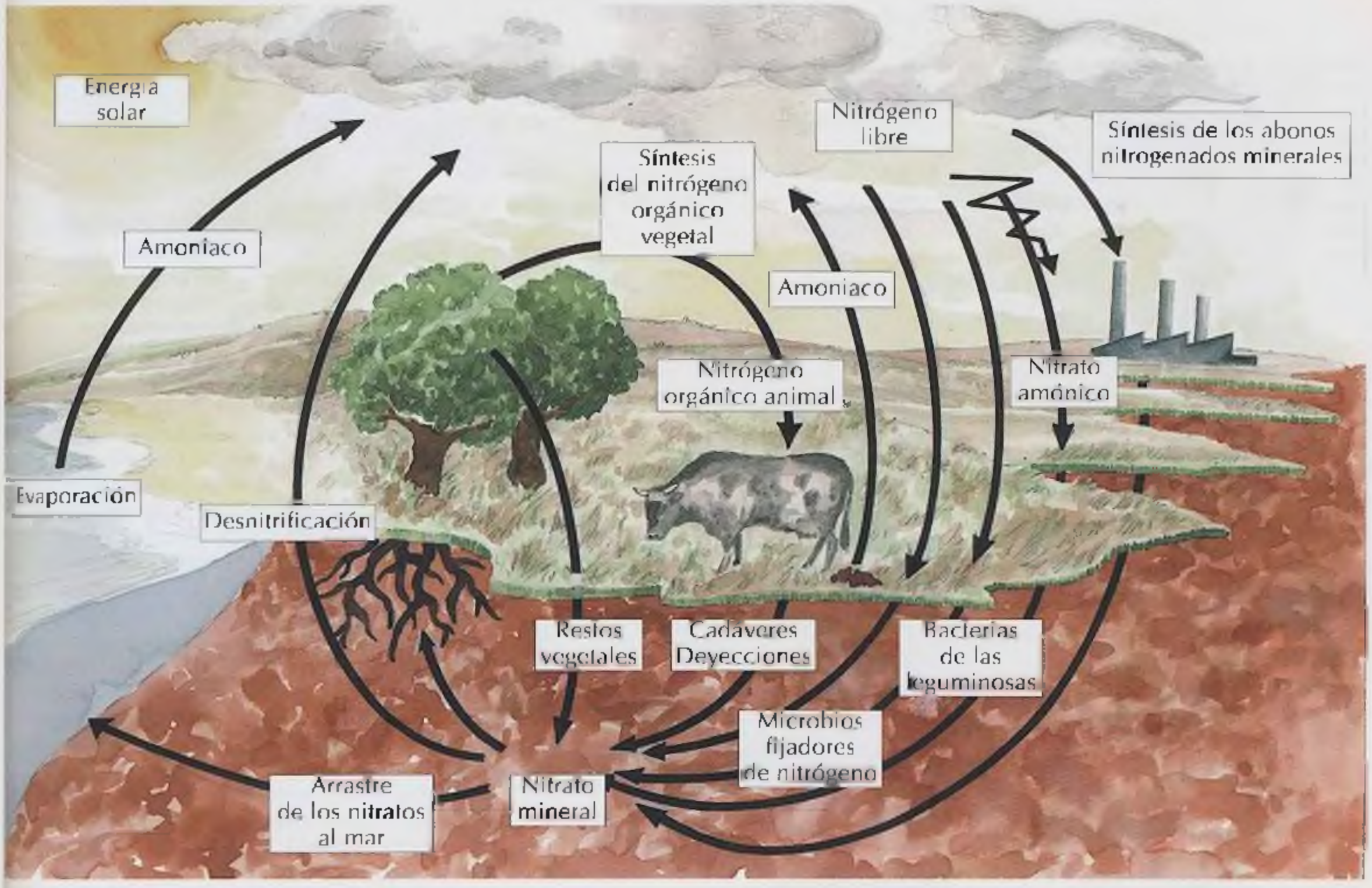
Cultivo	Nitrógeno fijado, Kg/Ha
Alfalfa	150
Melilota	120
Trébol rojo	90
Soja	60
Haba menor	25
Bisalto	25

que las proteínas (materia orgánica nitrogenada) se transforman en nitrógeno amoniacal (NH_4), éste en grupos aminados (NH_2), los cuales dan lugar a amoníaco y sales amoniacales (NH_3), y éstos, finalmente, se transforman en nitrito (NO_2) primero y en nitrato (NO_3) después.

Las aportaciones de nitrógeno al suelo agrícola provienen de los restos de materia orgánica de animales y vegetales, de las fijaciones de bacterias como el azotobacter y el rhizobium, y de las aportaciones de los agricultores al abonar. Estas aportaciones de nitrógeno sufren una rápida degradación debido a los microorganismos. La forma resultante de nitrógeno inorgánico (NO_3) es extremadamente soluble, se pierde con facilidad por lixiviación o lavado del suelo, y fluye hacia el mar a través de la capa freática. Pequeñas partes del nitrógeno inorgánico se evaporan juntamente con el agua del mar y vuelven a su estado inicial de nitrógeno libre en la atmósfera.



Explotación de nitrato en la zona de Antofagasta, con denominación de origen Nitrato de Chile.



Ciclo del nitrógeno en el continuo suelo - aire - agua. Nótese la importancia de la fijación del N_2 por el rhyzobium y las bacterias azotobacter.

3.1.2. Abonos nitrogenados

Durante mucho tiempo, el agricultor ha tenido a su disposición únicamente los depósitos fósiles de nitrato sódico de Chile y el sulfato amónico obtenido como subproducto de la destilación de la hulla. Sin embargo, actualmente, las considerables necesidades de este elemento se cubren, en su mayoría, con abonos de síntesis fabricados a partir del nitrógeno del aire, obteniéndose amoníaco como producto intermedio básico y a partir del cual se manufactura la mayor parte de abonos nitrogenados.

Los abonos nitrogenados simples en función del tipo de nitrógeno que contienen son múltiples. A partir de los abonos simples nitrogenados, se fabrican todos los ternarios complejos, con o sin microelementos. Veamos todos ellos.

3.1.2.1. Abonos orgánicos nitrogenados

Existen en el mercado abonos orgánicos nitrogenados que tienen un mínimo de 3% de nitrógeno orgánico, y entre los cuales destacan las tortas, la sangre

La **ureasa** es un fermento capaz de hidrolizar la urea.

desecada, cuerno tostado, carne desecada, cueros tostados, residuos de lana, residuos de pescado, etc. Estos tipos de abonos son interesantes porque permiten tener una reserva de nitrógeno que se va liberando con el tiempo en el suelo.

3.1.2.2. Abonos de síntesis orgánica

Estos abonos contienen nitrógeno orgánico obtenido mediante síntesis química. Son abonos de acción retardada o progresiva, cuya característica principal es liberar el nitrógeno lentamente para limitar las pérdidas por lavado y adaptarse al ritmo de absorción de la planta, gracias a la combinación de la urea con diversos aldehidos. Se obtienen, de este modo, productos que liberan el nitrógeno más lentamente que la urea, en función de la temperatura, de la humedad del suelo y de los microorganismos. Según la proporción de urea, la liberación es más o menos lenta.

Los productos más comunes son los compuestos urea-formaldehído o urea formol, la Crotonil idendiurea® y la Isobutil idendiurea®. Estas distintas formulaciones de la urea formaldehído son marcas registradas de BASF y pueden considerarse verdaderos abonos ecológicos puesto que, al liberar el nitrógeno lentamente, según las necesidades de la planta, impiden la contaminación de nitratos de las aguas de la capa freática.

Ejemplo de abono ternario complejo con parte del nitrógeno formulado como CRODOTUR® Fabricado por BASF, S.A.



Su precio es elevado, con lo que su mercado se centra principalmente entre los floricultores, especialistas en céspedes y horticultores. Estos abonos se presentan como formulaciones granuladas sólidas, cuyo nitrógeno está compuesto por varios tipos de nitrógeno. Aparte del Crotodur® y el Isodur®, pueden llevar también nitrógeno nítrico y amoniacal. A menudo son ternarios complejos, técnicamente muy avanzados, con ácido fosfórico, y la potasa formulada proviene de sulfato. Además, estos abonos suelen llevar calcio, magnesio y microelementos.

3.1.2.3. Nitrógeno ureico: urea

Es un compuesto perteneciente al grupo de las amidas, que posee un 46% de nitrógeno amoniacal, o más exactamente ureico. Según su grado de apelmazamiento, la densidad de la urea es pequeña, del orden de 0,8 g/cc. Bajo la acción de una diastasa particular (la ureasa, segregada por ciertas bacterias), la urea se hidroliza en el suelo y pasa al estado de nitrógeno amoniacal que, a su vez, se nitrifica.

Principalmente hay que destacar que mientras la urea no se haya hidrolizado, desciende a través del suelo como un nitrato, sin ser retenida por el complejo arcillo-húmico. Una vez hidrolizada, se comporta como un abono amoniacal. La utilización de la urea por la planta necesita, por lo tanto, la acción previa de una diastasa microbiana: la ureasa. Por lo tanto, una buena actividad microbiana y una riqueza satisfactoria en humus favorecerán la hidrólisis. En los suelos con una actividad biológica normal, la hidrólisis es un fenómeno rápido: tres-cuatro días en los suelos bien provistos de materia orgánica.

En tierras calcáreas y alcalinas, la urea es un buen abono nitrogenado que tiene una respuesta rápida para el suministro de nitrógeno para la planta. Pero en tierras ácidas y lluviosas, la transformación de la urea en amoniacal es mucho más lenta, seguramente por la escasez de la ***ureasa***, y es conveniente recurrir a otro tipo de abonos nitrogenados.

Puesto que el nitrógeno amoniacal es parcialmente volátil y que la urea se transforma rápidamente en nitrógeno amoniacal primero y nítrico después, será conveniente enterrar este abono, mediante una labor somera, justo después de la aplicación.

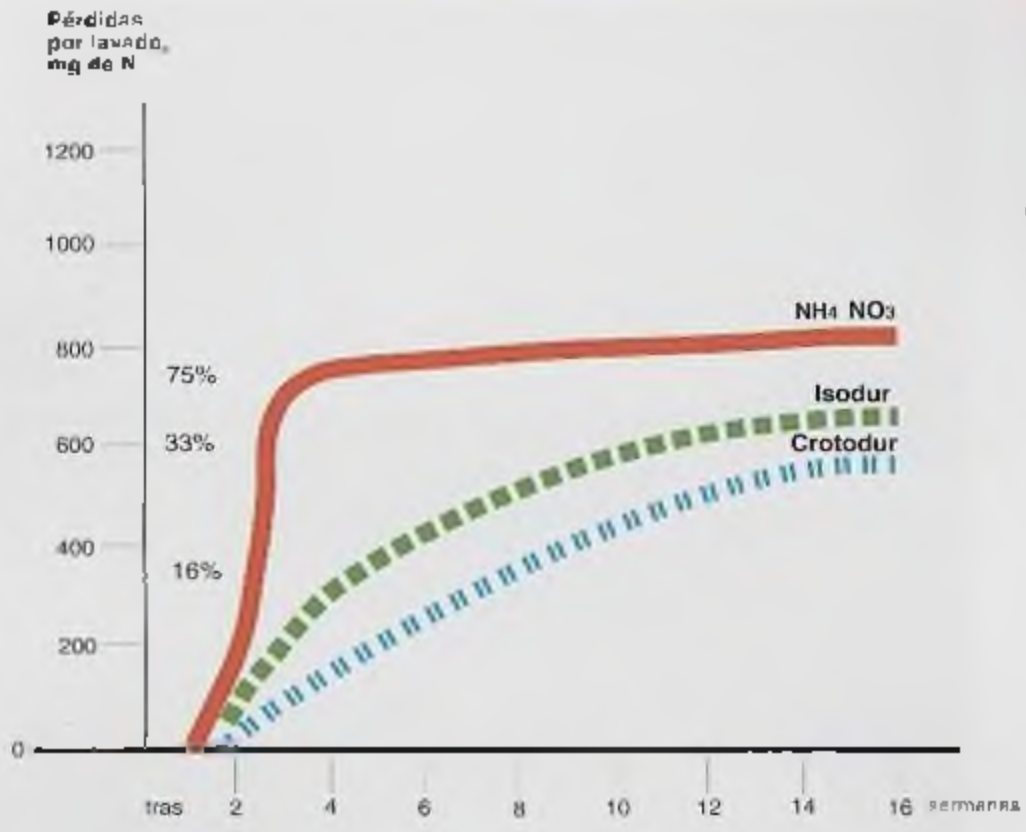
Debido a su alta solubilidad, la urea puede formularse como abono líquido de aplicación foliar. En momentos de *stress* en que la planta necesita un aporte suplementario de nitrógeno, pueden realizarse aplicaciones foliares para que la planta lo absorba por las hojas. Además, la urea permite otras formulaciones sólidas, individualmente o asociada con otros tipos de nitrógeno, nítrico y amoniacal principalmente. A menudo, existen ternarios complejos, técnicamente muy avanzados, cuyo N total tiene diversos porcentajes de urea, nítrico y amoniacal, una riqueza suficiente de ácido fosfórico y cuya potasa formulada proviene de sulfato. Además, estos abonos suelen llevar calcio, magnesio y microelementos.

3.1.2.4. Nitrógeno amoniacal: sulfato amónico

Se presenta en forma de pequeños cristales y contiene de 20 a 21% de nitrógeno amoniacal. Según su procedencia, existen tres tipos de sulfato, a saber: sulfato de síntesis, sulfato de coquerías, y de recuperación procedente de diversas industrias (textiles artificiales y materias plásticas).

El sulfato amónico contiene entre un 23 y un 24% de azufre, lo que en general supone una riqueza adicional. Para las crucíferas, plantas consumidoras de azufre, resulta imprescindible. El abono tiene un cierto poder acidificante, lo que le hace expresamente apto para suelos con un pH excesivamente alto.

Como en el caso de las ureas, el nitrógeno amoniacal se degrada a nítrico tanto más deprisa cuanto mayor sea la temperatura del suelo y mayor sea su alcalinidad. Los abonos amoniacales, antes de transformarse en nítricos, son bien adsorbidos por el complejo arcillo-húmico. Suele ser una buena práctica enterrar el abono con una pequeña labor para evitar pérdidas por volatilización.
También citaremos el amoníaco anhidro (riqueza del 82%) y los abonos líquidos con soluciones nitrogenadas cuya riqueza oscila entre 18,2 y 30%. Estos abonos líquidos nitrogenados a menudo presentan el N total compuesto de varios tipos como el ureico, el nítrico y el amoniacal. También existen complejos ternarios líquidos cuyos elementos nutritivos están en suspensión. Parte de su N total es en forma amoniacal, y contienen, además, ácido fosfórico, potasa, calcio, magnesio y microelementos.



Ensayo representativo que muestra el lavado de nitrógeno procedente de varios compuestos. Tomado de Mung & Dressel



(Izquierda) Nitratina (nitrato de Chile)

3.1.2.5. Nitrógeno nítrico: nitratos

Los abonos nítricos son muy solubles en agua y no quedan adsorbidos en el complejo arcillo-húmico, por lo que se pierden con suma facilidad por lavado. La planta sólo puede absorberlos cuando se encuentran disueltos en la fase líquida del suelo, pero se consideran los de más rápida absorción cuando la planta los encuentra disueltos en el suelo.
Su utilización está recomendada cuando necesitamos una rápida respuesta de la planta, a la salida del invierno, si hacemos abonado tardío de otoño, en momento de *stress*, etc.
El nitrato de sodio, o de Chile, es el veterano de los abonos nitrogenados y contiene 16% de N y 25% de sodio. Actualmente es poco usado, excepto por parte de los cultivadores de remolacha, puesto que el nitrato de Chile contiene un elevado porcentaje de boro, del cual estas plantas son muy ávidas.
Mencionaremos otros nitratos como el de cal (25% CaO), con una riqueza del 15,5% de nitrógeno nítrico, y el nitrato de cal y magnesio, que contiene el 15% de nitrógeno.



Ejemplos de abonos ternarios con parte del nitrógeno formulado como ISODUR®. Muy indicado para el abonado del césped puesto que el nitrógeno, al ser de liberación lenta, no produce quemaduras. Fabricado por BASF, S A.

3.1.3. Características y propiedades

De todas las formas de nitrógeno descritas en el punto anterior al hablar de la descomposición del nitrógeno orgánico, cabe destacar las más aprovechables por las plantas. El nitrógeno amoniacal NH_4^+ puede ser adsorbido por el complejo arcillo-húmico y absorbido por las plantas, pero tiene el inconveniente de que, rápidamente, es transformado por los microorganismos en nitrógeno nítrico, por lo que su presencia real en el suelo es muy escasa.

El nitrógeno nítrico (NO_3^-) es extremadamente soluble. No queda retenido en el complejo arcillo-húmico y, por lo tanto, se pierde fácilmente por lixiviación (lavado). Las plantas pueden tomarlo de la fase líquida del suelo antes de que se pierda.
La utilización del nitrógeno nítrico en forma de nitratos debe ser muy racional, dada su gran solubilidad. Al abonar con nitratos, éstos se pierden por iluviación y acceden a la capa freática, lo que produce dos efectos: por un lado, una pérdida económica, puesto que las plantas no aprovechan todo el nitrógeno que se pierde y, por otro lado, se contamina la capa freática de nitritos y nitratos. En estudios recientes donde se analizaron las aguas subterráneas de la región de Almería (España), se encontraron concentraciones desorbitadas de nitritos y nitratos en el agua. Esta contaminación por nitrógeno es debida a los excesos de aportaciones de abonos tipo nitrato por parte de los agricultores de aquella zona.

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA



Césped deportivo abonado con nitrógeno de liberación lenta ISODUR®. Fabricado por BASF, S.A.

Una forma de paliar, en parte, el problema de la contaminación de las aguas subterráneas, es con la utilización de abonos cuyo N total esté compuesto en parte por nítratos y en parte por amoniacales. De esta manera, se le suministra a la planta durante los primeros días el nitrógeno procedente de nitratos, y cuando éste se pierde por lavado, empieza a actuar el amoniacal.

El N total de los abonos técnicamente más modernos está constituido por urea, sulfato amónico, nitratos y Crotonil idendiurea® o Isobutil idendiurea®. A menudo falta alguno de ellos, pero es importante remarcar que, de esta manera, se suministra a la planta una primera aportación de nitrógeno (urea y nitratos), una segunda cuando se termina la primera (nitrógeno amoniacal) y, finalmente, la planta dispone de los nitrógenos formaldehídos de liberación lenta como el Crotodur® y el Isodur®.

Hay que tener en cuenta que las leguminosas viven en simbiosis con las bacterias rhizobium, y que éstas fijan el nitrógeno de la atmósfera. Eso es importante puesto que las leguminosas tendrán menores necesidades de nitrógeno que las demás plantas.

Recurrir a las bibliografías más especializadas o a las casas comerciales de más nombre en la comarca es una buena manera de establecer las dosis necesarias para el abonado de cada cultivo y la época de aplicación.

Finalmente, recordaremos que en el suelo el humus se mineraliza, y que con esta mineralización se va liberando nitrógeno, el cual queda disponible para la planta, por lo que es importante conocer someramente las cantidades de humus que se tienen en un suelo determinado para aproximarse al cálculo de las aportaciones nitrogenadas. Parece evidente que no van a tener las mismas cantidades de nitrógeno disponible un suelo arenoso, cuyo porcentaje en materia orgánica es del 0,5%, que otro cuyo porcentaje oscile sobre el 10%.

3.2. MACROELEMENTOS: EL ÁCIDO FOSFÓRICO

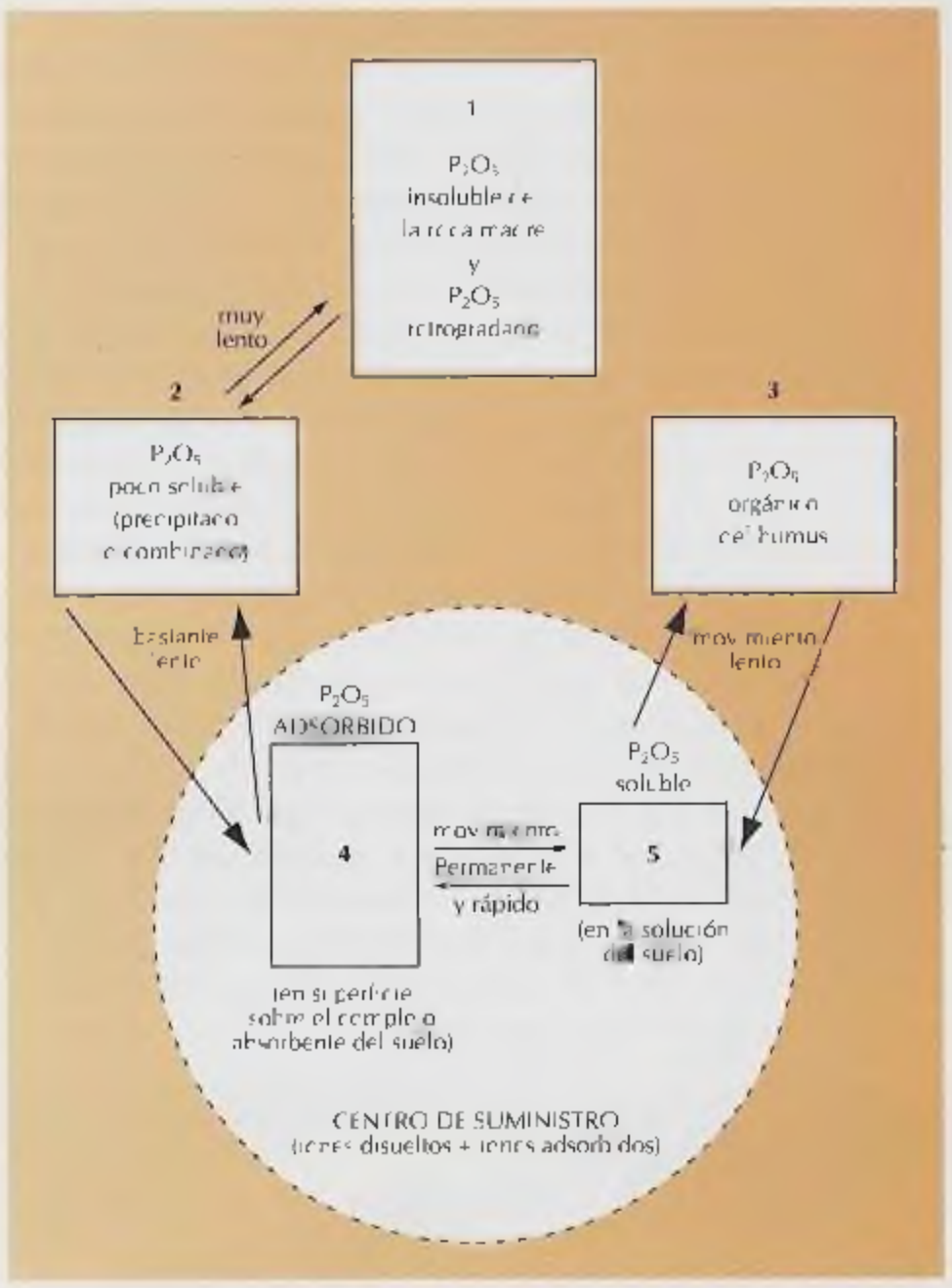
Lo que conocemos normalmente por ácido fosfórico es, en realidad, el anhídrido fosfórico (P_2O_5), que es el resultado de la combinación del fósforo (P) con el oxígeno (O). Ya vimos los factores de conversión necesarios para convertir el %P en $\%P_2O_5$ y viceversa. También conocemos los aniones aptos para que la planta absorba fósforo, como el PO_4^{3-}, PO_4H^{2-} y $PO_4H_2^-$. Al hablar del ácido fosfórico y de sus iones, utilizaremos, a fin de simplificar, la notación PO_4.

3.2.1. El ciclo del fósforo

Principalmente, el ácido fosfórico que existe en el suelo proviene de la roca madre y de la materia orgánica que se mineraliza. El fósforo que pertenece a los minerales de la roca madre es muy insoluble y no aprovechable por la planta. El fósforo mineral proviene principalmente de ortofosfatos, cuyos minerales más representativos son los fosfatos tricálcicos (apatita), fosfatos magnésicos y fosfatos de hierro y de aluminio. A este fósforo, no aprovechable por la planta, se le llama P_2O_5 retrogradado.

En los suelos ácidos es muy posible la precipitación de los fosfatos de hierro y aluminio, y en los suelos muy calizos, la precipitación de fosfato de cal. Estas precipitaciones de carácter muy poco soluble quedan equiparadas al P_2O_5 orgánico, el cual es también muy poco soluble. Estos dos tipos de fósforo (el orgánico y el mineral), gracias a ligeras variaciones del pH, la acción de la materia orgánica, la actividad microbiana o la capacidad de algunas especies de absorberlos directamente, pueden hacer que el fósforo quede adsorbido en el complejo arcillo-húmico y pueda ser absorbido por las plantas.

Parte de la fracción del fósforo retenido por el C.I.C puede quedar en disolución en la fase líquida del suelo. El fósforo disuelto en la fase líquida es el más asimilable por la planta, aunque ésta puede absorber parte del fósforo adsorbido en el complejo arcillo-húmico.
Para una mejor comprensión de todo este proceso, invitamos al lector a una revisión minuciosa del gráfico a la derecha de estas líneas donde se detalla la dinámica del fósforo en el suelo.



Dinámica del fósforo en el suelo

3.2.2. Abonos fosfatados

Según su origen, los abonos fosfatados pueden dividirse en dos grupos. Por un lado, son el subproducto de ciertas industrias siderúrgicas: los minerales de hierro de Lorena y Normandía contienen, entre otras impurezas, pequeñas cantidades de fósforo que hay que eliminar durante la operación de refinado o de conversión en los altos hornos, para obtener un acero de buena calidad. Las impurezas citadas se calientan a alta temperatura con la cal añadida a la masa fundida, y es este lecho básico, mezcla de cal, fosfatos y silicatos de cal, lo que constituye la base de las escorias de defosforación o escorias Thomas, que reciben el nombre del ingeniero inglés que perfeccionó los convertidores.
Por otro lado, tenemos los yacimientos de fosfatos naturales, que se encuentran en distintas partes del mundo. Estos fosfatos minerales son los aluminocálcicos, tricálcicos sedimentarios o fosfatos tricálcicos cristalizados. La riqueza de los mismos es del orden del 65% al 77% de fosfato tricálcico, que equivale a un 30-33% de P_2O_5 y 48-52% de CaO.
Estos fosfatos naturales son sometidos por la industria a diversos procesos físicos y químicos mediante los cuales se obtienen los superfosfatos, los ácidos ortofosfóricos, los fosfatos cálcicos y bicálcicos, etc. Todos ellos son la base para los diversos abonos fosfatados simples, sólidos o líquidos. A partir de los abonos simples fosfatados se fabrican todos los binarios, ternarios y líquidos complejos, con o sin microelementos, que existen en el mercado. Veamos todos ellos.

3.2.2.1. Superfosfatos de cal

Los superfosfatos minerales se obtienen atacando los fosfatos naturales con ácido sulfúrico y fosfórico. La cantidad de ácido se dosifica para que la casi totalidad del fosfato tricálcico se transforme en monocálcico soluble en agua. La riqueza de un superfosfato viene limitada industrialmente: no se puede obtener una riqueza de P_2O_5 superior a la cuarta parte del fósforo total contenido en el fosfato tricálcico.
El **superfosfato simple** es una mezcla al 50% de fosfato monocálcico y sulfato de cal o yeso. Suele tener una riqueza del 16 al 24% de P_2O_5 ***soluble en agua y citrato***. Además, contiene entre un 9 y un 12% de azufre, un 28% de CaO y pequeñas cantidades de microelementos (Fe, Zn, Mn, B, Mo). El más corriente de los que se comercializan es el superfosfato de P_2O_5 con una riqueza del 18%.
El **superfosfato enriquecido** se obtiene atacando los fosfatos naturales con una mezcla, en proporciones variables, de ácidos sulfúrico y fosfórico, con lo que se obtienen riquezas de 25 a 35% de ácido fosfórico. También contiene una parte importante de sulfato de cal, lo que arroja una riqueza del 5 al 9% de azufre.
El **superfosfato triple** es un producto obtenido mediante el ataque, con ácido fosfórico, de los fosfatos naturales; posee del 38 al 48% de P_2O_5.
Los superfosfatos pueden aplicarse a todos los cultivos, tanto como abonado de fondo como de cobertera. Además, son indicados para todos los suelos alcalinos provistos normalmente de cal. Los superfosfatos pueden presentarse en forma de polvo fino y granulados, siendo esta última forma la más extendida.

3.2.2.2. Fosfato bicálcico o precipitado

El fosfato bicálcico, de fórmula PO_4CaH, contiene del 38 al 42% de ácido fosfórico. El fosfato bicálcico se emplea, sobre todo, en alimentación animal, en los complementos minerales o en el ensilado de maíz, mezclado con la urea, en dosis de 2 a 3 Kg/Tm de forraje.

3.2.2.3. Phospal

El phospal se conoce como un abono producido partiendo de fosfatos alumino-cálcicos extraídos del Senegal, y que se solubilizan mediante tratamiento térmico a 600°C y que después son molidos. Este abono contiene una riqueza del 34% de ácido fosfórico y se presenta finamente molido con un diámetro de 0,16 mm. Es eficaz en suelos alcalinos y ácidos, aunque se comporta mejor en los básicos. Tiene su mejor comportamiento si se dispone de un buen complejo arcillo-húmico en el suelo. Conviene enterrarlo pronto, mejor unas semanas antes del cultivo, para que pueda disolverse y ocupar los lugares del C.I.C.

La ***solubilidad del fósforo*** soluble se expresa en agua y citrato debido a que en su metodología de análisis se emplea el citrato amónico para su determinación.

3.2.2.4. Escorias de desfosforación

Las escorias de desfosforación, también denominadas escorias Thomas, tienen su fuente de origen en los subproductos de determinados procesos siderúrgicos, como ya hemos visto anteriormente. Las escorias Thomas se presentan en forma de un polvo negro muy pesado (100 Kg ocupan solamente 50 litros) que contienen del 12 al 20% de ácido fosfórico, oscilando las riquezas más corrientes entre el 15 y el 17%. El ácido fosfórico se encuentra en las escorias bajo una forma especial: combinaciones complejas de fosfatos y silicofosfatos. Contienen, además, de 45 a 55 Kg de cal, cantidades que las hace muy apropiadas para el abonado de tierras ácidas y praderas. Las escorias contienen microelementos como magnesio, manganeso, cinc, cobre, cobalto, molibdeno, sílice y óxidos de hierro.
Quizá su principal inconveniente sea la polvareda que se desprende cuando son aplicadas. Se logra atenuar este efecto humedeciendo la masa en el momento de la distribución, vertiendo agua directamente en el centro de la tolva de aplicación a razón de 2 a 3 litros de agua por saco.

El azufre, como elemento químico simple, se encuentra en abundancia en la naturaleza, sea en forma pura (sulfatares en Italia, yacimientos americanos), sea en forma compuesta combinada con metales (pirítas, por ejemplo) o gas (petróleo o vapor de agua). Gentileza de SANDOZ.



3.2.2.5. Fosfatos naturales molidos

Los fosfatos naturales molidos se componen, principalmente, de un 60-77% de fosfato tricálcico, de carbonato de cal y de fluoruro cálcico. Los fosfatos naturales tienen riquezas variables según su origen, y oscilan entre 26-33% de P_2O_5 total. Su presentación comercial, que antaño era en polvo muy fino, es en forma granulada. Parece ser que ciertos cultivos pueden aprovechar mejor los fosfatos naturales molidos; éste es el caso de los cultivos forrajeros, las leguminosas y las crucíferas, debido a la acción directa de sus raíces.
Es conveniente enterrar el abono con una labor somera después de su aplicación en superficie. Además, es recomendable no utilizar los fosfatos molidos en terrenos excesivamente calizos, en los que el paso de los aniones PO_4 es difícil.

La analítica en el laboratorio para la determinación del fósforo asimilable de un suelo es imprescindible. Fotografía cedida por ETS PLANTIN.

3.2.2.6. Fosfatos condensados

El polifosfato amónico es un fosfato condensado y es el único que se utiliza en agricultura. Elevando la concentración de los ácidos fosfóricos, se obtiene el ácido metafosfórico, del que se estudian dos sales por su utilización ocasional como abono, sin que se hayan considerado de interés real hasta ahora.
Debe señalarse la utilización en riego fertilizante del fosfato monopotásico con 51% de P_2O_5 y cerca de 34% de K_2O, lo que supone un total del 85% de elementos fertilizantes primarios.

3.2.2.7. Binarios, ternarios y líquidos

Hasta ahora hemos visto los abonos simples fosfatados, a partir de los cuales se formulan todos los binarios, ternarios y líquidos que existen en el mercado. Nos parece inapropiado insistir sobre ello. Solamente citaremos los abonos binarios ya vistos como los fosfatos monoamónico, diamónicos y los polifosfatos amónicos, así como los nitrofosfatos, fosfatos amónicos, etc.
Cabe comentar que los ternarios de reciente factura están compuestos principalmente por los fosfatos simples vistos hasta ahora, que la mayoría presentan el nitrógeno en forma de urea, amoniacal o nítrico, que su potasa proviene de sulfato y que contienen microelementos. Además, los abonos líquidos presentan las mismas características, con la ventaja de que pueden aplicarse en fertirrigación, como abono foliar. Los abonos líquidos compuestos exclusivamente de N-P-K suelen ser disoluciones claras o verdaderas disoluciones. Al contrario, si se adicionan microelementos, las disoluciones son coloidales o falsas disoluciones donde los elementos están en suspensión.



3.2.3. Características y propiedades

El fósforo es el elemento menos móvil en el suelo. El suministro a los cultivos procede, en su mayor parte, de las reservas del propio suelo. Así, el rendimiento de los abonos aportados en cada campaña es muy bajo, de tal modo que la cantidad absorbida por los cultivos procedente del fertilizante puede oscilar entre el 5 y el 30%.
La política de abonado, por lo que se refiere al fósforo, es la de programarlo a medio o largo período, para mantener la fertilidad del suelo en ese elemento.



Así, pues, las dosis de fósforo deberán ser dosis a largo plazo y deberán ser iguales a las extracciones netas del cultivo + las pérdidas por lavado + las pérdidas por retrogradación o fijación - los aportes valorados por enmiendas orgánicas.
la analítica en laboratorio para la determinación del fósforo asimilable de un suelo es imprescindible. A partir del análisis y de su valoración cuantitativa, determinaremos si las dosis de abonado de fósforo deben ser solamente de repuesto del fósforo extraído o perdido, o bien deben ser de corrección de un suelo pobre en este elemento.
Para determinar las cantidades de fósforo necesarias para las plantas, atenderemos a sus necesidades particulares, puesto que para cada especie y momento vegetativo son distintas. Esas necesidades deberán ir conjugadas con la fertilidad determinada del suelo. Todos estos parámetros pueden encontrarse en las monografías dedicadas a los distintos cultivos. En ellas se explican las necesidades de cada cultivo y los momentos críticos en los cuales la planta necesita una aportación suplementaria.
De forma orientativa, aceptaremos que un nivel de 40 ***ppm*** en fósforo es alto, con lo cual el suelo tendrá buenas reservas de este elemento. Al contrario, si disponemos de niveles alrededor de 8-10 ppm, estaremos delante de un suelo pobre en reservas fosfóricas, aunque la valoración del fósforo en una parcela debe hacerla un especialista que conozca otros detalles agronómicos de la explotación, e incluso detalles edáficos correspondientes a la región.



3.3. MACROELEMENTOS: EL POTASIO

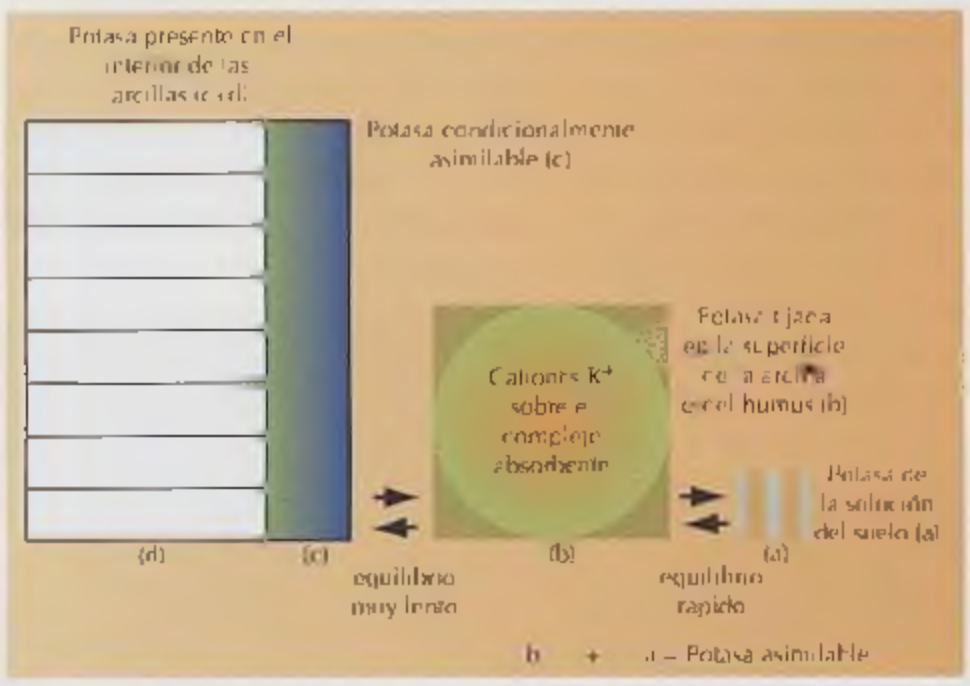
Normalmente, se denomina potasa el óxido potásico K_2O. La mayoría de países tienen esta notación para expresar el contenido de potasio (K) en sus fertilizantes. El óxido de potasa tiene una riqueza del 83% de potasio. Ya vimos los factores de conversión para pasar del potasio a su óxido y viceversa.

El potasio se encuentra en la planta principalmente disuelto y en forma del catión K^+. El potasio se concentra en los tejidos más jóvenes y desempeña un importante papel como regulador de las funciones de la planta. La potasa aumenta, además, la resistencia de los vegetales a las enfermedades criptogámicas. Su contribución a la fotosíntesis es notable. Interviene en la formación de glúcidos, por lo que las plantas que se cultivan por sus reservas de azúcares, como la patata, la remolacha y la uva, son grandes importadoras de potasio. Ciertos estudios le confieren una relación directa con la cantidad de luz. Así, en zonas donde la luminosidad es muy grande, las mismas plantas absorben menos potasa que en las zonas donde la climatología ofrece menos luminosidad.
Parece ser que existe una gran interrelación entre el nitrógeno y la potasa. Algunas bibliografías aseguran que la potasa interviene en la fabricación de proteínas (nitrógeno), con lo que aseguran que la interrelación proporcional entre los dos elementos debe ser muy ajustada a fin de obtener el máximo rendimiento vegetal. Una planta bien alimentada con potasio tendrá mayor concentración de minerales en su savia, con lo que aumenta su resistencia a las heladas. Finalmente, diremos que el potasio interviene en la transpiración de la planta, con lo que una buena alimentación en potasio se traduce en una mayor economía hídrica.

3.3.1. El ciclo del potasio

Las formaciones cristalinas y volcánicas son generalmente ricas en potasa (del 2 al 7% en los feldespatos de granito), pero esta potasa se encuentra en forma de silicatos fuertemente insolubles y no es aprovechable por las plantas. Sin embargo, debido a la meteorización, parte de esta potasa insoluble se transforma en cationes que se hallan disueltos en la fase líquida del suelo. En suelos de procedencia calcárea, las reservas naturales de potasa son muy escasas, puesto que estos minerales potásicos no son sus constituyentes.

Las siglas ***ppm*** significan partes por millón o, lo que es lo mismo, miligramos por kilogramo (o milímetros por kilolitro, etc.).



Fases móviles e inmóviles del potasio en el suelo

La potasa liberada por los minerales naturales o la aportada en forma de fertilizante, puede penetrar en el interior de las arcillas (1:2) y quedar atrapada sin que la planta pueda disponer de ella. A esta fracción atrapada se le llama *potasa retrogradada* o *no cambiable*. Una pequeña parte de estos cationes K^+ puede volver a la superficie de la arcilla formando parte de los cationes adsorbidos por el complejo arcillo-

húmico. Entre la potasa del C.I.C. y la que se encuentra ionizada en la fase líquida existe un equilibrio tal, que cuando la planta absorbe potasa de la fase líquida, el complejo arcillo-húmico libera cationes al medio líquido para compensar la extracción. Toda la dinámica del potasio en el suelo queda reflejada en el diagrama de la página anterior.



Ciertos aperos permiten la siembra y la incorporación del abono en una misma pasada.

3.3.2. Abonos potásicos

El mineral natural que contiene potasa es la silvina. Ésta contiene cloruro potásico (28%) y cloruro sódico (56%), con ***esquistos*** y otros sedimentos (16%), es decir una riqueza media en K_2O de 16 a 17%. Pero la silvina no se utiliza directamente como abono potásico, sino que debe sufrir una serie de transformaciones industriales. En éstas, se elimina casi completamente la sal común y los esquistos, y se obtiene un cloruro potásico con una riqueza del 60%. Para evitar la fitotoxicidad ocasional del cloro sobre los vegetales, se trata el cloruro potásico con ácido sulfúrico, con lo que se consigue un sulfato de potasa con una riqueza del 50% de K_2O.

Se denomina ***esquisto*** el mineral de pizarra y, por extensión, cualquier roca laminar.

La solubilidad de los abonos potásicos no se diferencia mucho de unos a otros. Lo que realmente tiene importancia, es si este potasio proviene de un cloruro o de un sulfato, puesto que ciertas especies son especialmente sensibles al cloro. Dado que el potasio que proviene de sulfato debe sufrir una segunda transformación, los abonos potásicos que provienen de sulfato suelen ser más caros que los que provienen de cloruro. Veámos seguidamente los abonos potásicos más importantes.

3.3.2.1. Cloruro potásico

El cloruro potásico suele tener una riqueza de un 60-61% de K_2O. Es el más conocido, empleado y barato de cuantos existen. Se presenta en el mercado en forma de cloruro potásico en polvo (60% K_2O), cloruro potásico granulado (60% K_2O) y cloruro potásico perlado (61% K_2O). Es apto para todos los cultivos, puesto que su cantidad de sodio es prácticamente nula (excepto para aquéllos muy sensibles al cloro, como las judías, el tabaco, el lino, etc.).

3.3.2.2. Sulfato de potasa

El sulfato de potasa, cuya riqueza es del 50% de K_2O, contiene, además, el 18% de azufre (S). Su contenido en cloro es muy pequeño, lo que origina dos calidades comerciales de sulfatos: el sulfato de potasa normal (2,5% de Cl) y el sulfato de potasa de alta calidad (0,5% de Cl), aunque este último tiene un precio algo superior. Es apto para los cultivos ávidos de azufre y para aquéllos en los que la calidad de sus productos agrarios es de gran importancia, como viñedos para vinos finos, lino, cultivos florales, tabaco, etc.

3.3.2.3. Patentkali®

Patentkali® es una marca registrada por BASF e importada de Alemania. Se trata de un abono mezcla de sulfato de potasa y sulfato de magnesio. Sus riquezas son del 28% de K_2O, 8% de Mg y 18% de S. Se recomienda su utilización en cultivos exigentes en magnesio y sensibles al cloro, a una dosis de 200 a 1.000 Kg/Ha.

3.3.2.4. Binarios, ternarios y líquidos

Hasta ahora hemos visto los abonos simples potásicos a partir de los cuales se formulan todos los binarios, ternarios y líquidos que existen en el mercado. Nos parece inapropiado insistir sobre ello. Ya se describieron, al hablar de los compuestos binarios, los compuestos de P-K como los fosfopotásicos, las escorias potásicas, los superpotásicos, etc. También se vieron los binarios compuestos de N-K como el nitrato de potasa.

Los ternarios complejos son formulados cada vez más con sulfato de potasa en vez de cloruro de potasa. Son ternarios técnicamente muy elaborados y productos caros, pero de muy alta calidad. A menudo presentan en su formulación elementos secundarios como el calcio y el magnesio, además de los microelementos.

Finalmente, comentaremos las distintas formulaciones líquidas para aplicación foliar o fertirrigación. Como ya comentamos al hablar del ácido fosfórico, los abonos líquidos pueden ser de dos tipos, según si sus soluciones son claras (verdaderas soluciones) o cargadas (soluciones coloidales). Con el cloruro de potasa existe un problema de solubilidad para la manufacturación de líquidos ternarios. A menudo, la potasa viene formulada como sulfato, con lo que desaparece el problema de la insolubilidad. Resulta entonces una abono algo acidificante.

Pero existen en el mercado abonos líquidos ternarios cuya potasa proviene de cloruro. Éste es el origen de las soluciones cargadas, que recurren a un sistema físico para mantener los cristales de cloruro de potasa en suspensión. También los abonos líquidos pueden contener microelementos. Se trata de soluciones coloidales o abonos en solución que contienen N-P-K + microelementos. El inconveniente de este tipo de falsas disoluciones es que su riqueza no puede sobrepasar un cierto límite, puesto que entonces los elementos nutrientes precipitarían.

Por todo lo expuesto las disoluciones verdaderas suelen perdurar más en el tiempo (porque soportan mejor los cambios de temperatura) que las falsas disoluciones o coloidales, que tienen tendencia a precipitar.

3.3.3. Características y propiedades

Aunque en menor medida que el fósforo, el potasio es también un elemento poco móvil y, por tanto, una gran parte del suministro a los cultivos procede también de las reservas del suelo. No obstante, en este caso, la parte derivada de los abonos alcanza mayor proporción. Como ocurre con el fósforo, el comportamiento de la potasa en el suelo es aleatorio y depende de factores como el tipo de textura del suelo, las características del cultivo, etc.
El cálculo de las dosis de fertilizante de potasa a aplicar en el cultivo, como en el caso del fósforo, vendrá determinado por las extracciones del cultivo más las pérdidas por lavado. Las pérdidas, en el caso de la potasa, son de naturaleza algo distinta a las del fósforo.
Las pérdidas por lavado de la potasa son muy superiores a las de fósforo, pudiendo ser muy significativas en terrenos muy arenosos. A menudo, las pérdidas por lavado son inversamente proporcionales a la cantidad de arcilla y materia orgánica disponible en el suelo. Ciertos autores calculan las pérdidas de potasa mediante la fórmula:

$$\text{Pérdidas de } K_2O \text{ por lavado} = \frac{400}{A + M.O.}$$

Por otra parte, la capacidad del suelo para adsorber los cationes de potasio (K^+) depende, en gran medida, del contenido de las arcillas de doble capa (2:1), que tienen la propiedad de atrapar los cationes en lugares no accesibles para las raíces de las plantas, por lo que la retención de los cationes potásicos depende del porcentaje de arcillas y del tipo de éstas.
Es conveniente dejar en manos de especialistas el cálculo de las dosis de abonado potásico, puesto que en ellas intervienen multitud de factores como el análisis de potasa asimilable en el suelo, análisis de las plantas (para conocer las extracciones) y los datos agronómicos y prácticos de la parcela donde se realiza el diagnóstico. Como orientación, cabe decir que unos niveles de 47 ppm de potasio intercambiable para suelos arenosos se consideran muy pobres. En cambio, 665 ppm de potasio asimilable para suelos arcillosos se cuantifican como muy altos o muy ricos.

Es interesante comentar someramente el concepto de consumo de lujo. A diferencia del fósforo, la planta absorbe tanta potasa como la tenga disponible en el suelo. Pero este consumo se traduce en un aumento de la productividad hasta un punto óptimo (Ley de máximos) donde la productividad es máxima, a partir del cual la producción no aumenta, sino que a menudo disminuye. Esta disminución se explica por un desequilibrio entre una cantidad desmesurada de potasio respecto a los otros elementos (Ley de mínimos).

3.4. ELEMENTOS SECUNDARIOS

Con los avances técnicos, la lista de los elementos que se consideran esenciales para las planta aumenta. Es importante considerar que no basta encontrar en las cenizas de los vegetales un determinado elemento para que éste sea considerado esencial. Además, se presupone que los elementos esenciales para las plantas no tienen que ser exactamente los mismos que en la nutrición animal.
La legislación de la Unión Europea (UE) establece la categoría de elementos secundarios para el azufre, el calcio y el magnesio. De hecho, lo que separa el N-P-K de los elementos secundarios es una simple cuestión de porcentajes. Así, en el análisis de las cenizas de los vegetales en el laboratorio, el azufre, el calcio y el magnesio tienen una menor presencia cotejándolos con los porcentajes de nitrógeno, fósforo y potasio. El estudio de los elementos secundarios y microelementos está todavía en sus albores. La legislación de la UE sobre ellos es de muy reciente factura.

3.4.1. El azufre

A nivel de fertilizantes, el azufre se expresa como anhídrido sulfúrico (SO_3); el factor de conversión entre el S y el SO_3 es 2,5. Así:

$$\%\ S * 2,5 = \%\ SO_3 \qquad \%\ SO_3 * 0,4 = \%\ S$$

El azufre es un elemento constitutivo de muchas proteínas, al igual que el nitrógeno y el fósforo. La planta lo absorbe del suelo en forma de ion sulfato $SO_4^=$ para la síntesis de la materia orgánica. Muchas plantas son particularmente exigentes en azufre, co-

A/ Planta de envasado.
B/ Los controles de calidad de los fertilizantes son necesarios si se quiere garantizar sus riquezas.
C/ Las pruebas de campo se hacen imprescindibles cuando se trata de evaluar nuevas formulaciones

Ⓐ



Ⓑ



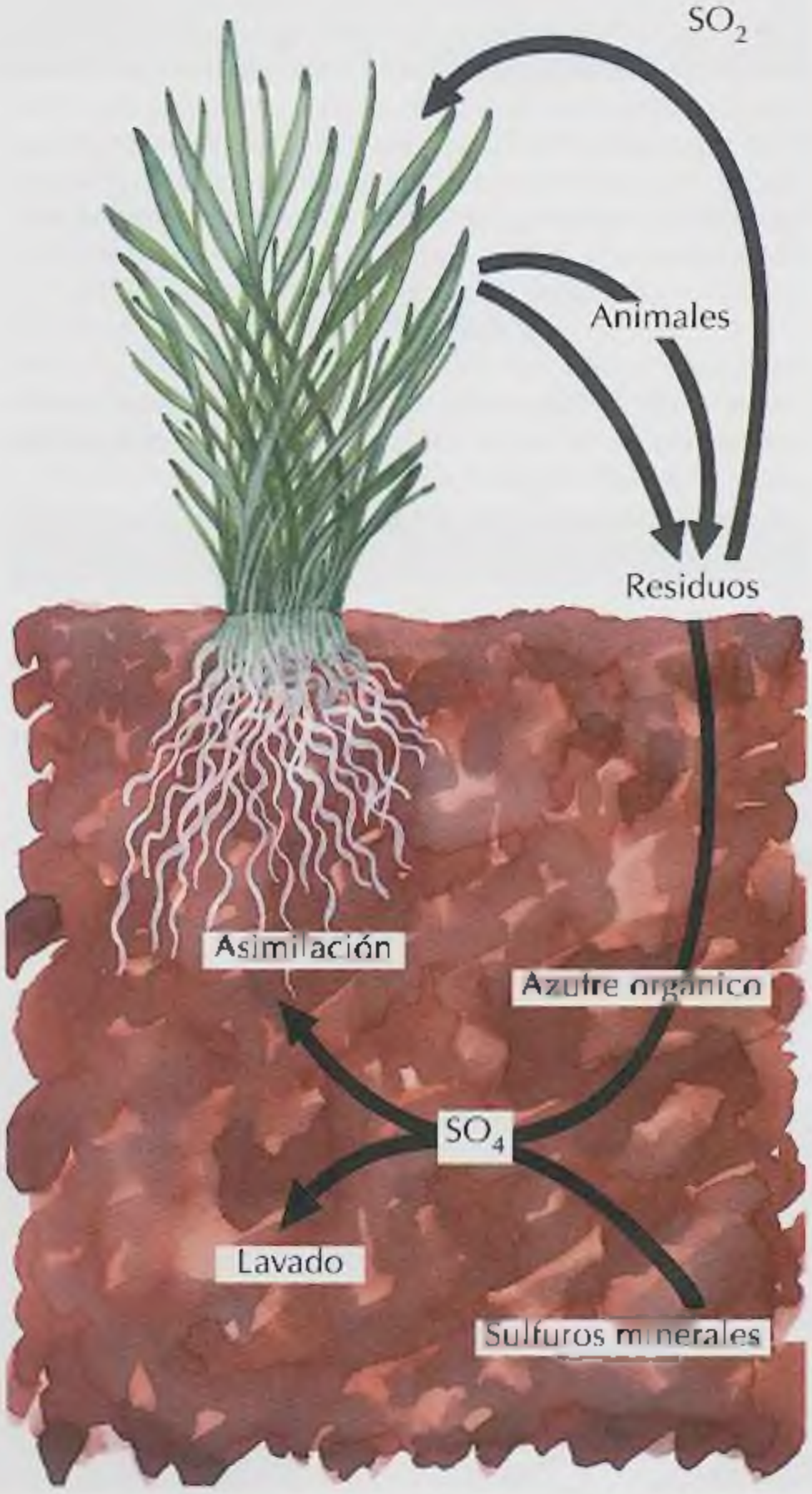
Ⓒ



mo las leguminosas, crucíferas, cebollas, praderas artificiales, etc. Su procedencia en el suelo es de sulfatos minerales, pero también orgánico (del 75 al 90%). La actividad microbiana, al igual que los nitratos, lo libera de la materia orgánica y lo deja a disposición de la planta, adsorbido por el complejo arcillo-húmico o disuelto en la fase líquida.

El suelo pierde su fertilidad en azufre por las extracciones de los cultivos (pérdidas más elevadas cuanto más exigente sea el cultivo) y por lavado de sus aniones. Las restituciones de azufre en el suelo, aparte de los fertilizantes, provienen de la lluvia que lo arrastra de la atmósfera como gas sulfuroso, de la mineralización del humus, del agua del riego y del estiércol, que aporta al suelo una media de 0,5 Kg de azufre por tonelada.

Los abonos N-P-K ya citados, aquéllos cuya potasa proviene de sulfato, aportan cantidades importantes de azufre al suelo; pero si el diagnóstico del laboratorio arroja una grave deficiencia en ese elemento, puede aportarse azufre básico al suelo y los microorganismos se encargarán de convertirlo en ácido sulfúrico (H_2SO_4), el cual, al ionizarse, quedará disponible en la solución del suelo.

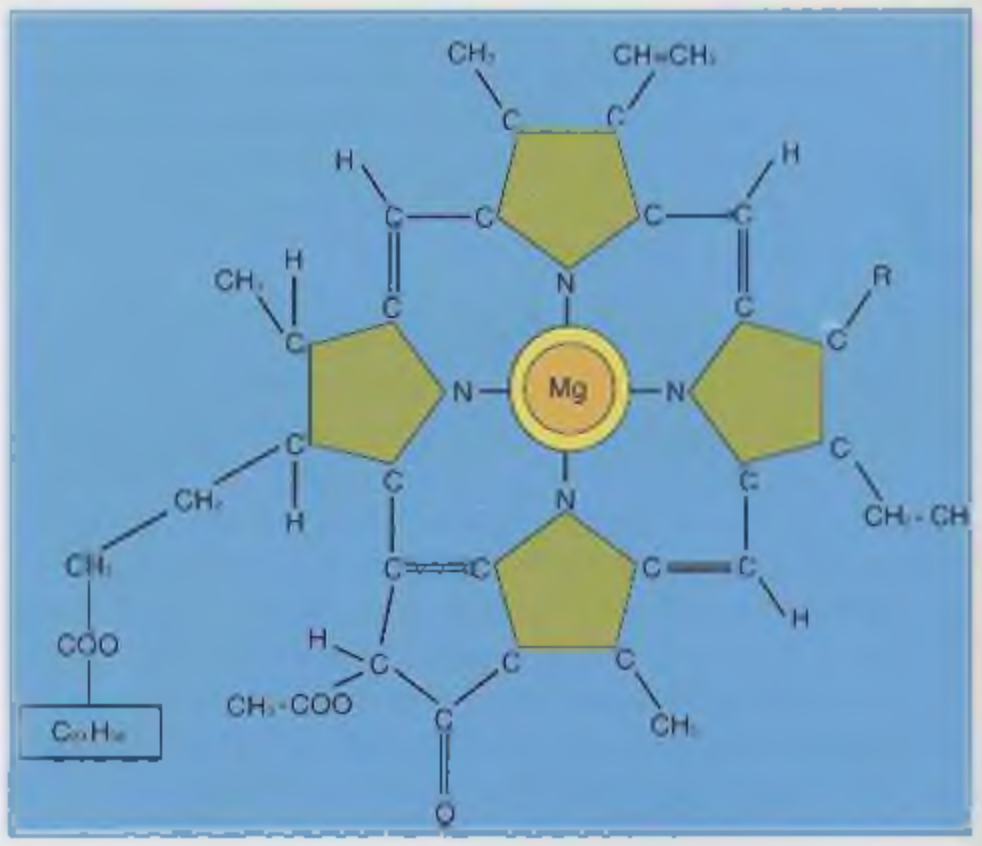


Ciclo del azufre

3.4.2. El calcio

La riqueza de los abonos que contienen calcio debe superar el 3%, y su notación es la de CaO. A menudo, en suelos básicos y carbonatados ($CaCO_3$), la concentración de calcio es más que suficiente para la alimentación de la planta. De hecho, todas las sales descritas en los apartados de N-P-K, como sulfatos, nitratos, fosfatos, carbonatos, etc., son sales de calcio.

El calcio tiene un papel importante en las diversas fases de la vida vegetal. Su presencia en el jugo celular es esencial para el desarrollo de la planta, desde la germinación hasta la maduración del grano; por otra parte, el calcio proporciona una mayor resistencia a los tejidos vegetales. Volveremos a insistir sobre el calcio al hablar de las enmiendas de los suelos ácidos.



Fórmula estructural esquematizada de la clorofila. Tomado de A. Finci

3.4.3. El magnesio

Según la normativa, el magnesio debe expresarse en forma de óxido MgO. Los factores de conversión para pasar del Mg simple al óxido de magnesio son:

% Mg * 1,66 = % MgO % MgO * 0,6 = % Mg

El magnesio en la planta es de vital importancia, puesto que el átomo central de la molécula de clorofila es el magnesio. En el dibujo sobre estas líneas se muestra esquematizada una molécula de clorofila. Una carencia de magnesio en la planta se traduce en una reducción de la actividad fotosintética y, consecuentemente, en una reducción de la producción agrícola.

El magnesio natural del suelo viene representado por los minerales calcáreos, como la dolomita, que poseen unos porcentajes variables de calcio y magnesio. Los suelos más ricos en magnesio proceden de rocas eruptivas y sedimentos calizos. El magnesio interesante para el agricultor es el magnesio aprovechable o magnesio cambiable. Se considera que representa entre el 2 y el 10% del magnesio total mineral del suelo.

Es interesante la concreción del concepto **antagonismo de iones**, el cual se define como la rivalidad existente entre los iones del suelo para ocupar los sitios del complejo de intercambio. Esta rivalidad es

muy evidente en el caso del ion Mg^{++}, pues cantidades elevadas de otros iones, como el H^+ (en suelos ácidos), o demasiado ricos en potasa intercambiable K^+, o incluso por la gran presencia del calcio Ca^{++}, pueden relegar al magnesio a un segundo lugar y, a pesar de su presencia suficiente para la planta en el suelo, puede ser difícilmente absorbible.
Las extracciones de MgO por las plantas oscila entre 15-30 Kg/ha y año. Algunas como las leguminosas y los frutales son muy ávidas de este elemento. Además de las extracciones, se considera que el suelo pierde por lixiviación unas 15-40 Kg/ha y año. Las aportaciones pueden ser en forma de minerales naturales, como la dolomita (18-20% de MgO), o mediante abonos magnésicos, como el nitrato de cal y de magnesio (8% MgO), Patentkali® (8% MgO), sulfato de magnesio (16% MgO), etc.

3.4.4. Sodio, cloro y aluminio

Estos tres elementos, que incluimos en los elementos secundarios, no se consideran propiamente elementos secundarios, pero su importancia, por determinadas razones, merece una atención especial.
El **sodio** (Na) no se considera elemento esencial para las plantas, aunque en el análisis de cenizas vegetales se encuentran cantidades importantes de este elemento. Algunos cultivos, como por ejemplo la remolacha, responden bien al sodio aun teniendo un buen abonado en potasio; en su análisis se encuentran cantidades importantes de sodio. Parece como si el sodio, bajo condiciones especiales de escasez del potasio, pudiera asumir funciones propias del potasio en el interior de la planta. Como veremos en el apartado de enmiendas para suelos salinos, el sodio es desfavorable para la estructura del suelo.
El **cloro** (Cl) se encuentra en todas partes y es muy móvil en el suelo. Su presencia es más bien perjudicial, especialmente cuando se trata de cloruro sódico. Conocidas son las fitotoxicidades producidas por un exceso de salinidad en el suelo. Por esto se habla más a menudo de exceso de este elemento que de carencia. Cierto es que la planta necesita ciertas dosis de este elemento, pero debido a su exceso en la naturaleza, a menudo se presenta una sobredosis. Existe un antagonismo de iones entre los iones cloruro y sulfato. En abonados con la potasa en forma de cloruro, se cubre con creces la posible necesidad de cloro de las plantas.
El **aluminio** (Al). Este elemento no es esencial para las plantas, pero debido a las grandes cantidades existentes en el suelo, cabe reseñarlo como elemento tóxico para las raíces de las plantas. En suelos ácidos, el aluminio cambiable (Al^{3+}) bloquea la acción de los otros elementos como calcio, magnesio, manganeso, ácido fosfórico, etc. Se da entonces la paradoja de que, aun disponiendo de nutrientes en el suelo, éstos no están disponibles en el complejo arcillo-húmico porque el aluminio ha ocupado los sitios intercambiables. La presencia de cantidades importantes de ion de aluminio en el suelo puede crear en la planta deficiencias de P_2O_5, aun disponiendo de una concentración aceptable de fósforo en el suelo, puesto que con el aluminio se crean compuestos de fosfato de aluminio, molécula muy insoluble que bloquea el fósforo asimilable.

3.5. LOS MICROELEMENTOS

El número y la importancia de los microelementos varía en función de los estudios consultados. Con el avance de la bioquímica y de la química analítica, es muy probable que aparezcan mayor cantidad de microelementos esenciales para las plantas y que se consiga establecer las necesidades exactas de cada uno de ellos.

Microelemento	g/Ha
Manganeso, hierro	500 g
Zinc, boro	200 g
Cobre	100 g
Molibdeno	10 g
Cobalto	1 g
Selenio	0,02 g

Extracciones de microelementos por las plantas. Sus valores son ínfimos pero esenciales.

Es sabido que las necesidades de los vegetales de microelementos son escasísimas, aunque esenciales. La mayoría de ellos forman parte de los enzimas que dirigen la síntesis de la materia orgánica (cobre, cinc, molibdeno) o se comportan simplemente como activadores de esta síntesis. Se supone que muchos de ellos pueden ser reemplazados por otros elementos de características químicas análogas. Recordaremos los siete microelementos considerados esenciales para las plantas: hierro, manganeso, cinc, cobre, boro, molibdeno y cloro (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl). Veamos las características de todos ellos.



Los terrenos cerca del mar presentan problemas de salinidad debido a un exceso de sodio

3.5.1. Hierro

El hierro forma parte de muchos enzimas y es indispensable para sintetizar la clorofila. Este elemento tiene una presencia aceptable en el suelo para las necesidades de las plantas, que oscilan entre 1-2 Kg/Ha y año. La falta de hierro en la planta produce un amarillamiento de las partes vegetales, puesto que pierden parte de su clorofila. Esto se traduce en una disfunción de la actividad fotosintética. A menudo, la falta de hierro en los vegetales no es causa de una escasez de este elemento en el suelo, sino a un exceso de cal, que produce una inmovilización del hierro (antagonismo de nutrientes).
La aplicación de sulfato de hierro en el suelo no suele dar los resultados esperados, puesto que el hierro aportado queda inmovilizado por el $CaCO_3$ del suelo. Como se verá en el próximo apartado, donde se comentan los abonos con microelementos, esta cuestión se resuelve parcialmente con los quelatos.

3.5.2. Boro

Es un elemento poco conocido, aunque se sabe que interviene directamente en la síntesis de los elementos de la pared celular. Por lo general, la concentración del boro (B) en el suelo es de 1-2 ppm, pudiéndose presentar carencias de este elemento cuando desciende por debajo de 0,6 ppm. Pero a menudo, al igual que ocurre con el hierro, la riqueza del suelo en boro queda bloqueada en suelos demasiado calizos con pH demasiado alto. En el suelo, el boro se presenta de cuatro formas distintas: el boro soluble en agua, el boro ligado a la materia orgánica, el boro de los minerales de arcilla y los borosilicatos.

Las regiones húmedas experimentan pérdidas de boro por lavado. Tales pérdidas, junto a la extracción de las cosechas, dan lugar a que un número progresivamente mayor de suelos de estas regiones manifiesten necesidad de boro como fertilizante.

Ⓐ



Ⓑ



Ⓒ



Ⓓ



Ⓔ



Ⓕ



***A/** Daños producidos por carencia de boro en manzana. Foto cedida por BORAX ESPAÑA, S.A.*
***B/** Comparación entre unas manzanas con deficiencia de boro y otras sanas. SOLUBOR y FERTIBOR son las marcas pioneras de boro agrícola. Fabricadas por BORAX ESPAÑA, S.A.*
***C/** Tejido suberificado en una fruta de peral. Nótense las deformaciones externas. Foto cedida por BORAX ESPAÑA, S.A.*
***D/** Corteza rugosa o "piel de sapo" en manzanos con chancro papiráceo. Foto cedida por BORAX ESPAÑA, S.A.*
***E/** El cambio de color en hojas de olivo es el primer síntoma de la carencia de boro. Foto cedida por BORAX ESPAÑA, S.A.*
***F/** La clorosis empieza por el extremo de las hojas para extenderse después a toda la planta. BORAX ESPAÑA, S.A.*



La carencia de boro provoca el mal de corazón en la remolacha. Foto cedida por BORAX ESPAÑA, S.A.



Minerales de boro: bórax



El *caldo bordeles* es un fungicida clásico cuyo componente es el sulfato de cobre y cal.

Minerales de boro: boronatrocalcita

3.5.3. Manganeso

El manganeso (Mn) interviene en el desarrollo de la clorofila y en los sistemas enzimáticos vegetales. En el suelo, el manganeso se lava de los suelos ácidos bien drenados porque la oxidación y la acidez aumentan su solubilidad. El manganeso disuelto se desplaza hacia posiciones más húmedas y/o más alcalinas, donde precipita en partículas pequeñas, endurecidas y de color oscuro llamadas *nódulos o concreciones*. En la planta, el manganeso tiene una presencia muy grande en función del manganeso que se encuentra en el suelo. La semejanza del manganeso con el hierro da lugar a un antagonismo entre ellos: los síntomas de toxicidad férrica corresponden a los de deficiencia de manganeso y viceversa.

3.5.4. Cobre

El estímulo del crecimiento vegetal ocasionado por el cobre fue reconocido alrededor de 1900. En regiones donde se utilizaba el ***caldo bordelés*** para rociar árboles y hortalizas, el crecimiento de los mismos era mucho mayor. La mayor parte de suelos posee cobre en forma de iones Cu^{++}, o de iones Cu^{+} si el nivel de oxidación es bajo. El complejo de intercambio retiene tan firmemente a los iones cobre, que éstos pueden considerarse aún menos móviles que el ion Ca^{++}. La concentración de aquéllos en la solución sólo es de unas pocas partes por millón. La solubilidad del cobre es máxima en suelos ácidos, descendiendo conforme aumenta el pH.

El cobre es importante como coenzima necesario para activar diversos enzimas vegetales. También se halla implicado en la formación de clorofila. Como pasaba con el hierro y el manganeso, hierro y cobre están íntimamente relacionados. Así, el exceso de cobre da lugar a síntomas cloróticos semejantes a los que indican deficiencia de hierro. Como el cobre presenta escasa movilidad en la planta, la sintomatología de las deficiencias es más evidente en los órganos nuevos y crecimientos recientes, puesto que éste se acumula en ellos.

3.5.5. Cinc

El cinc es un elemento con una gran distribución en el suelo, que se halla en cantidades pequeñas, pero suficientes, en la mayoría de suelos y plantas. Además de ser una catalizador y regulador del metabolismo vegetal, participa en la formación de las auxinas de crecimiento, por lo que una carencia de este elemento origina en el maíz una disminución de la distancia entre nudos. La deficiencia de cinc en el suelo se atribuye, por un lado, a suelos con pH alto, el cual insolubiliza el cinc y, por otro lado, a una gran concentración de iones PO_4 (antagonismo de iones). Al analizar las concentraciones de cinc en la planta, parece ser que las diferencias entre especies son muy grandes, incluso entre especies que comparten el mismo suelo y, por lo tanto, la misma fertilidad.

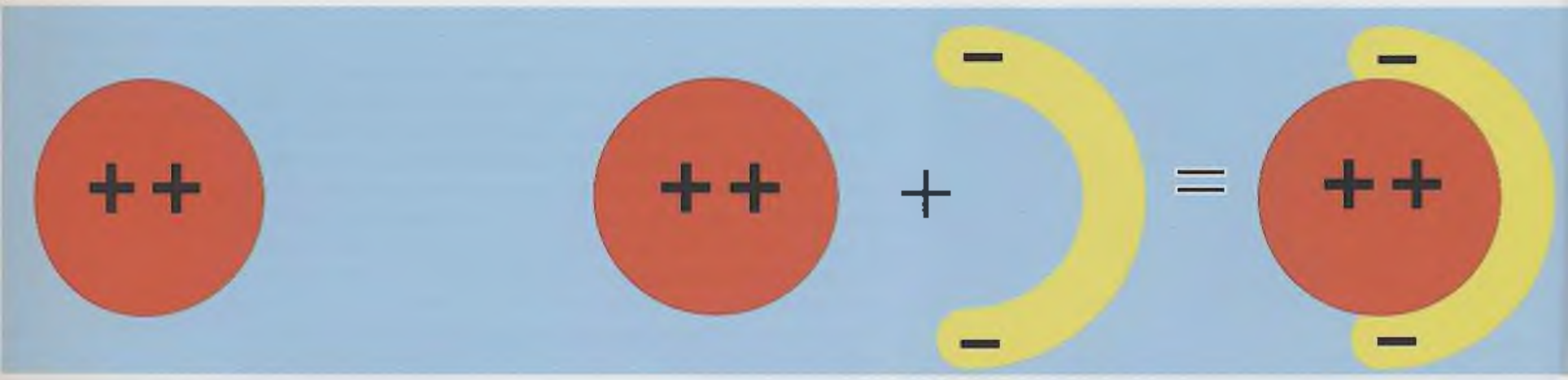
3.5.6. Molibdeno

El molibdeno es el único oligoelemento cuya solubilidad se desarrolla en medio básico, con lo que las carencias de molibdeno desaparecen cuando se alcaliniza el suelo mediante un encalado. Principalmente, el molibdeno es importante porque es esencial en las leguminosas, ya que interviene en la fijación del N_2 atmosférico por el *Rhizobium*. Los primeros síntomas de carencia de molibdeno se manifiestan como carencia de nitrógeno.

3.5.7. Abonos con micronutrientes

La fertilización con nutrientes debe realizarse con sumo cuidado, especialmente si los fertilizantes contienen elementos que, como el boro, pueden ser tóxicos para las plantas. El problema estriba en que, dado que las necesidades de los vegetales en microelementos son tan pequeñas, el paso entre un defecto, una dosis adecuada y un exceso es muy peque-

1



1/ Los micronutrientes metálicos (Fe, Mn, Cu, Zn) se combinan con ciertas sustancias orgánicas, resultando los llamados quelados. En este proceso la molécula orgánica envuelve el catión metálico y forma un complejo eléctricamente neutro. Con la quelación se protege a los micronutrientes de una fijación anticipada, se facilita la absorción tanto por hoja como por raíz y se aumenta la movilidad en la planta.

2/ En los microelementos la diferencia entre un defecto y un exceso suele ser muy pequeña. En la fotografía, síntomas característicos de un exceso de boro en Euphorbia pulcherrima. *Ante este problema suelen utilizarse abonos exentos de cloro, como por ejemplo el 20-10-20 o el 15-5-25 de GRACE-SIERRA INTERNATIONAL B.V.*

3/ Ejemplos de microelementos quelatados. El Hortrilon® es un producto con varios micronutrientes y el Fetrilon® 13 es un quelato EDTA único de hierro. Ambos fabricados por BASF, S.A.

Clorosis férrica es una patología vegetal asociada a una carencia de hierro en las plantas.

ño, con lo cual, a menudo, es muy fácil abonar en exceso. Es necesario ceñirse a la dosis justa y distribuir los microelementos con el máximo cuidado.

Por desgracia, el defecto de micronutrientes puede reducir la cantidad y la calidad de la cosecha, sin ser lo bastante severo como para producir síntomas de deficiencia. Se definen entonces para todos los elementos fertilizantes dos tipos de deficiencias: las que presentan en las plantas síntomas de carencias y las que no. Una planta puede estar aparentemente sana pero su productividad no ser la óptima por un problema de **deficiencia latente** (oculta). Esta cuestión puede extenderse también a los macroelementos y a los elementos secundarios.

3



A menudo, cuando un cultivo presenta carencias de un cierto microelemento, no basta con suministrarlo en el suelo puesto que, en la mayoría de los casos, se trata de una **carencia inducida.** Es decir, existe en el suelo suficiente cantidad del microelemento en cuestión, pero no es aprovechable por la planta debido a un pH demasiado alcalino (ver 4.1.3. Efecto del pH en los nutrientes) o a un antagonismo de iones (ver 3.4.3. El magnesio). Por esta razón, los abonos utilizados para corregir carencias de microelementos metálicos suelen estar formulados en forma de quelatos.

El término **quelato** deriva de la palabra griega que significa pinza. Los quelatos son compuestos orgánicos, solubles en agua, capaces de inmovilizar cationes metálicos. Esos cationes se intercambian con otros cationes porque su ionización, a partir del agente orgánico quelante, es muy débil.

El primer microelemento que se quelató mediante síntesis química fue el hierro. Los quelatos de este elemento nos sirven para ilustrar el modo de actuación de este tipo de abonos. El hierro suministrado en forma de sulfato ferroso es soluble en agua y rápidamente accesible para las plantas ya que, al disolverse, se ioniza. El ion ferroso no tarda en oxidarse, precipitando en forma de óxido férrico o de algún otro compuesto igualmente insoluble. Por otra parte, el ion quelato también es soluble en agua, pero no se ioniza; el hierro se mantiene en forma soluble, de manera que las raíces pueden absorberlo con facilidad.

2



Uno de los compuestos quelatantes mejor conocidos es el ácido etilen diamin tetraacético (**EDTA**). El H^+ ionizable de la porción ácido acético de la molécula puede ser sustituido por cationes metálicos. Estas sustituciones se simbolizan con un prefijo que indica el elemento quelatado, tal como Fe-EDTA o Zn-EDTA. En el suelo, el Fe-EDTA resiste tanto los ataques microbianos como la hidrólisis. La estabilidad del EDTA y su efectividad en el control de la ***clorosis férrica*** es mayor cuando el pH del suelo es ligeramente ácido, pero existen otros agentes quelatantes, como el EDDHA (ácido etilen diamino di (O-hidro xifenil acético) que son estables incluso en pH básicos. Los agentes quelatantes más modernos, como el EDDHA, suelen ser más caros que los antiguos como el EDTA, pero su utilización en suelos realmente alcalinos está plenamente justificada por su eficacia.

Existen en el mercado correctores de carencias de un sólo microelemento metálico, como son el caso de las marcas registradas de BASF Fetrilon® 13%, Mantrilon® 9% y Zitrilon® 10% (con 13, 9 y 10% de riqueza en Fe, Mn y Zn respectivamente), o de varios microelementos metálicos como Hortrilon®, cuya riqueza es de 4,8% MgO, 0,5% B, 5% Fe, 2,5% Mn,

0,5% Mo y 0,5% Zn. Estos microelementos son quelatados con EDTA; pero también existen otros, como el Basafer®, con una riqueza del 6% de hierro quelatado en forma de EDDHA.



Otros abonos, como los que contienen boro, pueden presentarse en el mercado, además de quelatados, como el Borato sódico o bórax (11,3% B), la Boracina o borato agrícola (14,5% B), y los productos a base de pentaborato sódico para pulverizaciones foliares (19% B).

Si se quiere aplicar manganeso a un precio más barato, se puede recurrir a los sulfatos de manganeso de aplicación foliar dos veces al año, evitando así el costo del manganeso quelatado. Por lo que se refiere al cobre (Cu), es posible alternar las aplicaciones quelatadas al suelo con aplicaciones foliares de oxicloruro de cobre, con la ventaja de tener a la vez su acción fungicida. Otro compuesto cúprico es el sulfato de cobre ($CuSO_4 * 5 H_2O$) que, al igual que el oxicloruro, tiene un efecto fungicida. Por lo que se refiere a la fertilización en molibdeno, la mayoría de los fertilizantes fosforados suelen contener pequeñas cantidades de Mo por lo que, debido a las exiguas exigencias de los cultivos, suele ser más que suficiente.

Los microelementos no sólo se formulan solos, sino que a menudo encontramos abonos comerciales binarios y ternarios, de aplicación foliar, por fertirrigación o en el suelo, con la potasa formulada a partir de sulfato y con uno o varios microelementos metálicos quelatados. Además, la presentación comercial de estos abonos puede ser en estado sólido o líquido.

Detalle de la fábrica de INDUSTRIAS QUÍMICAS DEL VALLÉS, donde se fabrican compuestos cúpricos como el oxicloruro de cobre que, además de su acción fungicida, tiene un buen efecto contra la carencia de cobre.

Ⓐ



Ⓑ



Ⓒ



Una carencia nutricional de microelementos repercute en las plantas y en su producción.

A/ *Deficiente polinización y mal cuajado*
B/ *Zonas necróticas que aparecen en la base de la hoja con deformaciones*
C/ *Llenado irregular de la cabeza con la consiguiente disminución de producción*
d *y* ***e/*** *Rotura del tallo y caída de capítulos*

d



e





La firma "EL TIRO DE 20 MULAS" comercializa una variada gama de abonos borados que satisfacen todas las necesidades.

4. ABONOS ORGÁNICOS

Dentro del capítulo de la parte sólida del suelo, se hizo hincapié en la parte orgánica de éste. Tratamos extensamente el origen y clasificación de la materia orgánica en el suelo, los factores biológicos y climáticos que influyen en el contenido de materia orgánica, sus propiedades físicas y químicas, y la función que desempeña en el suelo.

Con el tiempo, la materia orgánica del suelo se mineraliza por la acción de los microorganismos, devolviendo al suelo los elementos nutritivos (H,C,O,N,P,K, etc.). Al reducirse la materia orgánica del suelo, la capacidad de intercambio decrece porque se reduce la cantidad de humus, con lo cual la fertilidad disminuye. Además, como ya vimos, la materia orgánica contribuye a la capacidad de retención de agua de un suelo, a su porosidad (aireación), etc.

Aprendimos el significado de los coeficientes K1 y K2, los cuales se refieren, respectivamente, a la cantidad de humus formada a partir de una unidad en peso de materia orgánica seca aportada al suelo y el porcentaje de humus estable que se mineraliza anualmente (K2 = 0,002).

Si cultivamos repetidamente un suelo, con el tiempo la materia orgánica de este suelo se va mineralizando y pierde sus propiedades, en mayor medida cuando los cultivos son del tipo hortícola, como en el caso de la lechuga, cuya producción se retira completamente del campo, con lo que no se restituye prácticamente ningún tipo de materia orgánica al suelo.

Es necesaria una restitución de la materia orgánica para que el suelo no pierda su capacidad de retención de agua (estructura), nutrientes (C.I.C.) y aire (porosidad). Además, con su mineralización, la materia orgánica libera los nutrientes que podrán ser aprovechados por las plantas.

En el suelo se puede aportar cualquier tipo de residuos orgánicos. Cada uno tiene sus ventajas y sus inconvenientes, y es el agricultor quien tiene que decidirse por unos u otros, en función de sus ventajas, precio, facilidades de aplicación, durabilidad, etc.

4.1. PROCEDENCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA

La restitución de la materia orgánica en el suelo es quizá la práctica agrícola más antigua que existe. Existen tratados de agricultura que datan aproximadamente del 400 a.C. al 300 d.C. que ya mencionan la aportación de estiércol en los cultivos.

El estiércol no tiene ya, y desde hace tiempo, el destacado lugar que antes ocupaba. Han disminuido las cantidades de estiércol, existe mucho menos estiércol de caballo y más de vacuno, y su distribución es mucho más irregular. La distribución irregular de la ganadería hace que algunas zonas agrícolas tengan un exceso de estiércol y otras, en cambio, apenas dispongan de él.

Por este motivo, se han buscado alternativas al estiércol con la finalidad de seguir restituyendo la materia orgánica del suelo que se mineraliza cada año.



Campos cultivados

El estiércol, desechos orgánicos de las cosechas como tallos, raíces, pajas enterradas, residuos de cultivos forrajeros y, en general, cualquier tipo de materia orgánica, es el objetivo del estudio de los próximos apartados.

4.1.1. El estiércol

Como es sabido, el estiércol es el conjunto de deyecciones de distintos animales agropecuarios, convenientemente fermentado en el establo o en el estercolero, en cuyo seno a menudo se encuentra parte del lecho o cama de los establos de la ganadería (principalmente paja).

El estiércol, como toda materia orgánica, aporta al suelo estructura, capacidad de retención de agua y nutrientes y las unidades fertilizantes liberadas cuando éste se mineraliza. Además, contribuye a que los microorganismos del suelo mantengan una población aceptable (un suelo sin vida microbiana es un suelo muerto).

Nutriente	Kg/Tm
Nitrógeno	4,0
P_2O_5	2,5
K_2O	5,5
Azufre	0,5
Magnesio	2,5
Cal	5,0
Manganeso	0,04
Boro	0,004
Cobre	0,002

Composición media del estiércol en kilogramos por tonelada métrica, calculado como producto fresco con un contenido de entre un 20 y un 25% de materia seca

Clase de ganado	Kg por día por 1000 Kg de peso vivo	% N		% P		% K	
		Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Vacas	70-100	0,5	0,25	0,11	0,06	0,41	0,21
Cerdos	70	0,5	0,1	0,13	0,42	0,37	0,09
Gallinas	60	1,5		0,43		0,41	
Cama		0,5		0,125		0,4	

Producción y composición del estiércol

4.1.1.1. Composición

La composición del estiércol es muy variable, ya que depende de muchos factores tales como la especie y edad del ganado, el uso de camas, la inclusión o exclusión del excremento líquido y la magnitud de los procesos de descomposición y lavado que hayan tenido lugar durante el almacenamiento o compostaje. Además, son importantes la alimentación del ganado, la proporción de la paja respecto a las deyecciones, la forma de explotación del ganado, etc. Adjuntamos una tabla de los promedios medios de nutrientes del estiércol, calculados sobre producto fresco por 25% de materia seca en kilogramos por hectárea.

Por lo general, el estiércol vacuno y porcino tiene mayores porcentajes de nitrógeno y potasa que de fósforo. Por lo que respecta a sus residuos sólidos los porcentajes son parecidos. Donde existen diferencias patentes es en los excrementos líquidos, en que los niveles del vacuno tienen mayor proporción de N y K que el excremento líquido de los porcinos que, por contra, tienen mayor nivel de P. Se presenta, sobre estas líneas, una tabla en la cual se detalla la cantidad de estiércol por mil kilogramos de peso vivo y la proporción de nutrientes de cada uno de ellos.

Como hemos observado en la segunda tabla, la mitad del nitrógeno y más de la mitad del potasio se encuentran en los excrementos líquidos. Por ello resulta una práctica conveniente añadir paja u otro tipo de cama orgánica al estiércol ya que, aunque presenta un efecto diluyente y aumenta el peso del producto, nos ayuda a retener el excremento líquido y, en consecuencia, nos permite aprovechar los altos contenidos de N y P.

Por lo que hace referencia a otros animales, cabe decir, por ejemplo, que el estiércol de caballo es notablemente más rico que el de vacuno, y el de oveja más rico que el de caballo. El estiércol de ave es cinco veces más rico que el de vacuno, sobre todo por lo que se refiere al ácido fosfórico y cal.

El estiércol contiene también los demás nutrientes esenciales en cantidades diversas pero, casi siempre, en proporciones semejantes a las que requieren las plantas. Como el contenido de fósforo en el estiércol suele ser relativamente bajo, generalmente es aconsejable complementar los estercolados con un fertilizante fosforado que se mezcla con el estiércol, constituyendo así lo que denominamos **estiércol reforzado**.



Detalle de envasado, con maquinaria, de un substrato orgánico para la aportación de M.O. en el suelo. Fotografía cedida por GRENA s.r.l

4.1.1.2. Proceso de compostaje

El estiércol contiene valiosos nutrientes que devienen accesibles a las plantas cuando se entierra en el suelo. Pero cuando la fermentación se produce al aire libre, gran parte del valor nutritivo se pierde por evaporación y lavado. Muchos nutrientes gaseosos



Es posible la adquisición de estiércol ya fermentado. El HUMUS VITA SUPER proviene de la fermentación de estiércol bovino, equino y avícola, con un mínimo de 12 meses de humificación. Fabricado por FOMET s.a.s.

producto de la primera descomposición, como el CO_2, NH_3 y H_2S, se escapan al aire, otros subproductos de la descomposición, como el nitrógeno, la potasa, algo de fósforo y demás micronutrientes, se pierden fácilmente por lavado.

La mejor manera de compostar el estiércol es en un hoyo o trinchera fuertemente compactado, para que su fermentación sea anaerobia y protegiéndolo de las lluvias para impedir el lavado de los nutrientes. Una vez compostado, el estiércol debe llevarse tan pronto como sea posible al campo y, una vez allí, debe ser enterrado para evitar pérdidas gaseosas o de nutrientes (principalmente de nitrógeno) por lavado.

El estiércol de algunas operaciones ganaderas se recoge en zanjas, donde se lava, dirigiendo las aguas a un depósito. Una vez en éste, las bacterias descomponen gran parte del material de la misma manera en que los microorganismos descomponen la materia orgánica del suelo liberando nutrientes.

4.1.2. Otros residuos orgánicos

La actual escasez de estiércol en algunas zonas ha promovido el estudio y utilización de otros compuestos orgánicos. Entre ellos, los más conocidos son los residuos de las cosechas, rastrojos, cañas de maíz, residuos de patata, partes vegetales de la remolacha, etc. A menudo se cultivan ciertas plantas solamente para enterrarlas en verde. Un ejemplo de este tipo de abonado en verde son la mayoría de forrajes de crecimiento rápido. El compost de residuos vegetales fermentado de similar forma que el estiércol es una práctica habitual en jardinería. Últimamente, se ha estudiado el compost de algas, los orujos y sarmientos de vid triturados, la misma turba o el compost de residuos urbanos.

4.1.2.1. Características

Los residuos de las cosechas representan el grupo de partes del vegetal no consumibles por el hombre, como hojas, tallos, raíces, y otros órganos aéreos o subterráneos. Tales residuos no deben considerarse desdeñables, puesto que representan una aportación al año de 500 a 800 Kg/Ha de humus. Es importante recordar que las pérdidas de humus oscilan entre 700 y 1000 Kg/Ha y año por término medio. Debe tenerse en cuenta que los materiales de fácil descomposición producen muy poco hu-



A menudo, el mercado ofrece una maquinaria que permite, de una sola pasada, recolectar y dejar los residuos vegetales de las cosechas en el campo, con el propósito de incorporar M.O. en el suelo. Es el llamado* abonado en verde. *(Gentileza de MASSEY FERGUSON)

Cultivo	Materia seca T/Ha	Humus Kg/Ha
Trigo (rastrojo)	3-4	450-600
Trigo (rastrojo + paja enterrada)	5-7	1.200-1.500
Cebada (rastrojo)	4-6	300-450
Maíz (cañas enterradas)	8-10	1.200-1.500
Partes verdes de remolacha	4-6	600-900
Residuos de patata	1	casi nulo
Mostaza en verde	3	100
Alfalfa (dos años)	8-10	800-1.000
Praderas temporales	15-18	750-900

Aportación anual de humus por los residuos de las cosechas



Las técnicas de no laboreo, o de laboreo mínimo, consisten en la utilización de maquinaria que permite la implantación de un cultivo con muy pocas pasadas de maquinaria. En la fotografía, el mismo campo de la página anterior pero visto desde otro ángulo. Sobre los restos vegetales de la cosecha anterior, ahora ya secos, se procede a la siembra, abonado químico y enterrado de la nueva semilla con una sola pasada. (Gentileza de MASSEY FERGUSON)

mus (enterrado de forrajes de ciclo corto). Por el contrario, los materiales lignificados, como la paja, producen mucho humus, pero exigen una cantidad de nitrógeno suficiente para su descomposición.

Ofrecemos al lector una tabla de residuos vegetales habituales que, al ser enterrados en el suelo, proporcionan cantidades considerables de humus. Todos los valores de la tabla se aproximan a las cantidades de humus que se obtienen a partir del estiércol, que suelen ser del orden de 100 Kg/Tm y año.

A menudo se cultivan diversas especies con el exclusivo fin de ser enterradas. A esta práctica se le llama *abonado en verde*. Existen discrepancias entre diversos autores sobre la cantidad de humus obtenida con el **abonado en verde** pero, en general, hay acuerdo en cuanto a la eficacia de la materia orgánica fresca de las plantas verdes y la importancia de su efecto inmediato sobre la actividad microbiana, las propiedades físicas y la fertilidad del suelo.

El compost se emplea preferentemente en jardinería y en horticultura intensiva. Se utiliza un método de descomposición parecido al de la fermentación del estiércol. Varios restos de vegetales son amontonados y recubiertos con tierra, añadiendo a veces abonos amoniacales que facilitarán la acción de los microorganismos. Un compost bien fermentado se obtiene a partir de unos meses, o mejor un año, de ensilado. Después se esparce por el suelo y se entierra, obteniendo de él humus y nutrientes, aparte de una mejora de la estructura del suelo.

La turba se emplea también como materia orgánica, con las salvedades de su excesivo precio para la agricultura extensiva y su discutible poder de convertirse en humus. Pero tiene sus ventajas. A menudo se utiliza como lecho en los establos por su gran poder de absorción así como por su facilidad para ser enriquecida con fertilizantes.

Los residuos urbanos compostados son productos obtenidos a partir de las basuras domésticas seleccionadas, molidas y calibradas, tras una fase de fermentación caliente en naves industriales para evitar la polución y todo efecto perjudicial. Su riqueza media referida a materia seca se estima en 0,8-1% de N, 0,4-0,7% de P_2O_5, 0,25-0,4% K_2O, 2,5-5% Ca y 0,15- 0,4% de Mg.

5. APLICACIÓN DE LOS ABONOS QUÍMICOS

Hemos visto los principales factores limitantes que condicionan el aprovechamiento del abono por el cultivo. En primer lugar, el abono necesita un pH adecuado para estar disponible para la planta. En segundo lugar, debemos disponer de una buena capacidad de intercambio catiónico para que los iones del abono se adsorban en el complejo y no se pierdan por lavado. En tercer lugar, es preciso que la fase líquida del suelo pueda contener los iones disueltos. Además, es importante tener en cuenta el antagonismo existente de algunos iones entre sí puesto que, a veces, sobre todo con microelementos, pueden presentarse carencias, aun habiendo cantidades de un determinado nutriente en el suelo.

Existen otras causas que condicionan el aprovechamiento de los nutrientes por el cultivo. Los factores genéticos de las especies, y también de las variedades, condicionan el aprovechamiento de los nutrientes, puesto que si a un cultivo de alfalfa, que obtiene nitrógeno de la atmósfera, no se le suministran suficientes unidades fertilizantes de fósforo y potasa, la planta quedará muy por debajo de sus posibilidades. El factor varietal es también importante. Si a una hortaliza híbrida (selección genética) no se le suministran los nutrientes requeridos, su producción quedará muy por debajo de una planta no híbrida o "normal".

La morfología del suelo también condiciona la eficacia de los abonos. Así, no se obtendrá la misma cosecha en un suelo poco profundo o con baja permeabilidad que en uno profundo y permeable, aunque el abonado sea el mismo, con la misma dosis.

La climatología es también importante. Parece evidente que las mismas plantas con el mismo abono y dosis no tendrán el mismo crecimiento en regadío que en secano. Finalmente, recordaremos las Leyes de mínimos y máximos que postulan que los nutrientes deben ir conjuntados de manera proporcional y que existe un máximo o punto óptimo de unidades fertilizantes a partir del cual no se obtiene mayor producción, sino que ésta decrece.

La absorción de los elementos nutritivos por el cultivo se efectúa mediante una diferencia de potencial hídrico entre el continuo suelo-planta-aire, como se estudió en el apartado de la fase líquida del suelo. Por lo que respecta al movimiento del abono en el suelo, se trató con extensión al hablar de cada uno de los elementos nutritivos. Así, vimos que el nitrógeno es un elemento extremadamente móvil en el suelo y a menudo se presentan grandes pérdidas por lavado, y que el fósforo y el potasio, aun presentando distintas solubilidades, se consideran los dos macroelementos menos móviles del suelo, debido a su insolubilidad.

5.1. MÉTODOS DE APLICACIÓN

Los fertilizantes pueden aplicarse antes, durante o después de la siembra. La decisión estriba fundamentalmente en la cantidad de abono que se quiere emplear. Así, para cantidades pequeñas, es perfectamente posible el suministro justo en el momento de la siembra. Si la cantidad es grande, puede ser antes o después, o incluso fraccionada en dos o más veces.

Es importante tener en cuenta la movilidad del nitrógeno. Se suele recomendar la aplicación de nitrógenos justo antes de la siembra, para que no se sucedan pérdidas por lavado; para los elementos más inmóviles, como el ácido fosfórico y la potasa, las aplicaciones pueden programarse a más largo plazo y los abonados potásico y fosfórico pueden ser aplicados antes o después de la siembra con previsión de futuro.

A menudo puede realizarse una primera aportación de abono incorporada en el suelo en base a fósforo y potasa con vistas a la fertilización del primer cultivo y como previsión para los futuros. Paralelamente, se harán las aportaciones escalonadas de nitrógeno, justo antes de la siembra y durante la implantación del cultivo.

Se trata de aportar el abono sobre el suelo, o en el suelo, de tal manera que las raíces puedan absorberlo fácilmente en la época más propicia. El método variará en función de la forma física del abono, la movilidad del elemento fertilizante en el suelo y la disposición del sistema radicular.



Enterrar los rastrojos de los cultivos anteriores es una buena manera de enriquecer el suelo con M.O.

Se trate de abonos sólidos o líquidos, hay que distinguir los siguientes tipos de utilización: **abonado en cobertera** o sobre la superficie del suelo, tanto si el abono se distribuye por toda la superficie como en parte de ella, y el **abonado de fondo**, enterrado en el suelo mediante una labor de arado o mediante maquinaria especial que lo entierra en profundidad. En el caso de enterrarlo con una labor de arado, se hablará de un abonado de fondo sobre la totalidad del terreno. Si se efectúa con maquinaria especial, quedará localizado en líneas o bandas.

5.1.1. Localización

El abonado que se distribuye a bandas o localizado, tanto si es en profundidad como en cobertera, puede dividirse en tres tipos, en función de su localización:

El **abonado de arranque** o *starter* consiste en situar cerca de la semilla pequeñas dosis de abonado (generalmente nitrógeno y ácido fosfórico) para estimular el crecimiento de los primeros estadios de la planta. Se aprovecha entonces la acción favorable del ácido fosfórico sobre el enraizamiento de las plantas jóvenes y la interacción N*P, tan eficaz al principio del desarrollo (ejemplo: maíz, patata temprana).

Localización en bandas a lo largo de la línea de siembra. Es una práctica habitual depositar la totalidad del abono N-P-K. Puede dejarse en cobertera junto al surco de la semilla o enterrarse mediante maquinaria especial. Existen máquinas muy completas capaces de desarrollar tres labores paralelas: introducen la simiente al suelo, el abono correspondiente y, a menudo, algún tipo de producto antiparasitario.

La **localización profunda** durante la vegetación se realiza en cultivos que permanecen muchos años en el mismo suelo. Tal es el caso de los frutales y la viña. Una vez o dos al año (primavera y otoño) se abonan los frutales con N-P-K. Estos abonados en cultivo ya establecidos se realizan con maquinaria especial llamada *abonadora localizadora*. La abonadora localizadora se compone fundamentalmente de una o varias rejas de dientes, detrás de las cuales unos conductos especiales guían el abono, depositándolo en el fondo del surco.

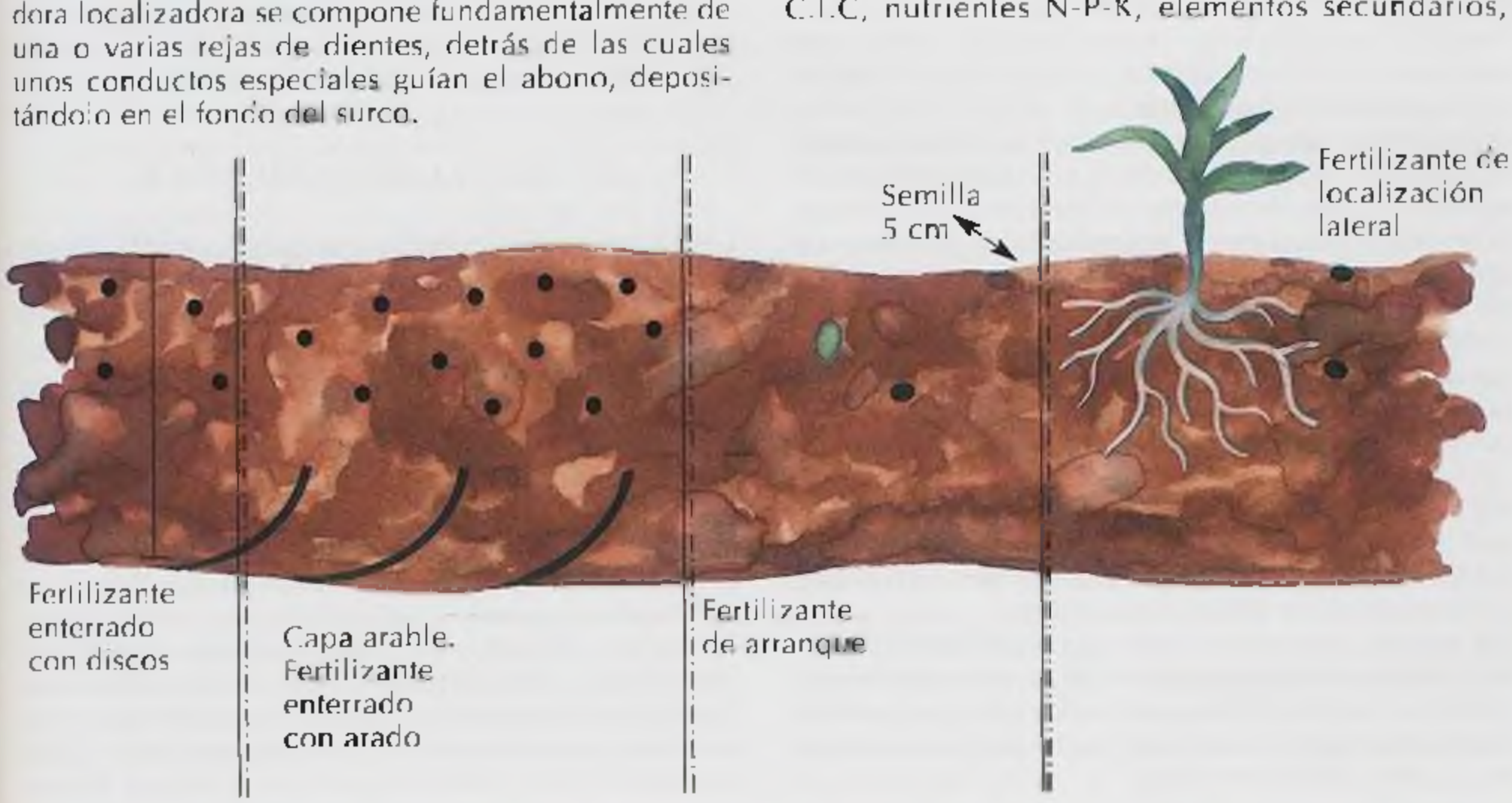
5.2. CÁLCULO DE LA DOSIS DE ABONADO

A menudo, el problema de la dosis de abonado es de los más arduos con los que se enfrenta el agricultor. Suele ocurrir que el agricultor, verdaderamente confuso, acabe por seguir las indicaciones de dosificación que ofrecen las casas comerciales. Las mismas casas comerciales que ofrecen el producto indican, en la etiqueta del mismo, la forma y las dosis a las que hay que aplicarlo y, a menudo, los mismos comerciales suelen recomendar dosis y fertilizantes superiores a las necesidades del agricultor. Estas dosis son siempre orientativas, y a menudo el fabricante así las califica. Estas necesidades suelen estar calculadas en el supuesto de que el suelo no tuviera ningún tipo de fertilizante.

5.2.1. Supuesto ideal

En un supuesto ideal, el cálculo de las dosis fertilizantes pasaría por un proceso extremadamente complejo, costoso y largo. En primer lugar, debería realizarse un análisis en el laboratorio de los tejidos vegetales, en el que se determinarían todos los componentes fertilizantes que existen en la planta. Esta cuestión tiene el inconveniente de que, a menudo, necesitamos las dosis de abonado antes del cultivo y no durante el mismo. Una alternativa consiste en consultar los libros más especializados donde pueden encontrarse estos análisis ya realizados. A estos porcentajes se les llama **extracciones totales** de elementos nutritivos y están cuantificados para casi todas las especies existentes. Pero el conocimiento de las extracciones totales no debe confundirse con las necesidades reales de las plantas. No hay que olvidar que el estudio de la nutrición vegetal no está todavía completado, y que muchos parámetros son desconocidos.

Una segunda parte consistiría en realizar unos muestreos del suelo y un posterior análisis en el laboratorio para la determinación de las propiedades físicas y químicas, la textura, porosidad, densidad, C.I.C, nutrientes N-P-K, elementos secundarios,



Esquema que muestra varios tipos de localización del fertilizante. El abono extendido en cobertura se localizaría en una delgada capa sobre la superficie del suelo.

microelementos, etc. Los resultados de nutrientes de esta analítica pretenden arrojar los valores de los elementos nutritivos disponibles en el suelo (no los inmovilizados). Estos valores suelen expresarse en términos de bajos, medios o altos, clasificados por extrapolación de unos suelos estándar.
A partir de este momento, el técnico de la explotación debería cotejar los análisis vegetales y de suelo con las características particulares de la finca en cuestión y, a partir de ahí, confeccionar unas dosis "a medida" del caso particular. Aun así, podrían presentarse imponderables, como la climatología del año, que podrían calificar dicho abonado en excesivo o insuficiente.



Maquinaria de abonado en cultivos extensivos. (Fabricada por GILLES)

5.2.2. Propuesta real

En este apartado se ofrece una solución intermedia entre el ideal de nutrición vegetal y una simplificación de este problema tan complejo. Esta propuesta parte de la base de que existen dos tipos de elementos: el nitrógeno, móvil, lavable y, por eso, escaso; y el binomio fósforo-potasa, inmóviles, no lavables y a menudo con suficiente presencia en el suelo para asegurar la nutrición vegetal, con lo cual el problema queda muy simplificado.
El nitrógeno, puesto que se encuentra en proporción mínima en el suelo, marcará la pauta del rendimiento máximo (Ley de mínimos donde la duela más pequeña es la limitante de la producción). Las dosis de abonado del nitrógeno deben ser las que marquen las extracciones del cultivo en cuestión, puesto que nunca puede haber exceso de nitrógeno en el suelo (como orientación sirven las dosis del fabricante). Las dosis de fósforo y potasa deben ser, en suelos normales, dosis de mantenimiento orientativo por hectárea de 60 a 80 unidades fertilizantes de P_2O_5 y 60-100 unidades fertilizantes K_2O. Debe realizarse una analítica periódica para comprobar si las dosis de mantenimiento son suficientes o bien si hay que aumentarlas para restituir las pérdidas.
Por último, obsérvese que es posible satisfacer simultáneamente, en algunos casos, con una misma distribución de un abono ternario, todas o parte de las necesidades de la planta y del suelo en nitrógeno, ácido fosfórico y potasa.

Propiedades ***organolépticas*** son aquellas que producen un efecto o impresión al tacto, gusto y olfato humanos.

5.3. PLANIFICACIÓN DEL ABONADO

Es muy conveniente planificar el abonado al principio de la campaña. De esta manera, se pueden formular los pedidos con antelación y el abono suele salir más barato. La técnica más generalizada consiste en establecer las necesidades totales de P-K para cada parcela y año, y las necesidades de N para el cultivo siguiente.
Para cada cultivo es necesario consultar las necesidades de nutrientes, en especial si se trata de cultivos especialmente exigentes en ciertos fertilizantes. En ciertas plantas ávidas de nutrientes, como el maíz, el abonado para el cultivo siguiente deberá ser especialmente forzado. En cultivos de leguminosas, las aportaciones de nitrógeno deberán ser menores que en otros cultivos, puesto que el rhizobium de éstas lo fija de la atmósfera.
Para el cultivo de frutales ya establecidos, pueden programarse tres abonados anuales. Uno equilibrado de N-P-K en primavera, el siguiente un mes antes de la recolección con dosis fertilizantes importantes de K para favorecer los azúcares del fruto y, finalmente, un tercero en otoño para preparar la planta para la brotación de la próxima primavera.
En cultivos hortícolas de ciclo corto, puede realizarse un abonado de fondo no excesivamente cargado con P-K y dos o tres aplicaciones de N durante su crecimiento. Es conveniente tener mucho cuidado con el abono nitrogenado para las especies que se cultivan por sus partes verdes, como la lechuga, puesto que si no disponen de P-K en el suelo, un exceso de nitrógeno provocará unos repollos insustanciales, de color verde muy acusado y morfológicamente poco equilibrados.
De manera general, las extracciones vegetales nos dan un idea de sus necesidades nutritivas, a partir de las cuales puede dividirse el abono necesario en dos o tres aplicaciones durante el ciclo vegetativo, pudiéndose aplicar la primera de fondo y las siguientes en cobertera.
A modo de síntesis, el nitrógeno es el generador de las partes verdes de la planta, de su crecimiento global. El fósforo interviene especialmente en la germinación de la semilla y la potasa es muy útil para dar las cualidades ***organolépticas*** de los frutos.

5.4. SISTEMAS DE ABONADO

Los sistemas de abonado son consecuencia directa de los tipos de presentaciones comerciales de los distintos abonos. Es decir, dependen principalmente de su estado físico. Podemos clasificar los abonos sólidos (cristalizados, triturados, perlados y pulverulentos), los líquidos (en solución o suspensión) y los gaseosos a temperatura ambiente.
Dentro de los abonos sólidos, los de mayor auge y aceptación son los granulados, seguramente por su agradable presentación y su facilidad de aplicación y conservación. Además, no emiten polvo en su aplicación, lo que los hace preferibles a los pulverulentos. Por lo general, los abonos son productos higroscópicos que absorben agua de la atmósfera. Cuando la temperatura ambiente se eleva, restituyen el agua y se apelmazan. Por este motivo, tienen gran aceptación los abonos en saco de plástico, lo que



Recogida de las hojas de la remolacha para su conversión en abono foliar (Maquinaria fabricada por GILLES)

impide que absorban agua y permite almacenarlos sin problemas. Los abonos sólidos se aplican a mano o con maquinaria, en superficie o de fondo, y tienen distintas aplicaciones en función de su riqueza, de la dosis y de la proporción de sus nutrientes.

5.4.1. Fertirrigación

Existen abonos sólidos de granulometría muy fina que se comercializan como abonos solubles. Estos abonos son los más aptos para **fertirrigación**. La fertirrigación es un sistema de abonado en el se utilizan recipientes mezcladores, bombas de presión, conductos y aspersores para suministrar el abono en forma líquida. En definitiva, la fertirrigación consiste en aportar los elementos nutritivos a través del agua del riego. El argumento comercial para la venta de estos abonos es que las plantas absorben mucho mejor los nutrientes disueltos en el agua de riego. Este parámetro es cierto, pero presenta la desventaja de que son mucho más lavables una vez se encuentran en el suelo. Eso hace que se requieran muchos más abonados (o abonados periódicos) que con el granulado. La fertirrigación es importante en locales cerrados como los invernaderos, donde es posible controlar al detalle los suministros y las pérdidas de nutrientes. Tiene la ventaja de que, una vez instalado el costoso sistema de fertilización, los gastos de abonado por personal se reducen mucho, puesto que una sola persona puede realizar las mezclas de soluble y poner en marcha la bomba que distribuirá el abono disuelto a través de los sistemas de fertirrigación.

Los abonos solubles destinados a la fertirrigación, pueden ser también aplicados en el suelo de forma localizada con maquinaria especial. En el dibujo adjunto se detallan diversos tipos de dientes para aplicación localizada, en función de la profundidad a la que queremos situar el abono. Tenemos el **diente vibratorio**, el **diente flexible** de cultivador, el **diente rígido retráctil**, el **diente especial** con cuchilla rígida y, finalmente, para grandes profundidades, la **cuchilla subsoladora** que puede llegar a una profundidad de 30 cm.

Algunos agricultores utilizan de forma poco ortodoxa los sacos de fertilizantes solubles colocándolos en el paso del agua del riego. Estos sacos, convenientemente agujereados, son invadidos por el agua, disuelto su abono y arrastrado éste hacia el cultivo. Esta manera de proceder, hasta cierto punto comprensible en pequeñas explotaciones, tiene el inconveniente de una distribución muy irregular del abono entre el cultivo.

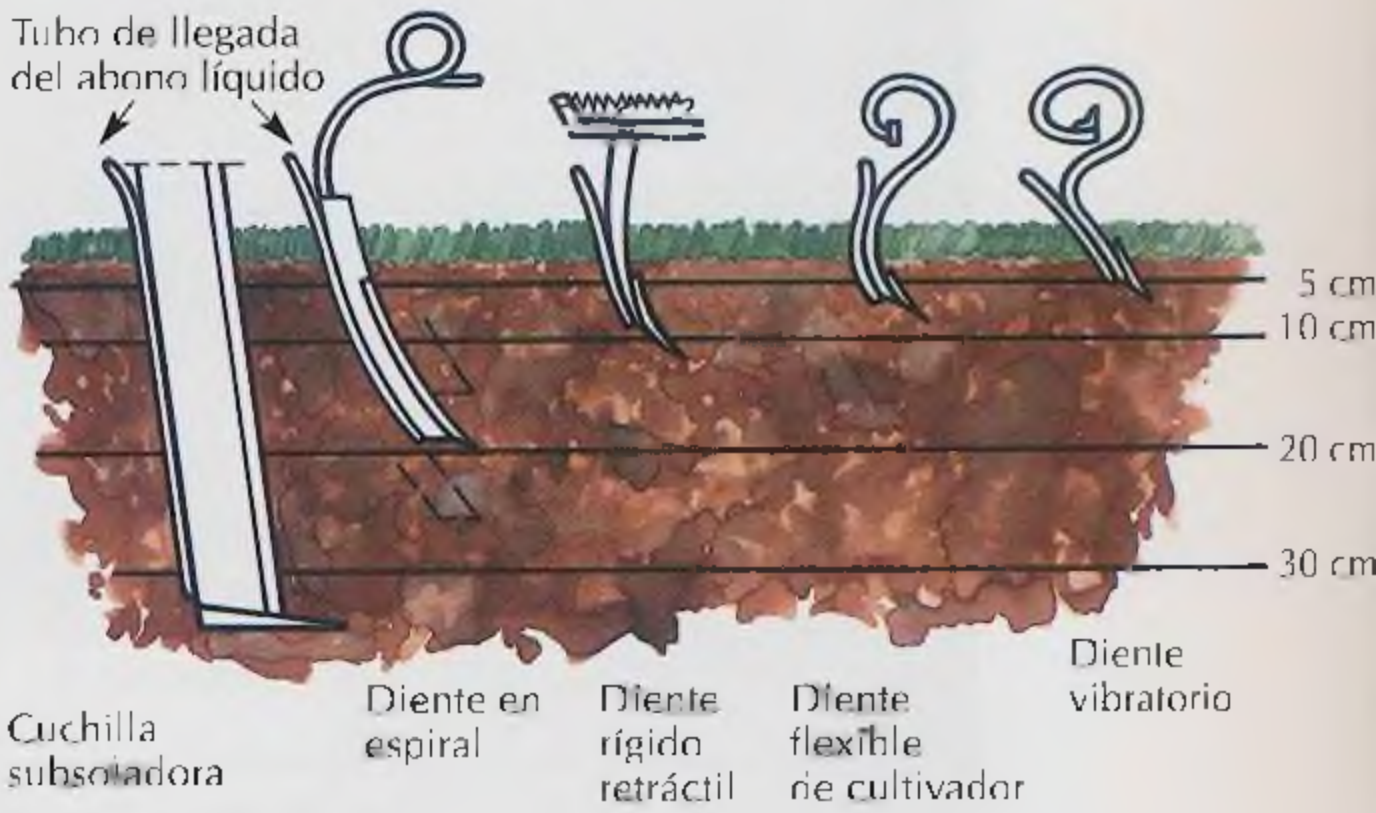
5.4.2. Abonado foliar

El abono para aplicación foliar se presenta en el mercado disuelto para tal fin. Como ya sabemos, existen dos tipos de abonos disueltos: los que forman verdaderas disoluciones o disoluciones claras, y las suspensiones de nutrientes o disoluciones coloidales. Los abonos de disoluciones claras son compuestos monovalentes o binarios de N-P. Las disoluciones coloidales son compuestos de N-P-K y suelen llevar microelementos.

Es sabido que las partes verdes de las plantas, sobre todo las hojas, son capaces de absorber los nutrientes en disolución a través de sus estomas. La aplicación foliar reduce al máximo las pérdidas de elementos nutrientes, siendo éstos absorbidos rápidamente. Además, presentan la ventaja que pueden aplicarse con muchos de los productos fitosanitarios que existen en el mercado. El abonado foliar debe reservarse para momentos de *stress* de la planta, cuando ésta, por cualquier motivo, requiere un aporte suplementario de nutrientes. Ejemplos de casos de urgencia pueden ser el haber detectado un cierto tipo de carencia, en momentos de extrema sequedad, después de un frío extremo, después de haberse producido daños por granizo, etc.

El caso más conocido de aplicación de N por vía foliar es la de aplicaciones disueltas de urea. Este compuesto nitrogenado es de extremada solubilidad y causa efectos sorprendentes en la planta. Deben afinarse mucho las dosis de las aplicaciones vía foliar, puesto que los nutrientes penetran rápidamente en el vegetal a través de las hojas y pueden presentarse problemas de fitotoxicidad por exceso de nutrientes.

Diversos tipos de dientes para el enterrado de los abonos líquidos



6. APLICACIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

Los técnicos recomiendan una política binaria que comporta la aportación de abonos orgánicos con los químicos o fertilizantes. Los abonos minerales son el complemento indispensable del estiércol; aportan, procedentes del exterior de la finca, otras cantidades de elementos N-P-K que vienen a sumarse a los que ya se encuentran en el ciclo de la explotación y corrigen los defectos nutricionales del suelo.

A nivel de unidades fertilizantes, el abonado con materia orgánica es del todo insuficiente, principalmente porque los nutrientes, sobre todo fósforo, potasio y microelementos son liberados lentamente y a menudo no bastan para las necesidades inmediatas del cultivo. Pero el abonado orgánico es imprescindible como mejorante de la estructura del suelo, de su capacidad de retención de nutrientes, de agua y de aire.

Debe considerarse el abonado orgánico como una inversión a medio y largo plazo, principalmente por lo que respecta a los nutrientes fertilizantes. La incorporación al suelo del estiércol debe hacerse en otoño-invierno para que cuando, en primavera, el suelo acoja el cultivo, se encuentre en estado muy avanzado de descomposición. El estercolado de un suelo supone unas 30 Tm/Ha, pero se pueden utilizar dosis mayores (40-50 Tm/Ha) cuando se busca la mejora de las propiedades físicas del suelo. Como ya se apuntó, la retirada del estiércol de su ensilado hasta el soterramiento en el campo debe hacerse lo más rápidamente posible para evitar pérdidas por evaporación.

El soterramiento de los residuos vegetales, así como del estiércol, conlleva la incorporación de semillas de malas hierbas y, además, favorece la expansión de enfermedades criptogámicas (fusarium, verticilium, etc.). Si la rentabilidad del cultivo lo admite, es preferible aportar materia orgánica libre de malas hierbas, puesto que los costos de desherbaje son importantes.

En todos los abonos orgánicos se requiere que los metales pesados tóxicos estén por debajo de los límites legales. Para el cultivo de especies sensibles, como las leguminosas, es necesario vigilar los contenidos de cobre, cadmio, mercurio, etc., especialmente cuando estos abonos orgánicos proceden de estaciones depuradoras o están contaminados por residuos industriales.





Abonando el campo con estiércol

7. CORRECCIÓN Y ENMIENDAS DE LOS SUELOS

En los capítulos precedentes, se ha tratado ampliamente la aportación de abonos químicos u orgánicos con la finalidad de restituir la fertilidad del suelo; fertilidad que disminuye con cada ciclo vegetal. Pero en determinados casos, como en el de querer transformar una zona boscosa en cultivo, o habilitar unos terrenos salinos cerca de la costa, puede ser necesario un cambio general de las características del suelo.

Hablamos de **corrección de suelos** cuando pretendemos transformar las características físicas y/o químicas de un determinado suelo. Estas enmiendas implican la incorporación de varias toneladas por hectárea de algún material, que modifica las propiedades del suelo. Suelen ser operaciones de elevado costo, de manera que sólo son posibles para aquellos cultivos de gran rentabilidad.

Las correcciones químicas son aquéllas destinadas a modificar el pH de un suelo, con la finalidad de que los elementos nutrientes del mismo se encuentren más disponibles para las plantas. Hablaremos entonces de **corrección de suelos alcalinos** y **corrección de suelos ácidos**. Puede ser también necesario modificar las propiedades físicas de los suelos (textura, porosidad, densidad, etc.). Hablamos entonces de **corrección de suelos muy sueltos** o **muy pesados**.



Cuando se recuperan terrenos para la agricultura, ademas del despedregado y nivelado del suelo es conveniente realizar una analítica físico-química para determinar si procede realizarse algún tipo de enmienda del suelo. En el caso de la fotografía, unos terrenos incultos se hallan en plena transformación. Se pretende implantar viñedos.

7.1. CORRECCIÓN DE SUELOS ÁCIDOS

La mayor parte de los suelos que se dan en climas lo bastante húmedos para obtener grandes cosechas sin irrigación, tienen reacción ácida. La causa de la acidez reside en el lavado de bases por el agua de percolación. El resultado es un descenso de fertilidad y un medio poco adecuado para el crecimiento de la mayoría de las plantas. La elevación del pH, hasta una reacción próxima a la neutralidad, puede ser muy rentable a pesar de los costos implicados. Esta operación suele llamarse **encalado.**

Si se practica en un sistema de cultivo bien organizado, el encalado da lugar a una mejora a largo plazo de la fertilidad. Pero el encalado es una operación delicada, porque las cosechas inmediatamente posteriores al encalado suelen ser abundantes, ya que al aumentar el pH, hemos favorecido la adsorción y posterior absorción de las bases intercambiables por la planta. Esta disponibilidad de las bases va empobreciendo el suelo si no se practican regularmente las aportaciones de materia orgánica y fertilizantes para mantener el nivel de fertilidad del suelo.

7.1.1. Materiales usados para encalar

Lógicamente, el material usado deberá poseer un suave efecto alcalinizante. Para evitar cambios drásticos que pudieran ejercer efectos nocivos en las plantas, el proceso de encalado debe ser suave. En el caso de tener que aumentar el pH, pongamos por caso, de 5 a 7, es mejor hacer dos o tres encalados a lo largo de un período medio de tiempo que pretender subir el pH de una sola vez. Esta norma es aplicable a todas las cuestiones relacionadas con la agricultura: en la resolución de un problema, siempre es mejor actuar paso a paso que pretender soluciones milagrosas instantáneas que, a la larga, suelen comportar más gastos que beneficios.

Además, los cationes añadidos deberán ser principalmente Ca^{++} con algo de Mg^{++}, pero el Na^{+} debería ser nulo o muy escaso, puesto que ya conocemos la capacidad salinizadora del ion de sodio.

Un proyecto de esta envergadura, elevación del pH de un suelo, puede ser terriblemente costoso si disponemos de muchas hectáreas, por lo cual el producto utilizado para encalar debe ser relativamente barato.

El carbonato cálcico ($CaCO_3$) es el producto que se utiliza más frecuentemente para encalar. Este material se utiliza como roca caliza molida y constituye una buena fuente de cal, abundante y barata. Por un lado, suministramos los cationes deseables como el calcio y, por otro, los aniones del carbonato no producen efectos fitotóxicos. Además, tiene un efecto alcalinizante suave, pero efectivo, y es un material muy barato debido a los abundartes yacimientos que se encuentran en la corteza terrestre.
Otros materiales que podemos utilizar para encalar un suelo son Na_2CO_3 (carbonato sódico), $CaCl_2$ (cloruro cálcico), y por último $CaSO_4 * 2H_2O$ (yeso). Estos materiales presentan diversos problemas, como por ejemplo su elevado precio, sus efectos fitotóxicos no deseados, o por el hecho de ser materiales que, aun conteniendo calcio, son sales neutras y carecen de efecto alcalinizante.

7.1.2. Cantidad de cal necesaria

Los minerales que contienen carbonato cálcico suelen presentar impurezas, cor lo que reducen la efectividad del encalado. La determinación del porcentaje del $CaCO_3$ es imprescindible para calcular los Kg necesarios para el tipo de encalado que necesitamos. Cuanto mayor sea el porcentaje de carbonato cálcico y más finamente molturado sea el material, menor cantidad de producto necesitaremos para realizar el mismo trabajo. El **equivalente de carbonato cálcico efectivo (ECCE)** es la medida que expresa la efectividad de un carbonato cálcico.
Existen dos métodos para determinar la cantidad exacta de cal necesaria para elevar el pH de un suelo: el método de pH-saturación de bases y el método de la solución tampón. Los dos procedimientos son extremadamente complicados, tanto en su concepción como en su desarrollo, pues en ellos confluyen consideraciones como el pH, el C.I.C., la saturación de bases y el ECCE del carbonato cálcico, por lo cual su determinación y cálculo debe hacerlos un técnico con la ayuda de un laboratorio especializado.

7.2. CORRECCIÓN DE SUELOS ALCALINOS

A veces, para cultivar determinadas plantas, es deseable acidificar el suelo. Esto sucede con frecuencia en jardinería ya que algunas flores, como las azaleas o los rhododendros, y bayas como los arándanos, viven en suelos ácidos. Algunos cultivadores de patatas prefieren también acidificar el suelo para evitar la sarna de la patata.
Las aplicaciones de azufre elemental (S) o de compuestos del mismo, constituyen el procedimiento corriente para bajar el pH del suelo. El azufre debe administrarse con la suficiente antelación para que tenga tiempo de oxidarse a ácido sulfúrico. El azufre agrícola tiene la ventaja de ser muy barato y la desventaja de que sus efectos son a medio y a largo plazo; si se dispusiera de ácido sulfúrico como subproducto industrial (ácido sulfúrico de la fundición metalúrgica del cobre), tendríamos una alternativa muy económica y de igual validez que el azufre agrícola, a la vez que su eficacia es más rápida. El H_2SO_4 se



Maquinaria fabricada por GILLES. Ideal para incorporar los materiales necesarios para las distintas enmiendas a realizar en los suelos.

aplica concentrado sobre el suelo desnudo o en solución al 3% sobre hierba de las Bermudas (*Cynodon dactylon*). Aunque pueda parecer extraño, las pruebas realizadas por Ryan, Stroehlein y Miyamoto (1995) revelan la ausencia de efectos perjudiciales cuando se aplica ácido sulfúrico concentrado directamente sobre el suelo desnudo.
Para el cultivo de plantas con elevada exigencia de hierro (*Hydrangea macrophylla*), resulta ventajoso utilizar el sulfato ferroso y/o el sulfato de aluminio (alumbre). Los fertilizantes nitrogenados que contienen amoníaco, con el tiempo reducen el pH de manera considerable. La urea acidifica los suelos neutros o ácidos, pero no tiene efecto cuando abundan los carbonatos libres que impiden su hidrólisis.

7.2.1. Problemas de los suelos alcalinos

Cuando hablábamos del efecto del pH en los nutrientes, vimos el dibujo de las probabilidades relativas de solubilización para cada nutriente a diversos pH. Los problemas químicos de los suelos alcalinos se originan por la reducida disponibilidad de fósforo, de potasio y de la mayoría de los micronutrientes. Las deficiencias de hierro son especialmente frecuentes en suelos alcalinos y originan la clorosis férrica de muchas plantas.
Por otra parte, en casos extremos de suelos alcalinos o básicos, la cantidad de sales disueltas en la fase líquida del suelo es tal que las plantas tienen dificultades para absorber el agua; la presión osmótica en la solución del suelo puede superar la de las células vegetales normales.

7.2.2. Tipos de suelos salinos

Existen cuatro tipos de suelos salinos. Todos ellos tienen pH alcalinos o muy alcalinos y su problema principal es que, debido a la gran cantidad de calcio y/o sodio, su capacidad de intercambio se encuentra de alguna manera bloqueada para el resto de nutrientes.
Los **suelos excesivamente calizos** suelen presentarse en forma de rodales en las regiones húmedas. Son suelos jóvenes, con exceso de carbonato de cal. A menudo presentan problemas de exceso de humedad, puesto que la capa freática se encuentra a poca profundidad. Consecuentemente, presentan problemas de escasa fertilidad, debido a que el ion Ca^{++} ocupa los sitios de intercambio y no permite la instalación de otros iones. La restauración de estos suelos pasa por facilitar un drenaje adecuado, una aportación de estiércol con vista a acidificar el terreno, y la aplicación de sulfatos de hierro y de magnesio por vía foliar si las plantas acusan clorosis férrica.
Los **suelos salinos** presentan un contenido elevado de sales solubles en el suelo. Esta concentración de sales en el suelo impide a la planta la absorción de nutrientes (diferencia de potencial osmótico). Normalmente, se obtiene una idea de la concentración de sales solubles en un suelo a partir del valor de la conductividad eléctrica. Se considera que un suelo es salino cuando sobrepasa los 2,4 milisiemens/cm.



Producto adecuado para las enmiendas de los suelos sódicos. Actúa desplazando los iones sodio situando en los sitios de intercambio al ion calcio. Fabricado por PROMISOL, S.A.

La recuperación de suelos salinos a menudo se realiza lavando las sales con abundante agua de riego. Si el agua de riego es extremadamente salina, los riegos deben ser todavía más cuantiosos y frecuentes para arrastrar al máximo las sales. Evidentemente, los lavados intensos de sales pasan por la creación de un buen sistema de drenaje.

Los **suelos sódicos** poseen más del 15% de sus sitios de intercambio ocupados por iones Na^+. Por este motivo, son pobres en otras sales solubles. Con un



pH próximo al 8.5, los suelos sódicos son los más difíciles de corregir. También es conveniente disponer de un buen drenaje y de frecuentes y cuantiosos lavados. Existen en el mercado productos que actúan desplazando los iones de sodio adsorbidos en el complejo arcillo-húmico. A menudo son aportaciones masivas de ion de calcio que, por una cuestión de fortaleza iónica, desplazan del complejo al catión Na^+. Al quedar éste en disolución, puede ser fácilmente lavable por el agua de riego o de lluvia.

Los **suelos sódico-salinos** compaginan las propiedades de los suelos sódicos con los salinos; por un lado, tienen una alta concentración de sales solubles y, por otro lado, el 15% de sitios intercambiables están ocupados por el ion de sodio. La recuperación de estos suelos presenta dos pasos escalonados. El primero de ellos consiste en desplazar al ion de sodio con los productos de que se disponen en el mercado y, posteriormente, aplicar tanta agua de riego como sea posible, con la finalidad de lavar las sales y el sodio. Como es lógico, es imprescindible disponer de un sistema de drenaje excelente.

7.3. CORRECCIÓN DE SUELOS MUY LIGEROS O SUELTOS

Normalmente, los suelos muy ligeros o sueltos tienen una carencia de estructura. Ya sabemos que la estructura la originan los agregados, y que éstos se forman gracias a la materia orgánica. Los suelos muy ligeros o sueltos suelen tener una textura predominantemente arenosa, juntamente con un bajo nivel de materia orgánica.

Eso origina suelos muy ligeros, cuyos principales problemas son la falta de retención de agua y de nutrientes. A menudo estos suelos presentan una gran porosidad o aireación que les faculta para el cultivo de cualquier planta, con la condición de que las aportaciones de agua sean constantes y las de nutrientes periódicas. Las características de estos suelos serían parcialmente aptas como sustratos destinados al cultivo hidropónico de invernadero pero, a menudo, en el exterior, estos suelos presentan problemas indisolubles para el agricultor.

Es posible corregir parcialmente estos suelos haciendo aportaciones periódicas de materia orgánica. En general, una aportación de estiércol bien fermentado antes de cada cultivo irá disminuyendo su ligereza. Si las dosis habituales de estercolado rondan las 30 Tm/Ha, deberían casi duplicarse para ir mejorando lentamente el suelo. También es posible, aunque tremendamente más costoso, importar cierta cantidad de arcilla con el fin de obtener una granulometría más franca y menos arenosa. O quizá la solución debería pasar por un remedio intermedio de materia orgánica y arcillas que por un lado aumentara la estructura del suelo y por otro, aumentara su fertilidad.

Síntomas característicos en* Euphorbia pulcherrima *de una excesiva concentración de sales solubles en el suelo. La solución del problema pasa por un riego abundante y frecuente para el lavado de las sales. Fotografía cedida por GRACE-SIERRA INTERNATIONAL B.V.

7.4. CORRECCIÓN DE SUELOS MUY PESADOS

Los suelos muy pesados se consideran los antagónicos de los suelos ligeros. Su textura arcillosa les confiere una gran compacidad y una tendencia a la retención excesiva de agua. Estas dos características en un suelo lo predisponen a ser la causa de problemas frecuentes de asfixia radicular.

Además, en suelos muy pesados la infiltración de agua es difícil y costosa, lo que se traduce en una dificultad para hacer penetrar el abono nutricional. Los suelos muy compactos a menudo tienen problemas de aireación, con lo cual puede disminuir la actividad microbiana aerobia y tener sólo lugar la anaerobia, lo que se traduce en una desaceleración de la descomposición de la materia orgánica.

Aunque parezca un contrasentido, la solución para la enmienda de los suelos pesados es la misma que para los suelos ligeros: aumentar su contenido en materia orgánica. La materia orgánica en un suelo arcilloso actúa como si fuera un esponja: crea espacio poroso que puede ser ocupado por el aire y por el agua, con lo que la compacidad desaparece.

En general, una aportación de estiércol bien fermentado antes de cada cultivo irá disminuyendo su compacidad. Si las dosis habituales de estercolado rondan las 30 Tm/ha, debería casi duplicarse para ir mejorando lentamente la estructura del suelo. También es posible, aunque tremendamente más costoso, importar cierta cantidad de arena con el fin de obtener una granulometría más franca y menos arciliosa. O quizá la solución debería pasar por un remedio intermedio de materia orgánica y arena (preferiblemente arena sílicea de río) cuya mezcla hiciera aumentar su porosidad (aireación).

8. DEFICIENCIAS DE ELEMENTOS NUTRITIVOS

Llamamos carencia de un elemento la falta de niveles óptimos de éste en la planta. Las carencias pueden ser **latentes** (ocultas) o **externas** (visibles). La absorción de los nutrientes en cantidades insuficientes provoca en la planta irregularidades nutritivas, acompañadas (cuando son externas) de manifestaciones patológicas llamadas **enfermedades carenciales**, que se exteriorizan de muchas maneras, según los elementos deficitarios (clorosis, necrosis, deformaciones de las hojas, coloración diversa, insuficiencia de vegetación, etc.).

Es muy importante que el agricultor tome conciencia de que una carencia oculta puede ser la responsable de que la producción no resulte la esperada y que, además, en términos curativos, es muchísimo más fácil corregir una carencia latente que una visible externamente, pura y simplemente por una cuestión de gradación, ya que parece evidente que una deficiencia visible es peor que una oculta, puesto que la carencia es más acusada.

Evidentemente, el sistema de cuantificación carencial está basado en un punto de vista exclusivamente agrícola y, para ser más exactos, en función del óptimo en la producción vegetal. Los ensayos nutricionales están al alcance de todo el mundo y se recomienda al agricultor que, en la medida de su tiempo disponible, los realice a menudo.

Supongamos que queremos probar el efecto del abonado P y K con dos dosis de 0 y 67 Kg. El cálculo factorial adecuado para la realización del ensayo es $2 * 2 = 4$ (4 es el número total de parcelas separadas y distintas, necesarias para cubrir todas las combinaciones posibles de dos fertilizantes (P-K) a dos dosis distintas (0 y 67). Si observamos el gráfico bajo estas líneas comprobamos que la primera parcela, o parcela testigo, carece de fertilizante; en la segunda sólo se abona con 67 Kg de K; en la tercera, sólo con 67 Kg de P, y en la cuarta con 67 Kg de cada fertilizante. Los resultados obtenidos a nivel de producción son obvios: la mejor producción es la de la parcela cuatro, con 9,79 Tm de forraje.

Experimento factorial 2 x 2 que nos muestra la influencia de la fertilización con P y K sobre la producción de forraje de alfalfa

Parcela testigo Sin P Sin K 5,48 Tm de forraje/ha	Tratamiento K Sin P 67 Kg/ha K 7,57 Tm de forraje (aumento de 2,09 Tm)
Tratamiento P 67 Kg/ha P Sin K 8,04 Tm de forraje (aumento de 2,56 Tm)	Tratamiento P-K 67 Kg/ha P67 Kg/ha K 9,79 Tm de forraje (aumento de 4,31 Tm)

Los ensayos pueden ser tan extensos como se quiera. Así, si se quisiera probar el nitrógeno, fósforo y potasio a las dosis de 0, 50 y 100 Kg/ha, el modelo factorial que nos ofrece todas las combinaciones posibles exigiría $3 * 3 * 3 = 27$.

8.1. CAUSAS DE LA DEFICIENCIA

Desde el punto de vista agrícola, deben distinguirse dos tipos de carencias. **Las carencias absolutas** o **primarias** son las causadas por una pobreza del elemento nutritivo en el suelo y bastará reponerlo para que la carencia desaparezca. **Las carencias inducidas** son aquéllas en las cuales el elemento nutritivo se encuentra en el suelo pero no puede ser absorbido porque no se encuentra en estado asimilable, sino bloqueado generalmente por un pH inapropiado o por un antagonismo de iones. Por tanto, la carencia es indirecta al estar inducida por unas circunstancias desfavorables. No basta entonces aportar el elemento en el suelo, puesto que la carencia en la planta no desaparecerá; hay que realizar un cambio en las condiciones desfavorables o aplicarlo directamente vía foliar.

Ya comentamos que el estudio de la nutrición humana está mucho más avanzado que el de la nutrición vegetal; las interacciones de los nutrientes en la planta son todavía poco conocidos. Se sabe que existen interacciones positivas y otras negativas (antagonismo). Las interacciones positivas de dos o más elementos permite que a menudo se refuercen entre ellos, siendo el producto de su unión mayor que la suma de sus efectos por separado.

En cuanto a las interacciones negativas o antagonismo de iones, son a menudo las causas de las carencias inducidas de los nutrientes. Veamos algunas de ellas.

Al aplicar fósforo, disminuye el contenido en nitrógeno de la planta si este elemento se encuentra en deficiencia, pero aumenta si es abundante. Una mayor absorción de calcio y magnesio viene acompañada de una menor incorporación de potasio; uno de los síntomas de deficiencia de potasio aparece si el contenido de calcio supera en más de ocho veces el de potasio; este antagonismo muestra la tendencia de los dos iones a sustituirse mutuamente. Este mismo antagonismo se presenta para el magnesio y el calcio y también entre el magnesio y el potasio.

Es muy conocido el antagonismo existente entre iones de calcio y hierro. El exceso de calcio en el suelo acompañado de un pH elevado, bloquea la absorción del hierro, produciéndose la característica clorosis férrica. Existe un antagonismo similar entre el hierro y el manganeso, dando lugar a una forma de competencia entre ambos, los síntomas de la cual se traducen en una toxicidad por exceso de hierro que se corresponde a los de deficiencia de manganeso y viceversa.

La escasez de cobre ocasiona la acumulación de hierro en la planta. Así, el exceso de cobre da lugar a síntomas cloróticos semejantes a los que indican deficiencia de hierro. Como el cobre presenta escasa movilidad en la planta, la sintomatología de las deficiencias es más evidente en los órganos nuevos y crecimientos recientes, puesto que éste se acumula en ellos.

La escasa solubilidad de los fosfatos de hierro da lugar a que el hierro contribuya a la deficiencia de fósforo y viceversa. Los niveles altos de fósforo también pueden reducir la disponibilidad del hierro y contribuir a la deficiencia del mismo. La concentración elevada de fósforo en el suelo tiende a reducir la disponibilidad del cinc, y cuando aumenta la riqueza en cinc, se reduce la absorción de fósforo.
El molibdeno es esencial para la fijación del nitrógeno en las leguminosas; otras plantas lo requieren para la enzima necesaria para convertir el nitrato a amoníaco, que es presente en todas las plantas.

8.2. SINTOMATOLOGÍA

El diagnóstico de las carencias latentes y/o externas es un tema delicado. Se realiza confrontando los resultados de tres métodos de investigación: análisis del suelo, análisis de la planta y, cuando la carencia es visible, examen visual de los síntomas.
A menudo no se dispone ni del tiempo ni del dinero suficiente para acudir a un laboratorio especializado en la cualificación y cuantificación de deficiencias. Ofrecemos al lector dos sistemas de determinación de carencias que pueden ser utilizados en el propio campo y por simple examen visual. En primer lugar, se trata de una relación de carencias y sus efectos más visibles en las plantas. La segunda es una clave, conceptualmente similar a la primera, para la determinación del tipo de deficiencia. El lector poco avezado en la utilización de claves debe regirse por un criterio de exclusión: cuando es A) no es AA) y viceversa. Pasada la primera criba, debe escogerse entre B) o BB), después entre C) o CC), y así sucesivamente hasta dar con la carencia sujeto del problema.

8.2.1. Descripción de síntomas

Dentro de la planta, existen elementos móviles e inmóviles. Esta cuestión es la base principal por la cual se determinan las carencias. Los elementos móviles, como el nitrógeno, pueden ser traslocados de los brotes terminales (receptores de los nutrientes absorbidos del suelo); en cambio, los inmóviles, como el azufre, se localizan en las partes jóvenes y no pueden ser traslocados a las hojas viejas.
• **El nitrógeno.** Al ser el nitrógeno un elemento móvil en la planta, las deficiencias aparecen en las hojas inferiores (viejas). Las hojas inferiores amarillas (cloróticas) pasan, al secarse, a un color pardo verdoso o negro. Si el elemento escasea en las fases avanzadas del crecimiento, los tallos son cortos y finos. También en determinados casos, la clorosis de la hojas puede progresar a coloraciones naranjas o rojizas. Se produce defoliación prematura y el crecimiento, tanto de brotes como de raíces, se restringe. Se reduce la ramificación, la floración y la obtención de frutos y semillas.
• **El fósforo.** El fósforo es también móvil en la planta, por lo que la deficiencia se manifestará en hojas viejas. Las hojas toman un color verde oscuro y sin brillo, se desarrollan coloraciones amoratadas en tallos, peciolos y nervios (debido a la síntesis de ***antocianos*** concomitante con la deficiencia). Pueden



Ⓐ ***A/*** *Clorosis férrica en melocotonero* ***Kelamix plus****, de Sicosa, S.A., es un quelato de hierro en forma de EDDHA muy adecuado para combatir los síntomas de clorosis.* ***B/*** *Manchas amarillentas provocadas por una carencia de boro en hojas de viña. Foto cedida por BORAX ESPAÑA, S.A.* ***C/*** *La carencia de calcio se manifiesta más comúnmente en* Euphorbia pulcherrima *en su fase de crecimiento, particularmente cuando ha sido expuesta a una excesiva luminosidad (40.000 lux) y a un agua de riego con alto contenido en sodio. Se consigue controlar con el abono 15-0-15 GRACE-SIERRA INTERNATIONAL B.V.* ***D/*** *Síntomas característicos de carencia de magnesio en* Euphorbia pulcherrima. *La* Poinsettia *es muy exigente en Mg en su fase de crecimiento. El 15-5-25, con un elevado contenido en magnesio, es el abono fabricado por GRACE-SIERRA INTERNATIONAL B.V., adecuado para su corrección.*



Ⓑ



©



Ⓓ

Antocianina es la denominación genérica de un grupo de pigmentos vegetales que dan coloraciones rojizas, moradas y azules de las flores, de muchos frutos y algunas hojas, de cortezas y raíces.

aparecer necrosis marginales en hojas, peciolos y frutos. En cuanto al crecimiento en general, la deficiencia en fósforo es muy parecida a la del nitrógeno: crecimiento restringido de raíces y parte aérea, tallos cortos y delgados, merma en la producción de frutos y semillas, etc.

• **El potasio**. El potasio es un elemento móvil y, por tanto, manifiesta su deficiencia en hojas viejas. Estas hojas presentan jaspeados cloróticos internerviales con desarrollo de quemaduras (necrosis) en los ápices de la hoja y los márgenes de la misma. Estas áreas de tejido muerto progresan del ápice a la base y de los márgenes a la zona internervial. El ápice de la hoja tiende a curvarse hacia abajo. El sistema radicular se empobrece, los entrenudos son algo más cortos y los tallos más débiles. La producción semillera disminuye mucho.

• **El azufre**. El azufre es un nutriente fuertemente inmóvil, por lo que su deficiencia, a diferencia del nitrógeno y del fósforo, se localiza en brotes y partes jóvenes. Las hojas jóvenes presentan clorosis general, es decir tanto del tejido internervial como de los nervios, siendo más amarillas cuanto más jóvenes. Las hojas crecen menos que las testigo, todo el brote queda pálido. En determinados casos (manzano y fresal), pueden aparecer coloraciones antociánicas. Nunca aparece necrosis en estas hojas jóvenes.

• **El calcio**. El calcio es un elemento inmóvil y se manifiesta en hojas jóvenes, brotes y zona de crecimiento de la raíz. Las hojas jóvenes de los brotes, principalmente del terminal, se malforman, se rizan, se doblan por el ápice (hojas ganchudas) y al final muere la yema terminal. Si se desarrollan las axilares, acaban también muriendo. En las hojas jóvenes ya desarrolladas, aparecen clorosis marginales amplias. Las raíces se gelifican y mueren.

• **El magnesio**. El magnesio es móvil y se manifiesta en hojas viejas. Se produce clorosis internervial típica de hoja vieja que en muy raras ocasiones mani-

Ⓐ



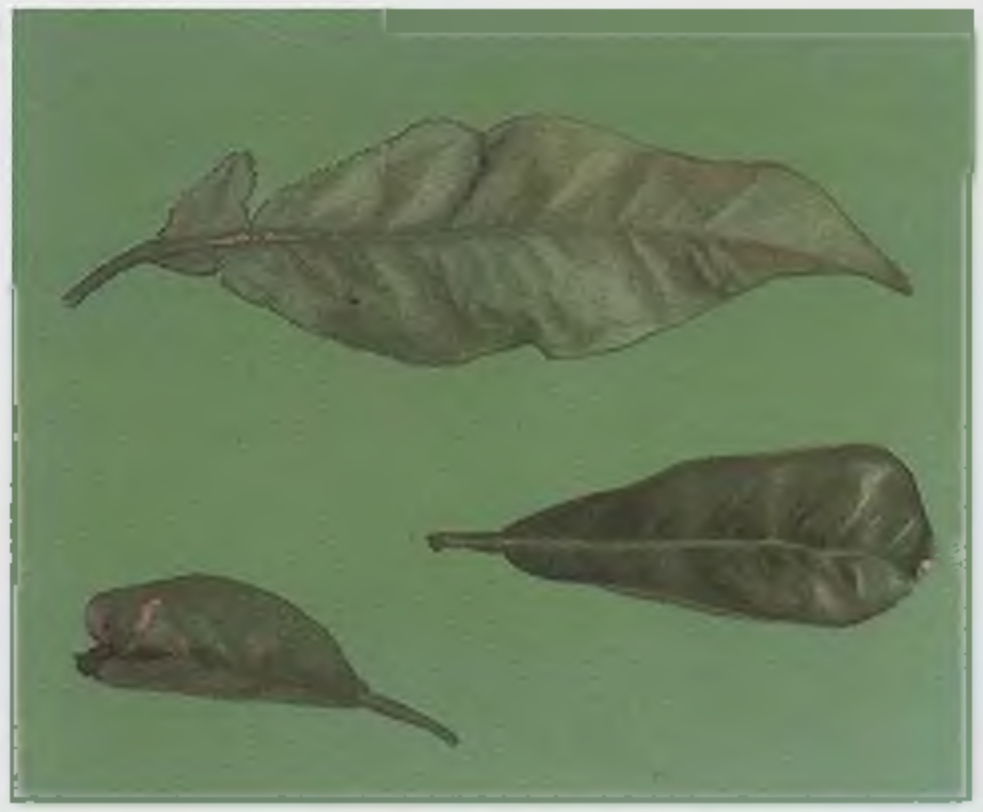
Ⓑ



Ⓒ



Ⓓ



Ⓔ



***A/** Síntomas característicos de carencia de molibdeno. La Poinsettia es altamente exigente en Mo. En caso de carencia, el suministro de molibdeno debe hacerse de forma gradual. Fotografía cedida por GRACE-SIERRA INTERNATIONAL B.V.*

***B/** Síntomas característicos de deficiencia de cinc. El problema se manifiesta sobre las hojas jóvenes en su fase inicial, pudiéndose confundir este fenómeno con una carencia de manganeso. Debe utilizarse 15-5-25, con alto contenido en Zn para resolver la deficiencia. Fabricado por GRACE-SIERRA INTERNATIONAL B.V.*

***C/** Piel gruesa con merma del desarrollo de la pulpa y escaso jugo. Síntomas característicos de una carencia de boro en el fruto de las naranjas. BORAX ESPAÑA, S.A. fabrica una amplia gama de productos boratados.*

***D y E/** Deficiencia de boro en hojas de naranja Navelina y Navelate. Foto cedida por BORAX ESPAÑA, S.A.*

fiesta necrosis. El ápice y los márgenes de la hoja pueden curvarse hacia arriba; las hojas no se secan. En algunos casos, pueden aparecer coloraciones antociánicas, como en el caso del algodonero y el cerezo.

• **El hierro**. El hierro es inmóvil, por lo que su deficiencia aparece en hojas jóvenes y en brotes. Aparece clorosis internervial severa en las hojas jóvenes y en los brotes, los nervios principales, y también los secundarios permanecen verdes sobre el fondo limbar amarillo. En condiciones extremas, aparecen necrosis y quemaduras en los márgenes y ápice foliar, pudiendo las hojas en formación presentar malformaciones.

• **El boro**. El boro es muy poco móvil, por lo que su deficiencia aparece en hojas jóvenes. Las hojas de la yema terminal se vuelven de color verde claro en su base, desprendiéndose finalmente por esta zona. El crecimiento ulterior origina hojas retorcidas, abarquilladas y frágiles; finalmente, se necrosan los puntos vegetativos, muriendo la yema terminal y la parte apical del tallo. Por otra parte, los órganos carnosos se pudren internamente (necrosis interna).

• **El manganeso**. El manganeso es inmóvil, apareciendo por tanto en hojas jóvenes. Aparecen manchas cloróticas esparcidas por la hoja que progresan a necrosis internerviales.

• **El cinc**. El cinc es bastante inmóvil, apareciendo su deficiencia en hojas adultas. Aparecen clorosis internervial y manchas de crecimiento rápido que ocupan los entrenervios, invadiendo a veces los nervios. Debido a la disminución en la síntesis de auxinas, se produce acortamiento de entrenudos, microfilia y engrosamiento de la hoja. En estados finales, las hojas pueden necrosarse en los bordes y el ápice.

• **El molibdeno**. La deficiencia de molibdeno se produce a través del nitrógeno. Generalmente aparece en las hojas inferiores, con un moteado internervial seguido de necrosis marginal y curvamiento de las hojas. Los bordes de la hoja pueden secarse por entero, quedando estrechas y alargadas (cola de látigo).

• **El cobre**. El cobre es inmóvil, por lo que su insuficiencia aparece en hojas jóvenes y brotes. Éstos aparecen blanqueados de modo permanente (blanqueo apical), pasando a un color ceniza y apareciendo como secos y blandos. Las hojas situadas inmediatamente bajo el ápice frecuentemente no pueden permanecer erguidas.



El melocotonero es especialmente sensible a la clorosis férrica. En la fotografía se muestra un** Prunus persica **totalmente sano de un follaje color verde brillante: no tiene comparación con el melocotonero clorótico. Fotografía cedida por AgrEvo.

8.2.2. Clave clasificatoria

Clave para la determinación de los síntomas de carencia en la nutrición vegetal.

SÍNTOMAS	Elemento deficiente
A) Las hojas más viejas de la planta (inferiores) son las más afectadas; efectos localizados o generales.	
B) Efectos casi siempre generales; desecamiento más o menos marcado de las hojas inferiores; planta de color verde claro u oscuro.	
C) Planta de color verde claro; hojas inferiores amarillas que pasan, al secarse, a un color pardo claro; si el elemento escasea en las fases avanzadas del crecimiento, los tallos son cortos y finos	**Nitrógeno**
CC) Planta de color verde oscuro; con frecuencia aparecen coloraciones rojas o purpúreas; hojas inferiores amarillas, a veces, pasando al secarse a un color pardo verdoso o negro; tallos cortos y finos si el elemento escasea en las fases avanzadas del crecimiento	**Fósforo**
BB) Efectos casi siempre localizados; moteado o clorosis en las hojas bajas, con o sin zonas de tejido muerto; escaso o nulo desecamiento de estas hojas.	
C) Las hojas moteadas o cloróticas pueden enrojecer típicamente, como sucede en el algodonero; a veces aparecen zonas muertas; ápice y bordes foliares retorcidos, con la concavidad hacia arriba; tallos finos	**Magnesio**
CC) Hojas cloróticas o moteadas, con áreas grandes o pequeñas de tejido muerto.	
D) Áreas de tejido muerto pequeñas, generalmente en el ápice y entrenervios, y más señaladas en el borde de las hojas; tallos finos	**Potasio**
DD) Manchas generalizadas de crecimiento rápido, que generalmente ocupan los entrenervios, y al final invaden los nervios secundarios y aun los principales; hojas gruesas, tallos con acortamiento de los entrenudos	**Cinc**
AA) Las hojas más jóvenes, incluso las de las yemas, se hallan afectadas; síntomas localizados.	

SÍNTOMAS	Elemento deficiente
B) La yema terminal muere y aparecen distorsiones en el ápice o en la base de las hojas jóvenes.	
C) Las hojas jóvenes de la yema terminal, típicamente encorvadas al principio, mueren finalmente por ápice y bordes, por lo cual el crecimiento ulterior se caracteriza por su aspecto discontinuo en estos puntos; el tallo muere por la yema terminal	**Calcio**
CC) Las hojas jóvenes de la yema terminal se vuelven de color verde claro en la base, desprendiéndose finalmente por esta zona; el crecimiento ulterior origina hojas retorcidas; por último, el tallo muere junto a la yema terminal	**Boro**
BB) La yema terminal permanece viva por lo general; clorosis o blanqueamiento de las hojas más jóvenes o gemulares, con o sin zonas de tejido muerto; nervios de color verde claro u oscuro.	
C) Las hojas jóvenes blanqueadas de modo permanente (blanqueo apical), sin manchas ni clorosis marcada; los brotes seminales, así como las ramas y el tallo (en la zona situada inmediatamente bajo el ápice) son con frecuencia incapaces de permanecer erguidos en las fases avanzadas en las que se agudiza la carencia del elemento	**Cobre**
CC) Las hojas jóvenes no blanquean; clorosis, con o sin manchas de tejido muerto esparcidas por las hojas.	
D) Zonas de tejido muerto esparcidas por la hoja; los nervios más finos tienden a permanecer verdes, dando lugar a un aspecto de cuadrícula o retículo	**Manganeso**
DD) Sin zonas muertas en general; la clorosis puede atacar o no los nervios, dándoles un color respectivamente claro u oscuro	**Cinc**
E) Hojas jóvenes con los nervios y el tejido internervial de color verde claro	**Azufre**
EE) Hojas jóvenes cloróticas; nervios principales, típicamente verdes; tallos cortos delgados	**Hierro**

8.3. CORRECCIONES

Las correcciones de las carencias que no son inducidas son sencillas. Basta con aplicar paulatinamente el elemento carencial en el suelo. En casos urgentes, cuando la producción de una temporada depende de ello, se puede recurrir a las aplicaciones vía foliar, de resultado sorprendente, rápido y eficaz.

Para las carencias inducidas, la cuestión es algo más complicada, puesto que no basta con las aplicaciones correctoras, sino que debería realizarse un cambio en las condiciones desfavorables del suelo.

El apartado de las enmiendas de un suelo puede resumirse en la modificación del pH y de la textura del suelo. Con frecuencia, estas modificaciones son suficientes para eliminar una carencia inducida, puesto que las enmiendas de los suelos a menudo son inversiones costosas y a largo plazo, y con frecuencia se nos presenta la problemática de encontrar una solución rápida a un estado carencial acuciante.

En estos casos, los técnicos recomiendan la aplicación de los nutrientes carenciales por vía foliar; aplicación que debe llevarse a cabo con sumo cuidado, puesto que un exceso de nutrientes podría conducirnos al problema contrario: un exceso de fertilizante. Eso es especialmente recomendable para el caso de los abonados foliares nitrogenados con urea y con los microelementos. Si sospechamos que nos encontramos delante de una carencia inducida, es extremadamente recomendable solicitar los servicios de un técnico y/o de un laboratorio experto, para que determinen la magnitud del problema y que nos faciliten un programa de actuación adecuado.



BIBLIOGRAFÍA

ABAD, M. & NOGUERA, V.
Las turbas Revista Agricultura. Pag 716-722.
Madrid: Marzo, 1992

ANSORENA, J.
Sustratos Propiedades y Caracterización.
Madrid: Mundi- Prensa,1994

BUCKMAN, H. O. & BRADY, N.C.
Naturaleza y propiedades de los suelos
3ª reimpresión.
Barcelona: Hispano Americana, 1985

DIARIO EL PAÍS
Atlas El País Aguilar
Madrid: Aguilar,1991.

ENCICLOPÈDIA CATALANA
Gran Enciclopèdia Catalana
Reimpresión de la 2ª edición.
Barcelona: 1990

GENERALITAT DE CATALUNYA
Desinfecció de sòls amb bromur de metil
Barcelona: 1985

GROS, A. & DOMÍNGUEZ VIVANCOS, A.
Abonos, Guía práctica de la fertilización
8ª Edición revisada y ampliada.
Madrid: Mundi-Prensa, 1992

HERETER, A. & JOSA, R.
Edafología Escola Superior d´Agricultura de Barcelona, 1995-1996

HERETER, A. & JOSA, R.
Interpretació de resultats analítics
Escola Superior d´Agricultura de Barcelona, 1991-1992

LIÑÁN, C.
Vademécum de productos fitosanitarios
Madrid: Ediciones Agrotécnicas,1995.

PENNINGSFELD, F & KURZMANN, P.
Cultivos hidropónicos y en turba
Madrid: Munci Prensa. 2ª Edición, 1983.

STRASBURGER, F., NOLL, F., SCHENCK, H. & SCHIMPER, A.F.W.
Tratado de botánica
Barcelona: Marín 6ª Edición, 1981

THOMPSON, L.M. & TROEH, F.R.
Los suelos y su fertilidad
Barcelona: Reverté 4ª Edición, 1988



2

Los frutales

1. INTRODUCCIÓN — 124

1.1. CICLOS DE VEGETACIÓN — 125
1.2. FASES DE LA VIDA DE UN ÁRBOL — 126

2. REPRODUCCIÓN Y MULTIPLICACIÓN DE LOS FRUTALES — 128
2.1. SEMILLAS — 128
2.1.1. Requisitos de las semillas y conservación — 128
2.1.2. Tratamientos para favorecer la germinación — 129
2.1.3. Época y modalidades de siembra — 130
2.2. MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA — 130
2.2.1. Estaquillado — 131
2.2.1.1. Tipos de estaca — 131
2.2.1.2. Técnica de propagación de estacas — 132
2.2.1.3. Técnicas auxiliares en el estaquillado — 133
2.2.1.4. Cuidados posteriores de las estacas — 133
2.2.2. Acodado — 133
2.2.2.1. Topos de acodados — 133
2.2.2.2. Técnicas de propagación del acodo — 135
2.2.3. Injertado — 135
2.2.3.1. Condiciones previas a la realización de un injerto — 137
2.2.3.2. Requisitos que debe tener el material vegetal para la realización de un injerto — 137
2.2.3.3. Tipos de injerto — 137
2.2.3.4. Ataduras — 144
2.2.3.5. Afinidad del portainjertos — 144
2.2.3.6. Modalidades de injerto — 145
2.2.3.7. Cuidados posteriores — 145

3. EL CLIMA EN FRUTICULTURA — 146
3.1. TEMPERATURA — 146
3.1.1. Temperaturas invernales — 146
3.1.2. Temperaturas primaverales — 149
3.1.3. Temperaturas estivales — 150
3.2. HUMEDAD Y PLUVIOMETRÍA — 151
3.3. LUMINOSIDAD — 152
3.4. ACCIDENTES CLIMÁTICOS — 152
3.4.1. Viento — 152
3.4.2. Granizo y pedrisco — 154
3.4.3. Nieve — 155

4. EL SUELO — 156
4.1. PROFUNDIDAD — 156
4.2. PERMEABILIDAD — 157
4.3. CONTENIDO DE CALIZA Y pH — 158
4.4. FERTILIDAD — 158
4.5. SALINIDAD — 158
4.6. ESTUDIO DEL SUELO EN RELACIÓN CON LOS FRUTALES — 159

5. PLANTACIÓN DEL FRUTAL — 160
5.1. DISPOSICIÓN DE LA PLANTACIÓN — 160
5.2. DISTANCIA DE PLANTACIÓN — 162
5.3. PREPARACIÓN DEL TERRENO — 162
5.3.1. Preparación manual del suelo — 162
5.3.2. Preparación mecánica del suelo — 162
5.3.3. Labores complementarias — 163
5.3.4. Calendario — 163
5.4. EJECUCIÓN DE LA PLANTACIÓN — 163
5.4.1. Replanteo — 163
5.4.2. Apertura de hoyos — 165
5.4.3. Plantación — 166
5.5. CUIDADOS POSTERIORES A LA PLANTACIÓN — 167
5.6. ÉPOCA DE PLANTACIÓN — 167

6. PODA Y FORMACIÓN DE LOS FRUTALES — 168
6.1. PRINCIPIOS GENERALES — 168
6.1.1. Aspectos técnicos de la poda — 169
6.1.2. Reglas básicas para la constitución del esqueleto del frutal — 171
6.1.3. Reglas básicas para la constitución de la copa — 173
6.2. TIPOS DE PODA — 173
6.3. SISTEMAS DE FORMACIÓN — 174
6.3.1. Vaso helicoidal — 174
6.3.2. Palmeta clásica regular — 177
6.3.3. Palmeta libre — 178
6.3.4. Huso o fusetto — 179

7. TÉCNICAS DE CULTIVO — 180
7.1. HERBICIDAS EN FRUTICULTURA — 181
7.1.1. Características de los herbicidas más utilizados — 183
7.1.2. Mezclas de herbicidas — 184
7.1.3. Otras sustancias desherbantes — 184
7.2. ACLAREO DE FRUTOS — 185
7.3. REGULADORES DE CRECIMIENTO EN FRUTICULTURA — 185
7.3.1. Clasificación de los fitorreguladores — 185
7.3.2. Utilización de los fitorreguladores — 186

8. ABONADO Y RIEGO — 188
8.1. ELEMENTOS ESENCIALES — 188
8.2. MATERIA ORGÁNICA — 189
8.3. INTERACCIONES ENTRE LOS DIVERSOS ELEMENTOS ESENCIALES — 190
8.4. ABONOS — 191
8.4.1. Enmiendas — 191
8.4.2. Abonado de fondo — 192
8.4.3. Abonado de algunas especies frutales — 192
8.5. RIEGO EN FRUTALES — 194

9. FLORACIÓN, POLINIZACIÓN Y DESARROLLO DEL FRUTO — 196
9.1. FLORACIÓN — 196
9.1.1. Inducción floral — 196
9.1.2. Época de floración — 197
9.1.3. Polinización — 197
9.1.4. Fecundación — 201
9.1.5. Esterilidad y sus causas — 201
9.1.6. Partenocarpia y apogamia — 202
9.1.7. Principios básicos para una buena polinización y fecundación — 202
9.2. DESARROLLO DEL FRUTO — 205

9.2.1. Factores que influyen en el desarrollo del fruto — 205
9.2.2. Caída del fruto — 205
9.2.3. Alternancia o vecería — 206
9.2.4. Maduración del fruto — 206

10. ALTERACIONES EN FRUTALES — 210
10.1. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES — 210
10.1.1. Insectos — 210
10.1.2. Ácaros — 211
10.1.3. Hongos — 211
10.1.4. Bacterias — 211
10.1.5. Virus — 211
10.1.6. Micoplasmas — 211
10.2. ALTERACIONES NO PARASITARIAS — 211
10.2.1. Alteraciones producidas por causas atmosféricas — 211
10.2.2. Alteraciones debidas a heridas — 213
10.2.3. Alteraciones debidas a las condiciones del suelo — 213

11. RECOLECCIÓN DE LA FRUTA — 216
11.1. ÍNDICES DE MADUREZ — 216
11.2. RECOLECCIÓN EN ESTADO DE MADUREZ INADECUADO — 216
11.3. RECOMENDACIONES PARA LA RECOLECCIÓN — 217
11.4. VARIEDADES DE PERAS — 218
11.5. VARIEDADES DE CIRUELAS — 219
11.6. VARIEDADES DE MANZANAS — 220
11.7. VARIEDADES DE VINIFICACIÓN — 224

12. CONSERVACIÓN — 230
12.1. ALMACÉN — 230
12.2. TRATAMIENTOS — 230
12.3. EMBALAJES — 231
12.4. OPERACIÓN DE CARGA — 231
12.5. CONDICIONES DE CONSERVACIÓN — 231
12.5.1. Frigoconservación convencional — 231
12.5.2. En atmósfera controlada — 232
12.6. OPERACIONES DE CONTROL Y CORRECTIVAS — 232
12.6.1. Frigoconservación convencional — 232
12.6.2. En atmósfera controlada — 233
12.7. DESCARGA DEL FRIGORÍFICO — 233

13. ESPECIES FRUTALES — 234
13.1. FRUTALES DE PEPITA — 234
13.1.1. Peral — 234
13.1.2. Manzano — 235
13.1.3. Membrillero — 235
13.2. FRUTALES DE HUESO — 236
13.2.1. Almendro — 236
13.2.2. Melocotonero — 236
13.2.3. Albaricoquero — 237
13.2.4. Cerezo — 237
13.2.5. Ciruelo — 238
13.2.6. Olivo — 239
13.3. FRUTOS SECOS — 239
13.3.1. Nogal — 239
13.3.2. Avellano — 239
13.3.3. Pistacho — 240
13.3.4. Castaño — 240
13.3.5. Garrofero — 240
13.3.6. Pino piñonero — 240
13.4. FRUTOS PEQUEÑOS — 241
13.4.1. Frambueso — 241
13.4.2. Arándano o mirtillo — 241
13.4.3. Grosellero — 241
13.4.4. Madroño — 241
13.4.5. Vid — 241
13.5. FRUTOS COMPUESTOS — 243
13.5.1. Morera — 243
13.5.2. Higuera — 243
13.6. CÍTRICOS — 243
13.6.1. Naranjo amargo — 244
13.6.2. Naranjo dulce — 244
13.6.3. Mandarino — 244
13.6.4. Pomelo — 244
13.6.5. Limonero — 244
13.6.6. Lima — 244
13.7. FRUTOS EXÓTICOS — 244
13.7.1. Kaki — 244
13.7.2. Chirimoyo — 245
13.7.3. Platanero — 245
13.7.4. Palmera datilera — 245
13.7.5. Aguacate — 245
13.7.6. Guayabo — 245
13.7.7. Kiwi — 245
13.7.8. Mango — 246
13.7.9. Litchi — 246
13.7.10. Piña — 246
13.7.11. Papaya — 246
13.8. OTROS FRUTALES — 246
13.8.1. Granado — 246
13.8.2. Azufaifo — 247
13.8.3. Acerolo o serbal común — 247
13.8.4. Níspero común — 247
13.8.5. Níspero del Japón — 247
13.8.6. Chumbera — 247

14. EL BOSQUE — 248
14.1. REPOBLACIÓN FORESTAL — 249
14.2. VIVEROS FORESTALES — 251
14.3. ESPECIES FORESTALES — 253
14.4. PODA FORESTAL — 256
14.5. EXPLOTACIÓN DE MONTES — 257
14.5.1. Obtención de madera — 258
14.5.2. Descorche — 259
14.5.3. Resinación — 259
14.5.4. Producción de frutos — 260
14.5.5. Cultivo del chopo — 260
14.6. ROTACIÓN DEL BOSQUE — 260
14.7. PROTECCIÓN FORESTAL — 261
14.7.1. Alteraciones no parasitarias — 261
14.7.2. Alteraciones parasitarias — 262

BIBLIOGRAFÍA — 264

1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de diversas técnicas agrarias al grupo vegetal que constituyen los árboles se denomina **Arboricultura** y dentro de ésta, se llama **Fruticultura** cuando el grupo lo constituyen de forma particular los frutales.
Dentro de la gran variedad de especies de carácter agronómico, nos centraremos en los llamados frutales. Éste es un grupo complejo de especies arbóreas, en su mayoría cultivadas para la obtención del fruto. Su origen es muy variado: zonas templado-frías como en el caso del manzano, zonas templado-cálidas como en el caso del albaricoquero, zonas subtropicales como en los casos de los naranjos y nísperos, y zonas tropicales como en los casos de los plataneros y las piñas.
El árbol frutal, como cualquier árbol, se compone de dos partes principales: la parte aérea, o parte visible, y el sistema radicular, compuesto por el conjunto de todas sus raíces.
El sistema radicular cumple con una serie de funciones, entre las que encontramos:

- Dar anclaje y sujeción al árbol en el suelo
- La absorción de agua y nutrientes del suelo
- El transporte de las sustancias órganicas a través del árbol
- El almacenamiento de reservas en sus tejidos
- La excreción de algunas sustancias orgánicas
- La respiración
- El crecimiento en longitud y grosor, así como por ramificación de las raíces

La parte aérea del árbol la constituye toda la estructura visible sobre el suelo. Está compuesta por el esqueleto, formado, a su vez, por el tronco y las ramas, y por la copa, formada por el conjunto de elementos más activos del árbol, tales como las yemas, brotes, ramos, flores y frutos.
La parte aérea cumple una serie de funciones. Distinguiremos las que realiza el esqueleto y las que realiza la copa.

• **EL ESQUELETO.** Realiza principalmente funciones mecánicas, aunque también las hay fisiológicas.

• *Funciones mecánicas.* Soporte de las hojas, flores y frutos. Resistencia mecánica a los accidentes climáticos como viento o tormentas.
• *Funciones fisiológicas.* Circulación de nutrientes a través de su sistema vascular. Reserva de sustancias en leño y tejido lignificado.
• *Funciones biológicas.* Respiración y crecimiento en grosor.

• **LA COPA.** Realiza todo tipo de funciones.

• *Funciones mecánicas.* De sombreo de la madera, sirviendo de pantalla a la incidencia del sol. También protege las yemas, flores y frutos.
• *Funciones fisiológicas.* Almacenamiento de reservas y circulación de sustancias nutritivas, al igual que el tronco y las ramas.
• *Funciones biológicas.* Son las más importantes. Destacaremos las siguientes:

La fotosíntesis. Es el proceso mediante el cual los órganos verdes sintetizan hidratos de carbono a partir del dióxido de carbono del aire y del agua suministrada por las raíces, todo ello bajo la acción de la energía del sol. La fotosíntesis elabora todas las sustancias nutritivas y reservas del árbol.

La respiración. Es el proceso mediante el cual los tejidos queman los hidratos de carbono sintetizados en la fotosíntesis para obtener la energía que se precisa en todos los procesos de crecimiento, desarrollo y multiplicación del árbol.

La transpiración. Es el proceso mediante el cual la planta elimina por los estomas o poros el exceso de agua absorbida por las raíces. Esta evaporación de agua permite a las hojas refrigerarse y, con ello, eliminar el calor producido en la respiración y mantener una temperatura estable en el árbol.

• *Funciones reproductivas.* Éstas las llevan a cabo las flores y los frutos.

Cabe decir que, en los árboles, el órgano vegetativo por excelencia es la yema. Ésta tiene forma de cono y está compuesta por un tejido, o meristemo, de crecimiento, protegido interiormente por una borra o tejido protector, y externamente por unas brácteas o escamas.
Las yemas se clasifican dependiendo de su naturaleza, posición o evolución.

• **Según su naturaleza:**

• *Yemas de madera o vegetativas.* Son las que dan lugar a un brote cuando se desarrollan.
• *Yemas de flor, fructíferas o botón floral.* En su desarrollo dan lugar a una flor o una inflorescencia.
• *Yemas mixtas.* Son las que en su desarrollo dan origen a brotes y flores.

• **Según su posición:**

• *Yemas terminales.* Situadas en el extremo de un brote o ramo. Pueden ser de madera o de flor.
• *Yemas axilares o laterales.* Ocupan la axila de una hoja a lo largo del ramo. Pueden ser de flor, madera o mixta.
• *Yemas estipulares o de reemplazo.* Están situadas a los lados de la yema axilar y sustituyen a ésta en caso de anomalías en su desarrollo.
• *Yemas basilares.* Son las axilares situadas en la base del brote o ramo.

• **Según su evolución:**

• *Yemas normales.* Son aquellas que se desarrollan según un modelo normal, es decir en el año siguiente al de su formación.
• *Yemas latentes o durmientes.* Son aquellas que quedan inhibidas en su desarrollo y permanecen englobadas en la madera durante incluso varios años.
• *Yemas adventicias.* Son yemas que se forman espontáneamente en la madera vieja.

En casi todas las especies arbóreas, durante el período vegetativo, las yemas se forman y diferencian de

tal manera que, al llegar el período de reposo, se pueden observar a simple vista.
Al llegar la primavera, las yemas ya diferenciadas inician su desarrollo. Éste se inicia por el aumento de tamaño de la yema y por la apertura de sus escamas protectoras, dando salida a la borra y, unos días después, dando lugar a la aparición de las primeras hojas. Esta primera formación se denomina **tallo** y es la inicial tras el desborre.
El crecimiento continúa con el desarrollo de las hojas y las siguientes yemas axilares, creándose una formación parcialmente lignificada que recibe el nombre de **brote**.
Al llegar al fin del período vegetativo, los brotes se lignifican poco a poco y las yemas terminales y axilares se hacen más visibles. Entonces el brote pasa a llamarse **ramo**.
Las yemas del ramo, a la primavera siguiente, originarán nuevos brotes, mientras que el ramo se lignifica, pasando a ser ya una rama.
La primera rama de este genero es vertical y la constituye el tronco del árbol. Las ramas posteriores que se insertan en la principal son las llamadas *primarias,* las que se insertan en ellas *secundarias,* y así sucesivamente.
Los ramos, a su vez, pueden ser vegetativos si sólo llevan yemas de madera, fructíferos si llevan yemas de flor, y mixtos si llevan yemas de los dos tipos.

1.1. CICLOS DE VEGETACIÓN

En las zonas templadas, las condiciones ambientales varían apreciablemente a lo largo del año, y las especies frutales se adaptan a ellas.
La vegetación está condicionada principalmente por la temperatura ambiental, alternando fases de crecimiento activo en períodos de condiciones favorables con fases de reposo en períodos de condiciones desfavorables.
Por todo ello, se definen dos períodos más o menos marcados.

• Período de reposo invernal

En este período, el árbol no muestra actividad vegetativa aparente ; el proceso de fotosíntesis se reduce a mínimos y no hay crecimiento ni floración.
Otros procesos, como la respiración, transpiración, absorción radicular o circulación de nutrientes, se relentizan al máximo durante el principio y final del período de reposo, o durante el mismo en zonas cálidas.
El árbol deja de tener actividad y entra en reposo. Este período de reposo coincide con el de bajas temperaturas y es necesario para mantener una fisiológica normal en especies de zonas templadas.

• Período de actividad

Este período va desde el inicio de la actividad vegetativa hasta que ésta cesa. La actividad comprende todos los procesos fisiológicos y biológicos del árbol. Esto se traduce exteriormente en el crecimiento y desarrollo de brotes y ramas, y en la aparición de flores y frutos.

Las yemas, brotes, flores y frutos presentan aspectos diferentes a lo largo del período. Estos cambios de aspectos se denominan **estados fenológicos**.
El primer síntoma externo de que la actividad vegetativa se va a iniciar es el aumento de tamaño de las yemas. Con ello se inicia el ciclo vegetativo.
Las escamas protectoras de la yema se separan y aparece la borra interior. Este cambio se denomina **desborre**.

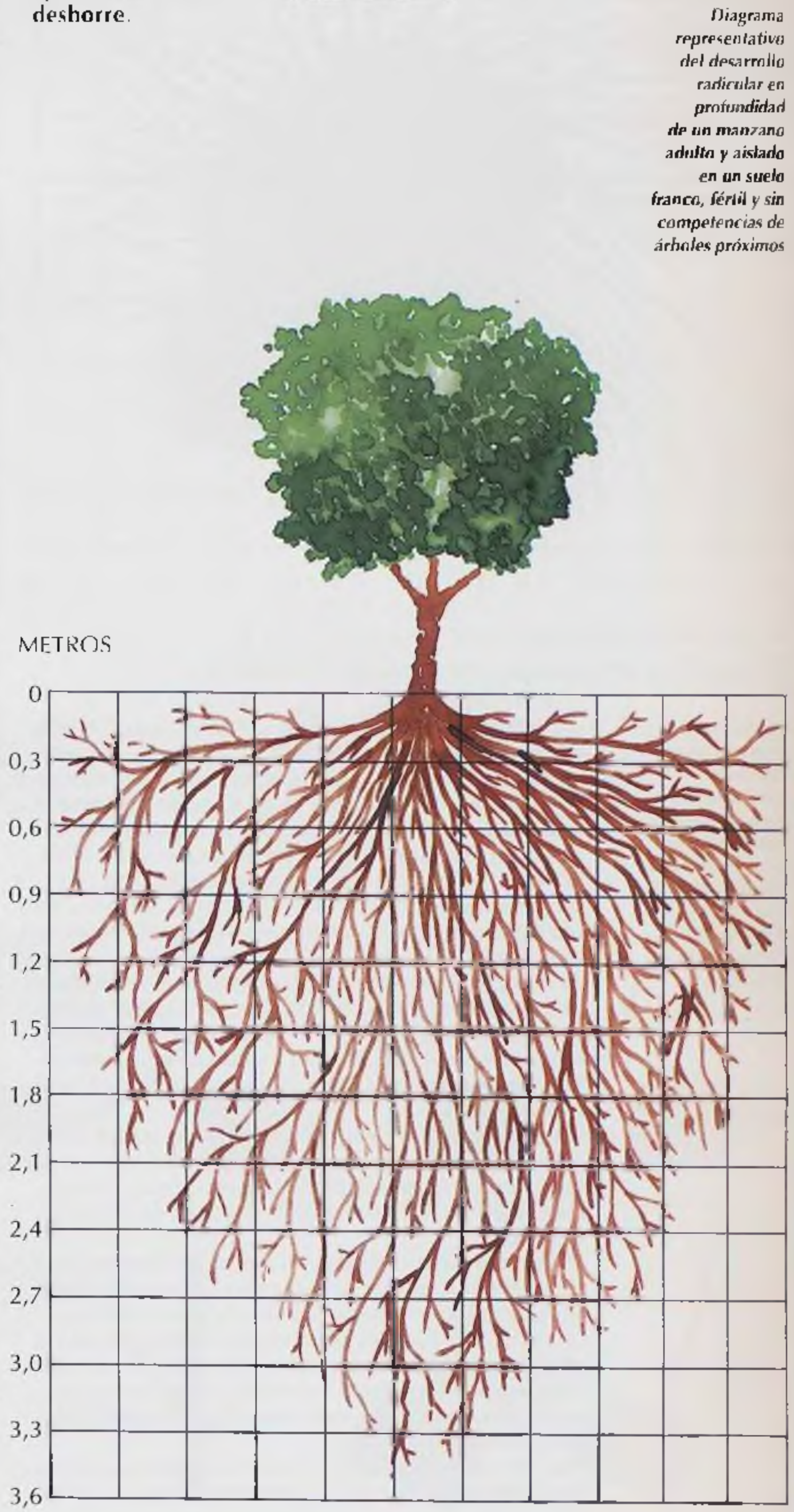
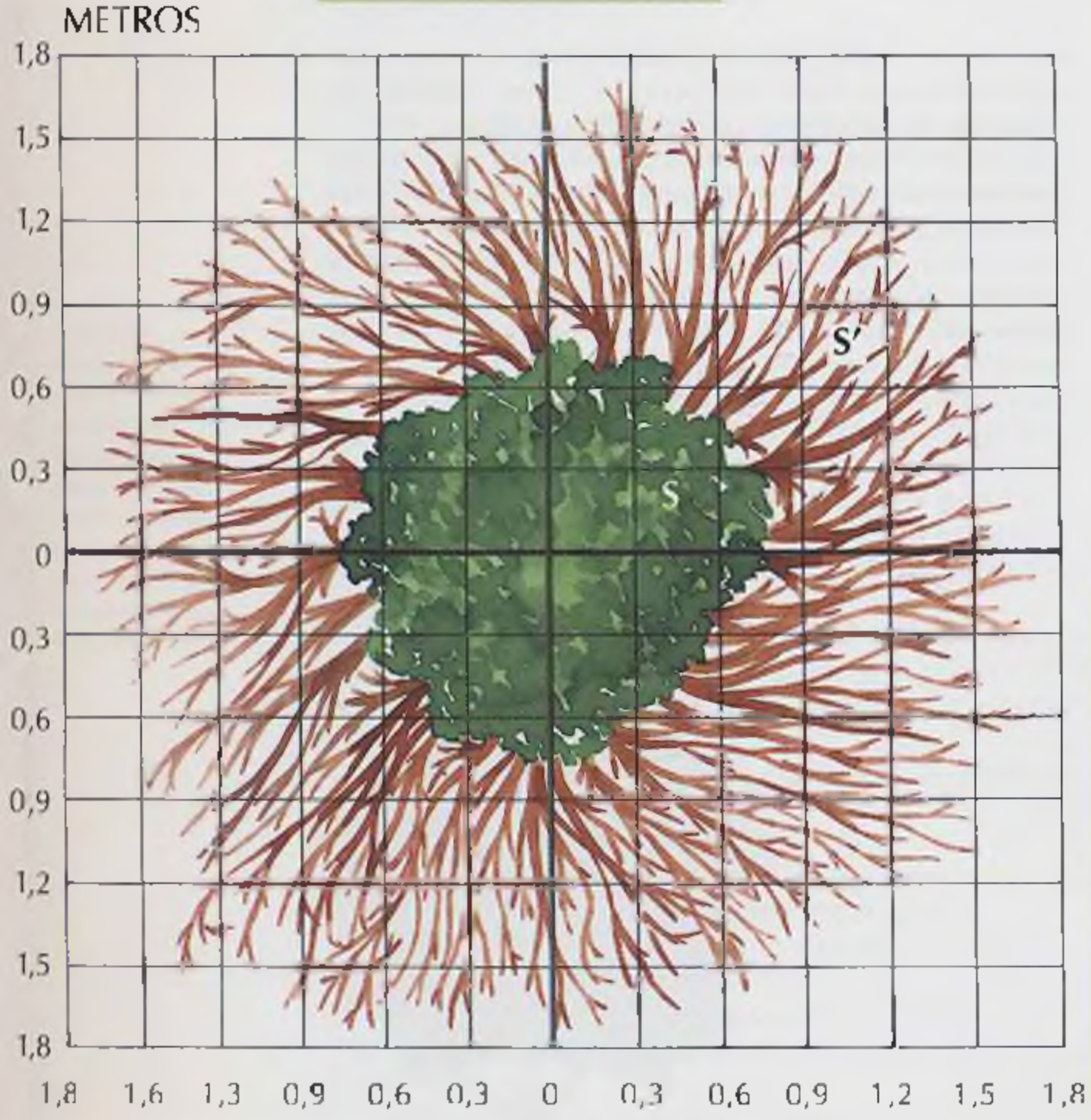


Diagrama representativo del desarrollo radicular en profundidad de un manzano adulto y aislado en un suelo franco, fértil y sin competencias de árboles próximos

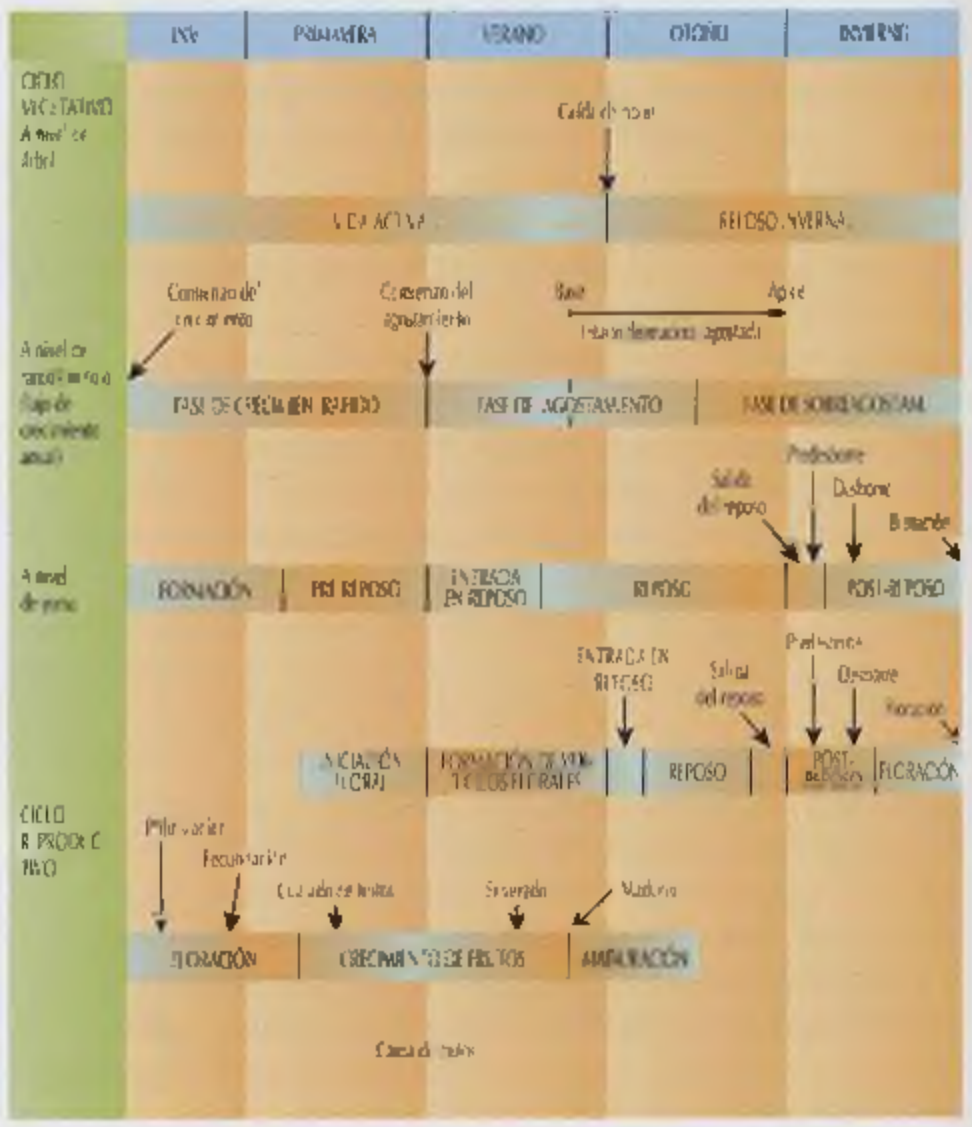


S Superficie proyectada por la copa
S' Superficie proyectada por el sistema radicular

Diagrama representativo del desarrollo radicular en superficie de un manzano adulto en un suelo franco y fértil

A la derecha: Ciclos anuales del árbol frutal

A partir de aquí aparecen las primeras hojas. A este fenómeno se le llama *brotación*. Entonces el crecimiento se intensifica, siempre que las condiciones ambientales sean idóneas. Es el llamado **crecimiento de primavera** y durará hasta que las temperaturas alcancen los 35-40°C. Con temperaturas altas, el árbol entra en una parada vegetativa estival, inapreciable en algunas zonas y que dura varias semanas en otras, sobre todo si va acompañada de problemas de sequía o falta de agua.
Al descender de nuevo las temperaturas, se produce la brotació otoñal, o rebrote, que da lugar al segundo crecimiento que durará hasta llegar la parada o reposo invernal. En las especies caducifolias, este reposo se inicia con la caída de la hoja. Aquí acaba el ciclo vegetativo.
Cabe decir que el ciclo de actividad de las raíces es más largo. Entran en funcionamiento de 2 a 4 semanas antes de la actividad de la parte aérea, y su parada se inicia 2 a 3 semanas después de la de la parte aérea.
Dentro del ciclo vegetativo, tiene gran importancia el ciclo reproductor, que se inicia con la inducción floral y finaliza al año siguiente, con la madurez del fruto.
La inducción floral es el proceso durante el cual un meristemo sufre una modificación que lo impulsa irreversiblemente a ser una yema de flor. Este impulso es provocado por muy diversos estímulos externos e internos.
Tras la inducción floral, se produce la formación de los primordios florales y, posteriormente, la yema entra en fase de reposo. Transcurrido el reposo invernal, se producirán el deshorre de la flor y la apertura o floración. Durante el proceso de floración, también ocurren la polinización y la fecundación de la flor.
La floración tiene una duración de 10 a 25 días, según especies. Tras la fecundación de la flor, ésta se transforma en fruto. Éste, a su vez, crece, cambia de color y madura. La maduración del fruto puede producirse a finales de primavera o principios de verano en frutos tempranos, en pleno verano para los frutos llamados de estación, o en otoño-invierno para los frutos tardíos, todo ello dependiendo de la especie.



1.2. FASES EN LA VIDA DE UN ÁRBOL

El número de años que, por término medio, vive un árbol en su medio natural, hasta que muere por causas también naturales, recibe el nombre de **longevidad**.
La longevidad es muy variable y depende principalmente de la especie. Existen algunas, como el melocotonero, que rara vez sobrepasan los 25 años, y las hay que pueden llegar a ser centenarias, como es el caso del olivo.

Relacionando el crecimiento de un árbol frutal con su producción, podemos establecer cinco períodos o fases en la vida de un árbol.

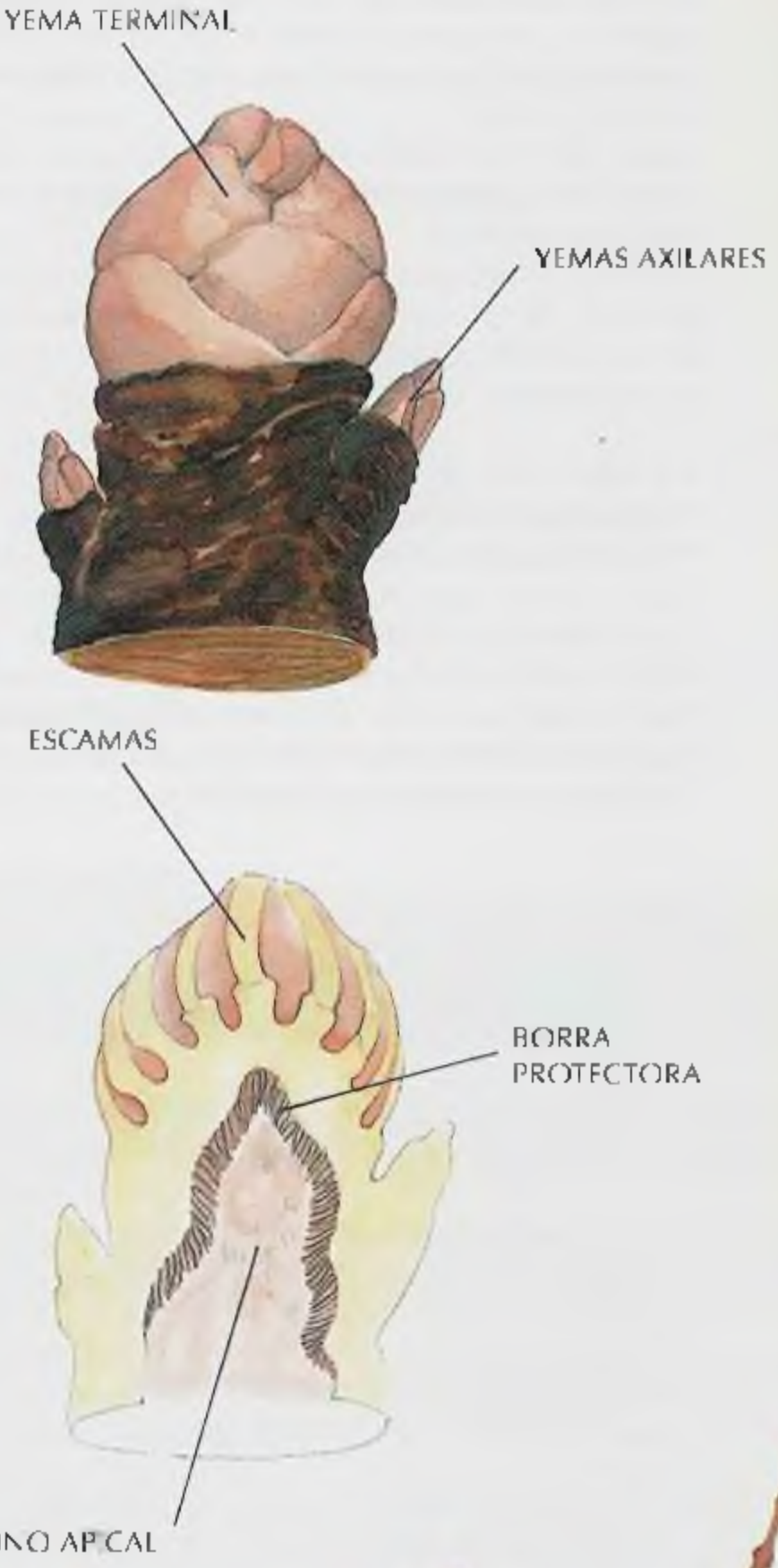
- **Período de juventud**. Comprende los primeros años de vida del árbol. Se caracteriza por un gran crecimiento y una escasa floración y fructificación. Puede durar entre 2 y 7 años, según especies.
- **Entrada en producción**. Aumentan progresivamente la floración y fructificación, sin disminuir el crecimiento. Esta fase puede durar entre 3 y 10 años, según especies.

• **Edad adulta**. Coincide con la plena producción. En esta fase, el árbol consigue el equilibrio, manteniendo un crecimiento normal y una plena floración y fructificación. Es la fase más larga y puede durar entre 10 y 40 años, según especies y técnicas culturales.
• **Envejecimiento**. El crecimiento disminuye considerablemente, aunque la floración puede seguir siendo importante. También disminuye la fructificación. Esta fase es lenta y larga, dependiendo no sólo de la especie, sino también de una buena técnica de cultivo que puede mantener durante más tiempo una producción aceptable.
• **Decrepitud**. Comprende los ultimos años de la vida del árbol. El crecimiento es casi nulo y la floración y fructificación poco importantes, hasta que desaparecen.

TIPO DE RAMO	NOMBRE	CARACTERISTICAS	LONGITUD	TÍPICO DE
VEGETATIVOS	DE MADERA	Es el ramo normal con yemas vegetativas	0,5 a 2 m	Frutales de hueso y pepita
	CHUPÓN	Ramo desarrollado en exceso con yemas vegetativas	Supera los 3 m	Frutales de hueso y pepita
	BRINDILLA	Ramo débil y poco desarrollado con yemas vegetativas	Menos 0,4 m	Frutales de pepita
	DARDO	Ramo muy corto sólo con yema terminal	0,5 cm	Frutales de pepita
FRUCTÍFEROS	RAMO MIXTO	Igual que el ramo de madera pero con algunas yemas de flor	0,5 a 2m	Frutales de hueso
	CHIFONA	Igual que la brindilla. Su yema terminal es de madera y el resto de flor	Menos 0,4 m	Frutales de hueso
	BRINDILLA CORONADA	Brindilla en que la yema terminal se ha transformado en yema de flor	Menos 0,4 m	Frutales de pepita
	LAMBURDA DE MAYO	Como una chifona acortada. Las yemas de flor están arracimadas en un eje	3-5 cm	Frutales de hueso
	DARDO CORONADO	Dardo en que la yema terminal se ha transformado en yema de flor	0,5 cm	Frutales de pepita
	LAMBURDA	Dardo alargado por vegetación de 2 o más años y en el que la yema terminal es de flor	5-10 cm	Frutales de pepita

A la izquieda: Clasificación de los ramos

Estructura de una yema vegetativa



A/ Organigrafía de frutales de pepita

B/ Organigrafía de frutales de hueso



2. REPRODUCCIÓN Y MULTIPLICACIÓN DE LOS FRUTALES

2.1 SEMILLAS

Las semillas proporcionan plantas robustas, fuertemente ancladas al suelo, sin necesidad de grandes inversiones. Pero hay que tener en cuenta que las plantas obtenidas por semilla no son genéticamente idénticas, lo que se traduce en diferencias de comportamiento incompatibles con los métodos modernos de cultivo.
Cabe decir también que los cultivares obtenidos a partir de hibridación o mutación, no son reproducibles por semillas.
La siembra es una de las labores más importantes a la hora de planificar un cultivo. Para realizar una buena siembra, deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Utilización de semillas selectas
- Preparación adecuada del suelo
- Distribución correcta de la semilla

La producción depende, por un lado, de las condiciones ambientales y, por otro, de la capacidad productiva de la planta. Este segundo factor depende, a su vez, de la buena calidad del órgano reproductivo y de sus características genéficas.

A/ Semilleros en Pomáceas (Manzano, peral...)
B/ Semilleros en Drupáceas (Melocotonero...)
En el 2º caso la planta le saldrá al agricultor más cara pero tendrá un injerto seguro y desarrollado

2.1.1 Requisitos de las semillas y conservación

Para obtener un buen resultado en un cultivo, hay que elegir una semilla con las siguientes cualidades:

- Pertenecer a la especie y variedad deseadas
- Estar exenta de impurezas
- Que sea de conservación fácil
- Que dé lugar a plántulas viables

Es importante el origen de las semillas en relación a las características climáticas del lugar de procedencia, ya que este factor puede influir en la resistencia a bajas temperaturas.
También son importantes las características genéticas propias de la semilla y las técnicas utilizadas para la separación de las semillas del fruto. Es imprescindible conocer los tratamientos a que han sido sometidas las semillas durante el proceso industrial de separación, de manera que no se haya influido negativamente sobre la viabilidad de las mismas.
Teniendo en cuenta que es casi imposible reconocer una variedad por las características de la semilla, deben adquirse las semillas con el certificado oficial correspondiente, con lo cual queda garantizado que todo el ciclo de producción de la semilla ha sido sometido a un control riguroso.
La certificación es llevada a cabo por los técnicos

A) Duración del semillero 1 año y 1 año en vivero

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	SITUACIÓN
1º			Siembra		Germinación	Crecimiento y desarrollo							Semillero en vivero
2º	Transplante		Crecimiento y desarrollo										Trasplante en vivero
3º		Transplante							Injerto de yema				Trasplante en campo
4º			Injerto de púa		Brotación	Crecimiento y desarrollo						1ª poda	Campo Agricultor

B) Duración del semillero 1 año y 2 años en vivero

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	SITUACIÓN
1º				Siembra		Germinación	Crecimiento y desarrollo						Semillero en vivero
2º	Transplante			Crecimiento y desarrollo					Injerto de yema				Trasplante en vivero
3º			Injerto de púa			Brotación	Crecimiento y desarrollo						vivero
4º		1ª poda y transplante											Trasplante en campo

del organismo autorizado para ello, que controlan todas las fases de la producción y recogida de las semillas.
Algunas variedades se comportan mejor que otras en cuanto a la producción de semillas para cultivo.

Son buenas variedades para producción de semillas:

• **Entre manzanos:**

Ben Davis
Annurca

• **Entre melocotoneros:**

Lovell — Stribling
Elberta — Okinawa
GF-305 — Rancho Resistent
Nemaguard

• **Entre ciruelos:**

San Julián Híbrido 1
San Julián Híbrido 2

Siendo las semillas el origen de todo cultivo, es importante determinar sus cualidades:

• **Pureza**. Es el estado de limpieza de las semillas y debe diferenciarse entre las semillas puras, es decir las semillas enteras de la especie deseada, las semillas extrañas pertenecientes a otras especies no deseadas, y las impurezas que las forman (las piedras, tierra o semillas rotas que puedan existir). La pureza se expresa en porcentaje, en peso o en tanto por mil.

• **Poder germinativo o facultad germinativa**. El poder germinativo es el porcentaje de semillas puras que, en condiciones favorables, dan plántulas normales.
Las semillas de muchas especies, como los agrios, kaki, níspero, chopo, olmo y sauce pierden, en pocos días o pocas semanas, su facultad de germinar si no se conservan muy bien.
Otras plantas, como el olivo, mantienen su poder germinativo durante años en condiciones normales.

Otros factores a tener en cuenta son los siguientes:
• *Sanidad*. Se realizarán tratamientos desinfectantes con el fin de luchar, de forma preventiva, contra ciertas enfermedades y plagas.
• *Humedad*. Es importante conocer el porcentaje de humedad de la semilla a la hora de su conservación.
• *Calidad*. Factores como tamaño, forma, color y brillo determinan la calidad de la semilla.

La conservación de las semillas tiene varias finalidades. Una de ellas es mantener inalterable su poder germinativo, y otra es inducir a una más pronta y fácil germinación.
En el caso de las semillas que pierden rápidamente su germinabilidad, se suelen dejar los frutos sobre el árbol el mayor tiempo posible, hasta prácticamente el momento de la siembra.
Por lo general, a las semillas que presentan unas buenas condiciones de germinabilidad y, a la vez, un largo letargo, se les aplica la técnica de la **estratificación**.
Esta técnica consiste en conservar las semillas mezcladas en capas intercaladas con arena y humedecidas, manteniendo el conjunto a una temperatura de 2-10°C, dependiendo de la especie.

Las semillas pueden haber sido previamente sumergidas en agua durante 12 h y, después, pasar el estratificado.
La duración del estratificado varía, según especies, entre 1 y 4 meses.

- Almendro y albaricoquero: 3-4 semanas
- Manzano: 2 meses
- Peral, melocotonero y cerezo: 3 meses
- Kaki: 6 meses

2.1.2 Tratamientos para favorecer la germinación

Puede ser necesario, antes de realizar la siembra, preparar las semillas para favorecer su germinación.
La preparación puede ser de naturaleza física o química.

• **Preparación física**
En general, son las labores de secado, selección y calibrado realizadas por el productor de las semillas.

• **Preparación química**
Su finalidad es destruir las plagas y enfermedades que pueden ser transmitidas por las semillas y protegerlas, a su vez, de los insectos que pueden atacarlas en las primeras fases de la germinación.

En general, para facilitar la germinación en semillas de hueso es conveniente reblandecer la unión de las dos partes que lo forman.
Esto se puede conseguir estratificando el hueso. Como se ha explicado anteriormente, la estratificación consiste en colocar los huesos en capas con arena húmeda. La época conveniente para esta operación es a finales de otoño/principios de invierno. El proceso dura aproximadamente unos 3 meses, hasta que se entreabre el hueso.

Otros tratamientos que se les aplican a las semillas para favorecer la germinación son:

• **Aplicación de hormonas**
La aplicación de giberelinas a las semillas en letargo puede aumentar la germinación y el desarrollo de las plántulas recién salidas. Esto ha sido comprobado en melocotonero, manzano y vid.

• **Inmersión en agua caliente**
Se realizará en semillas con tegumentos muy duros o impermeables para favorecer el ablandamiento de las capas externas y, a la vez, eliminar los inhibidores del proceso de germinación.
La inmersión tendrá una duración de 10-12 horas.

• **Escarificado mecánico**
Empleado para romper los tegumentos. Debe tenerse cuidado de no dañar el embrión y dejar inviable la semilla.



Interior de vivero con sistema de irrigación

2.1.3 Época y modalidades de siembra

La siembra es una práctica de importancia esencial y de la cual depende el buen resultado del cultivo.
En relación a la siembra de frutales de hueso, hay que decir que la semilla estratificada se sembrará a finales de invierno/principios de primavera, cuando empieza a aparecer la raíz.
La siembra se realizará en semilleros en líneas con una separación de 70-80 cm. La germinación no se producirá hasta 1 mes después de la siembra.
La plántula obtenida recibe el nombre de **pie franco** o **borde** y será posteriormente injertada con la variedad deseada.

Detalle del interior del umbráculo

Los pies francos permanecerán en el semillero hasta el invierno siguiente, en el que ya podrán ser transplantados al campo para su injertado y cultivo.
En relación a la siembra de frutales de pepita, hay que decir que la siembra se realiza en semillero, bien a voleo o a chorillo, a finales de invierno/principios de primavera.
A principios del siguiente invierno, es decir a los 9-10 meses de la siembra, las plántulas obtenidas en semillero se transplantan en líneas con una separación de 60-80 cm y una distancia entre plantas de 20 a 30 cm.
Al cabo de un año del primer transplante, se realizará otro definitivo en el campo de cultivo.
En cuanto a los procesos preparatorios de la siembra, cabe citar la preparación del suelo, que tiene como finalidad dar un buen enraizado a la plántula y facilitar su germinación.

Variedad de plantas enraizándose

La semilla tiene que encontrar en el suelo los elementos indispensables para su germinación, es decir calor, aireación y humedad.

2.2. MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA

La multiplicación vegetativa se basa en la facultad que tienen algunas partes de la planta para producir nuevos brotes y raíces, o bien para unirse entre sí para formar un nuevo elemento.

La multiplicación vegetativa comprende varias técnicas como el estaquillado, acodado e injertado, de los que hablaremos a continuación.

Respecto a la reproducción por semillas, la multiplicación vegetativa presenta dos importantes ventajas:

- Una descendencia homogénea e idéntica a la planta de la que procede.
- Originar plantas con un estadio juvenil corto, por lo que la fructificación se adelanta.

En la realización de la multiplicación vegetativa, se debe respetar sobre todo la polaridad de las diversas partes de la planta que se emplean como material de reproducción. Es decir, la parte más cercana a la raíz se orientará para que dé raíces, y la más cercana a la hojas se orientará para que brote. Debe conservarse la orientación originaria que poseía en la planta madre. Si se invierte esta polaridad, se disminuye la capacidad de arraigue.





Una modalidad de multiplicación a base de rebrotes de raíz consiste en la utilización de los rebrotes que algunos árboles, como el ciruelo y avellano, emiten de forma espontánea en las raíces y cuello.
El empleo de estos rebrotes está en desuso, ya que se transmite a la nueva planta una facultad de rebrotar y ello comporta un mayor número de operaciones para eliminar dichos rebrotes.
Los rebrotes son, además, muy propensos a degenerar y a transmitir enfermedades, sobre todo de tipo virótico.

2.2.1. Estaquillado

Es una técnica de multiplicación vegetativa basada en la utilización de partes de la planta como los brotes, las ramas, las hojas o las raíces. Una vez separadas estas partes de la planta madre y colocadas en unas condiciones determinadas, son capaces de desarrollar raíces y originar una nueva planta completa.

En general, las plantas arbóreas se multiplican con este tipo de técnica, utilizando para ello partes de rama o de brote. En el primero de los casos, se habla de **estaca leñosa** y en el segundo, de **estaca semileñosa** o **estaquillada**, ésta provista normalmente de hojas.

FACTORES	
PLANTA	— Estado nutricional — Edad — Estación vegetativa — Polaridad
FACTORES EXTERNOS	— Humedad atmosférica — Temperatura — Luminosidad — Tipo de substrato — Humedad y temperatura del substrato
OPERACIONES CULTURALES	— Aplicación de hormonas — Abono foliar — Incisiones — Calentamiento basal — Nebulizaciones - Humidificaciones

SUBSTRATOS	VENTAJAS	INCONVENIENTES	TIPOS
ESTÉRILES	— Exentos de enfermedades — Fermiten buena aireación — Retienen humedad	— No suministran ningún tipo de nutrientes — Normalmente se utilizan mezclados	— Arena. Retiene poco el agua de riego — Vermiculita — Perlita
NO ESTÉRILES	— Suministran nutrientes		— Turba roja. No es atacada por hongos y bacterias parásitas. Rica en sustancias rizopenas pH 4-4,5 — Turba negra. No se puede emplear sola ya que crea un ambiente asfixiante que pudre las estacas. pH 5 a 7 — Tierra de brezo pH 4,5 - 5. Sensible a la invasión de nematodos



TIPO DE ESTACA	AMBIENTE AÉREO	SUBSTRATO	ÉPOCA Y OPERACIONES CULTURALES
Estaca leñosa sin hojas	— Invernadero o túnel frío — Nebulizaciones para mantener la humedad al 60-70% — Luminosidad intensa	— Arena o vermiculita fina + 10% en volumen de tierra de brezo	— Finales de febrero — Si se hace en Dic. / Enero, asegurar una temperatura aérea de 13 - 15 °C
Estaca herbácea con hojas	— Invernadero o túnel — Nebulización o riego para mantener la humedad al 90% — Luminosidad atenuada	— Arena o vermiculita + 10% en volumen de turba roja	— Julio y agosto hasta mediados de septiembre — Tratamiento con hormonas — Abono foliar a base de nitrógeno

2.2.1.1. Tipos de estacas

Podemos encontrar los siguientes tipos de estacas:

- **Estaca sencilla**. Es la más utilizada. Consiste en una porción de rama de una vegetación de unos 25-35 cm de longitud. En el caso de la vid, puede llegar hasta 50 cm.
- **Estaca de talón o calzado**. Es igual que la anterior, pero con talón de madera de la rama de la que provenía.
- **Estaca de bastón o muletilla.** Es igual que las anteriores, pero con 6-10 cm de la rama de la que provenía.
- **Plantón**. Rama o porción de rama de 1 o 2 vegetaciones y de 1 a 2 m de longitud. Se utiliza en higuera, olivo, chopo, etc.
- **Estaca semileñosa o estaquilla**. Porción de brote con hojas procedentes de la vegetación del mismo año. Esta técnica se utiliza en algunas especies como los frutales de hueso, en las que por estaca leñosa es muy difícil que arraiguen, y también en los casos de plantas de hoja perenne.

Arriba a la izquierda: ***Factores que influyen en la radicación de las estacas***

Abajo a la izquierda: ***Substratos utilizados en estacas. Características generales***

Arriba: ***Técnica de injertado de estacas***

Sobre estas líneas: ***Mezcla de substratos para estacas de frutales y vid***

Distintos tipos de estacas



2.2.1.2. Técnica de propagación de estacas

La estaca leñosa se obtiene durante el período invernal. Se conserva estratificada o en un ambiente refrigerado hasta el momento de la plantación, que se llevará a cabo a final del período invernal.
La longitud normal de la estaca es de 15-20 cm, pero existen casos especiales, como la vid, donde puede llegar a 50 cm, o como el olivo, en que puede alcanzar 2 m.
Las estacas se plantan en el vivero después de haber trabajado y abonado convenientemente el suelo. La plantación puede hacerse clavando directamente la parte basal de la estaca en el substrato, o bien abriendo el terreno en surcos y disponiendo las estacas apoyadas a la pared de cada surco, tapándolo posteriormente y comprimiendo el suelo alrededor de la estaca.
Las estacas semileñosas de las especies de hoja caduca se sacan a finales de primavera, en cuanto los brotes hayan alcanzado su grado de madurez y las hojas estén completamente desarrolladas.
Las estacas semileñosas de las especies persistentes se pueden sacar durante el período otoño-invierno. Algunas especies tienen un período óptimo de recolección más bien limitado.

Plantación de estacas



2.2.1.3. Técnicas auxiliares en el estaquillado

Para favorecer y aumentar la radicación de las estacas, se puede recurrir a una serie de técnicas, entre las que destacan:

• **Aplicación de hormonas.** Existe una serie de productos químicos próximos a unas sustancias naturales que producen las plantas que favorecen la rizogéresis. Este grupo de hormonas recibe el nombre de **auxinas.**
- *Ácido indolacético o AIA*
- *Ácido indolbutírico o AIB*
- *Ácido alfa-naftalen-acético o ANA*

El tratamiento puede ser efectuado por vía líquida, sumergiendo la base de las estacas en una solución del producto con una concentración de 20-200 ppm durante 24 horas, o de 500-10.000 ppm durante 5 segundos.
También es posible tratarlas con productos hormonales en forma de polvo, espolvoreando la base de las estacas tras haberlas humedecido.

• **Nebulización y humidificación.** Sirven para favorecer la formación de raíces en las estacas semileñosas o provistas de hojas.
La humidificación consiste en mantener la humedad ambiente a un nivel elevado. Esto sólo es posible en invernaderos. La finalidad que persigue es reducir al mínimo la transpiración y permitir a la vez una prolongada vida de las estaquillas, con lo que tiene más tiempo para formar raíces.
La nebulización consiste en aplicar agua por medio de nebulizadores, directamente sobre las estacas colocadas en platabandas para su radicación.
En este agua pueden ir disueltas diferentes sustancias como fertilizantes foliares a dosis muy bajas.
Los nebulizadores pueden instalarse tanto en invernaderos como al aire libre. El agua finamente pulverizada y en contacto con las estacas ejerce un doble efecto: por un lado, reduce la transpiración y, por otro, tiene un efecto de acondicionador térmico, evitando a las estacas las temperaturas demasiado elevadas.
Es importante tener un substrato bien drenado para evitar los problemas de asfixia. El agua no debe ser calcárea y debe estar exenta de impurezas, para evitar la obstrucción de las boquillas pulverizadoras.

• **Calentamiento basal.** Las estacas se cogen al inicio del reposo invernal y se disponen en platabandas o cajones ya preparados. El substrato en ellos contenido se mantiene a una temperatura de 21°C por medio de resistencias eléctricas reguladas por un termostato.
Por el efecto del calentamiento basal, las estacas, tratadas además con hormonas, son forzadas a formar el callo de radicación y, posteriormente, las raíces, todo ello antes de la apertura de las yemas y de la brotación.

2.2.1.4. Cuidados posteriores de las estacas

Las plantas derivadas de las estacas leñosas reciben el nombre de **barbadas**. Éstas serán extraídas a raíz desnuda durante el invierno, cuando se encuentran en período de reposo.
La extracción puede realizarse manualmente o con maquinaria especial, variaciones de arados que, clavándose por debajo de la línea de radicación, levantan las estacas arraigadas.
Cuando se trata de estacas de plantas persistentes, la extracción se realizará con **pan de tierra**, evitando con ello la posterior crisis de transplante.
El transplante, en ambos casos, puede realizarse directamente al campo o bien a zonas del vivero para su posterior injertado.

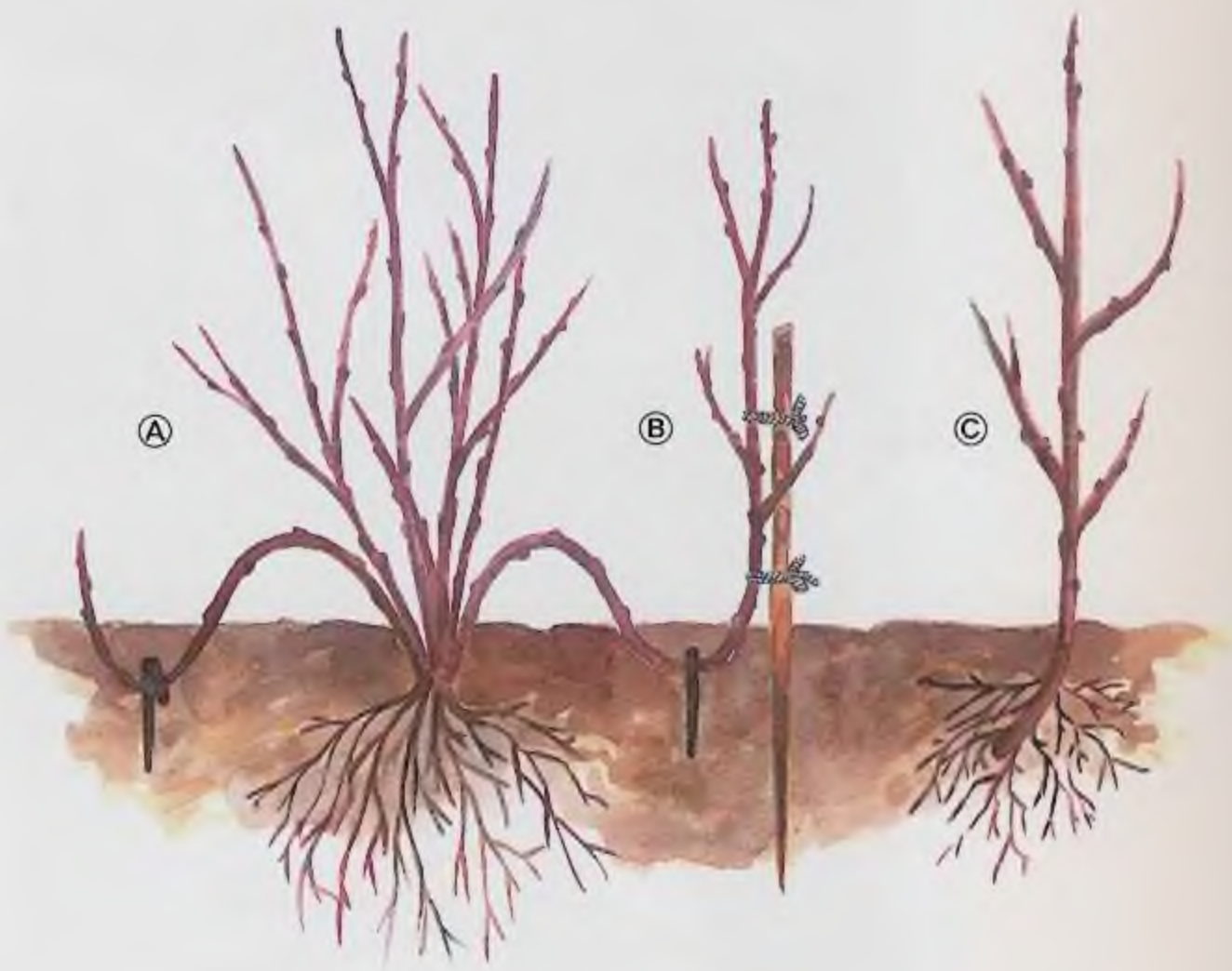
2.2.2. Acodado

La técnica del acodado consiste en producir una planta nueva haciendo arraigar una rama que continúa unida a la planta madre, de la que se separa cuando el número de raíces es suficiente para tener una vida independiente.
Para que arraigue la rama, ésta se pone en contacto con un substrato ligero y húmedo.
A excepción del caso del avellano y de ciertos patrones de frutales, la técnica del acodado está en desuso, ya que es un método que exige mucha superficie, varios años para la multiplicación y una producción limitada por la planta madre.

2.2.2.1. Tipos de acodos

Existen los siguientes tipos de acodos:

• **Acodo de arco simple.** Se realiza en árboles de tipo arbustivo que posean ramas que permitan su arqueo. Este acodo tiene dos variantes que son el acodo múltiple, es decir varios arcos simples en la misma rama, y el terminal, en el que el extremo final de la rama es enterrado en el suelo.



Acodo de arco simple
A/ Arqueado de la rama en invierno
B/ *Primavera/verano Enraizamiento y brotación*
C/ *Invierno Plantón después del deslete*

• **Acodo de rama**. La rama es enterrada en toda su superficie.

• **Acodo de cepa o por aporcado**. Este sistema se utiliza en campos de pies madre para obtener portainjertos, sobre todo en manzanos, membrilleros y ciruelos.

Acodo de rama. A la derecha, acodo de cepa

Ⓐ

En invierno se planta el árbol a 35-40° del suelo. En primavera brotará.

Ⓑ

En invierno se abrirá una zanja y se enterrará el tallo arqueado.

Ⓒ

Durante la primavera y el verano brotarán y enraizarán.

Ⓓ

En invierno se realizará el destele.

Ⓐ

Cortar el tronco a nivel del suelo en invierno.

Ⓑ

En primavera, con los brotes de 30 cm se realiza un aporcado.

Ⓒ

En verano se originarán las raíces.

Ⓓ

En invierno se realizan el desaporcado y destele.

Ⓔ

Brotes después del destele.

• **Acodo aéreo o por recubrimiento**. Esta técnica se utiliza cuando el árbol que se pretende multiplicar no posee ramas que permitan ser arqueadas.

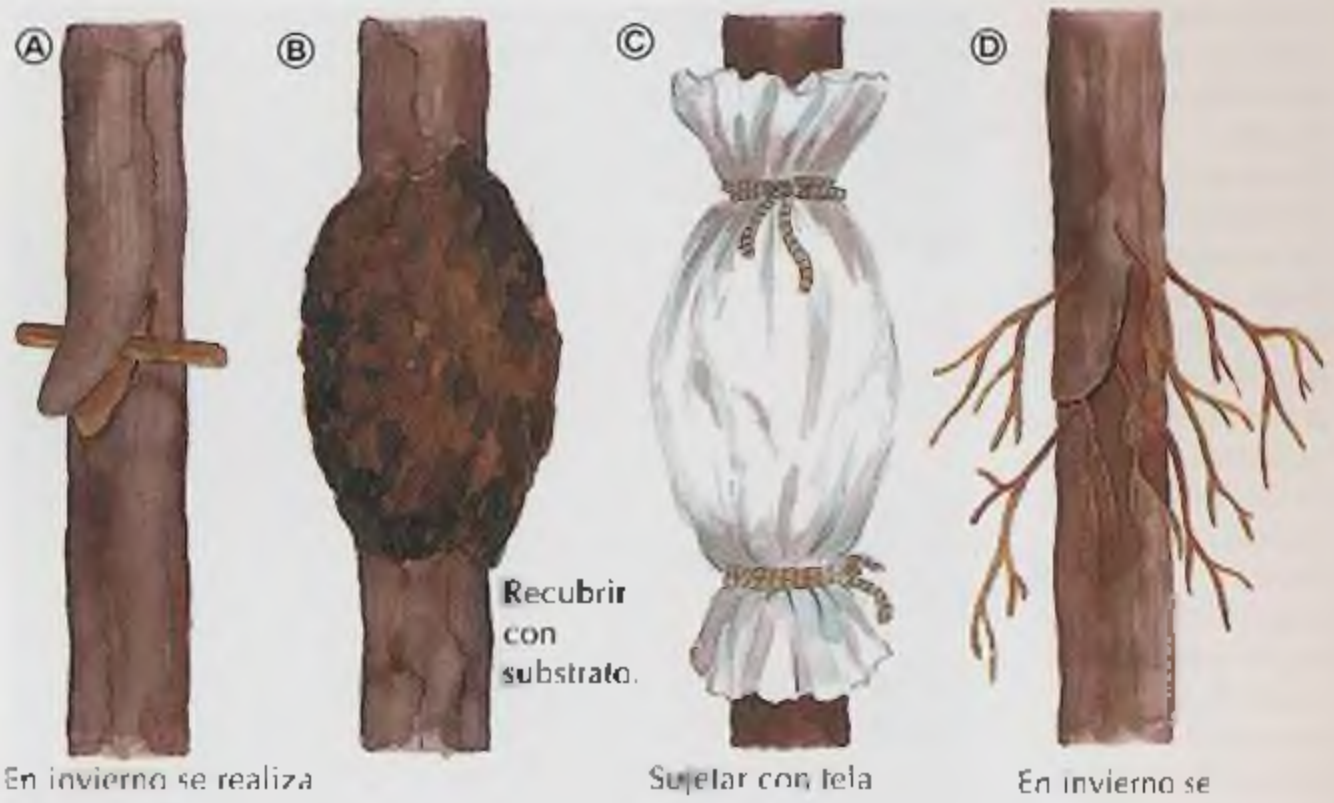
2.2.2.2. Técnicas de propagación del acodo

• **Acodo de arco simple**. Durante la parada invernal, se abre un surco de 25-30 cm a poca distancia del pie del árbol.
La rama elegida se arquea, se fija y se entierra dejando el extremo al exterior. Este extremo se ata a un tutor. En primavera, las yemas enterradas desarrollarán raíces y las externas brotarán. Durante el invierno siguiente se realizará la separación, obteniendo la planta nueva.

• **Acodado de rama**. En invierno se planta el árbol a multiplicar casi paralelo con el suelo con una inclinación de 35-40°, y se sujeta mediante una barquilla en forma de gancho.
En primavera aparecerá toda una serie de brotes a lo largo del tallo. Durante el invierno siguiente se abrirá una zanja de 30 cm de profundidad y se enterrará el tallo arqueado.
Durante la primavera y verano siguientes se desarrollarán los brotes y enraizarán en su parte enterrada.
Al llegar de nuevo el invierno, se practicará el destete del acodo, obteniendo así los nuevos plantones, en un ciclo que habrá durado 2 años.
El primer plantón más cercano a las raíces madre hará las funciones del árbol a multiplicar, y de esta manera se reanudará el ciclo siguiendo el proceso antes mencionado.

• **Acodo de cepa**. Durante el invierno, se corta el tronco a nivel del suelo. En primavera, cuando los brotes alcanzan los 30 cm, se aporca, dejando sólo 10 cm de los brotes. De esta manera, en verano crecerán los brotes, y sus partes enterradas originarán raíces. En el invierno siguiente se realizará el desaporcado y destete, obteniendo con ello los nuevos plantones.

• **Acodo aéreo**. En invierno se le practica a la rama que se desea acodar una incisión lateral en forma de cuña, para que aparezcan raíces adventicias.
La zona de la incisión se recubre con una mezcla de substratos, y se sujeta el conjunto con un tela o plástico agujereado.
Durante la primavera y verano, se mantendrá la humedad del conjunto para favorecer la aparición de las raíces.
En el invierno siguiente, se practicará el destete por debajo de la masa de raíces.



Acodo aéreo

2.2.3. Injertado

El injerto es una técnica de multiplicación que consiste en unir porciones distintas de dos seres vegetales distintos, de tal manera que haya soldadura y paso de savia, constituyendo un único individuo capaz de crecer y desarrollarse.

Un injerto se compone de dos partes:

• **Parte inferior llamada portainjerto, patrón o pie**. Constituye principalmente el sistema radicular o parte que se adapta al terreno y un fragmento de tallo.
• **Parte superior, llamada variedad, injerto o púa**. Constituye la parte aérea y productiva.

El patrón puede ser obtenido por multiplicación sexual o asexual.



Injerto en un cerezo

Principales patrones utilizados para el injerto de variedades frutales.
Claves para su interpretación:
En las columnas con fondo verde, tituladas PATRONES, se hallan listados los patrones principales existentes.
En las columnas notadas como ORIGEN, se indica el origen biológico de los patrones de la columna de la derecha. Así, ALB, ALM, CIR, ALMxM, M, CIRxM, MAN, MEM, PER y CER, significan albaricoquero, almendro, ciruelo, almendro por melocotonero, melocotonero, membrillero, peral y cerezo, respectivamente.
En las columnas cuyos títulos están sombreados en azul, se indica la afinidad de las distintas variedades a los patrones de la primera columna.

Nectarina	Melocotonero	Ciruelo	Almendro	Albaricoquero	ORIGEN	PATRONES
X	X	X	X	X	ALB	Albaricoquero
X	X	X	X	X	ALM	Almendro
X	X	X			CIR	Brompton
X	X	X			CIR	Ciruelo INRA GF-43, GF-2628, GF-2907
X	X	X			CIR	Damas C
X	X				CIR	Damas P-12
	X	X			CIR	Damas P-1869
X	X		X		ALMxM	Híbrido GI-557
X	X	X	X		ALMxM	Híbrido GF-677, IS-5/18, IS-5/23
X	X	X	X	X	M	Melocotonero común
X	X				M	Bargour
X	X		X	X	M	GI-305
X	X				M	GF-278, GF-763
X	X		X		M	Missour, PS-A3, PS A5, PS-A6, PS-92, PS-C14
X	X	X	X	X	M	Nemaguard
X	X				M	Okinawa
X	X			X	M	Rancho R
X	X			X	M	Siriling S-37 y S-60
X	X			X	M	Harrow Blood, Siberian C, Bokhara
X	X				M	Shahil, Tzim Pee Tao, Yunnam, PI 36436
X	X				M	Figarra, Ruhra, Rutgers red leaf
		X	X	X	CIR	Marianna 2624, Marianna GF-8-1
X	X				CIR	Marianna P-10-2
		X		X	CIR	Mirabolano
		X		X	CIR	BM-8, INRA GF-31, P-12
		X			CIR	INRA GF-31-6, P-1030
				X	CIR	29-C
			X		CIR	P-34-16
		X			CIR	Prunus tomentosa
		X			CIR	Prunus bessey
		X			CIR	Prunus hortulata (Pete-1-1)
				X	CIR	Reina Claudia GI-1380
X	X	X			CIR	Julián A y Julián de Orleans
X	X	X			CIR	Julián GI-655-2
X	X				CIR	Julián Híbrido 1 o Híbrido 2
		X			CIR	Selec. Exy (Julián Orleans)
						Prunus insititia
		X			CIRxM	Rigoll-1, P-1609, S-2729, P322x5 1058, S 749 x S 1490, P 329 x P 87? y S1 y S2 de Bolonia

Cerezo	Peral	Manzano	ORIGEN	PATRONES
		X	MAN	Manzano franco
		X	MAN	M-1, M-13, M-16, M-25
		X	MAN	MM-109 MM-104 MM-111, MI-793, M-2, M-4, M-7, MM-106
		X	MAN	M-9, M-26, M-27
		X	MAN	Rittenfelder
		X	MAN	Grahams Gubilaum
		X	MAN	Skierniewice P-1, P-2, y P-59
		X	MAN	Alnarp 2 (A)
		X	MAN	Budagowski-9 (B 9)
		X	MAN	B-119, B-146, B-491
		X	MAN	MAC (1, 4, 9 ,25, 3?, 46, 16, 24, 30)
		X	MAN	Pillnitz (PIR-0, PIR 9C0)
		X	MAN	Dab
	X		MEM	Membrillero Angers, Sydo y Adams
	X		MEM	Membrillero Fontenay
	X		MEM	Membrillero Provence, INRA BA-29
	X		MEM	EM-A, EM C
	X		MEM	Membrillero Mailing A
	X		MEM	Membrillero INRA C-85-1
	X		MEM	Membrillero INRA C-98-4
	X		PER	Peral franco
	X		PER	Clones de peral franco: 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278
	X		PER	Pyrus communis (clase Ole Heme) y C or OH x F
	X		PER	Hendrero
	X		PER	Kirchensaller
X			CER	Prunus avium
X			CER	Prunus avium F-12-1
X			CER	Prunus mahaleb (Santa Lucía)
X			CER	Prunus cerasus (ácido)
X			CER	Colt (híbrido P. avium x P. pseudocerasus)
X			CER	Pyrus betulaefolia
X			CER	Pyrus ussuriensis
X			CER	Pyrus gallerynana
X			CER	GM (Grand Menil) 1, 5, 9, 17, 61, 65, 79, 85 y 156

Higuera	Limonero	Naranjo	Nogal	Kaki	Nogal	Avellano	PATRONES
				X			Dyospyros kaki
				X			Dyospyros lotus (Loto italico)
				X			Dyospyros virginiana (Common persimmon)
					X		Juglans regia
					X		Juglans nigra
					X		Juglans hindsii
					X		Paradox (J. regia x J. hindsii)
						X	Corylus tubulosa (C. maxima)
						X	Corylus colurna (C. de Bizancio)
						X	Corylus avellana
			X				Níspero franco (Eriobotrya japonica)
			X				Membrillero
			X				Espino albar
X							Higuera (estaca o retoño)
	X	X	X				Naranjo amargo (C. aurantium)
		X	X				Naranjo dulce (C. sinensis)
	X(*)	X	X				Mandarino cleopatra (C. reticulata)
	X	X	X				Mandarino común
	X	X					Mandarino King
	X(*)	X	X				Poncirus trifoliata
	X	X	X				Citrange Carrizo
	X(*)	X	X				Citrange Troyer (P. trifoliata x W. Navel)
		X	X				Citrus taiwanica
		X					Lima Ragspur
		X					Limón rugoso (C. jambhiri)
	X						Citrus macrophylla
	X						Citrus volkameriana
	X						Tangelo sampson
	X						Citrumelo 4475
	X						Citrus amblycarpa
	X						Citrus depressa
	X						Citrus junos
	X						Citrus pennivesiculata

(*) Afinidad con algunas variedades sólo

Los motivos que nos inducen a realizar un injerto pueden ser varios:

- **Finalidad principal**:
- Fijar una variedad comercialmente interesante.
- Difundir una variedad. La mayoría de las variedades comercialmente interesantes tienen poca capacidad de enraizado.

- **Finalidades secundarias**:
- Adaptar una especie a unas condiciones concretas de clima y suelo (condiciones negativas como la asfixia, sequía, fatiga, clorosis, bajas temperaturas...).
- Inducir a un mayor o menor desarrollo y vigor, así como a una mayor o menor longevidad del árbol.
- Adelantar la producción en los patrones más débiles.
- En general, mejorar la calidad del fruto en cuanto a calibre, color, sabor...
- Aumentar la resistencia a determinadas plagas en zonas concretas. Es éste uno de los métodos de lucha más eficaces y rentables.
- Introducir polinizadores en plantaciones en las que, por error, no se había previsto de antemano esta necesidad.
- Actualizar plantaciones de variedades que ya no interesan al mercado, por lo que se deben sustituir.

Los dos últimos puntos entran ya en el concepto de reinjerto, es decir volver a injertar un árbol ya injertado previamente.

Ejemplos:
1. El patrón Missour (columna verde), es biológicamente un melocotonero (M) (columna origen), y sobre él pueden ser injertados, por una cuestión de afinidad biológica, variedades de almendro, melocotonero y nectarina; pero no son compatibles las variedades de albaricoquero ni de ciruelo.

2. El patrón Kirchensaller es, biológicamente, un peral, y sobre él sólo pueden ser injertadas variedades de peral.

2.2.3.1. Condiciones previas a la realización de un injerto

Antes de realizar el injerto, cabe tener en cuenta ciertos conceptos.

- Afinidad entre el patrón y la variedad.
- Contacto de las zonas cambiales o de soldadura.
- Respeto a la polaridad en el momento de colocación de la púa o yema.
- Utilización del tipo de injerto adecuado a las exigencias del patrón y de la variedad.
- Herramientas de injertar en perfecto estado de limpieza y afile.
- Realización perfecta del injerto. Cortes limpios y contacto de las zonas cambiales, además de la inmovilidad mediante ligaduras o másticos.
- Cuidados posteriores adecuados. Eliminación de goma en algunas drupáceas o rotura de las ligaduras del injerto si hay estrangulación.

2.2.3.2. Requisitos que debe tener el material vegetal para la realización del injerto

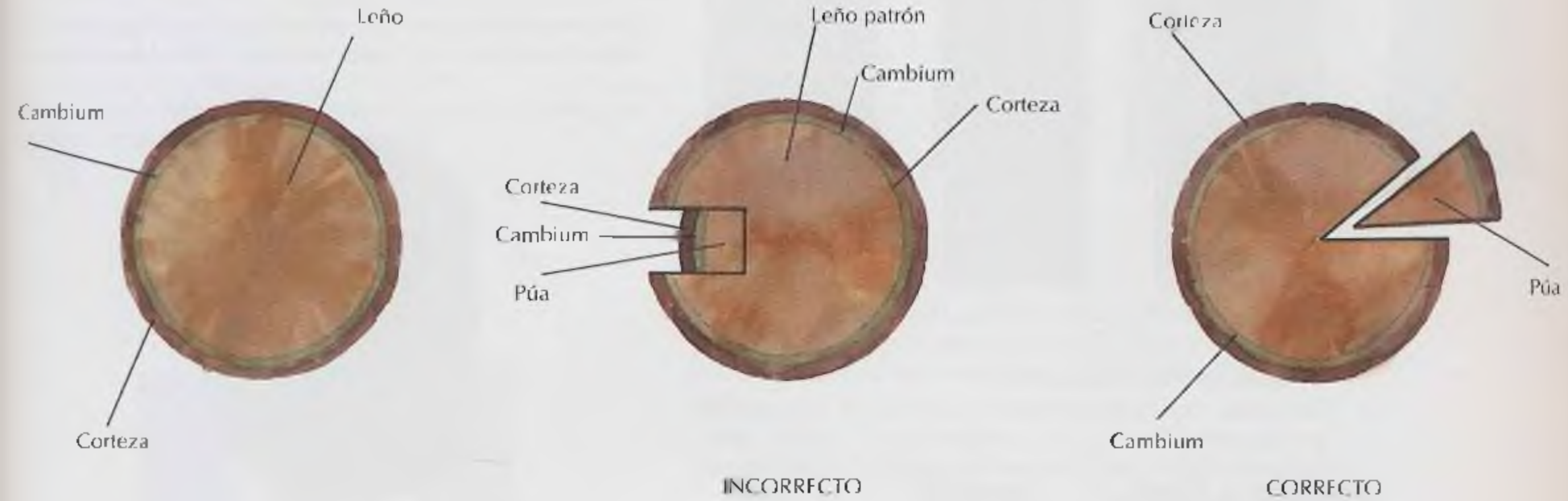
La elección del material para injertar tiene gran importancia y determinará el éxito o fracaso del injerto. Según sus características, obtendremos plantas más o menos buenas.

- El material debe proceder de plantas muy productivas que reúnan todas las características óptimas de la variedad deseada.
- La planta madre ha de ser sana, bien nutrida y en edad productiva, y la recogida debe realizarse con buen tiempo y no durante la época de heladas.
- El material ha de ser de un año, con un diámetro aproximado de 1 cm, bien lignificado y vigoroso, preferiblemente de los brotes más extremos de la copa.

Si el material se ha recogido con mucha antelación, deben seguirse los siguientes pasos para su conservación:

- Hacer grupos de 30-40 unidades y conservarlos en posición vertical bajo arena seca o en cámaras a 1-2°C sobre cero.
- Mojar la arena para facilitar la extracción y lavar los grupos para sacar la arena adherida.
- Cortar los extremos de cada variedad y ya estará lista para injertar.

Observaciones para la realización del injerto:
Cuando se realice el injerto leñoso a finales de invierno el patrón o portainjertos debe encontrarse en un estado vegetativo más avanzado que el del injerto. Esto debe ser así para tener la certeza que el patrón podrá alimentar al injerto.
La época más adecuada para extraer el material de la planta madre es a partir de finales de verano y principios de otoño, cuando el árbol empieza a entrar en el período de reposo invernal, y hasta finales de invierno.



Colocación de la púa en el injerto

2.2.3.3. Tipos de injerto

Los injertos, según como sea el material a utilizar como variedad, pueden clasificarse en 3 tipos:

- **Injertos de yema**

Son los injertos en los que la variedad está formada por una yema provista de una porción de corteza y madera.
Se le llama **yema** u **ojo vegetante** cuando se realiza en un época que permite el desarrollo inmediato de la yema que se ha injertado, es decir que se practica en primavera o al inicio de verano. Ésta es una técnica californiana no demasiado extendida, ya que presenta algunos inconvenientes, como el desarrollo insuficiente del injerto, que no suele alcanzar el metro de altura.
Se le llama **yema u ojo durmiente** cuando se realiza a finales de verano, por lo que el desarrollo de la yema injertada no tiene lugar hasta la primavera siguiente. Para realizar este tipo de injerto, la yema ha de estar en estado latente, mientras que el patrón

deberá estar en crecimiento activo para facilitar la separación entre la corteza y el leño.

Los principales injertos de yema son:

• *Escudo, escudete o T.*
Se realiza un corte de unos 30 mm en forma de T en la corteza del portainjerto, levantado los lados y colocando por debajo de ellos el escudo. Éste estará formado por una yema y una porción de corteza y madera.
En ocasiones, el corte se realiza de forma invertida (T invertida), sobre todo en drupáceas que exudan goma cuando se les hace heridas, lo cual podría llegar a asfixiar al escudo.





• *Flauta, anillo o canutillo.*
Se extrae del portainjertos un anillo de corteza de varios centímetros y se sustituye por un anillo similar proveniente de la variedad elegida, y provisto al menos de una yema.
El patrón y la rama de la variedad han de tener más o menos el mismo diámetro para facilitar la unión.
Es un injerto apropiado para especies de madera dura como el nogal.



• *Canutillo con estrías o flauta fauno.*
Es semejante al anillo pero en el patrón en lugar de sacar un anillo de corteza, esta se corta en estrías que luego servirán para cubrir el injerto.



• *Silbato o canutillo terminal.*
Es semejante a los dos anteriores, pero se realiza prácticamente en la parte terminal del patrón decapitado.





• *Mallorquina.*
Se realiza sobre el portainjerto una muesca especial en la que se injerta un escudo que encaja en ella.
El encaje puede ser simple o doble cuando encaja por arriba y por abajo a la vez.
Es un injerto difícil de realizar debido a que los cortes han de ser casi perfectos. Se utiliza principalmente en vid.



• *Plancha o parche.*
Se extrae del patrón una porción de corteza rectangular y se sustituye por otra igual provista de una yema procedente de la variedad elegida.
Este injerto se utiliza cuando el patrón tiene una corteza más gruesa que la variedad.



• *Salgues.*
Se realiza una muesca extrayendo del portainjertos un trozo de madera que es sustituido por una pieza de igual forma procedente de la variedad.



• Injertos de aproximación
En estos injertos, la variedad se separa sólo después de que se haya realizado la soldadura, mientras patrón e injerto viven sobre sus propias raíces.

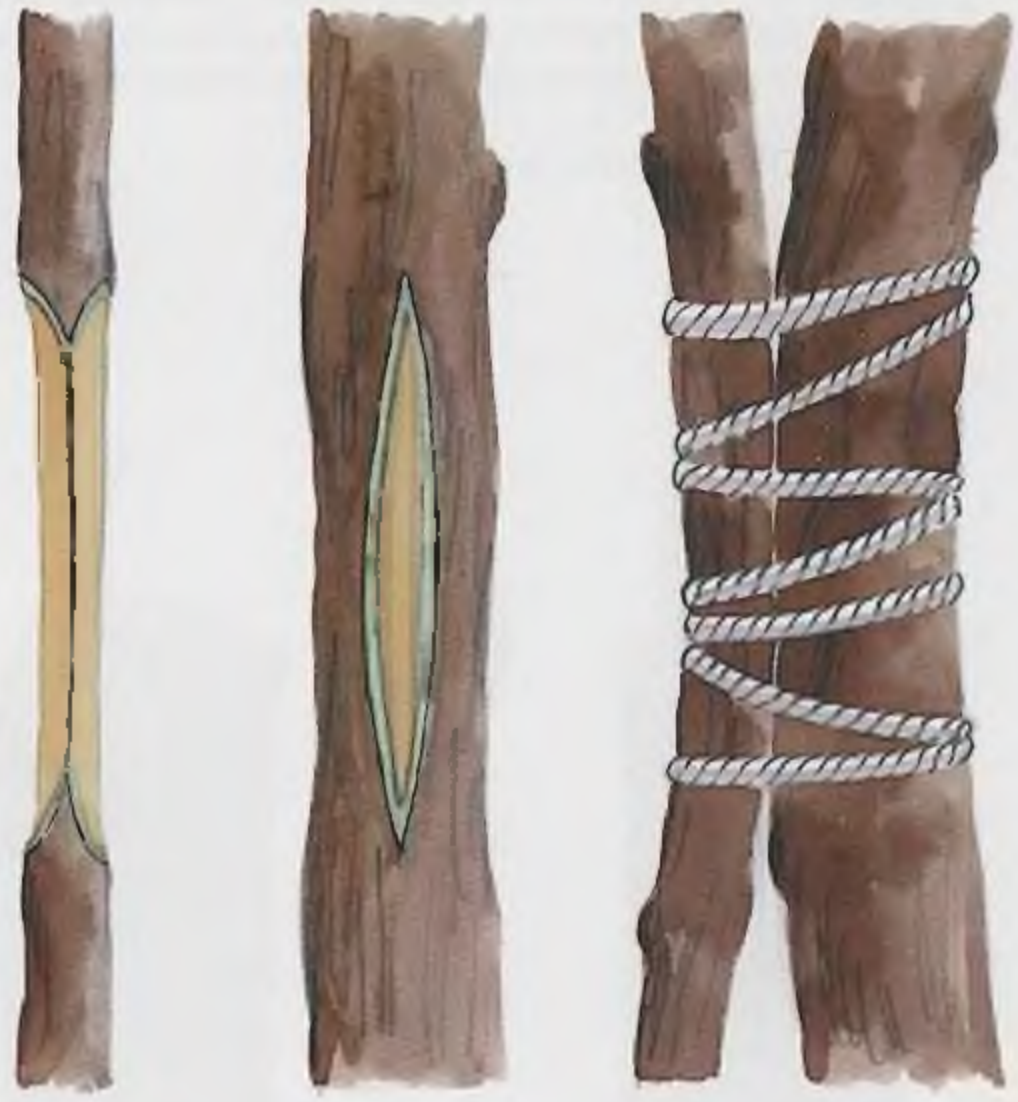
Los principales injertos de aproximación son:

• *Simple o empalme.*
Se extrae una porción de corteza y madera y se atan las ramas entre sí. Hasta el año siguiente no se eliminarán las partes superior del patrón e inferior del injerto.

A/ Cuando son de diferente diámetro
B/ Cuando son de igual diámetro



• *Plena o hendida.*
Es una variante de la anterior, pero eliminando del patrón una porción de corteza y madera en forma de V, en la que se encaja el injerto con el mismo corte.



• *Inglés.*
Permite un encaje perfecto debido al tipo de muescas realizadas.



• Injerto de púa
Aquí el injerto está formado por una porción de brote provisto de una o más yemas. Se realiza en primavera, cuando el patrón está de nuevo en vegetación y se practica en aquellos casos en que interesa injertar árboles adultos.
Al igual que en el caso del injerto de yema, se aconseja que el patrón esté en condiciones vegetativas más avanzadas que los injertos de púa.

Los principales injertos de púa son:

• *Hendidura común o clásica, llamado también de incrustación.*
La púa se inserta en una hendidura longitudinal realizada sobre el patrón una vez decapitado, procurando que las zonas cambiales de ambas estén en contacto.
La hendidura puede ser:



A/ Radial con una púa
B/Diametral con dos púas
C/ Pie de cabra

- Radial con una púa
- Diametral con dos púas
- Doble o en cruz con dos hendiduras diametrales
- Pie de cabra

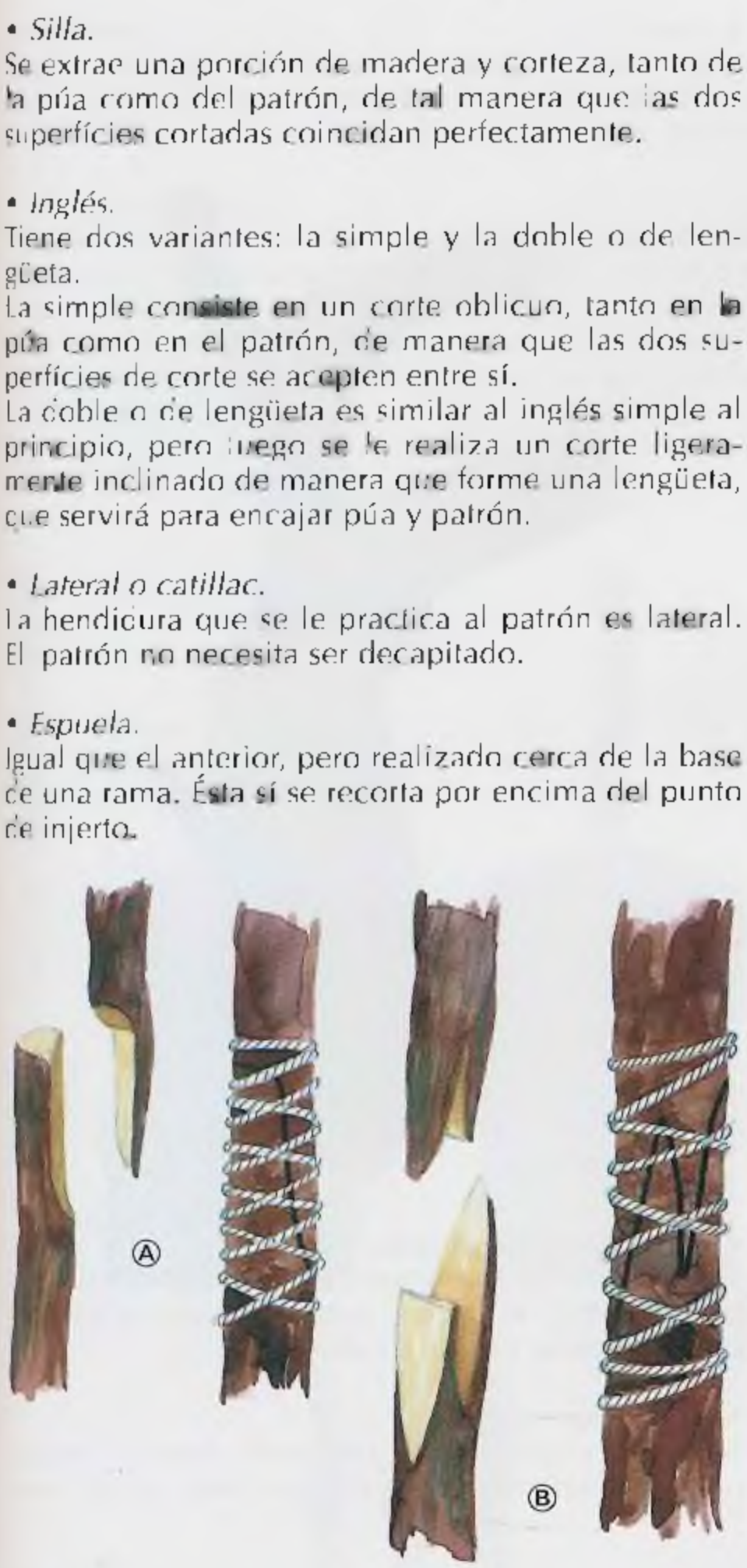
El pie de cabra es parecido al radial con la variante de que el patrón es cortado a bisel hasta la mitad de su sección.

• *Silla.*
Se extrae una porción de madera y corteza, tanto de la púa como del patrón, de tal manera que las dos superfícies cortadas coincidan perfectamente.

• *Inglés.*
Tiene dos variantes: la simple y la doble o de lengüeta.
La simple consiste en un corte oblicuo, tanto en la púa como en el patrón, de manera que las dos superfícies de corte se acepten entre sí.
La doble o de lengüeta es similar al inglés simple al principio, pero luego se le realiza un corte ligeramente inclinado de manera que forme una lengüeta, que servirá para encajar púa y patrón.

• *Lateral o catillac.*
La hendidura que se le practica al patrón es lateral. El patrón no necesita ser decapitado.

• *Espuela.*
Igual que el anterior, pero realizado cerca de la base de una rama. Ésta sí se recorta por encima del punto de injerto.





A/ Silla
B/ Inglés
C/ Lateral o catillac
D/ Espuela
F/ Terminal o plena

• *Terminal o plena.*
Se realiza en la parte terminal del patrón sin decapitar. Utilizado sobre todo en el nogal.



• *Vacía.*
Se elimina en el patrón una cuña igual a la que se inserta de la púa.



• *Caballo.*
Igual que el anterior, pero la cuña se extrae de la púa en lugar del patrón.



• *Gaillard.*
Injerto con hendidura doble en el que el patrón no se decapita, sino que se curva hacia el lado contrario de la inserción de las púas.



• *Puente* (abajo izquierda).
Se injertan sobre el tronco los dos extremos de la púa en forma de puente. Este injerto se utiliza para sanear cortezas en mal estado.

• *Arco* (abajo derecha).
Se injerta el extremo de una rama sobre el mismo patrón. Se utiliza con los mismos fines que el anterior.



• *Corona.*
En este injerto, la púa se introduce entre la corteza y la madera del patrón. Dentro del injerto en corona encontramos:

- *Corona clásica.*
La base de la púa tiene un corte oblicuo y la corteza del patrón está abierta longitudinalmente para encajar la púa.
En la corona se pueden insertar, una, dos o varias púas, por lo que la corona puede ser simple, doble o múltiple.



- *Clarín o boca de lucio.*
La base de la púa tiene 2 cortes, mientras que el patrón decapitado con un corte oblicuo no tiene ninguno longitudinal.



- *Encaje.*
Son todos aquéllos en los que se extrae una porción de madera del patrón dejando una cavidad para insertar la púa.
El más conocido es el *triángulo*, en el que la base de la púa tiene dos cortes, que le originan una sección triangular.



Forma de realizar un injerto de hendidura con un hendidor especial

Engrosamiento del punto de injerto por escasa afinidad



2.2.3.4. Ataduras

El objetivo de la atadura del injerto es evitar que el callo que se forma separe el injerto del patrón y, además, favorecer el desarrollo vascular, evitar que la suciedad entre y conseguir un contacto estrecho entre patrón e injerto.
Los materiales más utilizados para tal propósito son la rafia natural o la banda de celofán. La ventaja principal de estos materiales es que son degradables, por lo que no necesitan ser cortados. También se utilizan las bandas de caucho y pequeños clavos.
Otro sistema utilizado en injertos es el **mástico o ungüento**, que una vez caliente cubre las partes dejadas al aire libre del patrón e injerto. Se aplica con una espátula y su finalidad es la de evitar la oxidación y deshidratación de la zona de unión.

Aplicación de pequeños clavos para fijar los injertos



2.2.3.5. *Afinidad del portainjertos*

Se dice que patrón e injerto son afines cuando son capaces de formar una unión eficaz y duradera.
La afinidad se da sobre todo cuando entre ambos existen semejanzas fisiológicas, anatómicas y de nutrición. En general, habrá más afinidad cuanto más cercanos estén desde el punto de vista botánico.

Las causas más importantes de falta de afinidad son:

- Diferencias en la transpiración del injerto y del patrón
- Diferencias entre la velocidad de movimiento de la savia en los vasos
- Acumulo de sustancias tóxicas en la zona del injerto
- Necrosis en los vasos provocada por reacciones entre las sustancias bioquímicas de ambos
- Toxicidad provocada por las proteínas de uno o de otro
- Transmisión de una virosis con el injerto

Síntomas de desafinidad:

- Proceso de cicatrización lento
- Crecimiento desigual
- Muerte de la vara o púa
- Enrojecimiento o amoratado de las hojas al final del verano o de forma anticipada

Fórmulas de composición de algunos másticos

MÁSTICOS FRÍOS

Pez blanca	500 g	Se derrite todo a fuego lento, y se añaden 250 g de alcohol después de dejarlo entibiarse. Si el mástico fuese demasiado denso, se añadirá alcohol o un poco de sebo; si estuviese demasiado empapado, se añadirá pez o cera.
Pez negra	600 g	
Sebo	500 g	
Cera amarilla	260 g	
Pez griega	1.000 g	Como arriba.
Cera	500 g	
Alcohol	200 g	
Cera amarilla	65 g	Se derrite todo al mismo tiempo. (fórmula Lhomme-Lefort).
Trementina	65 g	
Pez blanca	32 g	
Sebo	16 g	

MÁSTICOS CALIENTES

Resina	830 g	Fundirlo todo; después añadir la ceniza.
Pez negra	100 g	
Sebo	100 g	
Ceniza tamizada	40 g	
Pez griega	1.000 g	Disueltas en caliente la pez griega y la negra, se añade gradualmente el sebo hasta que el mástico enfriado no tenga consistencia vidriosa (fórmula Pieri).
Pez negra	1.000 g	
Sebo de buey	100-200 g	
Pez griega	500 g	Fórmula Adriance y Brison.
Aceite de linaza	1.000 g	
Parafina	2.500 g	

• Pérdida anticipada de hojas
• Precoz diferenciación de las yemas y rápida entrada en producción
• Falta de continuidad del injerto, por lo que la estructura es débil, lo que puede ocasionar roturas
• Aparición de pequeños brotes en el injerto sobre la zona de injerto
• Acúmulo de almidón encima del punto de injerto

2.2.3.6. Modalidades de injerto

Dentro de la técnica del injerto, cabe destacar dos variantes:

• El reinjerto

Este injerto se realiza sobre árboles ya adultos con la intención de sustituir la variedad a la que pertenece la copa.
Se practica para subsanar errores como la falta de variedades polinizantes en una plantación, o bien para sustituir variedades que el mercado ya no demanda por otras más en auge.
El reinjerto se realizará sólo en plantaciones que estén en buen estado y con bastantes años productivos por delante.
Se realizará en ramas primarias, ramas secundarias, o sobre ambas, siempre que hayan sido fuertemente podadas.
El tipo de injerto utilizado en esta operación es el de púa y se realizará en el mayor número de ramas posible.
Un aspecto importante a tener en cuenta, es tratar bien las heridas de poda y sellarlas con pastas fungicidas para evitar problemas posteriores.

• La vigorización

Al lado de un árbol se planta un buen patrón injertándolo al primero, bien por púa, bien por aproximación. Al cabo de 3 años, se consigue un importante volumen de raíces nuevas que vigorizarán.

2.2.3.7. Cuidados posteriores

Se deben proteger los injertos de las heladas invernales realizando recalces de las plantas antes del invierno, sobre todo en zonas frías, y también se protegerán contra las heladas tardías de primavera.
Para favorecer la formación de un tallo principal, deberá entutorarse el brote terminal y pinzar aquéllos otros que puedan presentarle competencia. Para formar un ramillete, se deberá pinzar por debajo de la tercera hoja bien formada. De esta manera, se despertarán las yemas situadas en las axilas de las hojas, provocando una mayor ramificación y, sobre todo, permitiendo controlar las posibles brotaciones del patrón.



A/ Vigorización de un árbol injertándole otro por aproximación

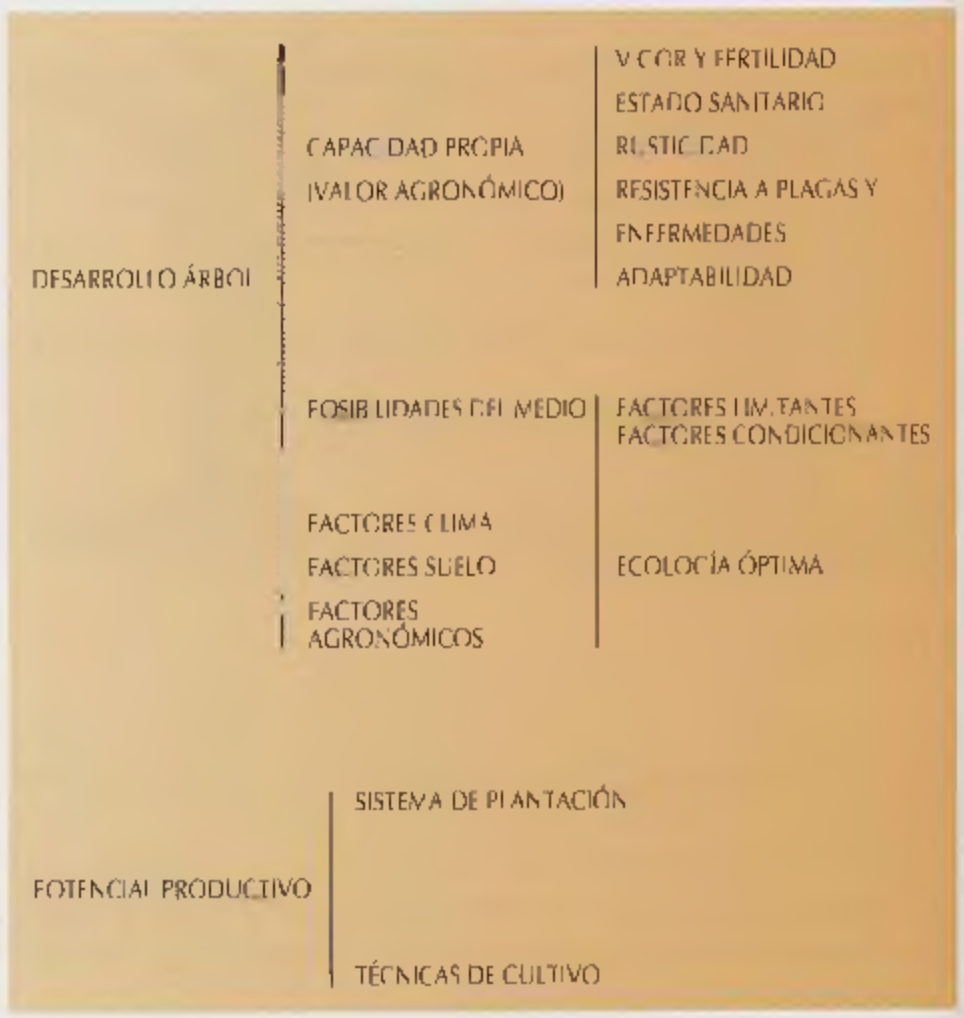
B/ Vigorización de un árbol injertándole otro por púa

3. EL CLIMA EN FRUTICULTURA

Cada especie o variedad frutal alcanza su desarrollo y producción óptima en unas determinadas condiciones. Todas las especies frutales están condicionadas en su cultivo por los distintos factores que componen el clima.
En función de las características del clima, las especies frutales se pueden clasificar en:

- Especies de clima templado
- Especies de clima templado-cálido
- Especies subtropicales
- Especies tropicales

Cabe decir que la capacidad de adaptación de las especies a otros climas que no son los suyos es alta debido, sobre todo, a los procesos de selección y a la mejora genética.



Factores que inciden en el desarrollo y producción de un árbol

El árbol	Factores intrínsecos	Factores extrínsecos		
	Ecológicos			Económicos y comerciales
	Climáticos	Edatológicos	Agronómicos	
Variedad	Termometrías	Profundidad	Topografía	Capital territorial
	Pluviometría		Accesos	Garantía inversión
	Vientos	Permeabilidad	Comunicaciones	Financiación
	Humedad		Infraestructura	Costes generales
	Insolación	Alcalinidad	Disponibilidad	Gastos fijos
Portainjerto	Tormenta		mano de obra	Costes financieros
	Granizo	Fertilidad	Formación mano de obra	Orientación comercial
	Pedrisco		Experiencia previa	Cuenta explotación
Selección	Nieve	Salinidad	Disponibilidad agua	Contabilidad
	Nieblas		Parque maquinaria	Dirección-gerencia
	Altitud		etc.	Contribuciones
Estado sanitario	Orientación			Impuestos
	Microclima			etc.

• Especies de clima templado
Su característica principal es la necesidad de un reposo invernal, que coincide con el período de bajas temperaturas. Toleran temperaturas de hasta -15°C. Son, además, especies sensibles a los calores estivales.
Ejemplos: manzano, peral, ciruelo y cerezo.

• Especies de clima templado-cálido
Tienen una necesidad de reposo invernal menor que las anteriores. Son más sensibles a las bajas temperaturas, pero también son más resistentes a las altas temperaturas de verano.
Ejemplos: melocotonero, albaricoquero, ciruelo japonés, vid, olivo, almendro.

• Especies de clima subtropical
Son especies sensibles a las bajas temperaturas y se desarrollan mejor con altas temperaturas.
Pueden dividirse en 3 grupos:
• Moderadamente exigentes en calor: higuera, pacano, pistacho, caqui.
• Exigentes en calor: agrios, aguacate, níspero, chirimoyo.
• Muy exigentes en calor: palmera, datilera.

• Especies de clima tropical
Son especies que no soportan las bajas temperaturas. Ejemplos: bananera, guayabo, mango.

En general, cuando se habla de frutales en zonas templadas se engloban tanto los de clima templado y de clima templado-cálido como los de clima subtropical.
El estudio del clima es muy complejo, ya que lo componen múltiples factores que, además, están todos ellos interrelacionados. En principio, nos referiremos a ellos de forma individual, para poder luego integrarlos. Los componentes más importantes del clima son:

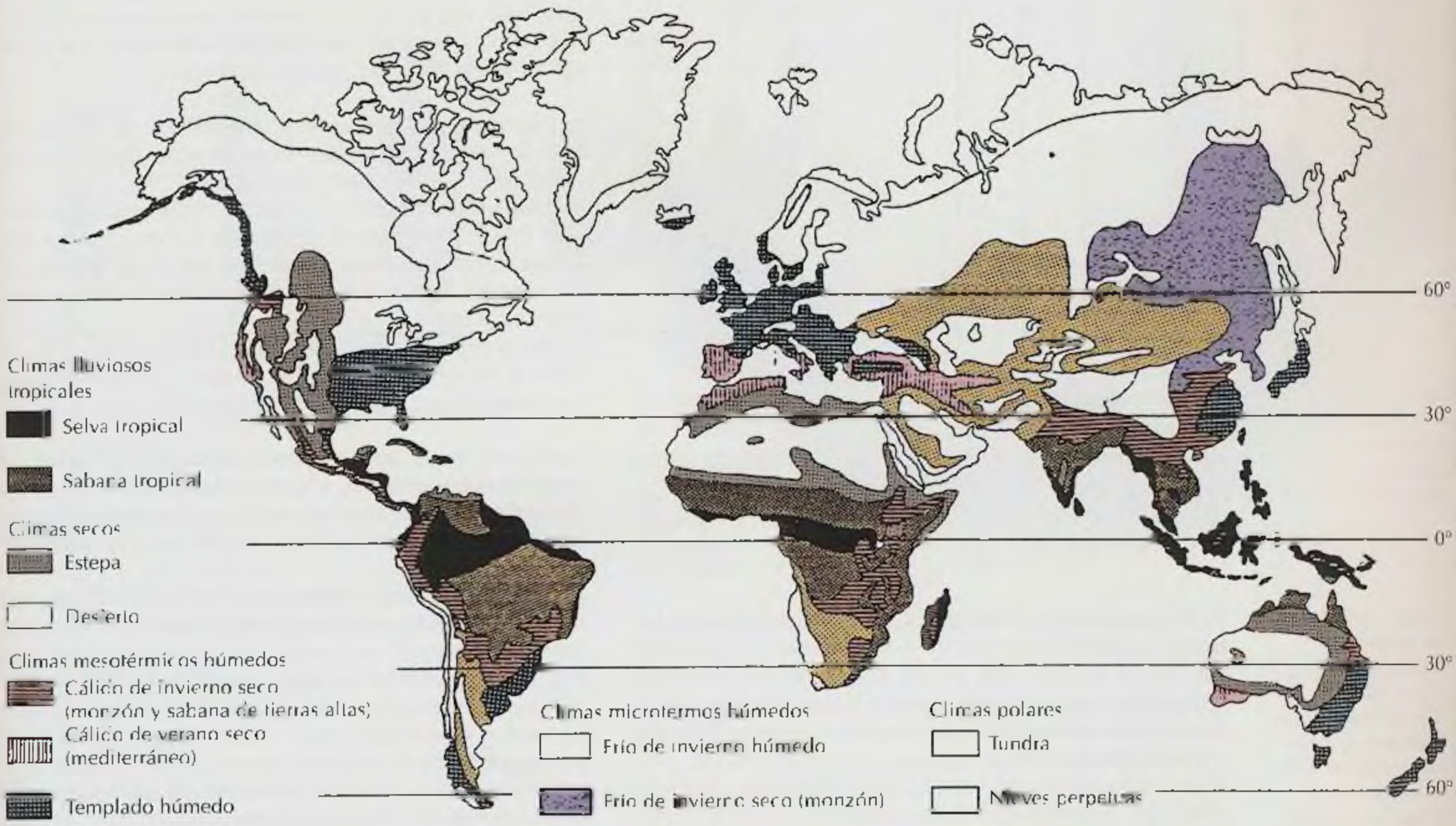
- Temperatura
- Humedad y pluviometría
- Luminosidad
- Vientos
- Tormentas, granizo, pedrisco
- Nieve

3.1. LA TEMPERATURA

La temperatura es uno de los factores más determinantes de un clima. En su estudio cabe diferenciar las temperaturas que se producen durante el reposo invernal y aquéllas que acompañan la actividad vegetativa.

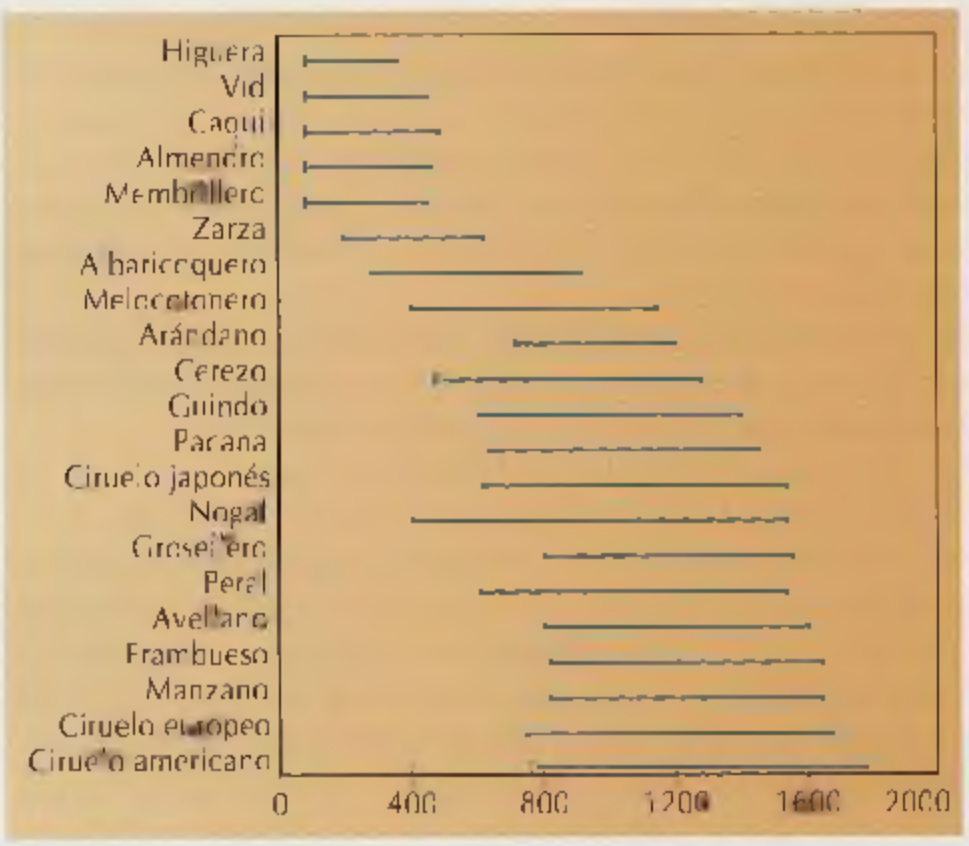
3.1.1. Temperaturas invernales

Son aquéllas que se producen durante el período de reposo del árbol, que no muestra entonces crecimiento alguno.
Las temperaturas medias de este período oscilan alrededor de los 10°C, pero se pueden alcanzar temperaturas extremas de -10°C que ocasionan serios problemas.



Principales regiones climáticas del mundo. Las áreas más importantes de producción de frutas están entre las latitudes 30° y 50° en ambos hemisferios.

Cuando la temperatura desciende de 0°C, se habla ya de heladas. La gravedad de una helada no sólo depende de la temperatura alcanzada, sino también de su duración y del momento en que se produce.
La resistencia de los árboles a estos períodos de bajas temperaturas viene determinada principalmente por una característica genética, pero también por factores nutricionales y sanitarios.
El sistema radicular es la parte del árbol con menor resistencia al frío. Una temperatura de -5°C – -10°C a nivel de raíces puede ocasionar la muerte. Afortunadamente, ésta es difícil ya que, para ello, es preciso que el suelo se congele a una profundidad de 40–50 cm y a temperaturas mucho más bajas y largamente persistentes.
Una forma de defensa contra las bajas temperaturas en raíces es el aporcado, realizado antes de llegar el invierno. Es una práctica habitual en viñedos y en plantaciones jóvenes.
Otros órganos sensibles a las bajas temperaturas son las yemas, sobre todo las de flor que, con temperaturas de -10°C sufren daños, llegando incluso a su muerte. También son sensibles a bajas temperaturas las ramas, las formaciones fructíferas y las ramas jóvenes poco lignificadas.
Hasta ahora hemos considerado daños en órganos del árbol que no afectaban a la vida de éste. Los daños que pueden ocasionar la muerte del árbol están relacionados con su madera.
Si las bajas temperaturas se dan de una forma temprana, en la que la madera todavía no se ha endurecido, pueden afectar, por lo general, la corteza y zonas de inserción de las ramas. Los daños originados son la muerte de placas de corteza situadas en la zona del árbol orientado al sur.

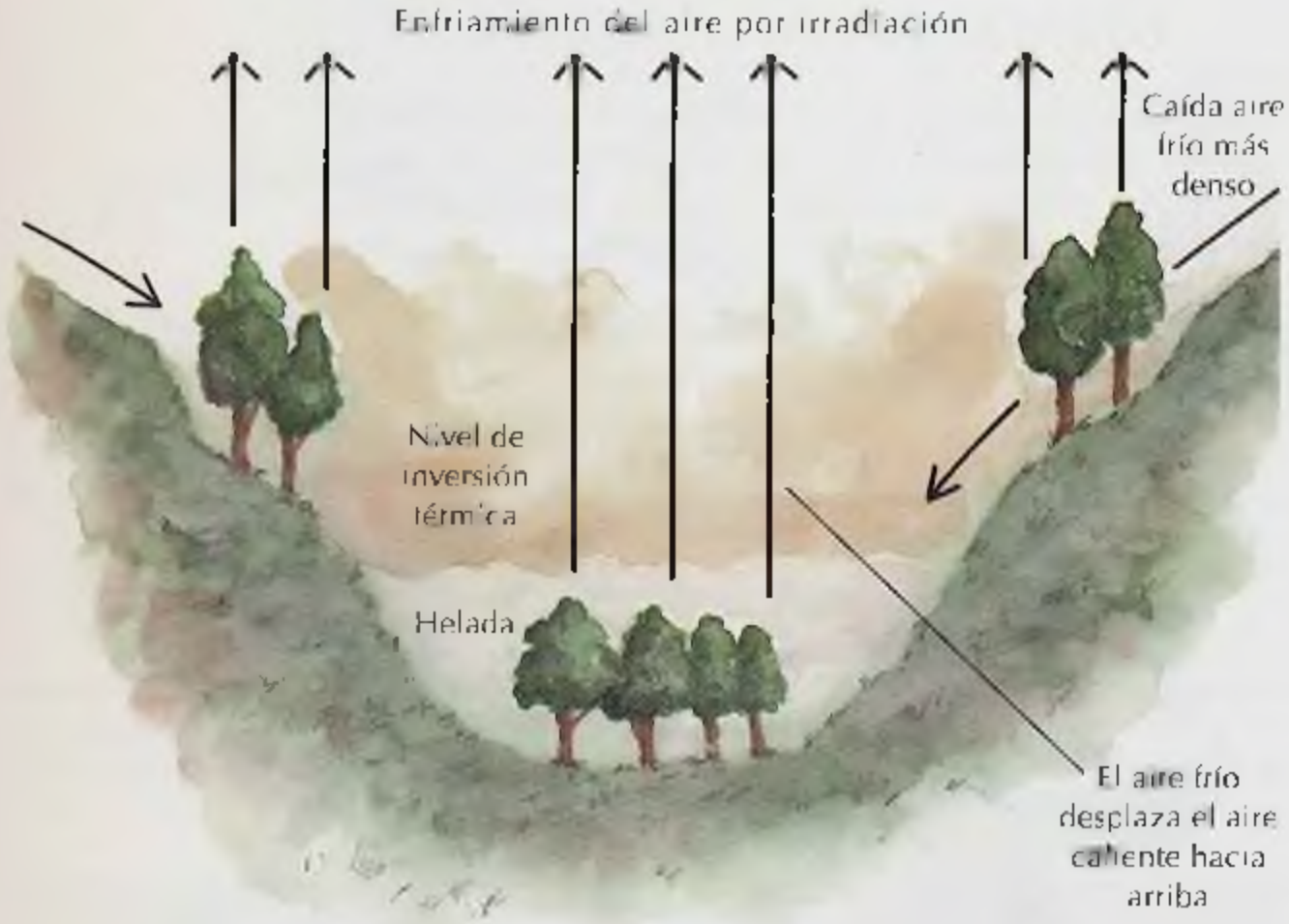


Necesidades de horas-frío según especies

Temperaturas soportadas como máximo durante media hora por las diversas especies frutales (Saunier, 1968)

Especie	Estado de desarrollo		
	Botones cerrados mostrando color	Plena floración	Frutos jóvenes
Melocotonero	–3,9°	–2,5°	–1,6°
Manzano	–3,9°	–2,2°	–1,6°
Cerezo	–3,9°	–2,2°	–1,1°
Peral (1)	–3,9°	–1,7°	–1,1°
Peral (2)	–4,4°	–2,2°	–1,1°
Ciruelo japonés	–3,9°	–2,2°	–1,1°
Ciruelo	–5,0°	–2,8°	–1,1°
Albaricoquero	–3,9°	–2,2°	–0,5°
Almendro	–3,3°	–2,7°	–1,1°
Viña	–1,1°	–1,1°	–0,5°
Nogal	–1,1°	–1,1°	–1,1°

(1) Variedades sensibles: Mantecosa Bosc, Mantecosa Anjou, Conferencia
(2) Variedades resistentes: Mantecosa Clairgeau, Mantecosa Hardy, Passa Crassana, Williams, Duquesa de Angulema



Proceso de formación de heladas de irradiación. *En un valle con plantaciones frutales, la pérdida de calor por irradiación enfría el aire, que cae al fondo por su mayor densidad, mientras que el aire más caliente queda desplazado en altura. De esta forma se producen heladas en el valle, mientras las laderas se mantienen por encima de 0° C.*

Si la temperatura desciende considerablemente, los daños pueden llegar incluso a la médula. Esto origina, en el interior del árbol, zonas necrosadas que disminuyen considerablemente la resistencia mecánica del mismo a factores tales como la acción del viento, por ejemplo.
Si la zona necrosada cubre una gran área, la rama afectada, o incluso el árbol, mueren en la parte superior de la zona dañada.
La parte del árbol más sensible a este tipo de daños es la zona del cuello, debido a que ahí es donde la temperatura es más baja.
Para sanear el árbol, primero hay que dejar que aparezcan todos los efectos de la helada, para así extraer posteriormente la madera dañada hasta encontrar madera sana.
Se debe luego desinfectar la herida y aislarla para evitar una nueva necrosis. Para sellar se utilizarán másticos que facilitan la cicatrización.
Si la zona necrosada ha originado una oquedad, se deberá actuar de la misma manera, rellenando al final con algún material inerte, como el adobe, la escayola o el poliuretano expandido. Con ello se mejorará la resistencia mecánica de la rama o árbol.
Otro efecto de la temperatura invernal es el inverso al anterior, es decir que las temperaturas no sean suficientemente bajas.

Si se trata de una zona de inviernos suaves, o si algún año no se han alcanzado temperaturas bajas, los árboles pueden mostrar posteriormente en el período vegetativo tres síntomas típicos:

- Retraso en el desborre y la apertura de las yemas, lo cual altera las fechas normales de floración y el orden de las diferentes variedades.
- Brotación irregular y dispersa, con lo cual coinciden en el árbol yemas de flor en botón con otras en plena floración, provocando así un alargamiento en el período de floración y, por consiguiente, en el de fructificación.
- Desprendimiento y caída de las yemas de flor, debido a temperaturas tanto suaves como excesivamente bajas.

La duración del reposo invernal depende de sus características genéticas, estado fisiológico y nutricional de cada árbol. Se pueden clasificar las especies según su necesidad de cubrir horas de frío en 3 grupos:

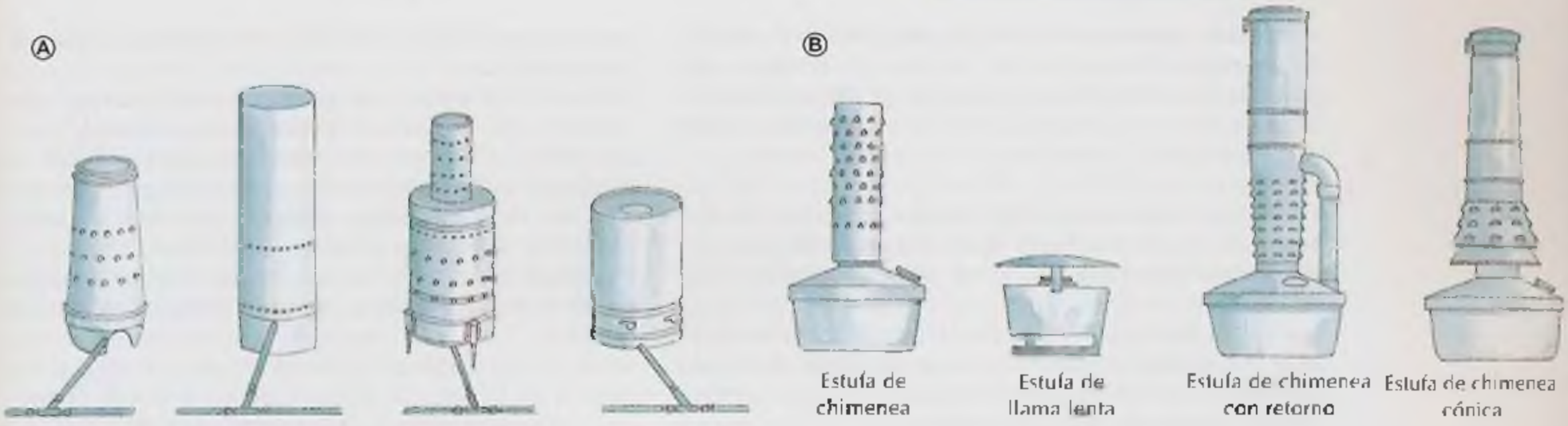
- Exigencia alta de horas de frío (+ de 700 horas): manzano, peral, albaricoquero, ciruelo, cerezo, castaño, nogal y vid
- Exigencia media de horas de frío (400–700 horas): algunas variedades de peral, avellano, olivo, ciruelo japonés y melocotonero
- Exigencia baja de horas de frío (400 horas): algunas variedades de melocotonero, albaricoquero africano, almendro, higuera, membrillero

A la derecha: Valores óptimos de las temperaturas medias durante el período estival para diferentes especies

Especie	T_m óptimas (°C) durante el período estival
Manzano	18°C a 24°C
Peral	20°C a 25°C
Melocotonero	22°C a 26°C
Albaricoquero	20°C a 24°C
Ciruelo europeo	18°C a 20°C
Ciruelo japonés	20°C a 24°C
Cerezo dulce	18°C a 22°C
Cerezo ácido	16°C a 18°C
Almendro	20°C a 26°C
Nogal	20°C a 22°C
Avellano	18°C a 24°C

Grupos de especies (zona templada, con 500 mm de lluvia)

A. Resistentes a la sequía que pueden cultivarse en secano	B. Menos resistencia a la sequía, para las que se recomienda un riego de apoyo	C. Sensibles a la sequía, que precisan riego con carácter imprescindible
Olivo para aceite	Olivo de verdeo	Agrios en general
Viñedo de vinificación	Uva de mesa	Manzano s/patrones de medio vigor
Almendro	manzano s/franco	
Higuera	manzano s/patrones vigorosos	Manzano s/patrones débiles
Pistacho	Peral s/franco	Peral s/membrillero
Albaricoquero	Melocotonero (tipos tempranos)	Melocotonero
Cerezo s/Lucía	Ciruelo (tipos tempranos)	Ciruelo
Alcaparro	Cerezo s/ P. avium	Avellano
	Cerezo s/P. cerasus	Actinidia
	Nogal	Frambueso
	Granado	Grosellero
	Níspero	Arándano



Tipos de estufas:
A/ *Chimeneas para quemadores*
B/ *Estufas de combustible líquido*

3.1.2. Temperaturas primaverales

El inicio de la primavera trae consigo el comienzo de la actividad vegetativa de los árboles frutales y, con ella, los procesos de floración, polinización y fecundación, en los que el árbol es sensible a las variaciones de temperatura.

Las partes de la flor más sensibles a las bajas temperaturas son el ovario, los óvulos y la base del estilo, que se congelan y mueren con temperaturas de -1°C – -2°C en el interior de la flor durante más de media hora.

En general, se puede decir que la yema es más resistente que el botón y éste, a su vez, que la flor abierta, y ésta más que el fruto recién cuajado. A partir de este momento, la resistencia del fruto aumenta al crecer éste.

También puede decirse, de forma general, que los árboles originarios de zonas templado-frías, como el manzano, el peral, el ciruelo y el cerezo, tienen una mayor resistencia a las bajas temperaturas primaverales que los árboles típicamente mediterráneos como el melocotonero, el almendro y el albaricoquero.

Existen otros árboles sensibles a las bajas temperaturas que se defienden de estas posibles heladas floreciendo de forma más tardía. Dentro de este grupo encontramos el nogal, el olivo y la vid.

Si la helada ha sido intensa, la yema o el botón floral se vuelven negros, mueren y caen del árbol; pero si no ha sido tan intensa, esa yema o botón pueden llegar a abrirse, aunque la flor que originan no será fértil si ha sufrido daños a nivel de ovario o estilo.

Para conocer la magnitud de los daños producidos por la helada, debe cortarse la yema o botón longitudinalmente transcurridas 48 horas y observar.

En plena floración, puede suceder lo mismo, es decir que la flor quede estéril por los daños ocasionados al ovario y estilo.

Durante el cuajado, los daños dependen no sólo de la temperatura que se alcance, sino también del tamaño que tenga el fruto en ese momento.

Si la helada alcanza al embrión, el fruto deja de crecer y cae inmediatamente, o a las 2-3 semanas si el fruto tiene cierto tamaño.

Los daños también se pueden observar con un corte transversal a las 48 horas de haberse producido la helada.

Si la helada es débil, los daños pueden ser sólo en la piel, provocando grietas que más tarde se convertirán en manchas marrones que disminuirán su calidad comercial.

Como hemos visto, son importantes los efectos de las heladas primaverales tanto en la floración como en el cuajado del fruto. Es importante, pues, conocer el régimen de heladas primaverales en la zona de cultivo: fechas probables de las heladas, el intervalo de tiempo en las que se pueden producir y la intensidad y duración de las mismas.

Las heladas primaverales pueden clasificarse en 4 tipos:

- **Heladas de convección u olas de frío**. Provocadas por masas de aire frío con temperaturas inferiores a 0°C, acompañadas de vientos de dirección Norte-Sur. Los descensos de temperatura son intensos y rápidos, y los daños ocasionados importantes.

- **Heladas por irradiación**. Se originan por las pérdidas de calor que sufren la tierra y las plantas durante la noche.
La pérdida de calor es mayor cuando las noches son claras y despejadas, cuando no hay viento y la humedad es baja.

- **Heladas por inversión térmica**. Se debe a que el aire frío, al tener mayor densidad que el aire caliente, cae al nivel del suelo, por lo que la capa más baja es la más fría.

- **Heladas por evaporación**. Se producen en ambientes fríos y secos, y la causa es el enfriamiento que se produce al evaporarse el agua de plantas y suelo.
El calor para la evaporación se toma de la planta, con lo que ésta se enfría. La presencia de viento en estas condiciones de frío y baja humedad aumenta el riesgo de helada por evaporación.

3.1.2.1. Métodos de defensa contra las heladas

Los métodos de defensa contra heladas se pueden dividir entre directos e indirectos, según su acción sobre las mismas. Sin embargo, los mejores resultados se consiguen combinando ambos métodos.

- **Métodos indirectos**

Son aquellos que intentan evitar los efectos de las heladas, procurando que no lleguen a los niveles en que causan daños al árbol.

- Elección de especies y variedades resistentes a las bajas temperaturas.

• Elección adecuada de la zona de cultivo, teniendo en cuenta la topografía y el microclima reinante. Se evitarán las zonas encajonadas que no dejan circular el aire y las zonas despejadas de gran superficie. Con ello, se evitarán las heladas por inversión térmica.

Las mejores zonas para realizar el cultivo son las laderas de montañas bien ventiladas y orientadas al sol, y que no presentan obstáculos para el drenaje del aire.
Las zonas húmedas situadas a la sombra, poco aireadas y cercanas a cursos y acumulaciones de agua, favorecen las heladas de evaporación, que suelen ser poco intensas pero peligrosas.

• Utilización de técnicas de cultivo. El buen estado del árbol, tanto en lo que se refiere al riego como a la fertilización, poda y sanidad, favorece el vigor de la planta y, en consecuencia, su resistencia a la helada. Los árboles poco vigorosos quedan más fácilmente afectados por las bajas temperaturas.

Los terrenos lisos y compactados sin vegetación, irradian mucho menos calor que los terrenos labrados o con vegetación.
También los suelos húmedos irradian mucho menos calor que los secos, aunque los suelos húmedos pueden aumentar el riesgo de heladas por evaporación si el ambiente es seco.

• Métodos directos

Son aquéllos que pretenden mantener las condiciones ambientales por encima de la temperatura crítica de heladas.

Para ello se utilizan diversos métodos:

• Pantallas protectoras
Las pantallas están formadas por humo que, junto con el vapor de agua atmosférico, crea una niebla espesa, o directamente por una niebla artificial.
Las pantallas están situadas a poca altura del suelo y su misión es frenar la irradiación del mismo.
Para su óptima protección, no debe haber viento que se las pueda llevar y no deben ser utilizadas cerca de poblaciones o carreteras, por el peligro que comportan.
En general, son utilizadas en heladas ligeras o como complemento de otros sistemas de defensa.

• Ventiladores
Se basa en la mezcla, mediante una corriente de aire, de la capa de aire frío a nivel del suelo con la capa de aire caliente que tiene encima de ella. Con ello se consigue aumentar la temperatura de la capa más fría. Con la utilización de helicópteros se puede conseguir el mismo efecto, pero es más costoso.
Los ventiladores están accionados por motores diesel o eléctricos, y pueden estar a ras de suelo o a cierta altura.
Este método se utiliza en heladas ligeras.

• Calentamiento
Consiste en crear calor a través de la combustión de una fuente de energía. El calor puede proceder de estufas o quemadores. Existen múltiples modelos de ambos aparatos, que utilizan diversas clases de combustible.
Este sistema tiene una gran eficacia, aunque también un alto costo de inversión y funcionamiento.
En general, hay que decir que son más eficaces los aparatos con grandes chimeneas irradiantes que aquéllas de fuego libre, sobre todo si están conectadas entre sí en lugar de ser individuales.
La defensa también es más eficaz cuanto mayor es el número de aparatos, aunque éstos sean más pequeños.
Se aconseja duplicar la densidad de aparatos en los bordes de la parcela, sobre todo en el borde norte.
Los inconvenientes que presenta este sistema es la necesidad de reservar un lugar para su almacenamiento, el reparto y recogida de los aparatos, y el costo del combustible empleado.

• Riego por aspersión
Consiste en el desprendimiento de calor que se origina cuando el agua pasa de estado líquido a sólido.
El método consiste en aportar agua a la superficie del árbol mediante un riego por aspersión mientras dura la helada. El agua se solidifica sobre la vegetación, cediendo calor.
Los problemas que se originan de forma secundaria son el excesivo peso del hielo formado, que puede provocar roturas de ramas, y el excesivo encharcamiento.
En general, es el método de defensa más seguro, más cómodo y más versátil ya que, aunque el equipo y la instalación tienen un alto costo, tras unas ligeras adaptaciones pueden utilizarse para el riego normal del cultivo, lo que favorece la amortización del conjunto.

3.1.3. Temperaturas estivales

Estas temperaturas comprenden el intervalo de tiempo que va desde finales de primavera hasta inicios de otoño, es decir las temperaturas alcanzadas durante el período de actividad vegetativa, después de la floración.
Por lo general, los frutales vegetan en intervalos de temperaturas estivales muy amplios, aunque las temperaturas óptimas de adaptación se dan en intervalos más reducidos.
Durante el período estival, rara vez se dan temperaturas por debajo de 0°C. Sin embargo, lo que sí sucede en alguna ocasión es que las temperaturas sean más bajas de lo normal para la estación. La consecuencia más grave es la pérdida de tamaño de los frutos y la disminución de su valor comercial, a lo que se añaden el retraso en las fechas de maduración y un menor desarrollo vegetativo del árbol en general.
Un problema más frecuente son las altas temperaturas estivales cuando éstas superan los 30°C en ambientes secos y con altas insolaciones.

Debido a ello se pueden presentar los siguientes síntomas:

• Disminución de la actividad fotosintética a partir de 30°C
• Parada vegetativa de verano, con valores de 32-36°C de temperatura

Con valores superiores, llamados **olas de calor**, se origina el asurado de las hojas y brotes que, por deshidratación, pierden el agua de sus tejidos, se marchitan, atabacan y necrosan, con lo que los árboles se defolian temporalmente. El asurado o golpe de sol también puede ser provocado por una excesiva insolación o por un ambiente muy seco.
En momentos próximos a la recolección, las altas temperaturas son desfavorables para la coloración de los frutos, que se consigue por contrastes de temperaturas entre el día y la noche.

3.2. HUMEDAD Y PLUVIOMETRÍA

Para mantener un desarrollo vegetativo normal y una máxima producción, los frutales necesitan disponer de un adecuado nivel de humedad en el suelo de cultivo.
El agua necesaria para mantener este nivel de humedad en el suelo proviene principalmente de las lluvias. Así, pues, la pluviometría es un factor climático clave para el desarrollo y la producción de los frutales.
La **falta** de agua en el suelo conlleva una disminución de la fotosíntesis y ello, a su vez, un descenso en el desarrollo del árbol. También puede provocar un período más largo de parada estival e, incluso, la muerte del árbol si la falta de agua es muy grave y prolongada.

Otros efectos de la falta de agua son:

• Disminución del rendimiento en el proceso de inducción floral.
• Descenso de la producción, con menor tamaño y peso del fruto.
• Descenso de la calidad, con peor color y aspecto general del fruto.

Las limitaciones ocasionadas por la lluvia no sólo se refieren a la cantidad caída anualmente, sino también a su distribución en el tiempo.
Podrían considerarse cubiertas las necesidades de agua de los frutales con lluvias superiores a los 700 mm de agua anuales.
Las necesidades de agua son muy variables, no sólo dependiendo de la especie, sino también de su estado fenológico. En general, se puede decir que aquellos frutales de maduración temprana tienen una exigencia menor en agua que aquéllos que tienen una maduración tardía, disminuyendo después de la recolección las necesidades generales de agua del árbol.

Se diferencian 2 tipos de cultivo en función del riego:

• **Cultivo de secano**: cuando los frutales pueden vegetar y producir una cosecha aceptable aprovechando sólo el agua de lluvia.

• **Cultivo de regadío**: cuando se realiza una aportación suplementaria de agua con el riego.

Cabe citar los daños producidos de forma ocasional por lluvias. Éstos se centran principalmente en la época de floración. Si coincide con ésta un período continuado de lluvias, la polinización y fecundación de las flores se ve afectada.



Distribución mundial de la precipitación. Obsérvese que algunas de las zonas desérticas han sido transformadas en regiones productoras de frutos debido al desarrollo del riego. Las zonas se definen por su precipitación en mm.

Las razones principales de ello son:

- Los insectos y abejas no vuelan en tiempo lluvioso.
- El polen es arrastrado al suelo y, además, desaparece de los estigmas de las flores por el efecto del agua.
- Disminuye la temperatura, por lo que el proceso de polinización y fecundación es más lento.
- En lluvias intensas, la flor queda destruida.

Las lluvias también pueden ocasionar daños en el fruto. Después de un período de sequía, una absorción intensa de agua provoca un agrietado en las epidermis no demasiado elásticas. Estas grietas son vías de acceso para los hongos, que descompondrán el fruto.
Si las grietas son muy pequeñas, pueden suberificar cicatrizando sin más daños, pero formando manchas acorchadas de color marrón. Este aspecto de piel de patata se conoce como **russeting**.
Existen otras causas que pueden provocar este aspecto, como las heladas ligeras en las primeras fases del desarrollo del fruto, enfermedades producidas por virus, carencias de determinados nutrientes o algunos productos químicos utilizados en los tratamientos filosanitarios.
Las lluvias intensas pueden provocar la caída del fruto o el encharcamiento del terreno, lo cual conlleva problemas de asfixia radicular. La gravedad de estos problemas depende de la resistencia de cada especie a este estado.
Un nivel alto de humedad en el ambiente, favorece la propagación e intensidad del ataque de enfermedades criptogámicas y bacterianas.
En períodos húmedos, los hongos se convierten en un verdadero problema. Por el contrario, en períodos secos, el problema lo ocasionan principalmente los ácaros.

Mejor renovación anual en las formas lobuladas
La iluminación e insolación en las formas lobuladas (A) es mejor que en las globosas puras (B), por lo que su producción es mayor y de mejor calidad. Sus posibilidades de renovación vegetativa también serán mejores.



3.3. LUMINOSIDAD

Las especies frutales vegetan y fructifican en un amplio intervalo de luminosidad. Valores por debajo o por encima de este intervalo ocasionan efectos negativos en los árboles. La necesidad de luz depende de la época del año pero, en general, los frutales son exigentes en luminosidad, por lo que se desarrollan mejor en climas soleados y luminosos.

La radiación solar incide claramente en la fotosíntesis y, a través de ésta, en el crecimiento vegetativo del árbol, en la inducción floral y en el tamaño, color y composición del fruto. Todo ello determina la cantidad y calidad de la producción.
Cuando la luminosidad no llega a los valores mínimos requeridos por el frutal, la actividad fotosintética disminuye y, en consecuencia, también el crecimiento y desarrollo.
La falta de luz afecta también a la inducción y diferenciación floral, y a la propia floración y fructificación.
Disminuye la cosecha en el interior de la copa, el tamaño de los frutos es menor y el color es más tenue, debido a la débil formación de pigmentos por falta de luz.
La falta de luz condiciona la elección de la variedad a cultivar, aconsejándose variedades de color verde o amarillo. También condiciona el tipo de poda, aplicándose formas planas para aprovechar al máximo la insolación.
Los excesos de insolación coinciden normalmente con temperaturas altas y ambiente seco, lo que agrava los daños ocasionados:

- En los **frutos** se destruyen los pigmentos, oscureciendo la coloración. Un efecto característico es la chapa de color que se observa en la cara soleada del fruto, debida a una excesiva insolación. Se observa sobre todo en ciruelas, manzanas y peras.

- En la **vegetación** ocasiona marchitez, desecación, necrosis y defoliación. Esto se conoce como golpe de sol o de calor. Se observa principalmente en las mismas especies antes citadas.

- En la **madera** son altamente peligrosas. Se forman grandes ulceraciones, a veces profundas, de muy difícil cicatrización. Para su recuperación, se realizará el mismo tratamiento que para los daños producidos por heladas. Una práctica eficaz para la protección del tronco es el encalado. Esta operación protege, por un lado, la madera del sol y, por el otro, evita plagas y enfermedades.

3.4. ACCIDENTES CLIMÁTICOS

Los principales accidentes climáticos son el viento, el granizo, el pedrisco y la nieve.

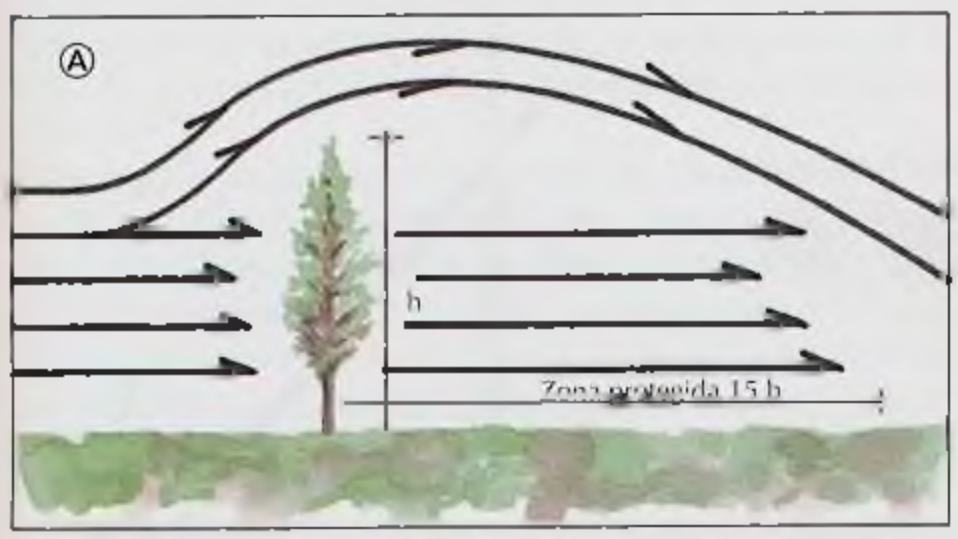
3.4.1. Viento

El viento, cuando alcanza y supera una intensidad apreciable, crea dos tipos de efectos negativos.

- **Efectos mecánicos**. Ocasionan daños en flores, frutos, hojas y ramas. Estos elementos pueden ser arrancados, batidos o golpeados por la intensidad del viento.

Otro efecto mecánico se observa en plantaciones jóvenes en zonas de vientos dominantes. La inclinación del tronco y capa es deformada, quedando el árbol desequilibrado.
En relación con las técnicas de cultivo, la presencia de viento dificulta la aplicación de tratamientos sanitarios y la distribución del riego por aspersión.

Barrera permeable



Barrera impermeable



Barrera desguarnecida en la base



Las barreras cortavientos tienen dos características principales, la combinación de las cuales determina la franja protegida.

• **Altura**. Su acción es más eficaz cuanto más alta sea. Por ello, las más utilizadas son las barreras vivas, ya que las inertes rara vez llegan a superar los 3 metros.

• **Permeabilidad**. Estudios experimentales han demostrado que son más eficaces las semipermeables que las impermeables, ya que éstas provocan la formación de remolinos detrás de ellas.

Inconvenientes de los cortavientos:

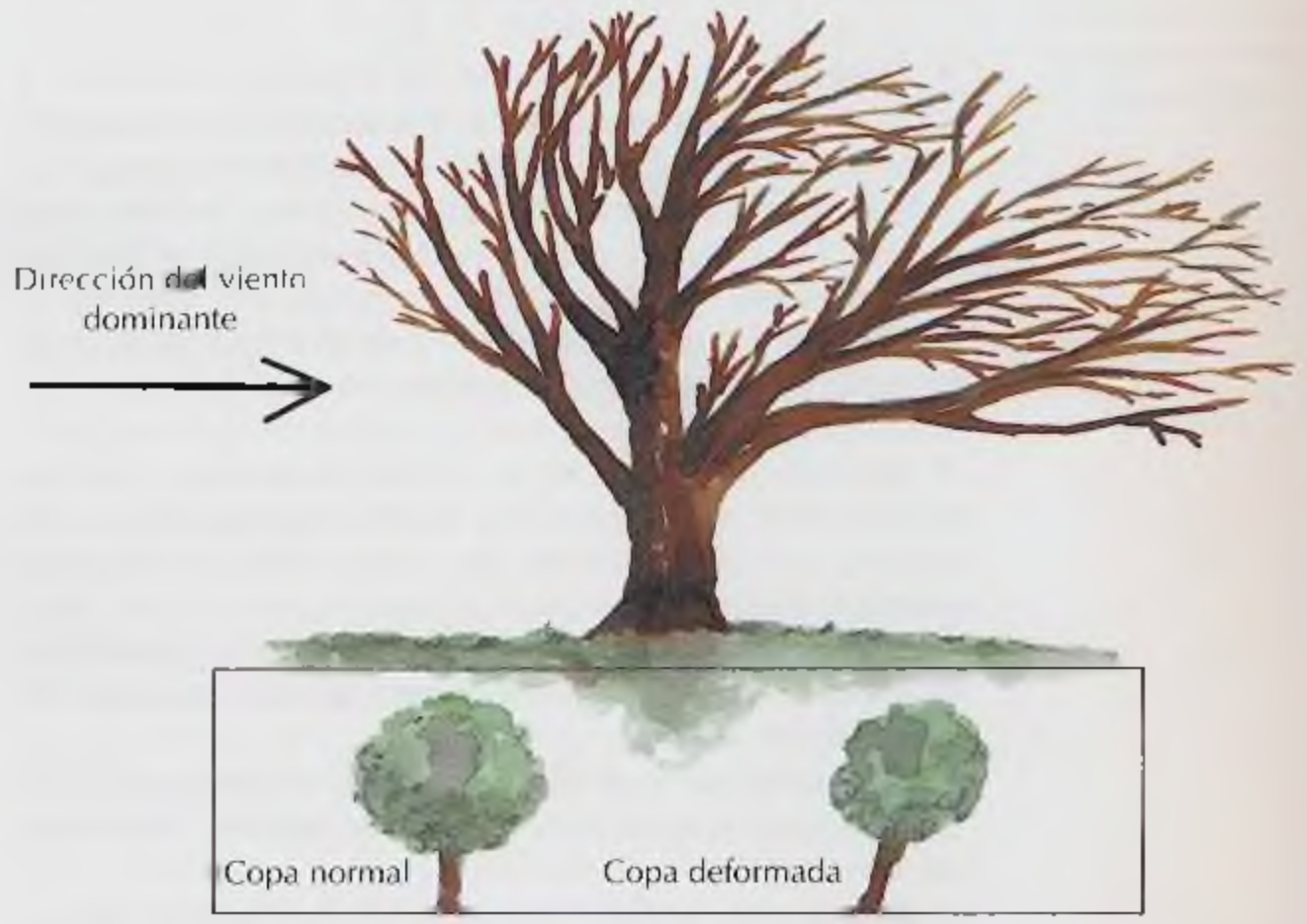
• Pérdida de superficie agrícola útil. Esta pérdida se reduce utilizando especies de porte fusiforme y emplazándolas en caminos de servicio, acequias o lindes.
• Competencia radicular de la barrera viva con los frutales, generalmente porque la barrera está compuesta por especies rústicas. Para disminuir esta competencia, se realizarán subsolados paralelos al seto, de 1 m de profundidad. Con ello se reducirá la entrada de raíces al terreno de cultivo. Se acompañará de un riego y abonado similar al de los frutales.
• Sombreo de la barrera sobre la plantación. Naturalmente, depende de la orientación de la barrera cortavientos.
• Aumento de las enfermedades criptogámicas, debido a la mayor humedad ambiental, y de las plagas que se refugian en el cortavientos.

Diversos efectos defensivos conseguidos con diferentes tipos de barreras cortavientos:
A/ La barrera permeable filtra el viento, disminuyendo su velocidad, y consigue una defensa eficaz en una franja de 15 a 20 veces la altura de la barrera.
B/ La barrera impermeable provoca la aparición de remolinos. La defensa es menos eficaz.
C/ Las barreras desguarnecidas en la base no consiguen frenar eficazmente el viento. La defensa es mala.

• **Efectos fisiológicos.** En relación con la floración, el viento anula el vuelo de insectos y abejas, con lo cual la polinización se hace imposible.
Una de las causas más importantes del llamado golpe de sol o calor es la existencia de vientos cálidos y secos.
Otro efecto fisiológico es el aumento de la transpiración: el árbol pierde agua rápidamente y se deshidrata, con la consiguiente desecación, defoliación y debilitamiento general. Si la plantación está cerca del mar, el problema es el viento salino, que provoca fitotoxicidad en los árboles, con lo que el desarrollo se reduce.
La principal defensa contra los efectos mecánicos de este factor climático son los cortavientos o barreras cortavientos. Éstos, además, disminuyen la evapotranspiración, ahorrando agua de riego. Su instalación ha de ser transversa a la dirección dominante, con la finalidad de filtrar el viento para reducir su velocidad.

Los cortavientos pueden ser de 2 clases:

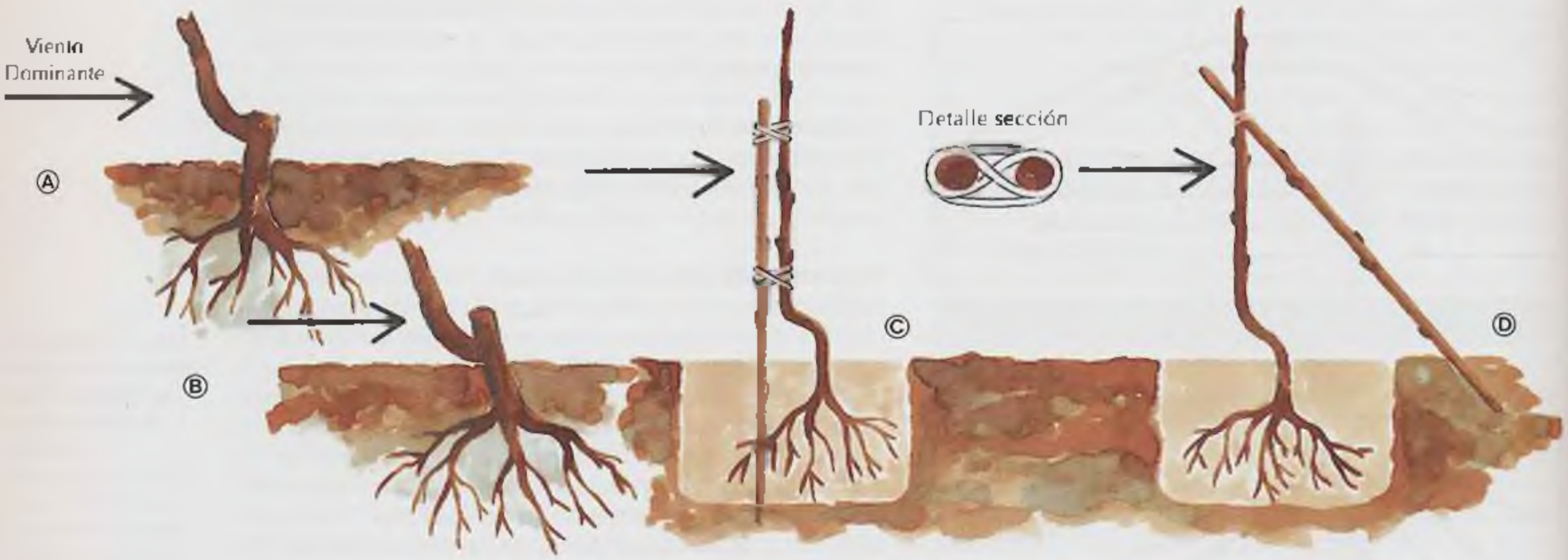
• **Inertes.** Son aquéllos formados por material no vivo, bien sean de obra, cañizo o mallas de plástico.
• **Vivos**. Son aquéllos formados generalmente por árboles de desarrollo vertical.



Efectos mecánicos del viento
El viento dominante deforma las copas de los árboles, tendiendo a desequilibrar la ramificación y a inclinar el tronco.

• Cuando más necesita la plantación la acción de la barrera es durante los primeros años, cuando la barrera también es joven. Para ello, se tendría que plantar la barrera unos cuantos años antes o colocar árboles de cierto tamaño.
• Aumento del riesgo de heladas de irradiación en primavera y de las temperaturas en verano.

Casos especiales son los vientos cálidos. Cuando soplan, la colocación de barreras puede aumentar los daños. En el caso de vientos salinos, la mejor barrera es la impermeable.



Formas de compensar los efectos del viento
A y B/ En las nuevas plantaciones sometidas a vientos frecuentes, el "cayado" del injerto debe dirigirse contra el viento para evitar roturas, e inclinarlo ligeramente para compensar el efecto del mismo.
C y D/ Diversas formas de "entutorado" contra el viento, en árboles jóvenes.

Las especies utilizadas como barreras cortavientos deben reunir una serie de características como son:

- Crecimiento rápido y vertical
- Gran altura
- Forma fusiforme
- Rústicas, robustas, de fácil adaptación
- Sistema radicular no invasor
- Vegetación no muy densa y persistente
- Madera aprovechable y de difícil rotura

Citaremos algunas especies adecuadas para la formación de barreras cortavientos:

- **Álamos y chopos**. Suelen dar buenos resultados y su madera es aprovechable. Presentan las características de ser sensibles al frío y exigentes en agua.
- **Abedul**. Se utiliza en regiones húmedas de clima suave. Es un árbol poco resistente al frío, a las altas temperaturas y a la sequía.
- **Eucalipto**. De gran altura y crecimiento rápido. Su madera es aprovechable, pero es muy invasor y de madera frágil.
- **Tamarisco**. Es resistente al frío, al calor y a la salinidad. Por ello se utiliza en zonas marítimas. Se adapta a cualquier tipo de suelo, pero no alcanza mucha altura.
- **Ciprés** *(Cupressus sp.)*. Su uso está muy extendido. Es de hoja persistente y buena altura, aunque de crecimiento lento.
- **Chamaecyparis**. Utilizado en zonas húmedas. No resiste la sequía ni los ambientes cálidos. De buena altura y espesor.
- **Cupressocyparis**. Poco resistente a la sequía y a los ambientes cálidos. Es más vigoroso que las anteriores coníferas y de crecimiento más rápido.
- **Thuya**. Es más resistente al calor y a la salinidad que Chamaecyparis, aunque de menor crecimiento en altura y de desarrollo lento. Forma setos muy compactos.
- **Aligustre**. Rústico, sensible a la sequía y resistente al frío. Da barreras compactas de poca altura, pero de rápido desarrollo.
- **Falso laurel o laurel real**. Rústico y resistente al frío. De poca altura, pero de seto compacto.
- **Laurel rústico**. Compacto y exigente en humedad.
- **Caña común**. Rústica y resistente a la sequía, aunque forma barreras no muy altas. Es una planta invasora y lleva consigo un alto riesgo de incendios en otoño.
- **Bambú rústico**. Poco exigente en humedad y sensible a las bajas temperaturas y a la sequía. Forma barreras más altas que la caña común, aunque es de implantación más lenta. También es invasora y difícil de eliminar posteriormente.

3.4.2. Granizo y pedrisco

Tanto el granizo como el pedrisco son fenómenos climáticos asociados a tormentas, por lo general de primavera y verano, después de fuertes calores y ambiente en calma.
Suelen acompañar a las tormentas vientos fuertes y lluvias intensas que agravan los daños ocasionados, siendo las pérdidas irreparables.
El granizo es la precipitación formada por granos esféricos de hielo con un diámetro de 2 a 5 mm. Cuando el diámetro es superior y los trozos irregulares, se habla de pedrisco.
Cuando una plantación resulta afectada tanto por el granizo como por el pedrisco, las consecuencias son, por lo general, funestas.
La gravedad de los daños depende del tamaño del grano, de la velocidad de caída y de la duración del fenómeno.
Así, puede haber heridas por el impacto tanto en hojas como en frutas, o la total desfoliación y caída de fruto. La corteza del árbol también se resiente de los impactos y la planta, en general, se debilita.
Los frutos dañados pierden su valor comercial y la madera afectada deberá ser podada para renovarla.
Un problema secundario que se presenta es el aumento de enfermedades criptogámicas que, gracias a la alta humedad y a las heridas ocasionadas, encuentran una vía rápida de acceso al árbol.
Las medidas tomadas una vez se han ocasionado los daños son de poca eficacia, ya que éstos son irrecuperables. Por ello, lo más efectivo es la lucha directa anti-granizo aplicada de forma preventiva.
Esta lucha pretende, sobre todo, reducir al máximo los daños que se pueden ocasionar. Para ello, se intenta que se formen el mayor número de granizos de tamaño más pequeño y con una velocidad de caída menor.

La lucha consiste en alterar la evolución normal de formación de la nube de tormenta, colocando en su interior una gran cantidad de núcleos de congelación.
Estos núcleos son partículas sólidas que pueden ser de naturaleza variada, pero lo importante es que consiguen que el agua de la nube se solidifique alrededor de las mismas. Como hay una gran cantidad de núcleos, éstos son de menor tamaño y su energía disminuye.

Las partículas sólidas utilizadas para este fin son:

- *Yoduro de plata*. Es el más utilizado.
- *Yoduro de plomo*. Más barato que el anterior, pero también más contaminante.
- *Ácido clorosulfónico*.

Para la siembra de los núcleos en la nube existen varios métodos:

- **Quemadores de carbón**. El quemador está formado por dos tubos metálicos concéntricos. El carbón de coque se introduce en el tubo interior. Este carbón está impregnado con una solución del 2% de yoduro de plata.
Al quemar el carbón, pone al rojo el cilindro interior sublimando el yoduro de plata que origina decenas de miles de núcleos de congelación que pasan al aire. Es el método más barato de los conocidos y cada quemador cubre una zona de 10-20 Km^2.

- **Generadores de yoduro de plata**. El aparato es parecido al anterior, siendo el tubo interior una chimenea en cuya cámara de combustión se inyecta, con una lanza inyectora, una solución de yoduro de plata en acetona. Los núcleos de congelación son propulsados a través de la chimenea a la atmósfera por un ventilador.
La zona cubierta es mayor que en los quemadores, alcanzando unos 50 Km^2, pero su instalación y mantenimiento son más costosos.

- **Cohetes**. Los cohetes utilizados para este fin son de 2 tipos:
  - *Cohetes granífugos*. Explotan en el centro de la nube emitiendo ondas sonoras de alta energía que disgregan los granizos en formación, haciéndolos precipitar en forma de agua o de granizo blando.
  - *Cohetes químicos*. Explotan rompiendo unas ampollas a determinada altura. El compuesto químico que llevan forma núcleos de congelación que se dispersan en la zona elegida de la nube.

El primer tipo de cohete sólo es eficaz en tormentas de poca importancia y el segundo, además de ser más costoso, sólo es eficaz como método complementario al uso de generadores en el suelo.

- **Aviones**. La utilización de aviones es el método más sofisticado que se conoce. Para su funcionamiento, se debe disponer de una red de radares meteorológicos que localicen y definan las características de las nubes en formación y la magnitud de la tormenta.
La información obtenida se analiza y se toman las medidas necesarias para la lucha, utilizando generadores o bien cohetes instalados en el propio avión.
Este método exige un alto costo y un gran equipamiento, además de personal especializado.

- **Empleo de redes o mallas de plástico**. Estas redes se colocan en estructuras fijas y cubrirán el cultivo mientras dure el período de riesgo de tormentas.
Las redes evitan el impacto directo del granizo sobre el árbol, reduciendo los daños.
Es un método caro, ya que las superficies de frutales a cubrir son grandes y la cantidad de soportes alta. Además, el montaje y retirada encarecen aún más la estructura.
Se utiliza sólo para pequeñas superficies de alto rendimiento.



3.4.3. Nieve

En general, salvo casos determinados, se podría decir que la nieve es un factor climático beneficioso, ya que alivia los fríos intensos al aportar humedad al suelo y evitar que éste se congele.
El problema pueden ocasionarlo las heladas tempranas durante el otoño, cuando el árbol aún no ha perdido la hoja, o también en zonas en las que se cultivan frutales de hoja persistente, como el olivo o los cítricos en general.
El problema ocasionado en los árboles de hoja persistente es por sobrecarga de nieve en la copa, lo que origina roturas en las ramas, o del árbol entero si la carga es excesiva.
El daño ocasionado puede ser mayor si, después de nevar, el frío se mantiene de forma intensa. Esto retrasa el deshielo y alarga el tiempo en que la carga adicional se mantiene sobre el árbol.
Otro problema grave lo constituyen las nevadas intensas seguidas de fríos fuertes que congelan la nieve a nivel del suelo. Ello conlleva la congelación del cuello del árbol, lo que ocasiona el anillado del tronco en su parte baja y la casi segura muerte del frutal.
La solución para evitar sobrecargas importantes en el árbol es la técnica de poda aplicada a priori. Debe tenderse, en zonas de riesgo de nevadas, a copas más lobuladas y a esqueletos piramidales más robustos.
Para prevenir el problema de congelación del cuello del árbol, es una práctica corriente realizar un aporcado otoñal antes del período de nevadas. Con ello se protegen tanto la parte más baja del árbol como las raíces.

4. EL SUELO

El suelo proporciona al árbol frutal los elementos minerales y el agua que necesita para su desarrollo. Además, actúa de soporte y anclaje para el sistema radicular.
El suelo es una mezcla compleja de minerales, materia orgánica y organismos vivos, en actividad constante (ver tema 1: Suelos, abonos y materia orgánica).
Entre los elementos que forman el suelo, se pueden distinguir los siguientes:

Abajo en la siguiente página:
Batidor hidráulico para la recolección de la aceituna

- **Elementos minerales** de tamaños y composición muy variados. Esta parte constituye el 45-50% del volumen total del suelo.
- **Materia orgánica** formada por residuos animales y vegetales, en distintos grados de descomposición. Esta parte es mucho más pequeña, del orden del 0,5-5% del suelo.
- **Aire** en una composición parecida a la de la atmósfera y **AGUA**, ambas en proporciones variables dependiendo del tipo del suelo, pero ocupando la mitad del volumen total de éste.
- **Seres vivos,** como las bacterias, algas, hongos, gusanos, lombrices e insectos que pueblan el suelo.

El tipo de suelo es importante a la hora de determinar la plantación de una u otra especie.
Así, las características principales del suelo que afectan directamente sobre los cultivos y deben ser tenidas en cuenta son:

- Profundidad
- Permeabilidad
- Contenido en caliza y valor del pH
- Fertilidad
- Salinidad

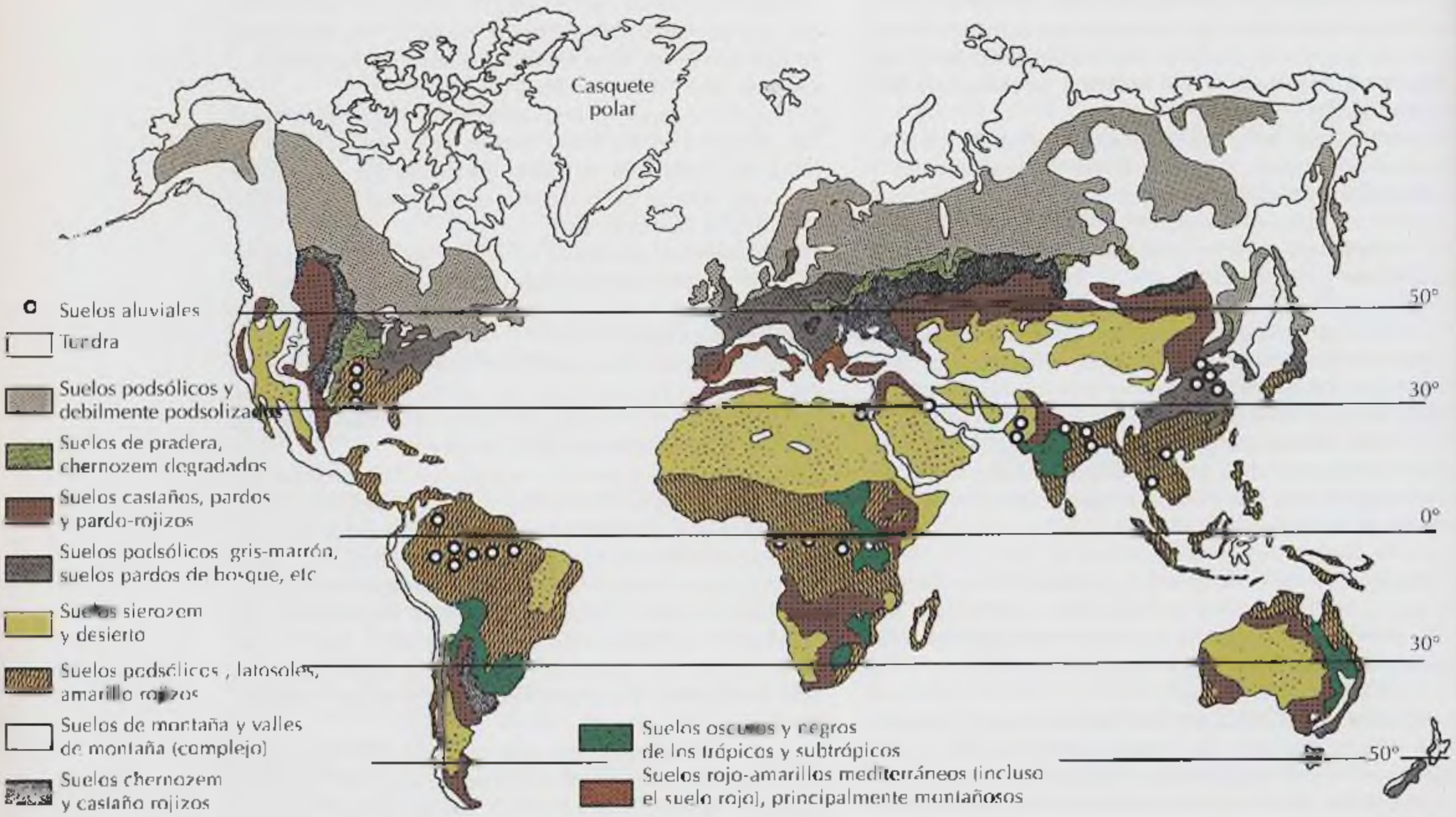
Todas estas características vienen, a su vez, determinadas por las características físicas, químicas y biológicas de cada tipo de suelo.

4.1. PROFUNDIDAD

La profundidad se define como el espesor de suelo que las raíces del frutal pueden explorar sin límite alguno.
De forma general, se considera suelo limitante para el desarrollo del frutal aquél que tiene menos de 50 cm de profundidad libre. El límite está situado a 1 m, siempre que la fertilidad del suelo sea suficiente.
En general, cuanto más profundo sea el suelo, tanto mejores serán las condiciones en que se desarrollarán las raíces. La distribución de las mismas puede estar limitada por diversos factores:

- **Factores mecánicos,** como la existencia de roca madre o de un horizonte muy compacto, que impiden a las raíces atravesarlos.
- **Factores químicos,** como la presencia de un horizonte fitotóxico muy salino o muy alcalino que impide el crecimiento de la raíz en el mismo.

Principales grupos de suelo del mundo
Se puede cultivar una gran variedad de frutales de hoja caduca si tienen un pH y profundidad adecuados y un buen drenaje interno. El suelo de muchos desiertos se puede utilizar en regadío, si su contenido de sal no es excesivo. (según USDA)



• **Factores fisiológicos**, como la existencia de horizontes muy húmedos o capas freáticas que provocan falta de aireación y asfixia radicular.

Las soluciones a estas limitaciones son difíciles, y en el caso de la existencia de roca madre o de horizontes salinos o calizos, el problema no tiene solución. Cuando la limitación es por un horizonte compacto, su eliminación será factible, dependiendo del grosor y dureza de dicho horizonte.
Si el horizonte es muy húmedo o existen capas freáticas, la solución es la instalación de un sistema de desagüe o drenaje. Pero en este caso, la inversión suele ser tan alta que no se puede conseguir que sea rentable.

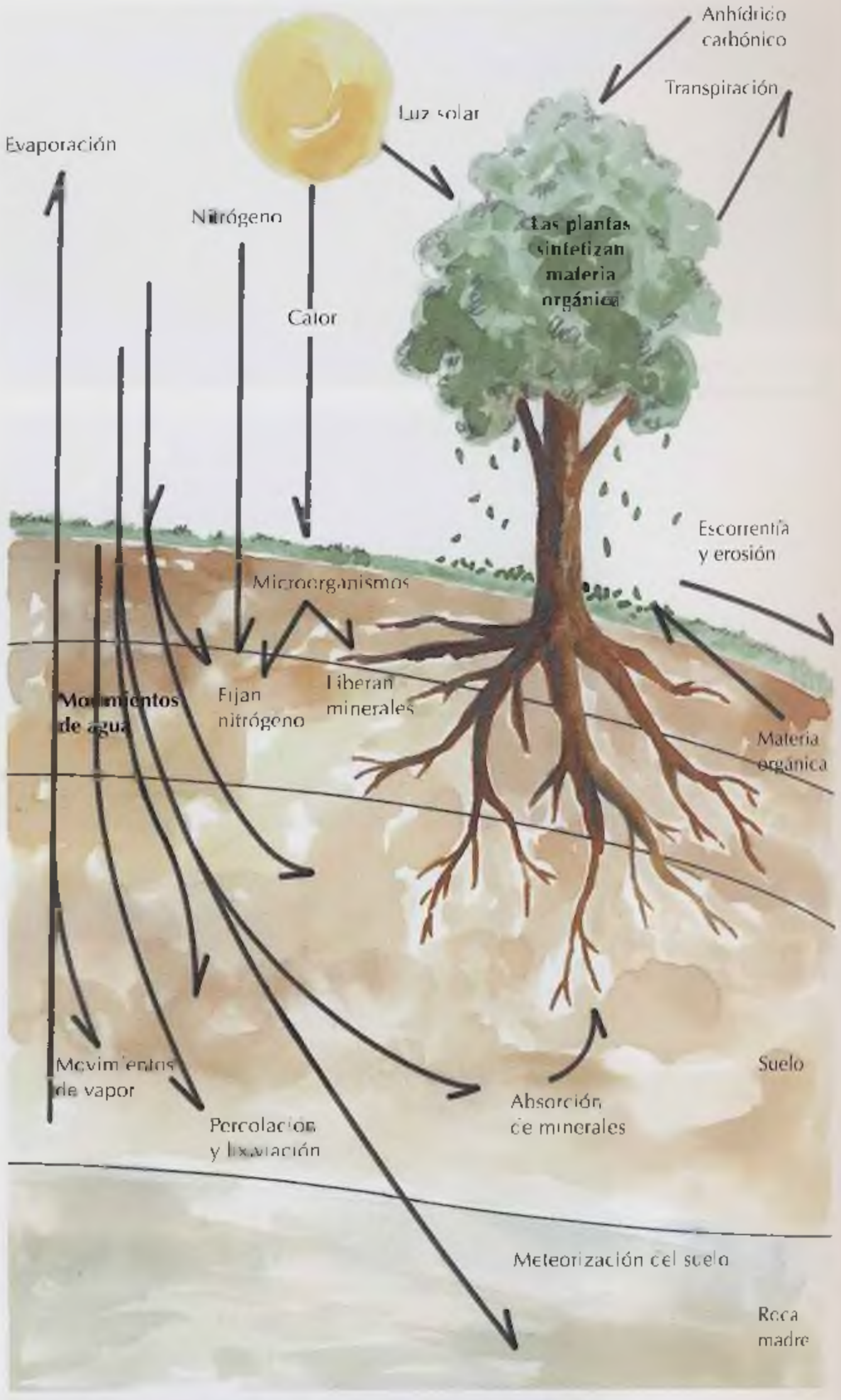
4.2. PERMEABILIDAD

Este factor condiciona el movimiento del agua en el suelo y, en consecuencia, la cantidad de oxígeno disponible a nivel radicular.
La permeabilidad mide la velocidad de penetración del agua en un suelo determinado. Se admiten valores de 5 y 15 cm/h. Los valores por debajo de 5 cm son propios de suelos arcillosos y pesados, con problemas de asfixia radicular. Aquéllos superiores a 25 cm son demasiado arenosos y poco fértiles, debido al continuo lavado de nutrientes.

La falta de permeabilidad puede estar ocasionada por:

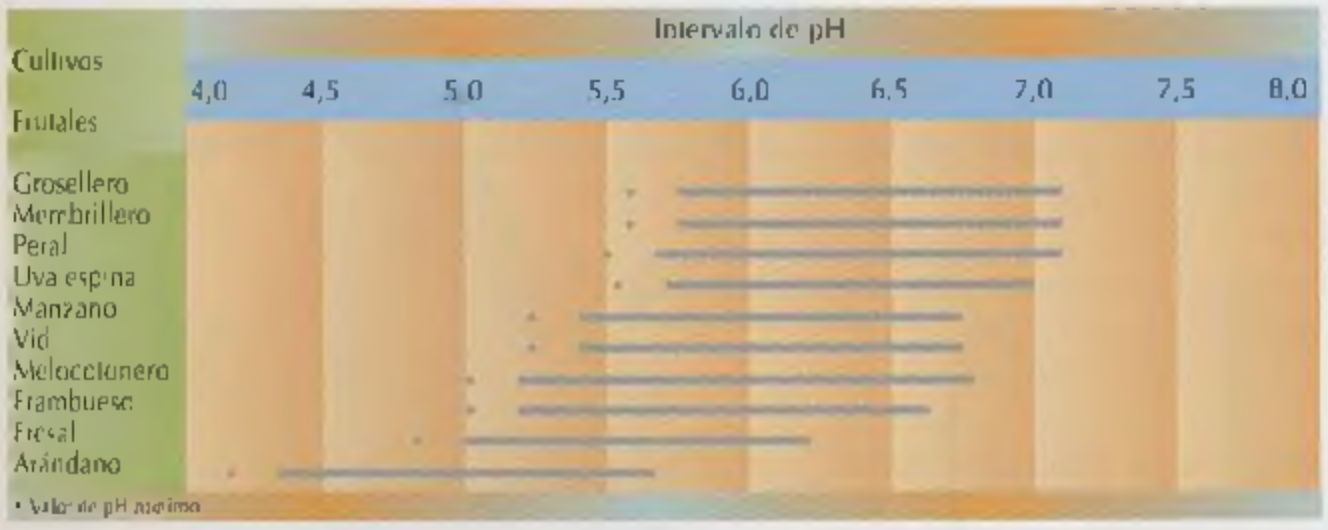
- *Presencia de un horizonte impermeable*
- *Presencia de suela de labor originada por el cultivo*
- *Textura demasiado arcillosa o limosa*
- *Estructura continua*

La asfixia radicular es consecuencia de la escasez de O_2 en el suelo. Inicialmente mueren, por esta razón, las raíces más finas, afectándose después las más gruesas pudiendo llegar a dañar todo el sistema radicular y ocasionar posteriormente la muerte del árbol.
Si los daños no son muy graves el sistema radicular puede regenerarse sobre todo si se mejoran las condiciones del suelo causantes de esta asfixia.
En la parte aérea, el árbol puede manifestar clorosis y deprimirse lentamente con la pérdida de hojas y frutos, o bien morir en pocos días si la asfixia radicular es total.
Los problemas de asfixia son siempre graves y, muchas veces, irreversibles.





Proceso que tiene lugar en el suelo y su relación con el árbol *Las plantas absorben agua y minerales del suelo para combinarlos con el anhídrico carbónico del aire y sintetizar sustancias orgánicas. La mayor parte de esta materia orgánica vuelve al suelo descomponiéndose y liberando nutrientes que comienzan un nuevo ciclo.*



Valores de pH para diversos frutales

4.3. CONTENIDO DE CALIZA Y pH

El calcio es un elemento importante en la nutrición de las especies frutales, y alcanza contenidos elevados en los distintos órganos leñosos y hojas.
En general, todas las especies necesitan, como mínimo, entre 2-6 % de calcio activo en el suelo.
Unos altos niveles de calcio provocan malas propiedades físicas en el suelo, disminuyendo la estabilidad y la estructura, y favoreciendo la formación de costra superficial y suela de labor.
En el árbol, el exceso de calcio se traduce en la aparición de los síntomas de una clorosis férrica, con amarillamiento de las hojas, mientras los nervios permanecen verdes hasta llegar, en los casos más graves, a la necrosis total de la hoja y a su caída. Todo ello conduce al debilitamiento general del árbol y, como extremo final, a su muerte.
La clorosis férrica se produce al no disponer la planta de hierro suficiente para la síntesis de clorofila, por lo que ésta disminuye de forma importante.
En suelos calizos o con pH alto y, peor aún, en suelos en los que se combinan ambas circunstancias, el hierro, aunque presente, está insolubilizado, por lo que no le es útil a la planta.
En estos casos, lo importante no es el nivel de caliza total que se encuentra en el suelo, sino el nivel de caliza activa.
La caliza activa es el calcio en estado soluble en el suelo, y es el causante del bloqueo de hierro en el terreno.
No existe ninguna relación entre los valores de caliza total y activa. Así, en suelos con altos niveles de carbonatos totales (más del 40%) pueden existir bajos niveles de caliza activa y, por lo tanto, no haber peligro de clorosis férrica.
Ya se ha comentado que el bloqueo de hierro puede producirse en suelos que, no siendo demasiado calizos, tengan un pH alcalino, con valores por encima de los 7,5, siendo grave el problema en suelos marcadamente calizos con pH elevado.
Las especies frutales presentan distintas tolerancias a los problemas por clorosis férricas. Entre las especies más resistentes a suelos calizos, encontramos el almendro, el olivo y la vid, que vegetan en suelos con el 30% de cal activa.
Entre los frutales más sensibles, encontramos el peral sobre membrillero, y el melocotonero sobre franco, apareciendo clorosis a niveles de caliza activa del 6% y pH de 7,5.
Por otro lado, los síntomas de carencia de calcio son la falta de solidez de la madera, la necrosis en los ramos, la floración débil, la sensibilidad a los chancros y el bitter pit.

En la página siguiente, arriba: Sensibilidad a la salinidad de diferentes especies frutales. Debajo: Valores de la salinidad del suelo. Se expresan éstos como conductividad eléctrica (disolución del suelo en agua) en mmhos/cm.

En relación al pH, las diversas especies frutales se adaptan bien a un intervalo bastante amplio, entre el 6 y 7,8.
Los valores inferiores a 6 no son favorables para la actividad de las raíces. El contenido de calcio, magnesio y potasio es muy bajo, y la actividad microbiana se reduce, así como la asimilación del nitrógeno.

4.4. FERTILIDAD

La fertilidad del suelo es un concepto difícil de definir. Se entiende como el conjunto de características del suelo que permiten obtener producciones máximas, siendo las condiciones climáticas y agronómicas adecuadas.
Pero en la práctica, la influencia de otros factores es tan importante que es difícil definir las características que determinan la fertilidad.
En general, se puede decir que las características que mejor permiten definir la fertilidad del suelo son:

• Contenido en materia orgánica
Las especies frutales viven en suelos de muy variable contenido en materia orgánica. Los niveles más adecuados son entre 2 y 4% de materia orgánica en cultivos de regadío, y entre 1 y 2% en cultivos de secano.
En suelos con más del 4% de materia orgánica, algunas especies de frutales pueden verse afectadas por enfermedades de origen criptogámico a nivel radicular, o por problemas de insolubilidad de algunos nutrientes.

• Contenido en nutrientes
En el suelo encontramos oxígeno, hidrógeno y carbono procedentes del agua o del aire. Pero para la nutrición del árbol, se necesitan otros elementos minerales que el suelo debe suministrar. Éstos se dividen en 2 grandes grupos según la cantidad necesitada:

• *Macroelementos*, de los que se precisan cantidades relativamente altas: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio.
• *Microelementos u oligoelementos*, de los que se precisan cantidades mucho más bajas: hierro, cinc, cobre, manganeso, molibdeno, boro y cloro.

El azufre y calcio no presentan problemas, ya que suelen encontrarse en el suelo.
Los problemas de fertilidad son normalmente los más fáciles de solucionar, una vez han sido definidos.
La aplicación de enmiendas y fertilizantes es la forma más lógica de resolver estos problemas, aunque debe siempre tenerse en cuenta el factor económico que implica y que, en suelos pobres, puede ser muy alto (ver Tema 1: Abonos).

4.5. SALINIDAD

Es importante conocer el peligro de salinidad, bien sea ésta inherente al suelo o bien debida al riego con aguas salinas.
En general, las especies frutales son muy sensibles a este factor, por lo que es un factor limitante importante.

Especies de buena tolerancia
(2 g/l de ClNa)

Algarrobo	*(Ceratonia siliqua)*
Palmera datilera	*(Phoenix dactylifera)*
Pistacho	*(Pistacia vera)*

Especies de tolerancia media
(entre 1 y 2 g/l de ClNa)

Olivo	*(Olea europaea)*
Vid	*(Vitis vinifera)*
Higuera	*(Ficus carica)*
Granado	*(Punica granatum)*

Especies sensibles
(< 1 g/l de ClNa)

Albaricoquero	*(Prunus armeniaca)*
Almendro	*(Prunus amygdalus)*
Membrillero	*(Cydonia japonica)*

Especies muy sensibles
(<0,5 g/l de ClNa)

Melocotonero	*(Prunus persica)*
Peral	*(Pyrus communis)*
Manzano	*(Malus pumila)*
Ciruelo	*(Prunus domestica)*
Agrios	*(Citrus sp.)*
Níspero	*(Eriobotrya japonica)*
Pacano	*(Carya illinoensis)*
Nogal	*(Juglans regia)*
Aguacate	*(Persea americana)*
Pomelo	*(Citrus grandis)*

Conductividad eléctrica en el extracto de saturación del suelo Expresado en milisiemens/cm a 25°C.	Salinidad del suelo	Desarrollo de los cultivos
0 - 2	Ninguna	Normal para todos los cultivos.
2 - 4	Escasa	Son afectados algunos cultivos muy sensibles
4 - 8	Moderada	Son afectados la mayoría de los cultivos. Sólo se desarrollan las plantas tolerantes
8 - 16	Alta	Sólo se desarrollan las plantas muy tolerantes

Un planteamiento simple permite valorar el riesgo en función del contenido de cloruro sódico en el extracto salino del suelo expresado en g/l.
Aunque el cultivo de frutales en zonas de alta salinidad no tiene interés, en algunos casos determinados portainjertos muestran mejor adaptación y mayor resistencia, permitiendo el cultivo de algunas especies en suelos en los que normalmente no sería viable.

Alguno de estos portainjertos son:

- **En melocotonero:** Franco de Missour, Prunus davidiana
- **En peral:** Pyrus betulaefolia
- **En naranjo:** Citrus macrophylla, Lima Rangpur, Mandarino cleopatra

Por lo general, los árboles afectados por problemas de salinidad muestran síntomas de clorosis: las hojas se quedan pequeñas, pálidas y coriáceas, el crecimiento se detiene y la fruta, en sí escasa, tiene un tamaño inferior al normal.

4.6. ESTUDIO DEL SUELO EN RELACIÓN CON LOS FRUTALES

Para realizarse un examen in situ del suelo, debe hacerse una calicata de 1 m de profundidad y con la anchura suficiente para que pueda entrar en ella el observador.
Dependiendo de la heterogeneidad del terreno, se harán más o menos calicatas.
El perfil de la calicata debe quedar nítido, picando suavemente la compactación producida al abrirla. De esta manera, se podrán observar los sucesivos horizontes.









Distintos modelos y utilidades de un rodillo de púas

El estudio debe definir las siguientes características:

- Profundidad libre del suelo
- La existencia de obstáculos como roca madre o capas freáticas

ESPECIE FRUTAL	Fertilidad	Profundidad	Humedad	Compacidad	Caliza	Cloruros
Aguacate	◐	◐	●	⊕		●
Albaricoquero europeo		○	◒	⊕	⊕	⊙
Alcaparro	◑	◑	◑	⊕		
Algarrobo	⊙	⊙	◑		⊙	⊙
Almendro	◑	⊙	◑	◑	◑	⊙
Avellano		⊕	◐	⊕	○	
Azufaifo	◑		◑			◓
Castaño	⊕	○	○	⊕	●	
Cerezo	◒	◒	◐	⊕	◒	
Cerezo ácido	⊙		◐	⊕		
Chirimoya						
Ciruelera	⊕	⊕	◑	⊕		◓
Ciruelo europeo		◑	◒	◒	⊕	◒
Ciruelo japonés		◑	◒	◒	⊕	◒
Encina	⊕		⊙	⊕	⊕	
Frambuesa			○	⊕	◐	
Granado	○	⊕	○	●		◓

ESPECIE FRUTAL	Fertilidad	Profundidad	Humedad	Compacidad	Caliza	Cloruros
Grosellero			○			●
Higuera			○		⊙	⊙
Kaki			●			
Manzano	○		○	○	⊕	●
Melocotonero	◐	○	◒	⊕	◒	
Membrillero	◐	◓	●	●	◐	⊙
Morera		◐	◐			
Níspero			◐			●
Nogal		○	○	⊕	⊕	●
Olivo	⊕		◓			⊙
Pacana	○	●	◐	●		●
Palmera datilera		○	●			◓
Peral	◒	◒	◒	◐	◐	⊙
Pino piñonero	⊕		⊙			
Pistacho	◓		◓		◓	◓
Platanera	●	○	●			
Viña	⊕	⊕	⊕		⊕	⊙
Zarzamora	○	●	◐		◐	

Clave:

SUELO	FERTILIDAD	PROFUNDIDAD	HUMEDAD
●	Exige un suelo muy rico	Exige un suelo muy profundo	Riego necesario
◐	Necesita un suelo rico	Exige un suelo profundo	Suelo fresco
○	Prefiere un suelo rico	Prefiere un suelo profundo	Suelo bastante fresco
⊕	Soporta un suelo bastante pobre	Soporta suelo bastante poco profundo	Bastante resistente sequía
⊙	Soporta a un suelo pobre	Soporta un suelo poco profundo	Resiste a la sequía
◓	Soporta un suelo muy pobre	Soporta suelo muy poco profundo	Muy resistente a la sequía
	COMPACIDAD	**CALIZA**	**CLORUROS**
●	Soporta los suelos pesados	Teme la caliza	Muy sensible
◐		Desconocida	
○		Prefiere suelo no calizo	
⊕	Prefiere un suelo ligero	Soporta la caliza	
⊙		Caliza necesaria	Bastante resistente
◓	Exige un suelo muy ligero	Caliza indispensable	Buena resistencia

◒ Para las especies injertadas, la adaptación al suelo está en función del portainjerto.
*La ausencia de signos indica planta indiferente o falta de información

Exigencias de las diferentes especies frutales respecto a las características del suelo

- Permeabilidad media. Señales de exceso de agua o mala aireación
- Suelo labrado. Presencia o no de suela de labor
- Estructura en profundidad del suelo
- Comportamiento del sistema radicular de plantas espontáneas, tanto su desarrollo como su densidad y profundidad de exploración
- Existencia de vida. Galerías y presencia de lombrices e insectos

Todas estas características influirán en el desarrollo del árbol si se realiza la plantación.
Cabe decir que, entre los frutales, los más exigentes en cuanto a las características del suelo son el melocotonero y el albaricoquero, que son más sensibles a los terrenos compactos con mala permeabilidad.
Aunque en todos los casos un buen drenaje es una condición importante para el desarrollo del árbol, es deseable que el nivel de la capa freática esté, como mínimo, a 120-150 cm de profundidad.
Por otra parte, en los suelos con pH alto y gran contenido de caliza, es de esperar la aparición de síntomas por clorosis debida a la inmovilización del hierro. Esto afecta principalmente al melocotonero y al peral.

5. PLANTACIÓN DEL FRUTAL

La elección de la especie frutal a plantar viene condicionada por los factores climáticos de la zona y por intereses económicos.
El gran número de variedades entre las que elegir hace que la decisión sea compleja, y más teniendo en cuenta que un error de elección tiene difícil solución. Para simplificar la elección, cabe definir previamente el objetivo de la producción. Así, se diferenciarán los frutos destinados a consumo en fresco, a conserva o a la industria.

También se puede definir la época de maduración deseada, por lo que los frutos se clasificarán en:

- *Extratempranos*
- *Tempranos*
- *De estación*
- *Tardíos*

De esta manera, simplificamos aún más la elección final de la variedad a cultivar. Las características que debe cumplir la variedad elegida se denomina **valor agronómico** y éste, a su vez, se caracteriza por dos valores, uno cultural y otro comercial.

- **Valor cultural:**
Ecología
Exigencias del cultivo
Fertilidad
Estado sanitario
Resistencia a plagas y enfermedades

- **Valor comercial:**
Coste de producción
Manipulación
Conservación
Aceptación
Precio de venta

El valor agronómico óptimo lo presenta una variedad de cultivo poco exigente, con buena fertilidad, buen estado sanitario, resistente a plagas, de bajo coste de producción, de fácil manipulación, buena conservación, buena aceptación y buen precio de venta.
En cuanto a la elección del portainjerto, depende principalmente de las características del suelo, aunque no siempre se puede elegir de forma independiente a la variedad, ya que pueden presentarse problemas de compatibilidad entre ambos. Por ello, una vez elegido el portainjerto, debe ratificarse con la elección de la variedad.

5.1. DISPOSICIÓN DE LA PLANTACIÓN

La disposición de la plantación depende de la topografía del terreno. Así, en terrenos llanos con suaves pendientes, la disposición es regular, mientras que en otros con pendientes fuertes y topografía accidentada, la disposición no podrá ser geométrica sino irregular.

Las distribuciones regulares o geométricas más utilizadas son:

PORTAINJERTOS FRUTALES MÁS USADOS EN ESPAÑA

Peral
Franco*
Franco "Kirchensaller"*
Franco Betulaefolia*
Membrillero E.M.A.
Membrillero de "Angers"
Membrillero Provence
Membrillero B.A. 29
Membrillero E.M.C

Cerezo
P. avium (Reboldo)
P. cerasus (Mahoma)
Lucía
Lucía 64
F. 12/1
Colt

Manzano
Franco*
E.M. II
E.M. VII
E.M. IX
M.M. 106
M.M. 109
M.M. 111
M. 26
M. XXV

Albaricoquero
Franco*
Julián (Pollizo)
Mirobolano B

Melocotonero
Franco*
Franco GF-305*
Franco Missour*
Franco Nemaguard*
Julián A
Julián GF655-2
Julián (Pollizo)
Cadaman 1869
Brompton
Híbrico GF-677
Híbrico Adafuel

Ciruelo
Mirobolano B
Mirobolano
Mariana GF 8/1

Cítricos (Naranjas)
Naranjo amargo
Naranjo dulce
Mandarino común
Mandarino Cleopatra
Citrange Troyer
Citrange Carrizo
Poncirus trifoliata
Citrus macrophylla

Almendro
Franco amargo
Julián

Vid
161-49 Couderc
41 B Millardet
110 Richer
99 Richer
3309 Couderc
Rupestas de Lot
420 Millardet
196-17 Castell
SO4

* = Semilla

VARIEDADES FRUTALES MÁS CULTIVADAS EN ESPAÑA

Peral
Limonera
Ercolini
Mant. Precoz Morettini
Mant. Giffard
Blanquilla
Castell
William's
Max Red Bartlett
Conferencia
Decana Congreso
Fassa Crassana
Roma (Aragón)

Cerezo
Bing
Ambrunesa
Napoleón (Monzón)
Burlat
Ramón Oliva (Jaboulay)
Precoz Lozoya
Prolongo
Mollar
Cristobalina

Mandarino
Satsumas:
Satsuma Owari
Clausellina
Clementinas:
Fina
Oroval
Clementina de Nules
Tomatera
Esbal
Hernandina
Clemenlard
Marisol
Arrufatina
Otras mandarinas e híbridos:
Común
Fortune
Kara
Nova
Wilking

Manzano
Golden Delicious (grupo)
Starking Delicious (grupo)
Belleza de Roma
Reina de Reinetas
Reineta blanca
Reineta roja
Reineta gris
Verde Doncella
Jonathan
Granny Smith
Mingat

Almendro
Desmayo Largueta
Desmayo Rico
Marcona
Rof
Ramillete
Planeta
Garrigues
Ferragnes
Ferraduel

Naranjo
Naranjo dulce
Grupo navel:
Washington Navel
Thomson
Navelina
Newhall
Navelate
Grupo blancas:
Comuna
Cadenera
Salustiana
Castellana
Berna
Valencia Late
Grupo sanguíneas:
Doble fina
Entrefina
Sanguinelli
Naranjo amargo:
Naranja amarga

Melocotonero
Springcrest
Armgold
Dixired
Cardinal
Redglobe
Maruja
Spring
Sudanell
Lorenzo
Zaragozano
Amarillo Septiembre
Springcrest
Armking
Maygrand
Crimson Gold
Nectared (serie)
Babygold (serie)
Merril (serie)

Ciruelo
Golden Japan
Metheey
Rosa
Claucia verde
Claudia Ouillins
Claudia Tolosa

Pomelo
Marsh
Redblush

Albaricoquero
Bulida
Canino
Moniqui
Canta Reeha
Blanco Murcia
Paviot

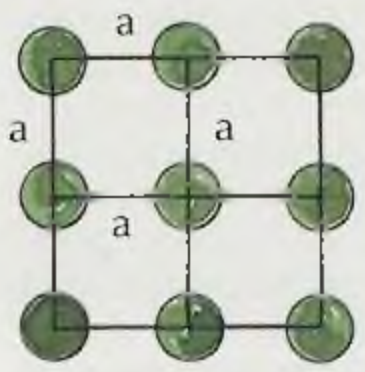
Viñedo
Airen
Tempranillo
Garnacha
Palomino
Rohal
Verdejo
Viura
Moscatell
Xarel·lo
Parellada

Limonero
Verna
Fino
Eureka
Lisbon

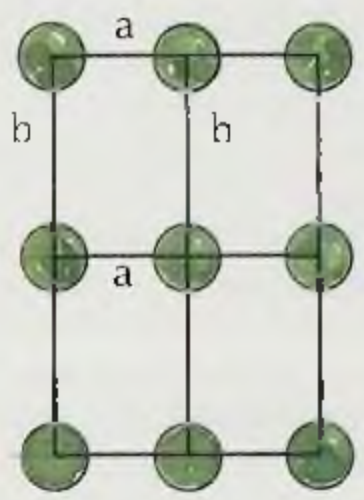
Portainjertos más usados y variedades frutales más cultivadas (en España)

- **Marco real.** Los árboles se colocan en los vértices de un cuadrado cuyo lado es la medida llamada *marco de plantación*. Así, por ejemplo, puede ser una disposición en marco real de 5 m.
- **Marco rectangular.** Los árboles se colocan en los vértices de un rectángulo cuyo lado mayor se llama *calle* y el menor *entrelínea*. Así, por ejemplo, puede ser una disposición en marco rectangular de 6 x 4 m.
- **Tresbolillo**. Los árboles se colocan en los vértices de un triángulo equilátero cuyo lado es la medida del marco de plantación. Así, por ejemplo, puede ser una disposición en tresbolillo de 3 m.
- **Cinco de oros.** Los árboles se colocan en marco real o marco rectangular, pero con un quinto árbol en el centro geométrico de la figura. Así, por ejemplo, puede ser una disposición en cinco de oros a 5 m o a 6 x 4 m.
- **Líneas pareadas**. Los árboles se colocan en 2 o 3 líneas al tresbolillo con calles de separación. Así, por ejemplo, puede ser una disposición de 3 líneas pareadas a tresbolillo de 1 m con calles de 3 m.
- **Bloques**. Los árboles se colocan en varias filas al tresbolillo, formando masas con calles de separación.

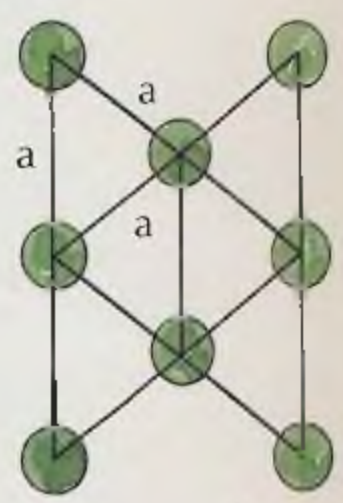
Tipos de distribuciones



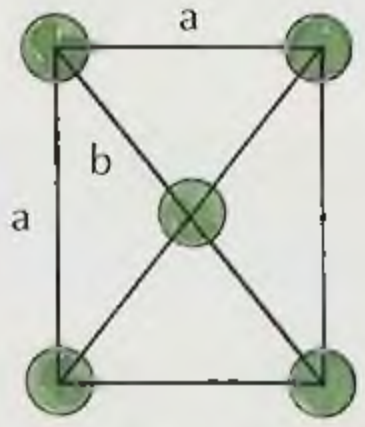
Marco real



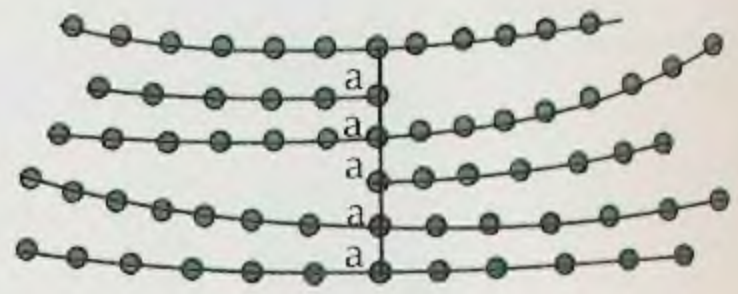
Marco rectangular



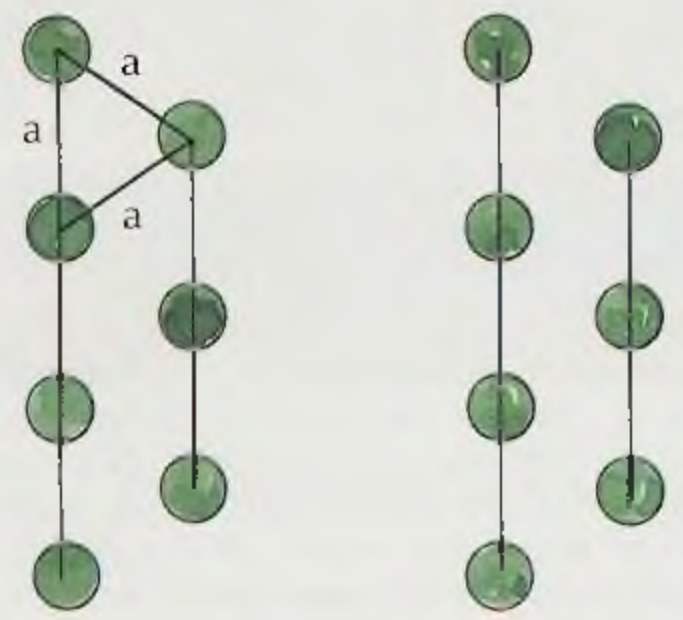
Tresbolillo



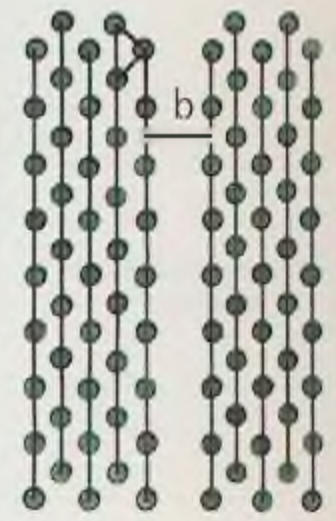
Cinco de oros



Curvas de nivel



Líneas pareadas



Bloques

5.2. DISTANCIA DE PLANTACIÓN

La distancia entre dos árboles consecutivos se denomina **marco de plantación**. El marco de plantación permite conocer la superficie ocupada por cada árbol y, con ello, calcular el número de árboles que hay en una hectárea (densidad de plantación). Todo ello es importante para aprovechar al máximo la superficie agrícola útil.

El marco de plantación está vinculado a la especie de la que se trate, pero también al tipo de actividad. Así, cuando se cultiva el frutal en secano, existe el factor limitante de la pluviometría, lo que origina una competencia por el agua entre árboles vecinos a nivel del suelo. Esto obliga a marcos de plantación mayores, aunque el desarrollo de la copa sea pequeño y aparentemente se desaproveche superficie.

En plantaciones en regadío, el factor limitante anterior se elimina, por lo que ya no existe competencia radicular, y el marco de plantación se calcula en función del desarrollo máximo de la copa, evitando que se produzcan competencias por la luz.

Las ventajas que presentan los grandes marcos de plantación son que permiten la mecanización integral del cultivo, abaratándolo. Pero si el cultivo no se puede mecanizar, entonces es caro y presenta muchos inconvenientes operativos. La tendencia es, pues, cultivar árboles más pequeños, aumentando la densidad de cultivo y, con ello, la producción por hectárea.

Para establecer, pues, el marco de plantación, no sólo debemos prever en cada caso el desarrollo de la vegetación y el tipo de cultivo, sino también definir *a priori* cuáles van a ser las técnicas de cultivo, el sistema de formación, la maquinaria que se empleará, el sistema de riego, el método de recolección y, en definitiva, todas aquellas operaciones que se realizarán a lo largo de la vida del árbol.

Número de árboles/Ha (densidad de plantación) según marco

Marco real o rectangular												
Distancia entre árboles (m)	Distancia entre filas (m)											
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
1,0	5.000	4.000	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000	1.818	1.667	1.538	1.429	1.333
1,5	3.333	2.670	2.222	1.905	1.667	1.481	1.333	1.212	1.111	1.026	952	889
2,0	2.500	2.000	1.667	1.428	1.250	1.111	1.000	909	833	769	714	667
2,5	2.000	1.600	1.333	1.143	1.000	889	800	727	667	615	571	533
3,0	1.667	1.333	1.111	952	833	741	667	606	556	513	476	444
3,5	1.428	1.143	952	816	714	635	571	519	476	440	408	381
4,0	1.250	1.000	833	714	625	556	500	455	417	385	357	333
4,5	1.111	889	741	635	556	494	444	404	370	342	317	296
5,0	1.000	800	667	571	500	444	400	364	333	308	286	267
5,5	909	727	606	519	455	404	368	331	303	280	260	242
6,0	833	667	556	476	417	370	333	303	278	256	238	222
6,5	769	615	513	440	385	342	308	280	256	237	220	205

Tresbolillo												
Distancia entre árboles (m)												
1	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
23.094	10.264	5.773	3.695	2.566	1.885	1.443	1.140	923	763	641	546	471	410

5.3. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Las operaciones de preparación del terreno tienen por objetivo dejar el suelo en las condiciones óptimas para el cultivo del frutal.

En conjunto, estas operaciones pretenden remover, mullir y airear el terreno para aumentar la capacidad de retención de agua y eliminar la compactación posible del suelo. Ello facilitará, además, el desarrollo radicular.

Junto con las labores de preparación del suelo, se realizará el aporte en profundidad de enmiendas y abonos. Es el llamado **abonado de fondo.**

La preparación del suelo puede ser manual si no se utilizan elementos mecánicos, o bien mecanizada.

5.3.1. Preparación manual del suelo

Es una técnica tradicional que se aplica en pequeñas parcelas o allí donde la mecanización es inviable.

La profundidad de la labor puede llegar hasta 60 cm y para ello se emplean azadas, azadores y herramientas similares.

La preparación así realizada es la mejor posible, ya que el suelo queda perfectamente trabajado y mullido, pero esta técnica requiere un alto esfuerzo físico y su rendimiento es bajo.

5.3.2. Preparación mecánica del suelo

Existen varias técnicas para preparar el terreno en toda su superficie. Una de ellas es el desfonde. Consiste en voltear el suelo en profundidad, alcanzando los 80 cm. Para ello se utiliza un arado de vertedera, un monosurco o un bisurco arrastrado por un tractor de potencia suficiente. El volteo del suelo permite enterrar el abonado de fondo aportado y los restos vegetales que puedan existir en superficie, pero presenta un inconveniente: sólo es aplicable cuando el suelo es homogéneo en su profundidad.

La labor debe realizarse con buen **tempero**, es decir con el suelo lo suficientemente húmedo, pero no mojado. De esta manera, disminuye la resistencia del terreno y se facilita la labor.

Una vez realizado el arado del terreno, se practicarán una serie de labores complementarias, como el desterronado y allanado, para dejar el suelo en óptimas condiciones.

Otra técnica de preparación del suelo es el subsolado. Consiste en clavar en el suelo una púa subsoladora que será arrastrada por el tractor.

La profundidad de labor puede ser mayor que en el caso anterior, ya que no voltea la tierra, sino que la abre y remueve.
No es preciso esperar a que el suelo esté *en tempero*, ya que el efecto de la labor es mayor en seco, siempre que la púa pueda ser clavada. El subsolado no deja mullido el suelo como el desfonde, pero es muy interesante en suelos en los que no conviene mezclar sus diversas capas.
Para que el suelo quede totalmente mullido, se aconseja cruzar la labor haciendo una cuadrícula.
Una vez realizado el subsolado, se realizarán labores superficiales complementarias con el fin de incorporar al terreno el abonado de fondo y allanar la superficie.
En el caso de que el terreno a preparar sea muy extenso, o bien que el marco de plantación sea muy grande (más de 8 m), y en especies rústicas o de poco valor, se pueden realizar las labores solamente a lo largo de las líneas en las que posteriormente se plantarán los árboles, con lo que se reduce tiempo y dinero.
La franja trabajada puede tener una anchura de entre 1 y 4 m y puede realizarse por desfonde o por subsolado.

5.3.3. Labores complementarias

Después de labores como el desfonde o el subsolado, el suelo queda más o menos aterronado y duro en su superficie. Para poder enterrar los abonos y eliminar las rodadas de las labores anteriores, se realizan las labores complementarias, cuyo objetivo final es dejar el suelo llano y liso para poder realizar los posteriores trabajos de plantación.
Estas labores superficiales alcanzan una profundidad máxima de 30 cm y se realizan con diversos tipos de gradas de discos o de púas, según los suelos.

5.3.4. Calendario

El otoño es la época para la preparación del terreno. Deben esperarse las primeras lluvias y el buen *tempero* del suelo para iniciar las labores.
Entre el desfonde y la primera labor complementaria deben transcurrir como mínimo 20 días, para que las lluvias y los cambios de temperatura ablanden los terrenos y faciliten la labor del gradeo.
Las labores complementarias deben darse de forma seguida para dejar preparado lo antes posible el terreno para la plantación, aunque ésta se retrase.
Si en lugar de desfondar se realiza un subsolado, el caso es el mismo, con la única diferencia que no hace falta que el suelo tenga un buen *tempero*.

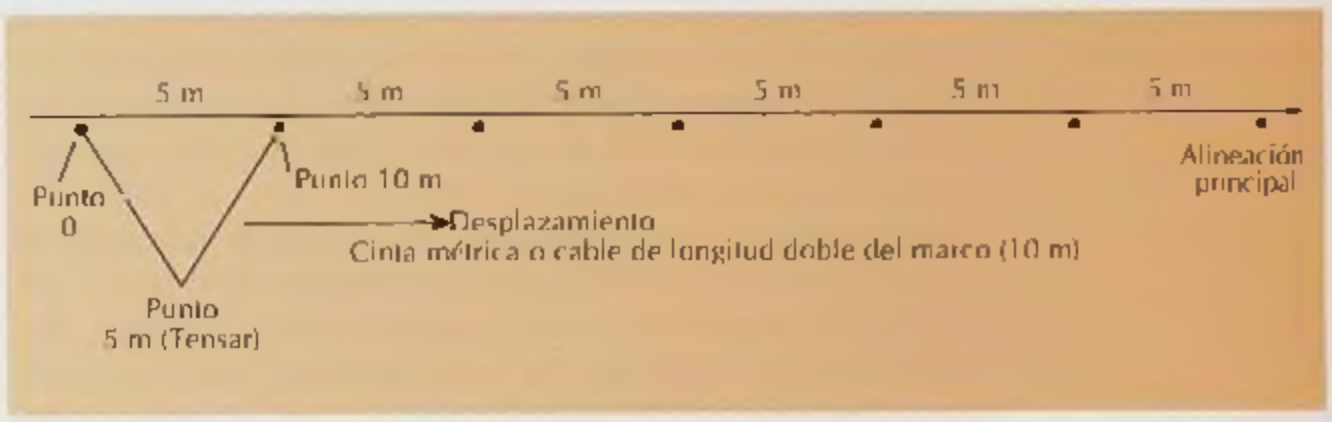
5.4. EJECUCIÓN DE LA PLANTACIÓN

Una vez finalizada la preparación del terreno, éste queda llano y mullido, listo para plantar.
La plantación se compone de tres fases. La primera es el **replanteo**, es decir la operación de señalar físicamente donde se realizará la plantación de cada árbol. La segunda es la **apertura de hoyos** y la tercera, la **plantación** propiamente dicha.

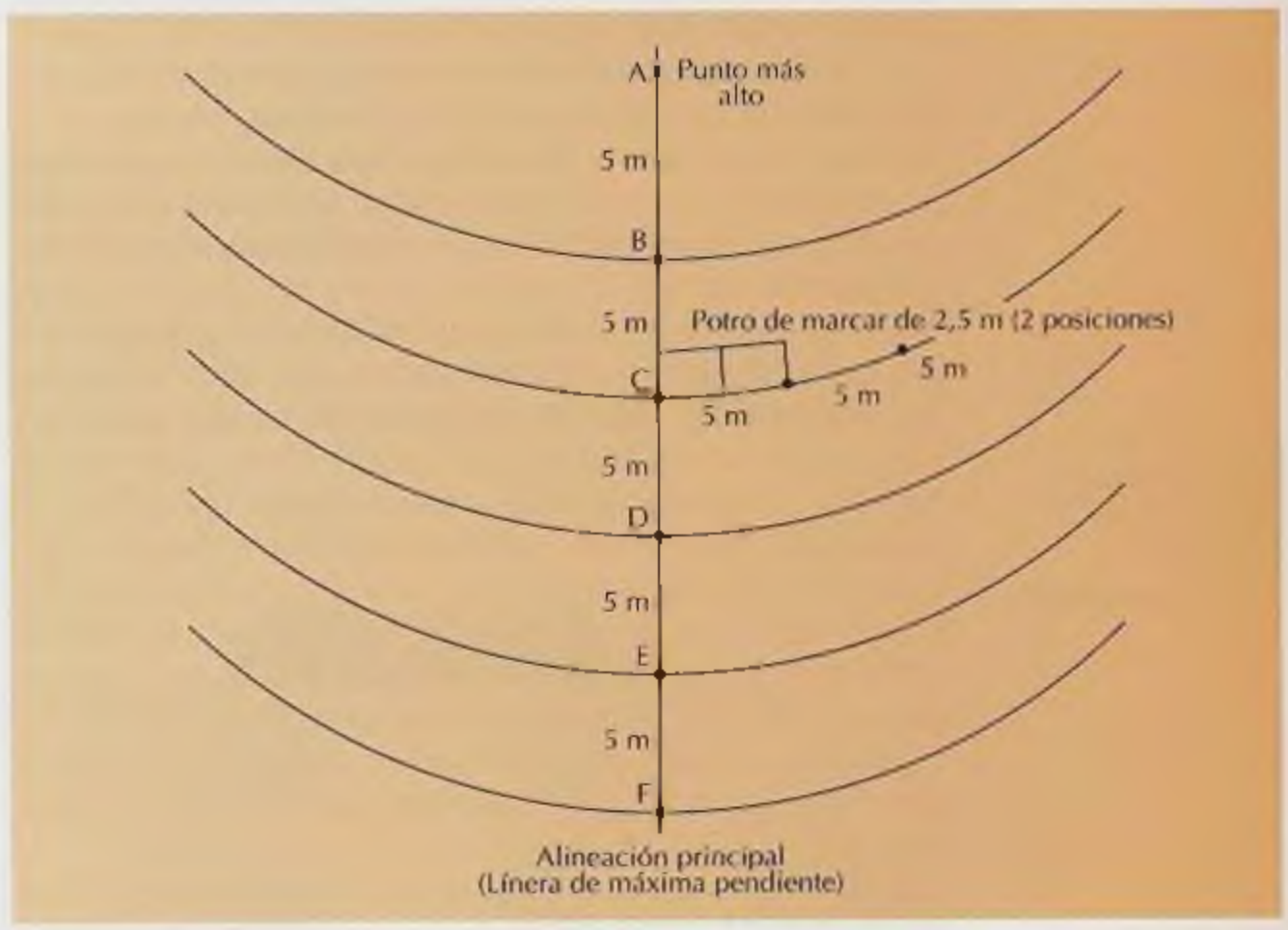
5.4.1. Replanteo

Como se ha dicho, el replanteo es una operación que consiste en pasar el croquis de plantación al terreno. Para ello, se necesitan diversos útiles:

- **Piquete o jalón**. Para trazar las alineaciones rectas. Deben tener entre 1 y 2 m de altura y estar pintados de colores vivos para verlos a distancia.
- **Cuerda**. Para marcar físicamente la alineación. Normalmente, son cuerdas lisas de cáñamo de 6-8 mm de diámetro, finas, de poco peso y fáciles de tensar.
- **Cinta métrica**. Para medir las distancias.
- **Cañas o estacas**. Para señalar el punto exacto de plantación del árbol. Basta con que tengan 30-40 cm de altura y sean resistentes.
- **Potro de marqueo**. Se utiliza para replantear curvas de nivel en el terreno. Se compone de un bastidor de madera o metal, cuya longitud es igual al marco de plantación o a un divisor del mismo (por ejemplo de 2,5 m para un marco de 5 m) y su altura de 1 m. Posee, además, dos niveles de albañil.

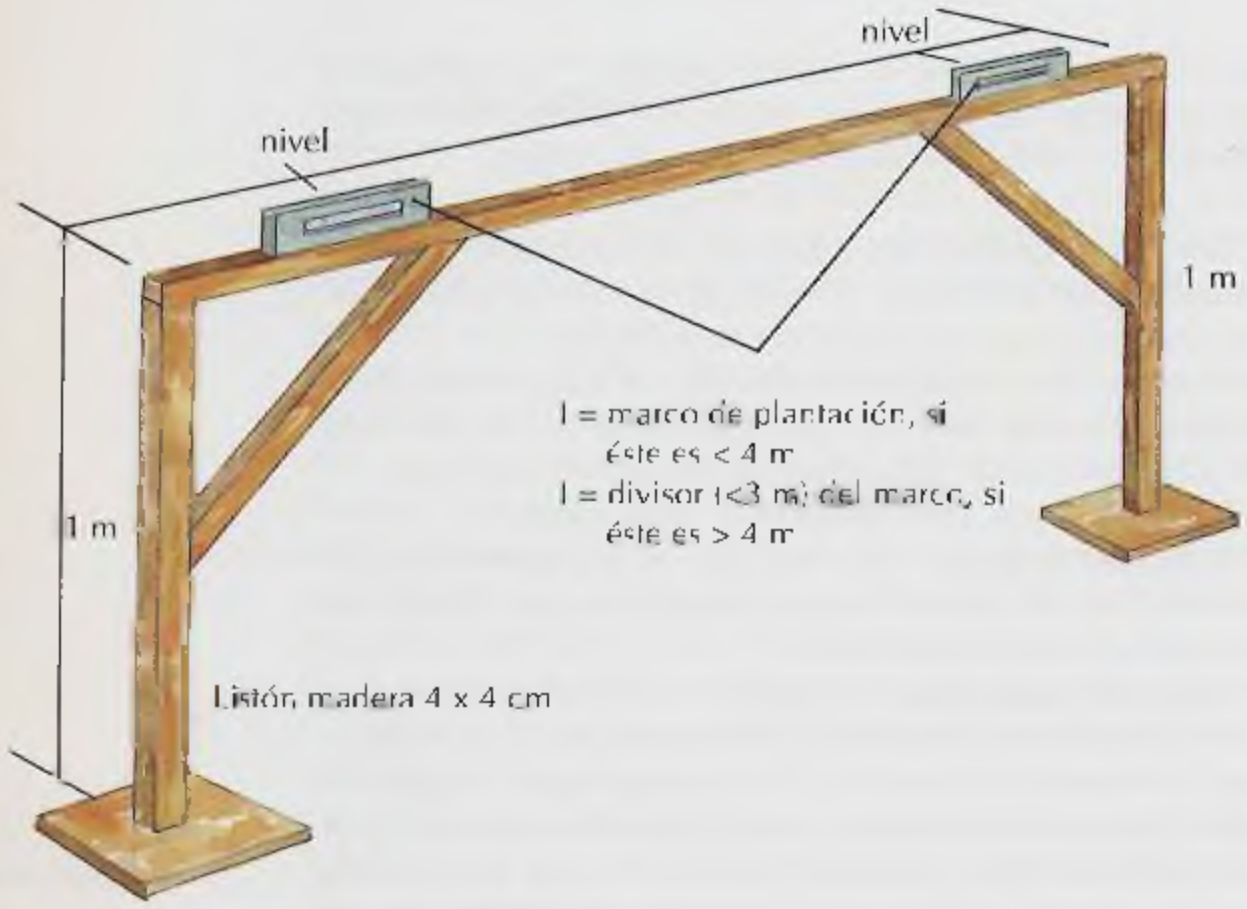


Replanteo a tresbolillo (5 m)



Replanteo en curvas de nivel (5 m)

Para iniciar la operación de replanteo, primero debe elegirse la orientación de la plantación. Para ello, debe considerarse, por un lado, la insolación y, por otro, la posterior mecanización.
Para aprovechar al máximo la insolación, las líneas de plantación deben orientarse de norte a sur. Si la insolación es muy grande, entonces la orientación será de este a oeste.
En relación con la mecanización, conviene colocar las líneas en la misma dirección que la mayor dimensión de la parcela.



Potro de marcar para terrenos en ladera

Pasos para la ejecución de un replanteo con disposición geométrica y regular

También hay que considerar el sistema de riego. Así, en parcelas con riego por gravedad, la dirección de la pendiente es la que determina la orientación, mientras que si el riego es por aspersión, hay que seguir la distribución de tuberías.

El replanteo se inicia desde uno de los ángulos de la parcela, a una distancia del linde de entre 3 y 5 m, lo que supondrá una calle perifética de servicio.

Desde el punto 0, se fija la alineación base en la dirección deseada. Para ello, se ata una cuerda en el jalón inicial hasta otro colocado al final de la cuerda. Para prolongar la alineación, se van atando cuerdas en jalones sucesivos alineados visualmente.

Para evitar errores en la alineación base cuando ésta es muy larga, se clava un tercer jalón 4 m antes del jalón final, atando en éste la prolongación de la segunda cuerda.

Sobre la alineación base ya preparada y haciendo uso de la cinta métrica, se marcarán con cañas o estacas los puntos de plantación según el marco deseado.

Las cañas se colocarán todas al mismo lado de la cuerda, de forma vertical y sólidamente clavadas.

Una vez replanteada la alineación base, deben marcarse las alineaciones verticales. Para ello, se construye un triángulo rectangular en el punto 0, de catetos 6 y 8 m e hipotenusa de 10 m. De esta manera, se marca la alineación vertical en el punto 0.

Para sacar la segunda alineación vertical, se emplea un sencillo triángulo isósceles hecho con la cinta métrica.

Las verticales deben sacarse en ambos extremos de la alineación base y, además, se sacarán otras intermedias. El número de verticales intermedias deberá ser igual al mayor múltiplo del marco de plantación que sea menor de 25 m. Por ejemplo, para un marco de plantación de 5 m, se sacará una alineación vertical cada 25 m de alineación base.

Una vez señaladas con cuerdas las alineaciones verticales, se marcarán con cañas o estacas los puntos de plantación según el marco deseado.

Para realizar el relleno entre dos alineaciones verticales, se procede de la siguiente manera. Primero se pasa la cinta métrica de una a otra y se van colocando las cañas de relleno, comprobando visualmente las alineaciones en todas las direcciones. Una vez colocadas, el equipo se va desplazando paralelamente y va repitiendo sucesivamente la misma operación.

En el caso de las plantaciones hechas al tresbolillo, no hace falta sacar alineaciones verticales ni rellenas. Basta con marcar triángulos equiláteros a partir de la alineación base y desplazarse de caña en caña.

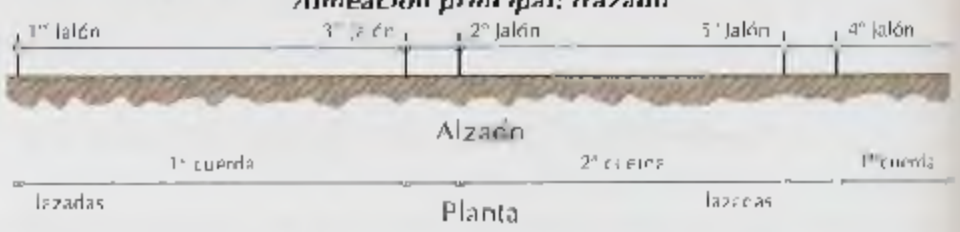
En el caso en que la plantación se realice siguiendo las curvas de nivel, la alineación base debe coincidir con la línea de máxima pendiente. La parcela debe dividirse en sectores más o menos uniformes y se marcarán en los mismos la máxima pendiente.

En esta línea se marcarán los puntos a una distancia igual al marco de plantación y, a partir de ellos y con ayuda del potro de marqueo, se marcarán sobre la misma curva de nivel el resto de puntos de plantación.

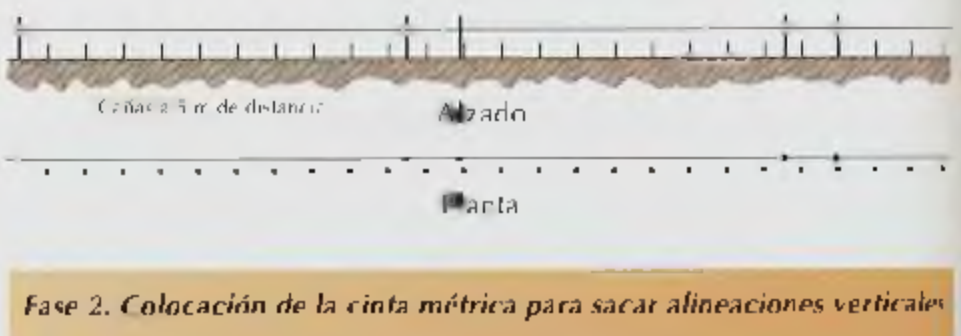
Si dos curvas se alejan en exceso, se incorpora otra línea entre ambas y si, por el contrario, se juntan demasiado, una de las dos se interrumpe.

Existe otra serie de puntos también importantes, como son los polinizadores o los postes de las estructuras de apoyo si las hay, así como las tomas de agua y accesos transversales. Estos puntos deben ser señalados de tal manera que se diferencien claramente de los puntos de plantación. Para ello, se pintarán las cañas o estacas con colores diferentes.

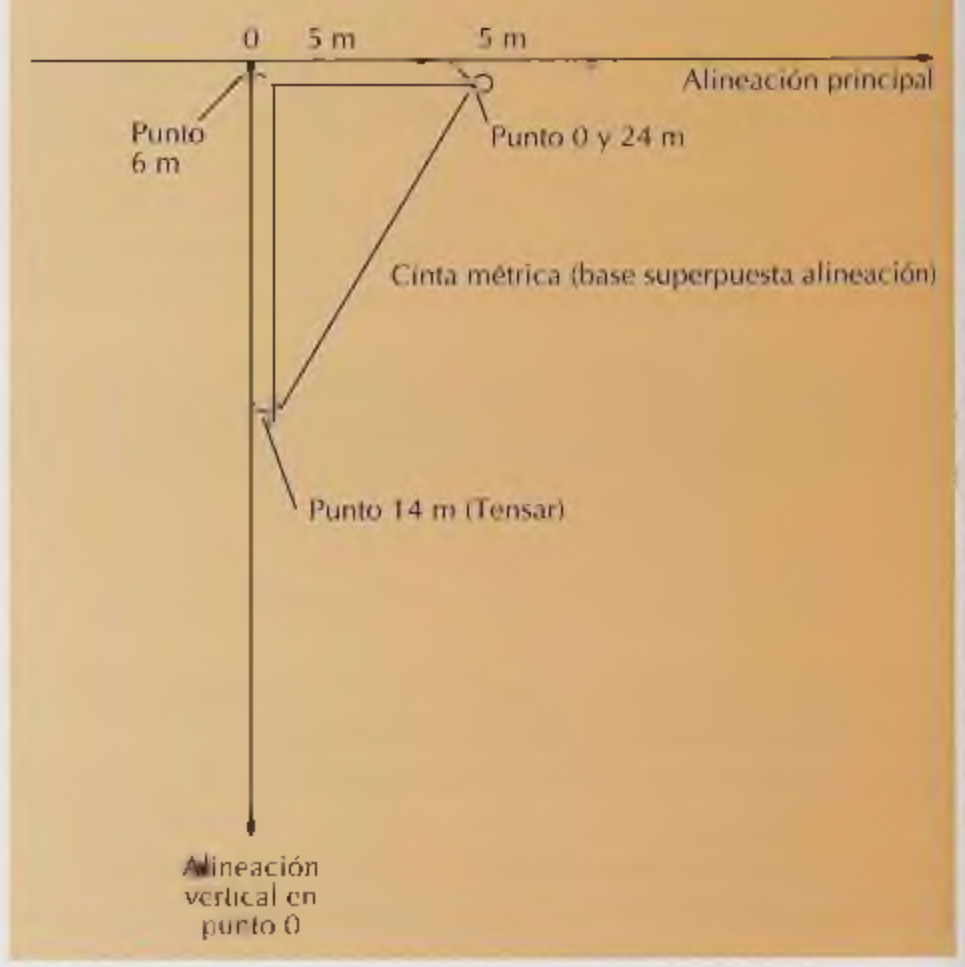
Fase 1. Operaciones de replanteo (marco rectangular 5x4 m)
Alineación principal: trazado



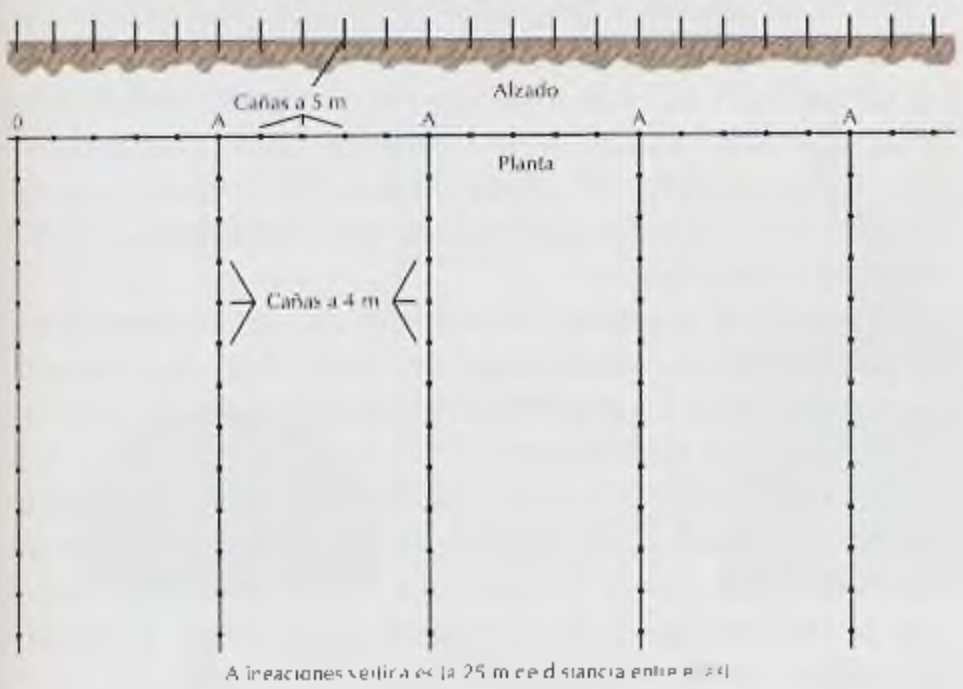
Alineación principal: replanteo a 5 m



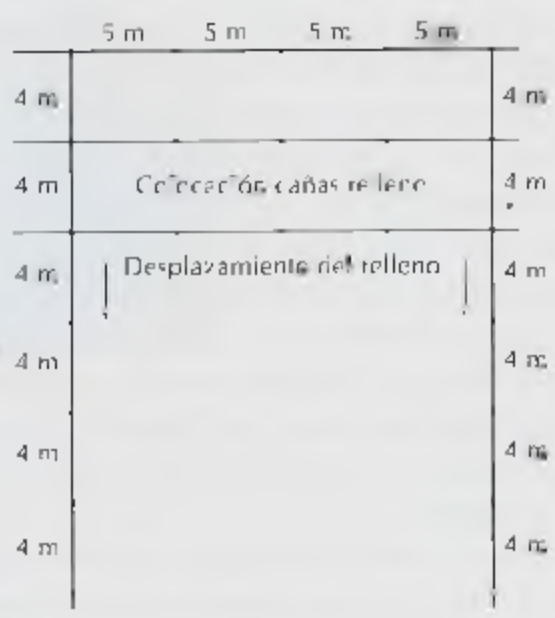
Fase 2. Colocación de la cinta métrica para sacar alineaciones verticales



Fase 3. Trazado de alineaciones verticales y replanteo a 4 m



Fase 4. Relleno

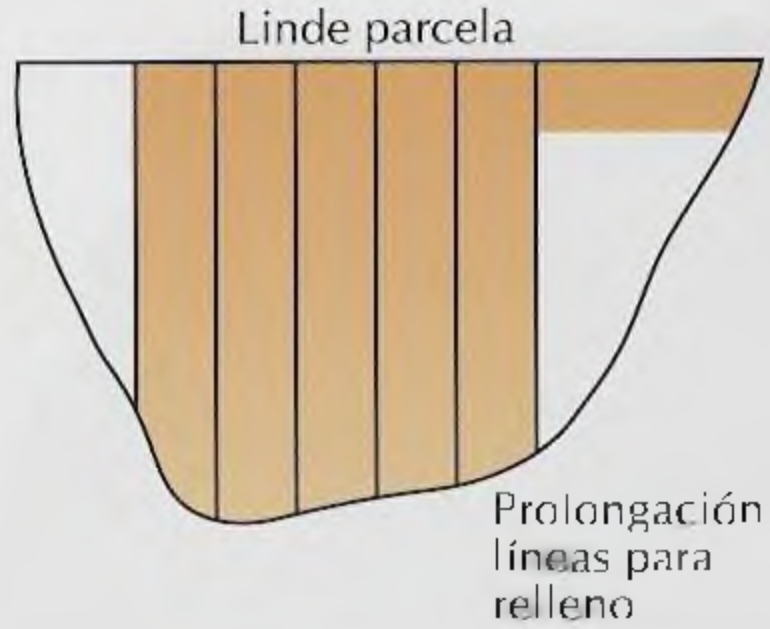


5.4.2. Apertura de hoyos

La apertura de hoyos puede realizarse de forma manual o mecánica.

La modalidad de apertura manual se emplea sólo en parcelas pequeñas o cuando no puede entrar la mecánica.

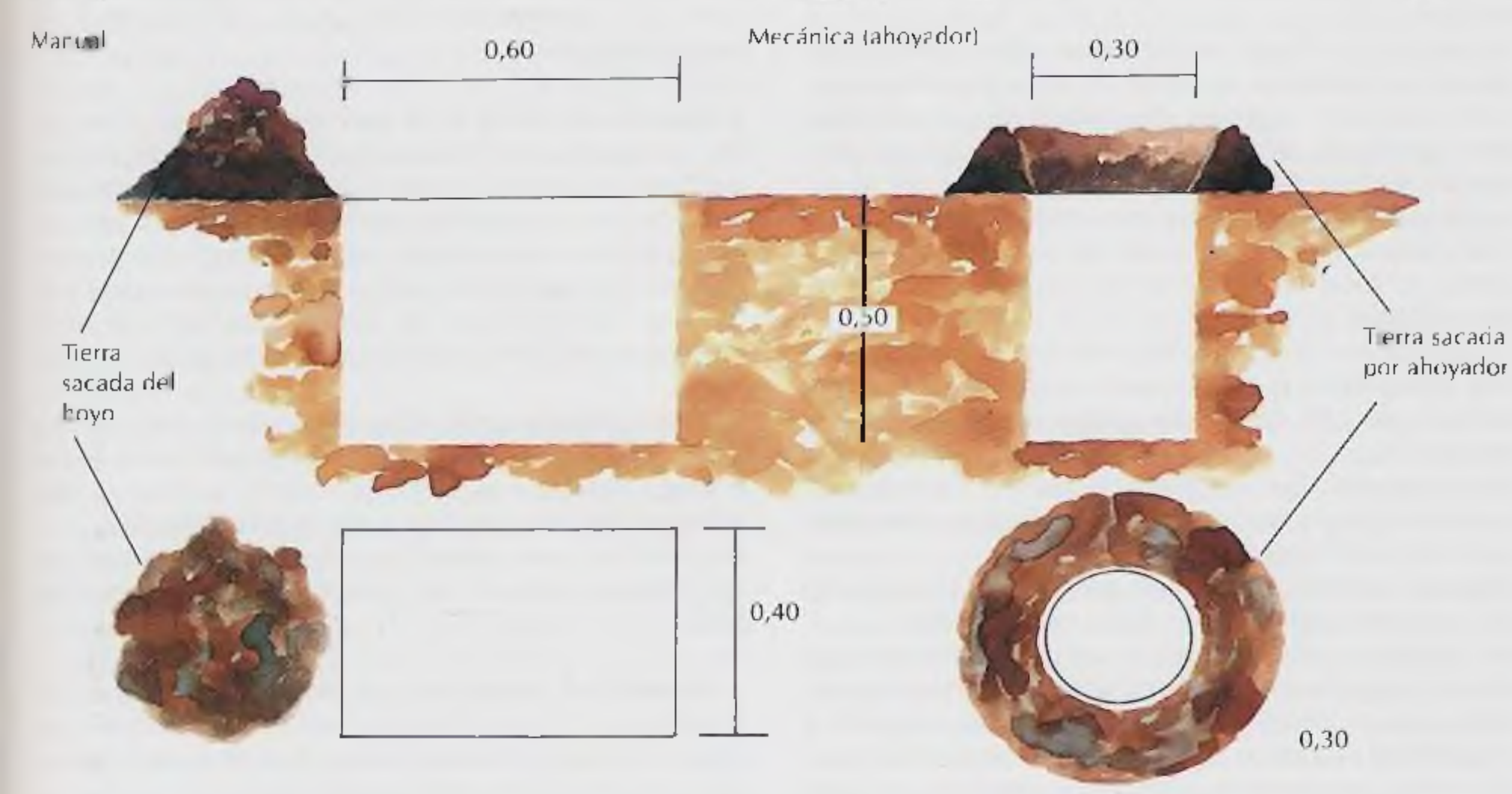
El hoyo se realiza con azada o pala recta, y tiene unas dimensiones de 60 x 40 cm por 50 de profundidad.



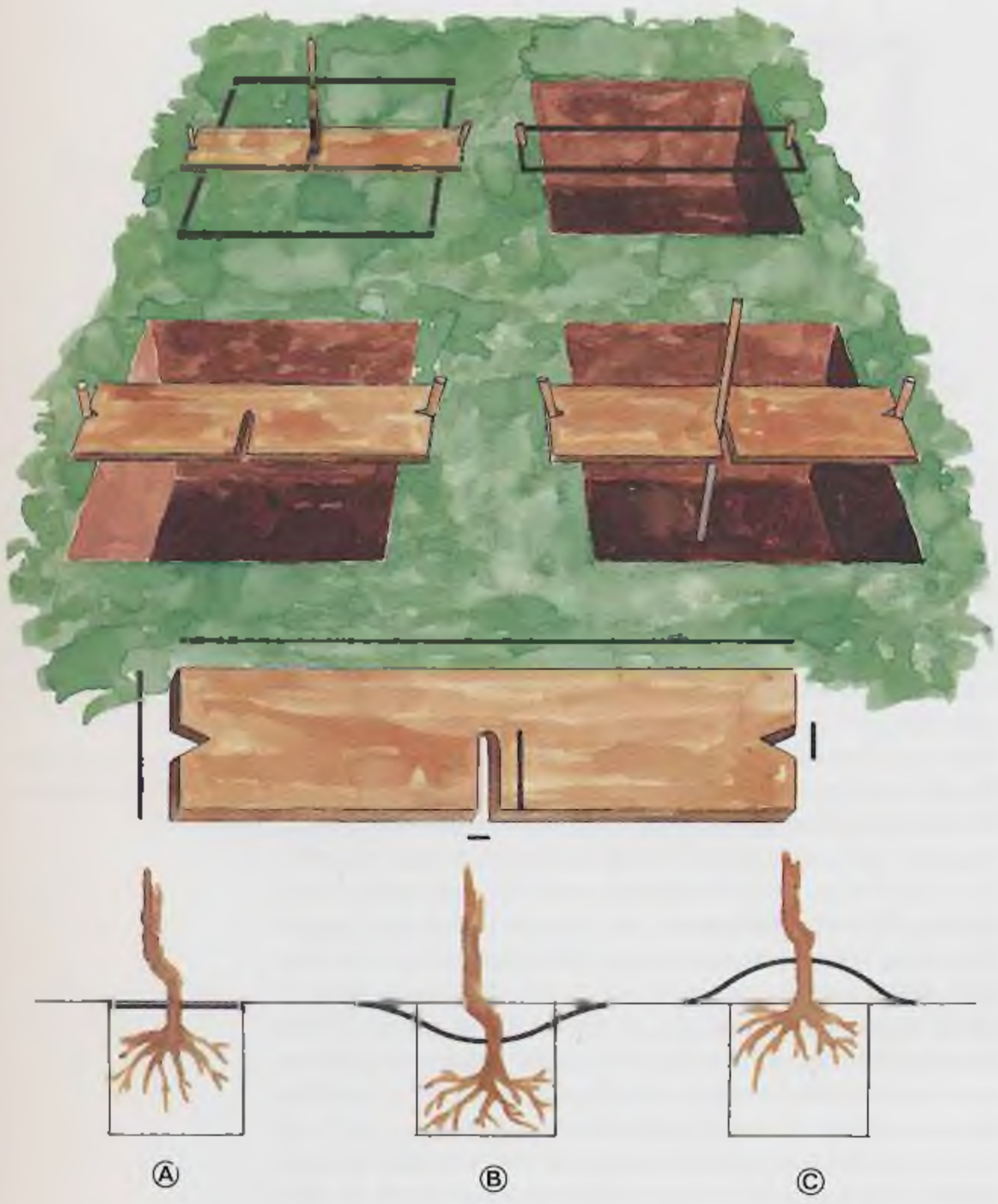
La apertura mecánica de hoyos se hace con maquinaria especial, los ahoyadores, que realizan hoyos de 20-30 cm de diámetro y 50 cm de profundidad. El ahoyador consta de un eje helicoidal en forma de taladro terminado en una broca, acoplado a un engranaje protegido por un cabezal y accionado por la toma de fuerza del tractor.

El ahoyado presenta ciertos problemas, dependiendo de la textura del suelo. En suelos muy arenosos y ligeros, las paredes del hoyo se desmoronan pronto, y en suelos muy arcillosos y pesados, aparece el denominado **efecto vaso**: las paredes del hoyo que han sido compactadas hacen la función de contenedor, por lo que si llueve antes de la plantación, el agua queda acumulada y dificulta la misma. Por otro lado, una vez realizada la plantación, las raíces en crecimiento tardan mucho tiempo en atravesar las paredes para explorar el resto del suelo.

Entonces se procede a extraer la protección del cepellón y a colocarlo en el hoyo para acabar de llenarlo de tierra. Al pisar la tierra para compactarla, hay que tener cuidado de no pisar el cepellón, ya que podrían romperse las raíces. Por lo tanto, sólo se apretará la tierra que lo rodea. Si el protector del cepellón está formado por turba, cartón o rejilla de plástico, no es necesario retirarlo para plantar.



Tipos de apertura de hoyos



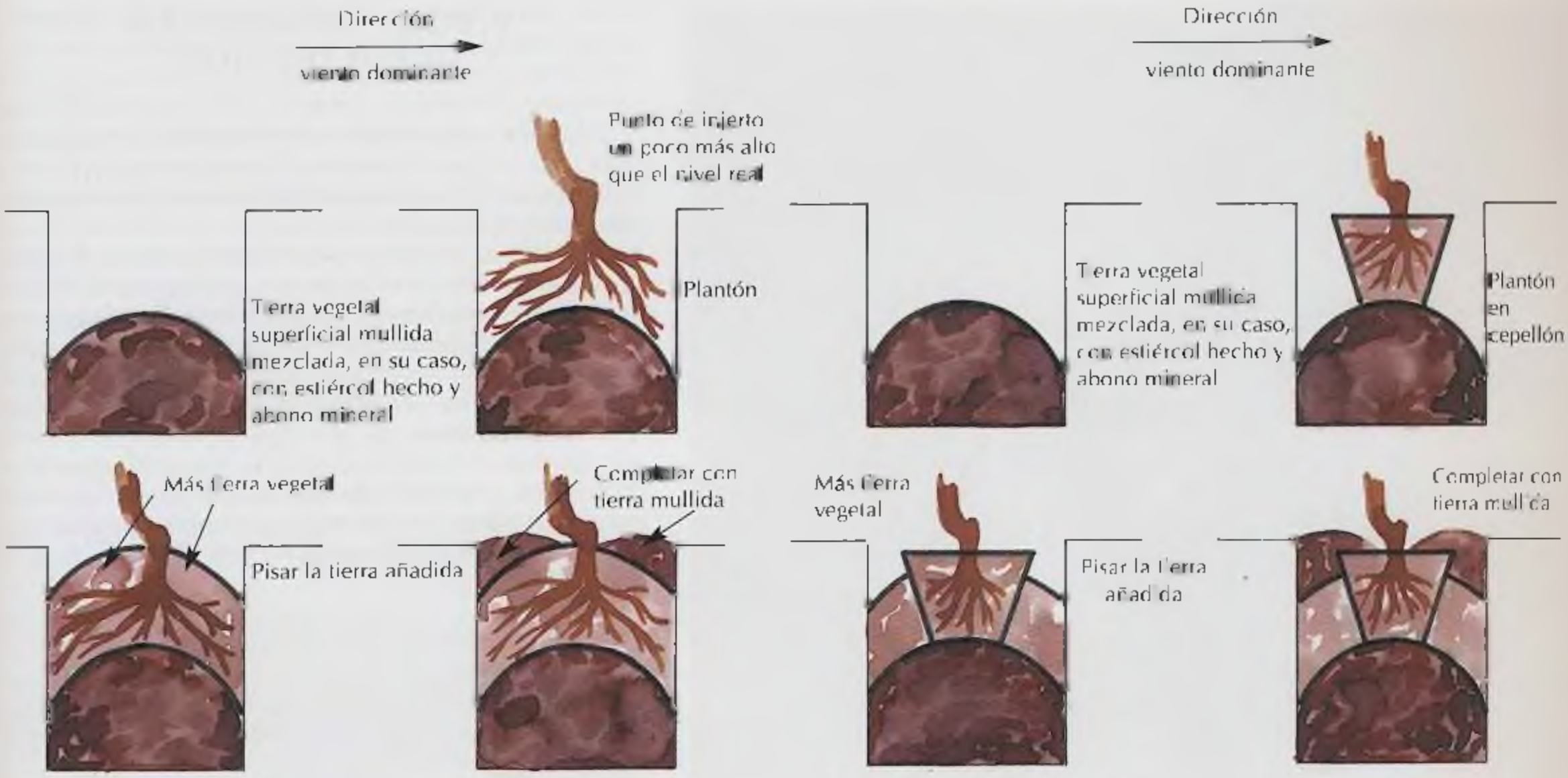
Arriba:
Tabla de marcar
Para señalar con exactitud el punto de plantación una vez abierto el hoyo
Plantación del árbol
A/ *Plantación correcta: el árbol, después de asentada la tierra de relleno, queda a la misma profundidad en la que estaba en el vivero.*
B/ *Plantación demasiado profunda: el árbol se "franqueará" emitiendo raíces por encima del injerto. En ocasiones puede morir por asfixia.*
C/ *Plantación en montículo: se emplea a veces en suelos húmedos o de capa freática alta. Los árboles tienen mal anclaje y se desploman con frecuencia.*

5.4.3. La plantación

La plantación es la colocación del árbol en el punto donde tendrán lugar su crecimiento y desarrollo definitivos.
La planta a colocar puede presentarse de dos formas: a raíz desnuda, cuando la raíz viene desprovista de cualquier material de protección, o en cepellón, cuando la raíz viene acompañada de una porción de tierra y de algún tipo de recipiente.
La plantación a raíz desnuda se utiliza en árboles de hoja caduca cuando están en período de reposo invernal, o bien en especies muy rústicas o plantas muy jóvenes.
La plantación en cepellón se utiliza en árboles de hoja persistente, o caducos si la especie es muy delicada o de alto costo, para asegurar el éxito de la plantación.
Por lo general, los árboles a plantar se compran en un vivero productor, por lo que deben ser transportados hasta el lugar de cultivo.
Para ello, primero se extraen del suelo y se preparan para su venta. Esto sucede a finales de otoño.
Los árboles a raíz desnuda se agrupan en mazos, se atan y se etiquetan. Los mazos pueden estar constituidos por entre 10 y 100 árboles, según tamaño, y se embalan en fardos con paja, plástico o arpillería.
Cuando se transporten plantas en cepellón, se tendrán en cuenta dos factores: que no se seque demasiado el cepellón y que no se rompa o sea golpeado, ya que el árbol podría morir.
La recepción de los árboles en el punto de destino tiene que ser rápida, y se comprobarán su estado físico y etiquetado. Muchos de los fallos que se originan en una plantación nueva son debidos a daños durante el transporte.
Una vez descargados los árboles, lo aconsejable sería plantarlos inmediatamente, pero esto no siempre es posible, por lo que deben conservarse durante un cierto período de tiempo.
Si la planta viene a raíz desnuda, debe protegerse del frío, del sol y de la deshidratación, y se plantará antes de que inicie su brotación. Para ello, se estacionarán los mazos en zanjas sombreadas, enterrándolas con tierra suelta o arena.
Si la planta viene en cepellón o en contenedor, también puede emplearse un sistema similar al anterior.
Otro sistema para almacenar árboles caducos en período de reposo, tanto si vienen a raíz desnuda como en cepellón, es la conservación frigorífica, que se mantendrá entre 2-4°C, por encima del 70% de humedad y sin luz. De esta manera pueden conservarse los árboles hasta bien entrada la reposición de fallos en la plantación inicial.
Cuando por fin llega el momento de proceder a la plantación, deberán sacarse los árboles de su lugar de estacionamiento y se colocarán en los hoyos abiertos en el terreno.
Si los árboles son a raíz desnuda, antes de su colocación en los hoyos se recortarán las raíces, eliminando sólo las rotas o dañadas. Posteriormente, se realizará el embadurnado, es decir que se sumergirá el conjunto de raíces en una mezcla fluida de agua y tierra.
Esta operación se realiza para mantener la humedad en las raíces y facilitar el contacto con la tierra.
A esta mezcla se le puede añadir algún producto contra hongos, sobre todo si se trata de árboles sensibles a enfermedades criptogámicas.
Una vez colocados los árboles en los hoyos, se procede a su plantación. La técnica de plantado dependerá de la presentación del árbol, y existen diversos procedimientos.

• **Cuando el árbol es a raíz desnuda**, se empieza por colocar tierra desmenuzada en el fondo del hoyo hasta la altura deseada. Se coloca la planta y se sostiene en su posición correcta, de forma que las raíces queden extendidas sobre el fondo de manera normal, sin forzarlas. Luego se va añadiendo tierra hasta acabar de tapar las raíces. Esta tierra se compacta con un pisón o el pie, y se termina de llenar el hoyo.
Es importante la profundidad de plantación, ya que si las raíces quedan demasiado superficiales, el frío puede dañarlas y si, por el contrario, quedan demasiado profundas, pueden sufrir asfixia radicular.
Por ello hay que prever que después del primer riego o lluvia, la tierra del hoyo se asienta y su nivel baja.

• **Cuando el árbol es a cepellón**, se procede de igual manera que en el caso anterior, colocando tierra en el fondo del hoyo hasta que el cepellón quede a nivel con la superficie del suelo.



5.5. CUIDADOS POSTERIORES A LA PLANTACIÓN

La plantación se considera finalizada cuando la planta ha tomado en el suelo. Por ello son importantes los primeros cuidados destinados a ese fin.

La primera operación a realizar es el riego de plantación, que deberá darse lo antes posible después de la plantación. Su finalidad es poner en contacto la tierra con las raíces, evitando huecos y bolsas de aire que puedan desecarlas. El riego se repetirá a los 15-30 días.

Otras operaciones posteriores son el enderezado de árboles torcidos, tapado de raíces que hayan quedado a la vista tras regar, o la realización de alcorques, sobre todo en zonas de secano. El alcorque es una hendidura del terreno que rodea el árbol y sirve para acumular más agua en caso de lluvias.

La poda de formación y la colocación de tutores, si son necesarias, son otras de las prácticas que se realizan tras la plantación.

Un problema que se presenta tras la plantación es la reposición de fallos.

Es normal que se produzcan algunos fallos en una plantación, siempre que éstos no sobrepasen un porcentaje del 2-3%. Cuando este valor es superior, se ha de deducir que se ha cometido algún error durante el proceso de plantación.

Los fallos en la plantación están directamente relacionados con la calidad de las plantas, las técnicas empleadas y las condiciones climáticas que se produzcan, sobre todo de falta de agua o fuertes heladas.

La dificultad de la reposición estriba en reconocer los fallos antes de la brotación de primavera, ya que se han de reponer lo antes posible. Si no se hace ese invierno deberá esperarse al siguiente, con la consiguiente pérdida de un año. Si el árbol está marchito, con la corteza arrugada y las yemas secas, no hay duda: el árbol no ha enraizado.

El proceso de plantación se da por finalizado cuando, al llegar la primavera, los árboles brotan. A partir de ese momento, debe prodigarse una serie de cuidados para que la planta continúe brotando con normalidad.

El cuidado más importante durante los primeros meses es el riego, ya que la planta todavía no tiene el sistema radicular bien desarrollado. Los riegos deben ser frecuentes, pero no demasiado intensos, y evitarán que la planta sufra sequía.

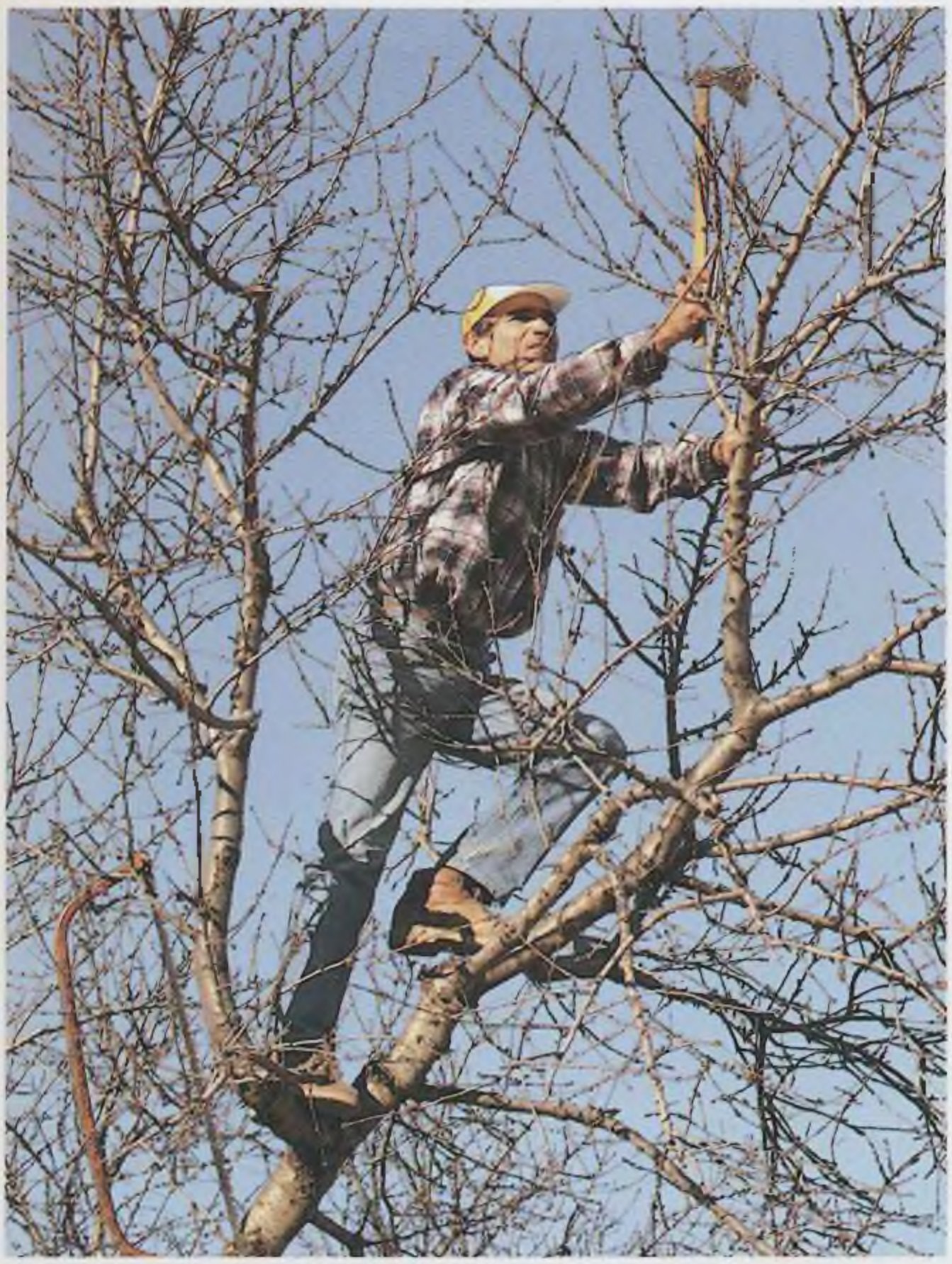
Otro cuidado a considerar es el mantenimiento del suelo mullido y limpio de malas hierbas, con lo que se evitará la competencia por el agua y nutrientes.

A la izquierda: Plantación a raíz desnuda. A la derecha: Plantación en cepellón de tierra.

5.6. ÉPOCA DE PLANTACIÓN

La época elegida es importante para el éxito de la plantación. Debe realizarse en días suaves y abiertos, sin viento y con humedad. La plantación se realizará durante el período de reposo vegetativo, cuando la transpiración es mínima y, por lo tanto, menor el peligro de deshidratación.

En zonas templadas poco lluviosas y de inviernos suaves, se puede plantar ya a finales de otoño, aunque se tenga todo el invierno por delante. Con ello se aprovecharán todas las lluvias invernales. Pero si la zona es de clima frío, con peligro de fuertes heladas, la plantación se realizará a finales de invierno para evitar los daños por bajas temperaturas.



Podando almendros

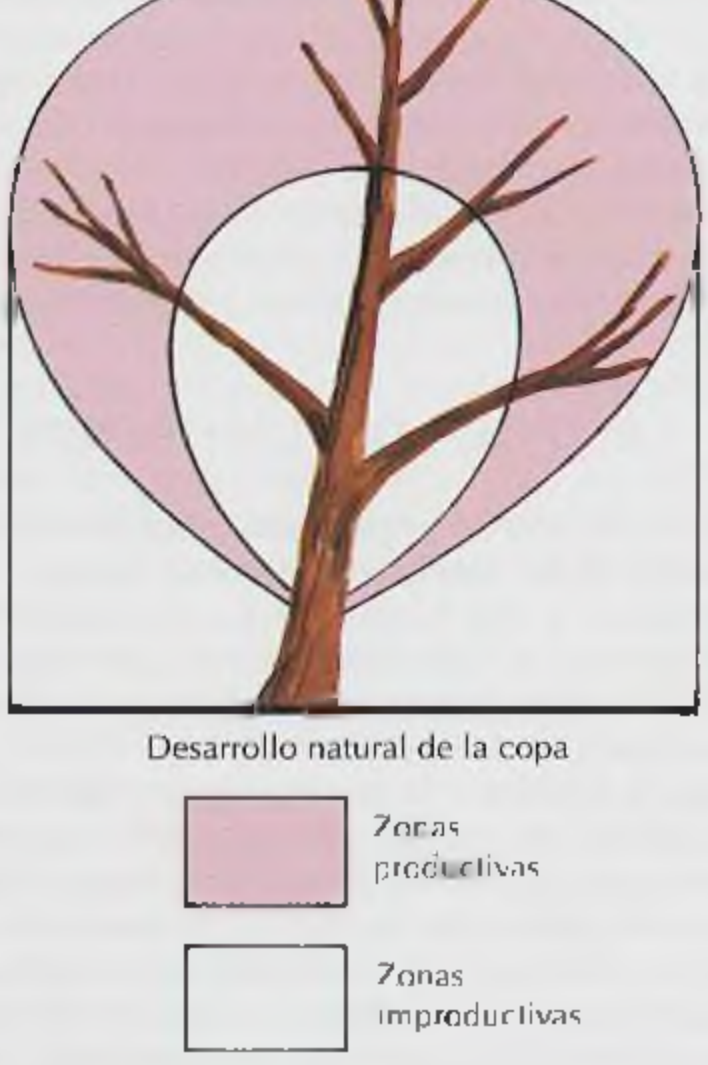
6. PODA Y FORMACIÓN DE LOS FRUTALES

El árbol es considerado una máquina de producir fruta, por lo que el principal interés del arboricultor se centra en aquello que pueda proporcionar mayor rendimiento a la plantación.
La poda es uno de los principales factores de producción, junto con el abonado, el riego, los trabajos del suelo y la lucha fitosanitaria. Por ello la poda no puede ser considerada un factor de producción aislado.
La poda ordena y regulariza aquello que el árbol ofrece como potencial, pero que de ninguna manera puede crear.
En resumen, el nivel de productividad de un frutal es el resultado de diversos parámetros, entre los cuales se encuentra la poda.

6.1. PRINCIPIOS GENERALES

El árbol es un laboratorio localizado en las hojas. Transforma los productos brutos en sustancias elaboradas.
La productividad de un frutal se dice que es directamente proporcional a la cantidad de sustancia elaborada que produce, y ésta lo es, a su vez, a la superficie foliar fotosintéticamente activa.
El objetivo principal de la poda es actuar sobre la parte aérea del árbol para que el mayor número posible de hojas estén expuestas al sol. Por ello es importante la forma de la copa, y se ha de procurar extender su superficie en vez de encerrarla en forma densa.

En la vida de un árbol se observan 3 períodos de desarrollo:







Representación esquemática de los objetivos buscados para la formación de los árboles frutales
A/ Desarrollo natural de la copa
- formación de una zona estéril
- espacio económicamente interesante desocupado
B/ Desarrollo dirigido de la copa
- desaparición de la zona estéril
- espacio productivo económicamente interesante

• **Período de juventud**, en el que se produce crecimiento vegetativo sin inducción floral. El árbol crece mucho, pero no forma botones florales o yemas. En este período se busca obtener el máximo volumen de copa en el mínimo espacio de tiempo.

• **Período de pubertad y madurez**, en el que se produce crecimiento vegetativo e inducción floral. El objetivo de este período es mantener el árbol en un estado de equilibrio entre crecimiento y máxima producción, durante el mayor tiempo posible.
La poda es una técnica importante en este período, ya que se debe favorecer la emisión de ramas jóvenes para obtener hojas más activas.

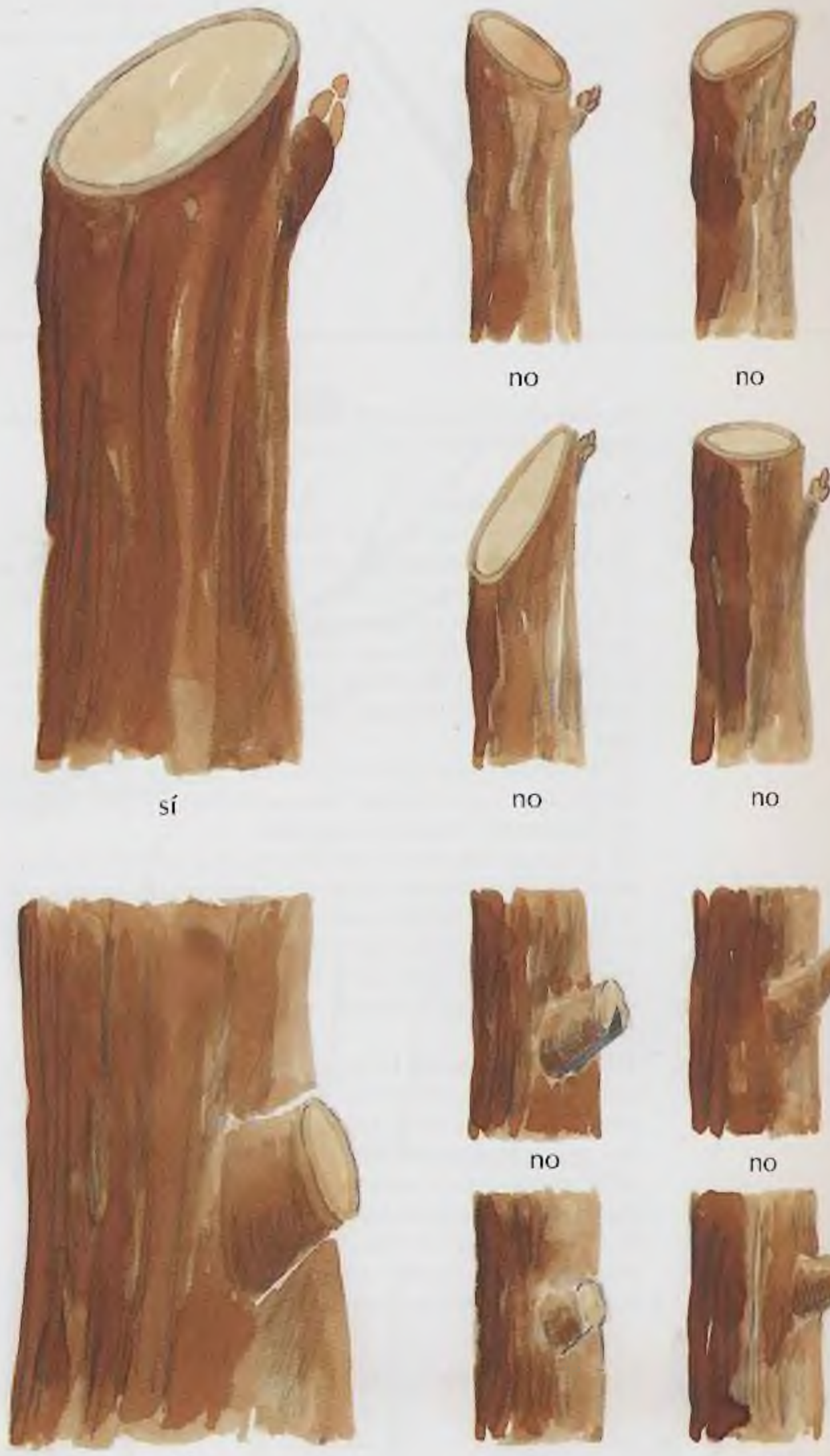
• **Período de vejez**, en el que se produce inducción floral sin crecimiento vegetativo. En este período, la acción sobre la parte aérea consiste en rehajar la copa, para poder crearle una segunda juventud al árbol.





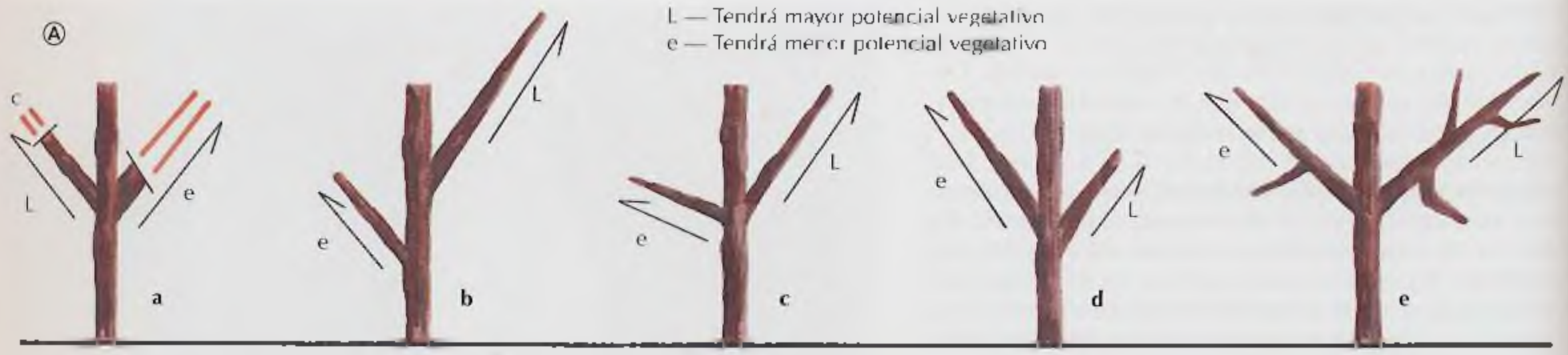
6.1.1. Aspectos técnicos de la poda

El frutal no es típicamente ni un árbol, ni un arbusto o mata. Su situación intermedia le da cierta flexibilidad respecto a los modos de conducta a los que es sometido para la producción.
El aspecto natural de su parte aérea viene determinado por su porte. Esta característica es propia de cada especie y variedad, y tiene gran importancia en la conducta del árbol.



La poda se considerará tanto más racional cuanto menos contraria al porte natural sea.
Un frutal que nunca ha sido podado tiene tendencia a alzarse y a desarrollarse hacia la periferia, dejando su base desnuda de vegetación.
Ello provoca, por un lado, que la parte productiva del árbol se desplace a zonas de difícil recolección, con lo cual se incrementa, por una parte, el costo de la misma y, por otra, la creación de una zona no productiva, que es la parte central de la copa.
La poda consigue reducir al máximo las zonas improductivas y, además, dirige la parte aérea a espacios económicamente más rentables.
Para llegar a conseguir esto, deben conocerse las reglas de la vegetación o leyes naturales.

El corte del brote se efectúa cerca de una yema, dando una ligera inclinación al corte. El corte no deberá realizarse ni demasiado cerca ni demasiado lejos de la yema. El corte de la rama deberá efectuarse cerca del tronco con una ligera inclinación. No deberá realizarse un corte raso, ni tampoco dejarse un muñón, así como no deberá romperse la corteza.



Ⓐ

A/ Interacción de la vegetación entre 2 ramas

Reglas de interacciones a tener en cuenta para conseguir el equilibrio de una copa:

• **Entre 2 ramas:**

A) 2 ramas de la misma dimensión, situadas al mismo nivel, formando el mismo ángulo. Si podamos una más larga que la otra, fortificaremos la primera y debilitaremos la segunda.

B) 2 ramas de la misma dimensión y mismo ángulo, pero situadas a diferente altura. La rama superior resultará siempre favorecida respecto a la rama inferior.

C) 2 ramas situadas al mismo nivel, pero de ángulos diferentes. La rama que forma el ángulo más agudo es dominante respecto a la otra.

D) 2 ramas situadas al mismo nivel y mismo ángulo, pero de dimensiones distintas. La que da la sección más grande es la dominante.

E) 2 ramas situadas al mismo nivel, con el mismo ángulo y dimensión. Será más dominante la que lleve más ramas secundarias.

• **Entre 2 partes de la copa:**

A) Entre elementos simétricos del esqueleto. Es necesario el equilibrio entre los elementos simétricos del esqueleto de la copa, es decir que las 2 guías principales deben estar en equilibrio y tener el mismo potencial vegetativo.

B) Entre elementos diversificados del esqueleto. Esto sucede en las formas con un eje central en las que no todos los elementos del esqueleto tienen el mismo ángulo. El eje central, por su posición vertical, resulta dominante sobre las ramas guía inclinadas, y para que esté en equilibrio con las guías, debe ser podado más severamente.

Cuando se elimina una rama, se eliminan con ella sustancias de reserva acumuladas, además de superficie foliar. Ello supone siempre un debilitamiento del árbol, por lo que la intensidad de la poda deberá ser proporcional al vigor del árbol.

Al realizar una poda fuerte, aparecen en ese punto brotes vigorosos. Eso es debido a que el flujo de savia que alimentaba esa rama no se redistribuye, sino que se acumula en la zona de corte, dando lugar a esos brotes.

La savia bruta tiende a dirigirse a las partes altas de la copa del árbol y a los extremos de las ramas verticales, en detrimento de la parte baja de la planta. Deberán dejarse las ramas bajas de los árboles más largas que las superiores para permitir una buena penetración de la luz y que las ramas se vigoricen.

La savia elaborada se distribuye mejor en las ramas horizontales, siendo éstas las que tendrán mayor número de flores y frutos. Si se desea inducir una rama a fructificar, deberemos realizar una fuerte inclinación sobre ella.

Por lo general, se dará preferencia a las formas simples, fáciles de conducir, en las que la vegetación sea regularmente repartida y vista una superficie determinadas.

B/ Interacción de la vegetación entre 2 partes de la copa

Ⓑ Restablecimiento del equilibrio sobre 2 partes de la copa



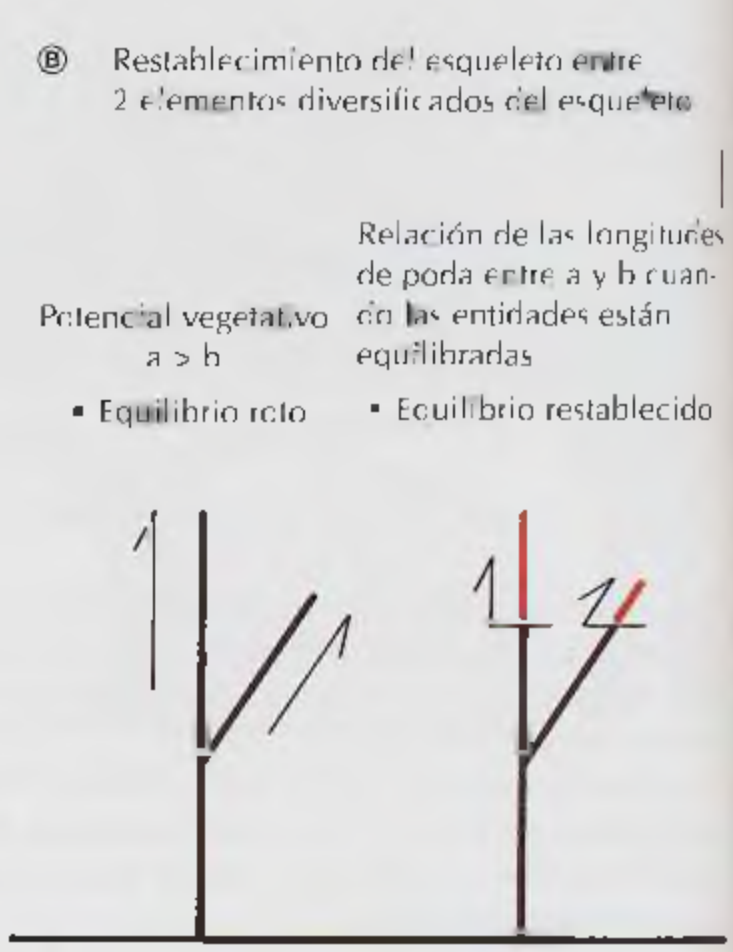
• Equilibrio roto

• Equilibrio restablecido

Ⓑ Restablecimiento del esqueleto entre 2 elementos diversificados del esqueleto

Potencial vegetativo a > b

Relación de las longitudes de poda entre a y b cuando las entidades están equilibradas



• Equilibrio roto

• Equilibrio restablecido

Para cualquier forma, es preciso lo siguiente:

• **El aire y la luz.** Todas las partes del árbol deberán tener acceso al aire y a la luz. El árbol ha de estar bien iluminado para conseguir la máxima actividad de las hojas y coloración de los frutos.
• **El esqueleto o armazón** debe quedar reducido a lo estrictamente necesario, ya que si es demasiado importante, disminuye el espacio reservado a la madera productiva.
• **Poda mínima en la formación del árbol**, para que crezca rápidamente y alcance lo antes posible el esqueleto, sin preocuparse demasiado de su revestimiento, que tendrá lugar en seguida.
• **Adecuada inclinación de las ramas principales.** Se dará a las ramas el mismo ángulo de inclinación, con el fin de mantener el equilibrio y de repartir el vigor.
• **Conseguir el mayor número de madera productiva**, lo más cerca posible del esqueleto del árbol.
• **No despuntar las ramas de un año de edad**, ya que esta operación rompe el equilibrio vegetativo entre las diferentes partes del árbol y, además, retrasa la fructificación y frena el desarrollo si el árbol está en período de formación.
• **El tamaño y el volumen del árbol** están en función del vigor del portainjerto, de la variedad y de la fertilidad del terreno.
• **Se utilizará el tipo de formación y poda** que mejor se adapten a cada variedad, en lugar de pretender que sea la planta la que se adapte al tipo de formación.

6.1.2. Reglas básicas para la constitución del esqueleto del frutal

Al estructurar una copa, es importante establecer una jerarquía entre todos los elementos que forman el esqueleto.





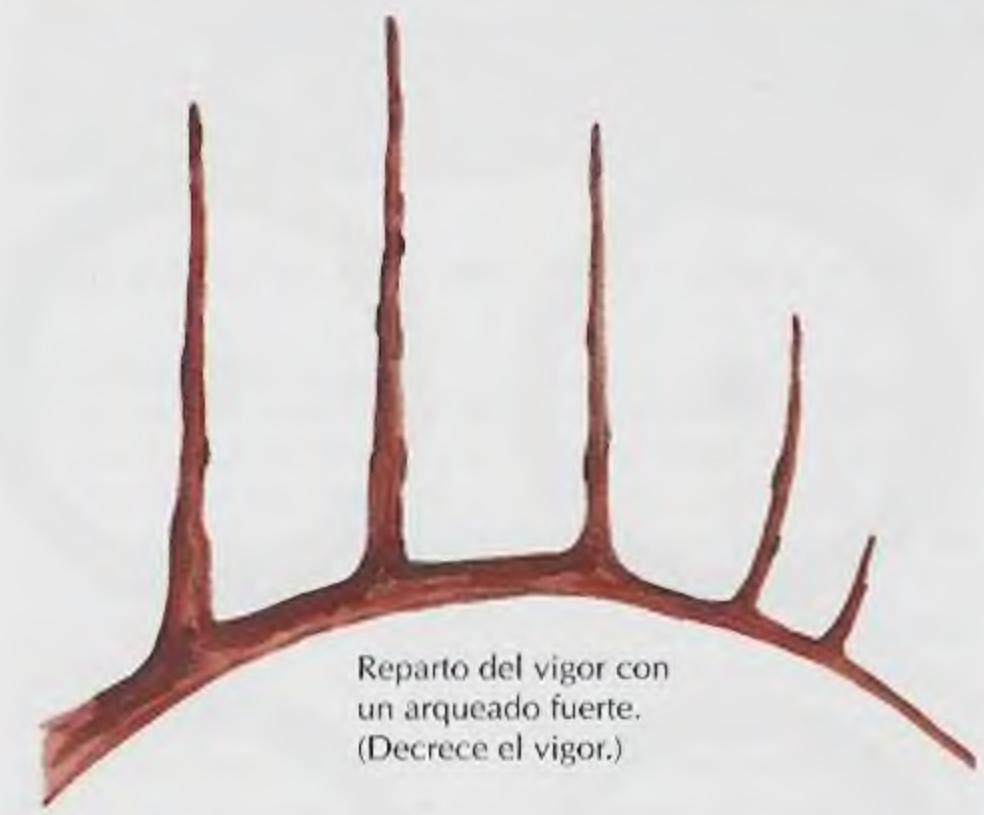
En la vertical la parte alta se "embala" en detrimento de la base.



En la oblícua a 45°, la savia se reparte.



En la horizontal, el máximo de vigor se encuentra en la parte superior.



Reparto del vigor con un arqueado fuerte. (Decrece el vigor.)

***A/** Forma errónea: Mala relación de grosores entre los elementos del esqueleto. Desarrollo de la vegetación hacia lo alto. La base de la copa se desnuda.*

Las relaciones a tener en cuenta son 3:

• Relaciones de grosor
La finalidad es conseguir que todos los brotes anuales tengan un vigor igual en toda la superficie de la copa, tanto los más próximos al suelo como los más altos.

La forma en que se distribuye la energía vegetativa en la copa es comparable a la de un fluído. A medida que aumentan las secciones, lo hace el potencial vegetativo.
Al forzar al árbol a ramificar desde la base del esqueleto, se le obliga a adquirir una forma cónica, de



B/ Forma correcta: juiciosa relación de espesores entre los elementos del esqueleto. Vigor igual de los brotes en todas las zonas geográfica de la copa

tal manera que la vegetación no puede desarrollarse en altura, ya que la savia bruta recorre unos trayectos impuestos.

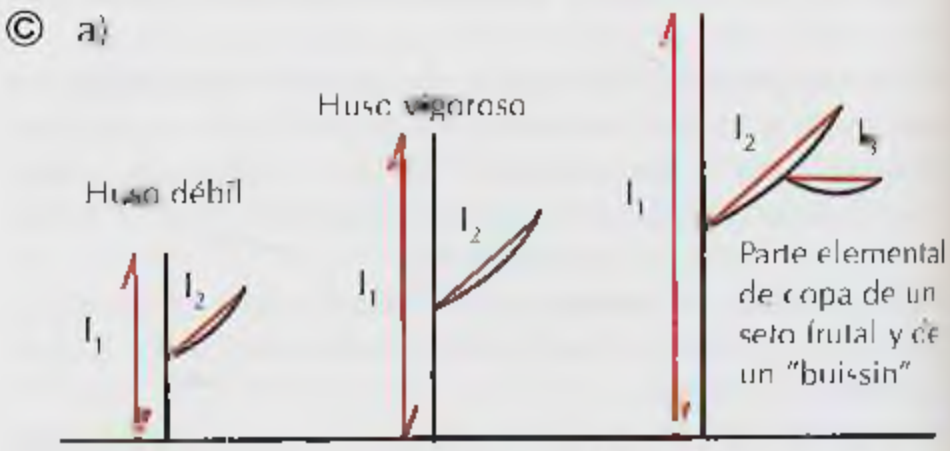
▪ Relaciones de longitud

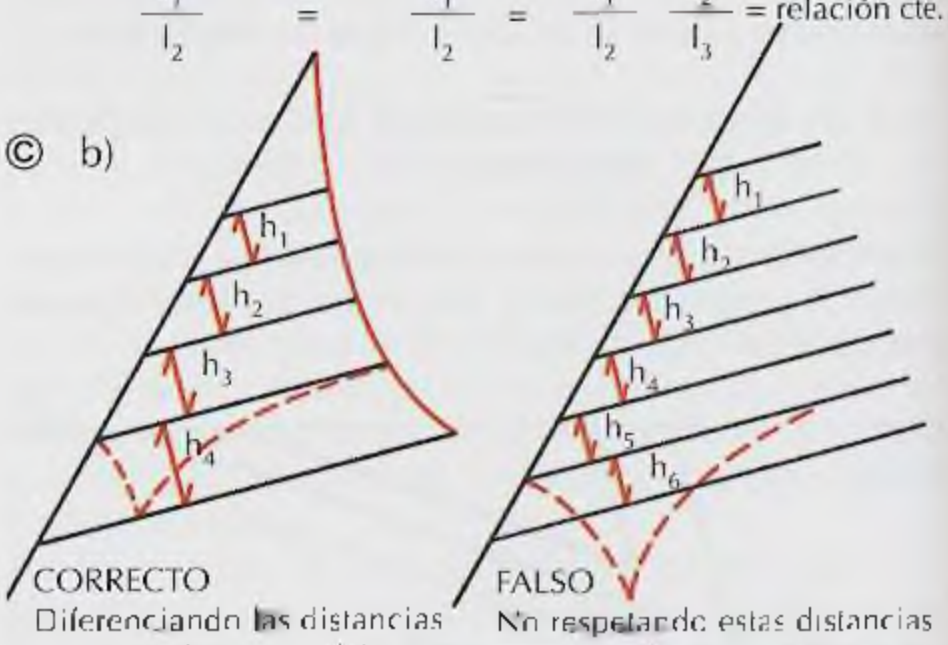
El esqueleto de una copa se compone de ramas primarias, secundarias, terciarias,... La jerarquía entre las ramas es más importante a medida que el árbol aumenta su vigor.

Debe existir siempre una relación de longitud entre las ramas de distinto grado, sea cual sea la forma de esqueleto adoptada.

▪ Relaciones de distancia

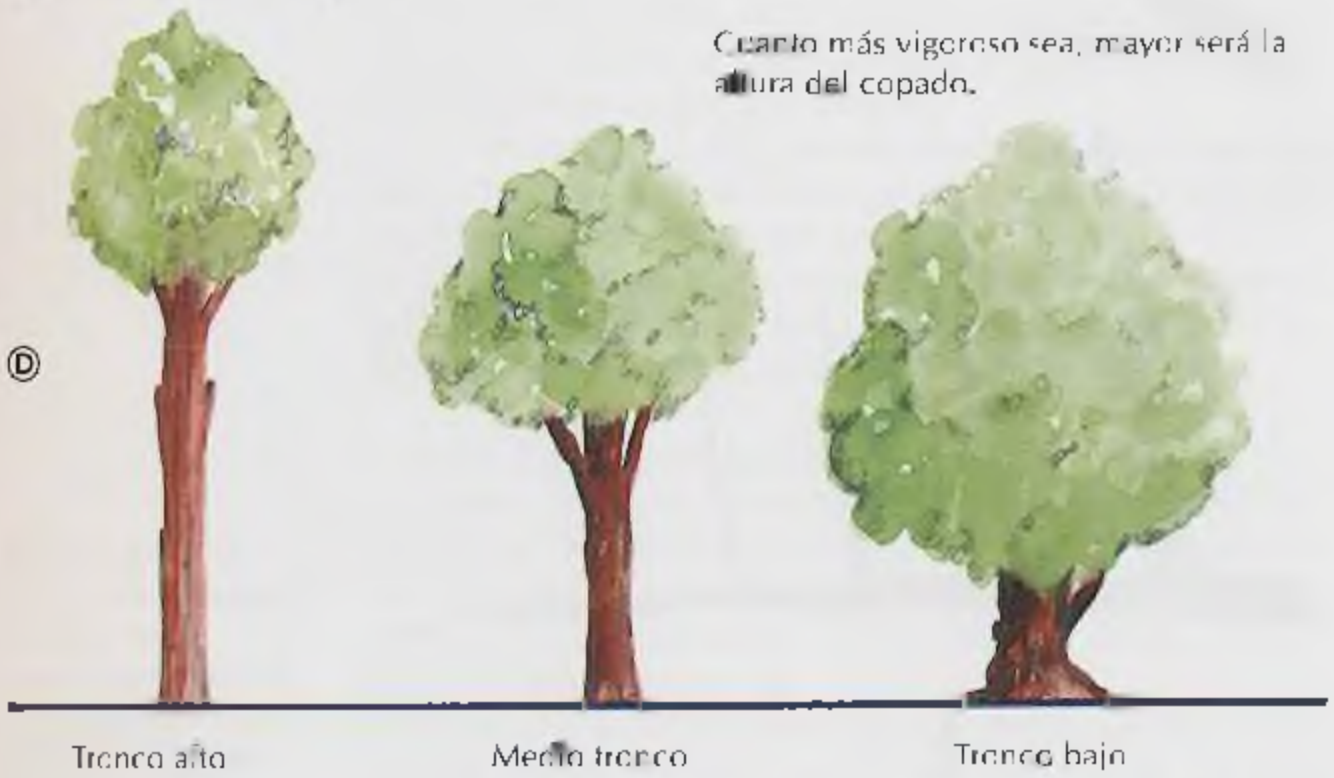
Cuanto más fuertes y largas sean las guías, más espacio entre una y otra deberá dejarse.





La altura del copado está determinada por el vigor de la planta.

Cuanto más vigoroso sea, mayor será la altura del copado.





D/ Representación gráfica del desarrollo de la copa en función de su altura
E/ Formas de copa en volúmen y en superficie

6.1.3. Reglas básicas para la constitución de la copa

• Altura del copado
El desarrollo de una copa es inversamente proporcional a la altura de la base de la copa.
Desde el punto de vista técnico, es necesario dejar un espacio entre el suelo y la copa para evitar que la vegetación sea dañada y permitir, además, el paso de maquinaria.

• Altura de las copas y distancias entre árboles
Ha de existir una relación constante entre la altura de la copa y los marcos de plantación.
La distancia mínima viene determinada por el paso de la maquinaria, y la óptima debe permitir una tasa de insolación suficiente en las partes más bajas de la copa. De lo contrario, la base de la copa se deshoja y atrofia.
Cuanto más alta es una copa, mayor debe ser la distancia entre árbol y árbol.
En general, podemos admitir como distancia óptima 1,5 veces la altura de la copa. Es decir, para una copa de 2,5 m, la distancia óptima entre líneas sería: 1,5 x 2,5 m= 3,75 m.

• Elección de la forma de la copa
La forma ideal es aquélla que permitirá obtener el máximo de superficie foliar activa con el mínimo volumen.

Las formas de copa se dividen en 2 grupos:

• *Las formas circulares o en volumen.* El esqueleto de la copa se desarrolla alrededor de un eje real o imaginario, si es de centro abierto, y la vegetación se extiende en todos los sentidos.
• *Las formas en un plano o en superficie.* El esqueleto de la copa se desarrolla a lo largo de una línea.

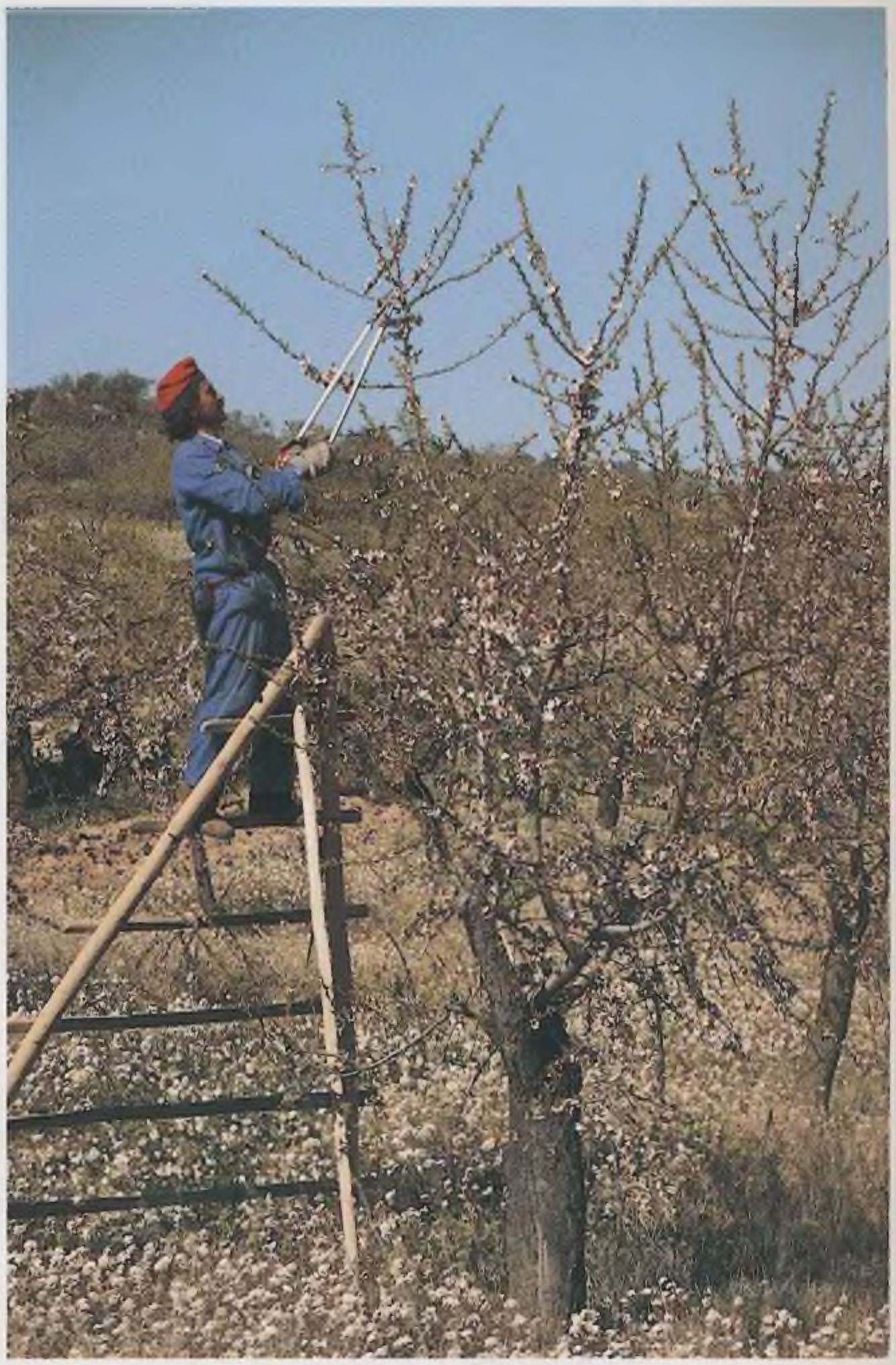
Para el primer grupo, la disposición ideal es la plantación en cuadrado, con lo que queda asegurada la penetración del sol en todos los puntos de la copa. El inconveniente es la necesidad de una excesiva distancia entre árboles para el paso de maquinaria, lo que no interesa desde el punto de vista técnico y económico.

El segundo grupo presenta una serie de ventajas:

- Mayor facilidad en la mecanización del trabajo de campo
- Racionalización de la recolección
- Racionalización de los trabajos de poda y aclareo
- Simplificación de la lucha fitosanitaria
- Posibilidad de comenzar la copa más cerca del suelo
- Economía en la utilización de herbicidas
- Mayor aprovechamiento de la insolación

6.2. TIPOS DE PODA

A lo largo del año, el árbol pasa por unos estadios vegetativos, por lo que la poda debe adecuarse a ellos.



Poda de almendros

Distinguimos dos tipos principales de poda:

• Poda en verde
Es la que se realiza a finales de primavera, cuando el árbol está en plena actividad vegetativa. Consiste en eliminar los extremos superiores de brotes excesivamente vigorosos, para favorecer el desarrollo de otros brotes.
También es poda verde aquélla que se realiza durante el verano. Se centra principalmente en eliminar los brotes que salen en los extremos de las guías y ramas principales que forman el esqueleto, así como aquellos brotes que crecen hacia el interior de la copa.
La poda en verde sirve también para eliminar todos aquellos chupones que no interese mantener para renovar alguna parte vieja de la copa.
En el caso de recolecciones precoces, la poda en verde no se puede realizar durante las tres semanas anteriores, para no afectar negativamente el creci-



Máquina preparada para la poda después de sacar el equipo de recolección

A la derecha: Adaptación de algunas especies a distintos sistemas de formación

ESPECIE	VARIEDAD	FORMACIÓN	DENSIDAD
MANZANO	Todas	Vaso	Baja
	Todas	Palmeta reg.	Media
	Todas	Palmeta irreg.*	Media
	Golden	Drapeau	Media
	Golden, Idared	Huso	Alta
PERAL	Todas	Vaso	Baja
	Todas	Palmeta reg.	Media
	Todas	Palmeta irreg.*	Media
	Todas	Huso	Alta
MELOCOTONERO Y NECTARINA	Todas	Vaso	Baja
	Todas	Palmeta irreg.*	Media-baja
	Todas	Palmeta libre	Media
	Todas	Huso	Media-alta
CEREZO	Todas	Vaso	Baja
	Todas	Palmeta irreg.*	Media

Todas las especies frutales se adaptan bien a la formación en vaso.
* Palmeta irregular: es igual a la palmeta regular o clásica, a excepción de que en esta primera, los brazos que forman un mismo piso están insertos en el eje en un mismo punto; en la palmeta irregular, las guías se insertan alea-toriamente a un lado y al otro, sin salir en un mismo punto dos brazos.

miento de la fruta. En este caso, la poda en verde se realizará acabada la recolección.

• Poda de invierno
Es la que se realiza cuando el árbol se encuentra en período de reposo invernal. Dependiendo de la finalidad, distinguiremos las siguientes:

• *Poda de formación*. Es la poda dirigida a la formación del esqueleto del árbol frutal y tiene gran importancia en los primeros años de la vida del árbol.
• *Poda de producción*. Dirigida a aumentar la producción, es decir provocar o acelerar la formación de órganos productores de flores.
• *Poda de mantenimiento*. Permite equilibrar de forma armoniosa el vigor y la fertilidad del árbol. Un árbol demasiado vigoroso desarrolla exclusivamente grandes brotes, mientras que un árbol demasiado fértil produce demasiadas flores y frutos, se agota rápidamente y muere.
• *Poda de rejuvenecimiento o de vejez*. Poda dirigida a estimular la brotación para rejuvenecer árboles envejecidos. El rejuvenecimiento requiere experiencia y conocimientos para tratar correctamente todas las partes de la copa y decidir adecuadamente las prolongaciones.

• Otros tipos de poda
• *Poda de fructificación*. Se realiza en verde y consiste en pinzar las ramas productivas, pero no las estructurales, para inducirlas a formar frutos.
• *Poda de saneamiento*. La forman las diversas operaciones efectuadas para curar árboles enfermos, eliminando la parte de madera afectada.

6.3. SISTEMAS DE FORMACIÓN

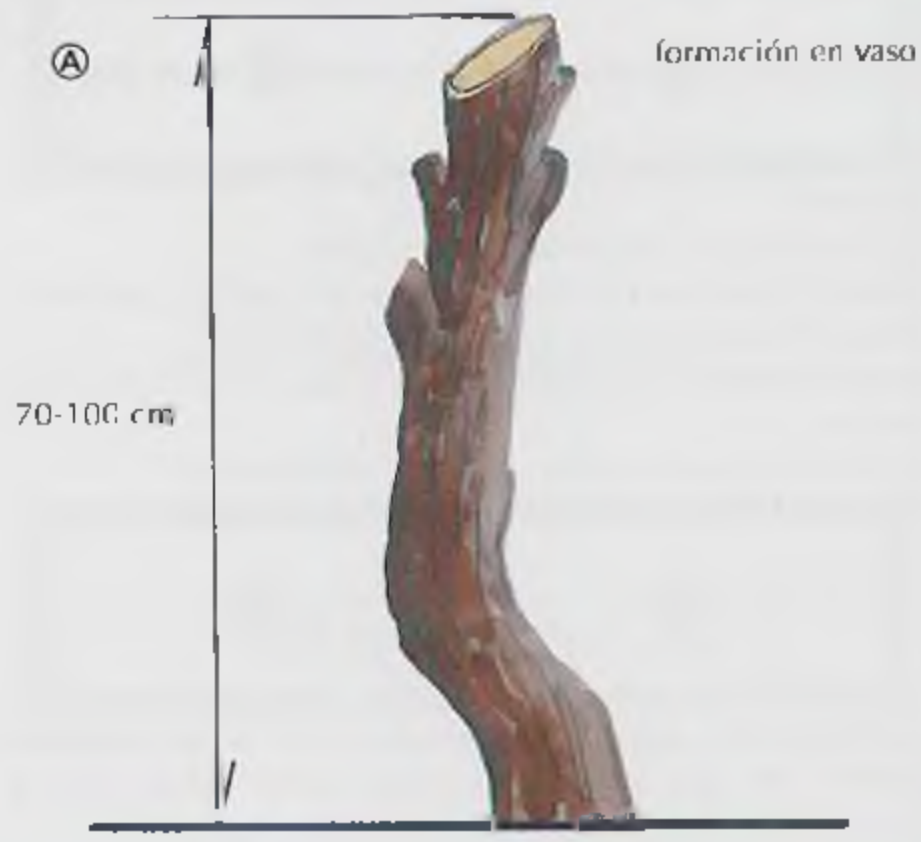
6.3.1. Vaso helicoidal

El esqueleto del árbol lo forman tres guías, brazos o ramas principales, insertados a distinta altura pero de igual longitud, y con un ángulo abierto de 35-40° respecto a la vertical.
Estas guías serán la base de las ramas secundarias que irán insertadas lateralmente. El conjunto tendrá forma cónica.

La formación de un vaso helicoidal dura 4 años.

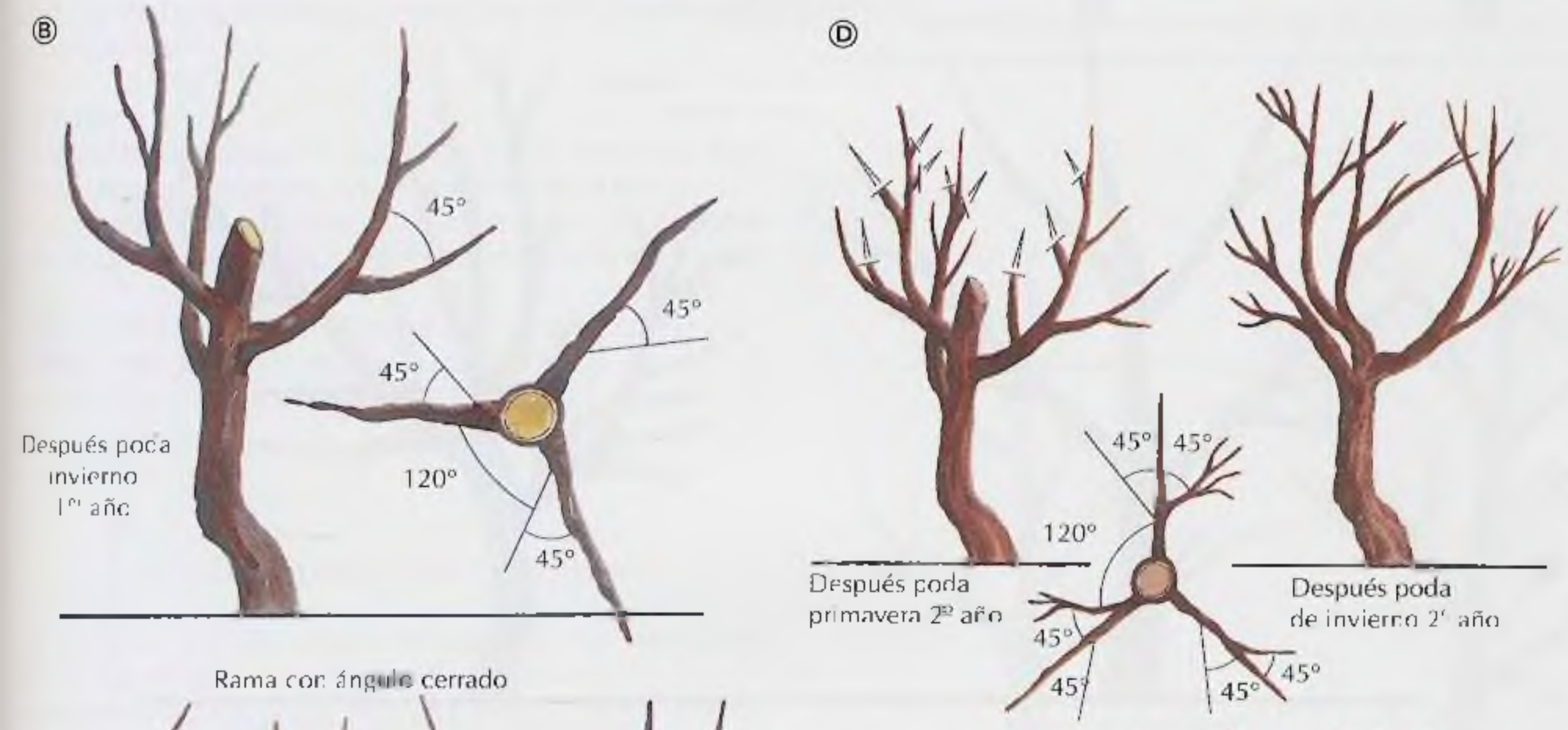
1er Año
El árbol de un año deberá rebajarse a 70-100 cm del suelo, en el momento de su plantación, según la altura de copa que se pretenda dar.
Si el plantón está injertado a ojo dormido, se dejará crecer hasta que alcance los 60 cm y entonces se le pinzará la guía para hacerlo ramificar.
En la primavera de ese año, se eligen las 3 ramas que formarán la base del esqueleto, procurando que estén lo mejor distribuidas posible y que entre ellas exista un ángulo de 120°, con una distancia en altura de 10 a 20 cm entre ellas.
Durante el invierno, se confirmará la elección de las guías y se eliminarán todos los brotes situados por debajo de ellas. También se limpiarán de brotes los extremos de las guías y aquéllos que salgan hacia el interior de la copa. El resto de brotes se respetará, siempre que éstos no sean muy vigorosos y no existan en mucha cantidad.

2° Año
En primavera, se pinzarán todos los brotes que salgan hacia el interior de la copa y los vigorosos situados en el extremo de las guías. Además, se eliminarán los chupones y algún posible fruto.



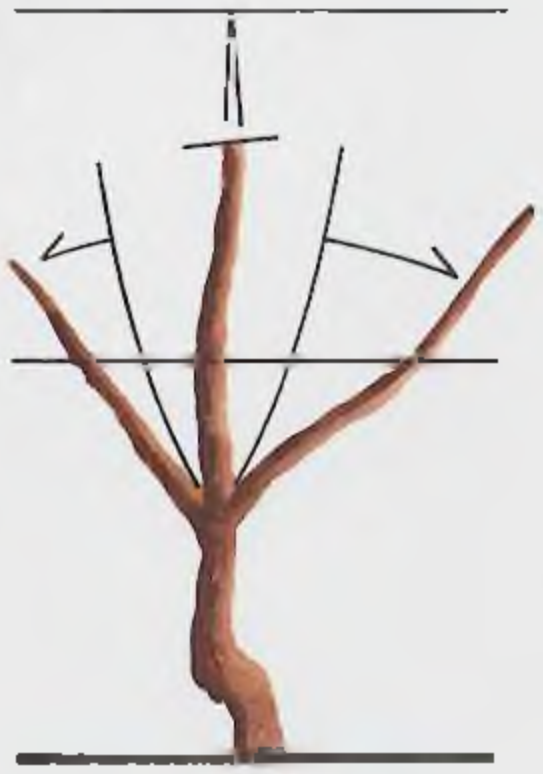


Poda con tijera hidráulica

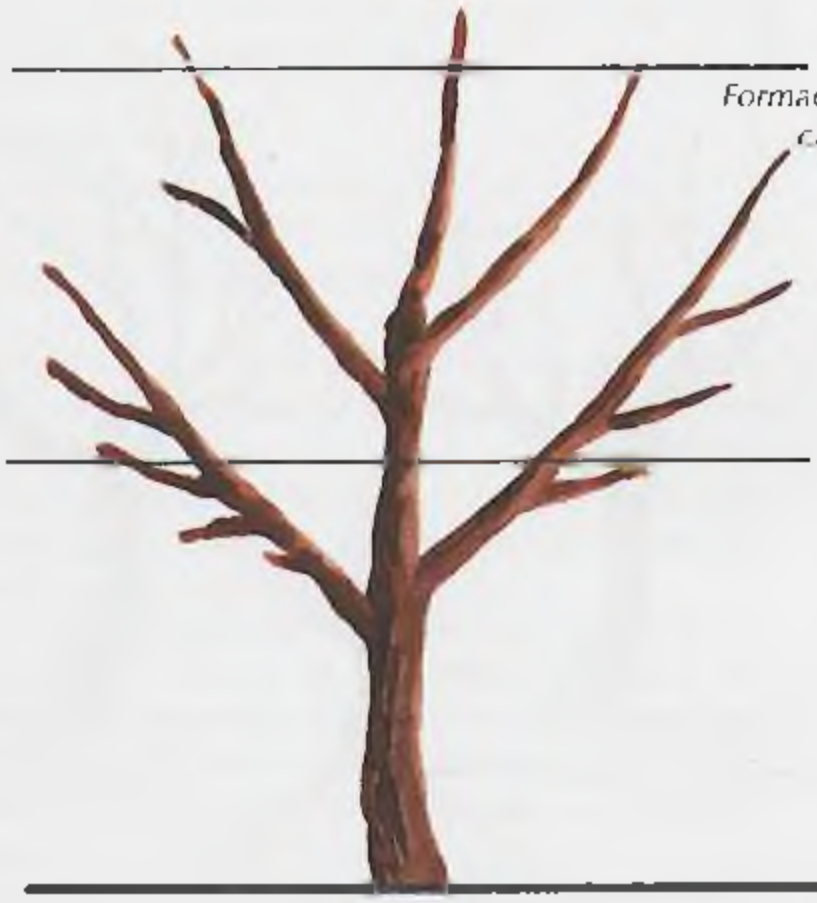


Poda de formación vaso helicoidal
A/ 1er. año primavera
B/ Invierno
C/ Diversas correcciones
D/ 2º Año
E/ 3er Año

Poda de formación. Palmeta clásica regular



Después poda de invierno 1er año



Formación de la palmeta clásica regular



Después del crecimiento del 2° año, hecha la poda en verde



Después de invierno 2° año

Proyección.



Palmeta clásica regular terminada

En invierno, se elegirá, en cada una de las guías, un brote de prolongación que estará situado en el extremo y que no forme ángulo alguno con la guía. Se eliminará el resto de brotes en los 20-30 cm superiores y todos aquéllos que se dirijan al interior o broten por debajo de las guías.
Si existe alguna guía más vigorosa, deberá ser rebajada para mantener la altura y equilibrio con las otras dos, buscando algún brote que sirva de prolongación.
Se escogerán las ramas secundarias que estén situadas al lado contrario de las elegidas el año anterior. Así situadas, de forma alternativa, no existe competencia entre ellas, ni con la guía.
En las ramas secundarias, se eliminarán las ramas muy verticales y no se despuntarán.

3er Año
La poda en verde realizada en primavera será igual que la del año anterior. En invierno, se elegirá una tercera rama secundaria con el mismo criterio que para las anteriores.

4° Año
Las guías se rebajarán sobre un brote vigoroso que sirva de prolongación sin ser éste despuntado.
Los brotes secundarios del primer piso ya pueden empezar a dar frutos, pues han finalizado su formación.
Al terminar la poda de formación, el árbol debe presentar tres guías principales, todas ellas con igual vegetación y forma cónica.

6.3.2. Palmeta clásica regular

Se basa en un eje central en el que van insertados los 4 o 5 pisos que componen la palmeta.
Cada uno de los pisos está constituido por 2 brazos opuestos insertados en el tronco con un ángulo de 45-50° respecto al eje central. La distancia entre los pisos es de 50-100 cm.
Para realizar este tipo de formación, es necesaria una empalizada. Esta instalación constará de postes y alambres para sujetar las ramas.
La formación de una palmeta dura 4-5 años, según el número de pisos.

1er Año
El árbol debe rebajarse a 50-70 cm del suelo en el momento de su plantación.
Durante la primavera, se elegirán las 3 ramas mejores para la formación del esqueleto. Una será el eje central y las otras 2 estarán orientadas en línea a la plantación.
En invierno, las 2 ramas laterales elegidas se inclinarán y atarán a los alambres, limpiando sus extremos de brotes.
El eje central se despuntará a la altura en que se desee formar el segundo piso.
Si las 2 ramas laterales no son suficientemente vigorosas, el eje se cortará a un palmo por encima del corte inicial. De esta manera, se fortalecen las ramas laterales, y aunque se pierde un año, se asegura el esqueleto del árbol.

Formación de la palmeta libre

Poda en verde 1er año — *Después poda invierno 1er año*

Poda en verde 2° año — *Después poda invierno 2° año*

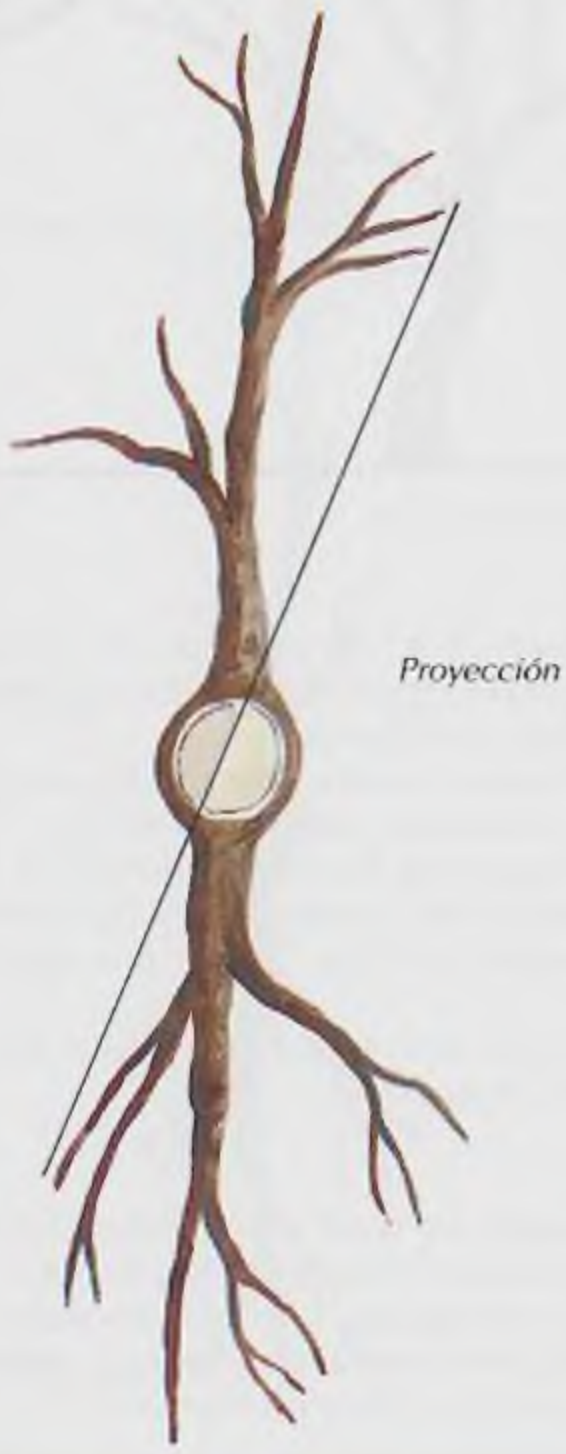
2° Año
En primavera sólo se pinzarán los brotes vigorosos que salgan de forma vertical en las ramas del primer piso o en el extremo de la guía.
En invierno se formará el segundo piso, procediendo de igual forma que para el primero.
Se eliminarán los brotes existentes en los extremos de las ramas del primer piso y las ramas muy verticales, respetando los brotes laterales con ángulo abierto.
El eje central se pinzará a la altura donde se desee formar el tercer piso.

3° Año
Se procederá de igual manera para formar los sucesivos pisos que compongan la palmeta.
Una vez conseguida la altura deseada, se cortará el eje central, para evitar que crezca, sobre algún brote inferior que sirva de prolongación.

Poda de formación. Palmeta libre
(Continua en página siguiente)



Después poda invierno 3er año: palmeta libre formada



Proyección

Una palmeta estará bien formada cuando:

- El piso inferior sea más largo que el superior en todos los pisos.
- En el mismo piso los 2 brazos tengan igual vigor.
- Dentro de cada brazo, las ramas secundarias sigan una jerarquía estricta.

Una variante importante que cabe mencionar es la palmeta irregular. La diferencia es que los brazos que forman los pisos se insertan aleatoriamente a un lado y al otro sin salir en un mismo punto dos brazos.

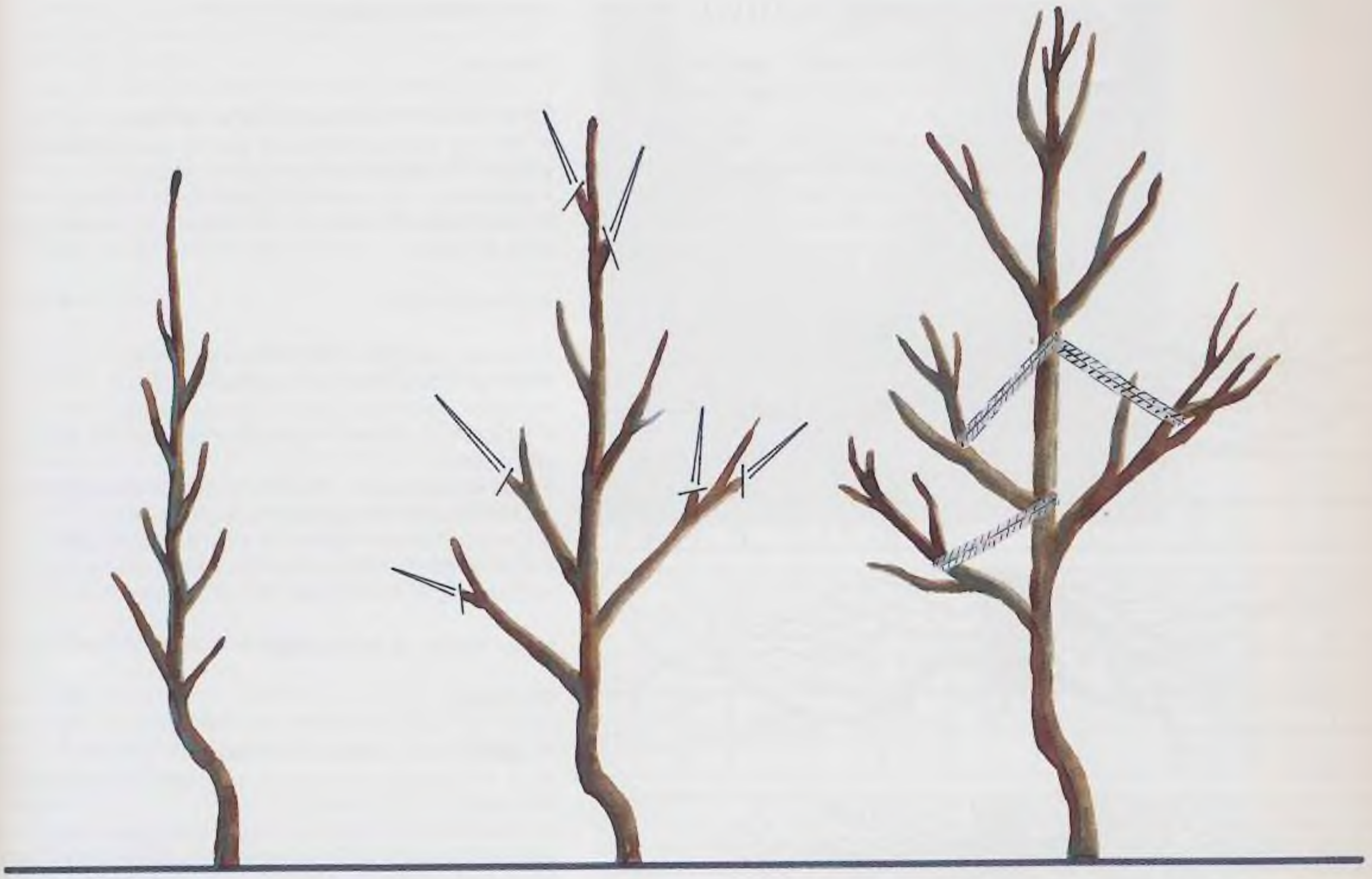
6.3.3. Palmeta libre

La diferencia de esta formación respecto a la anterior es que permite vegetar al árbol libremente, reduciendo el número de podas realizadas.
Su forma es menos simétrica y rígida que la de la palmeta regular, aunque en general su aspecto es similar.
Otra diferencia importante es la no utilización de instalaciones para el emparrado. Para conseguir el mismo efecto, se utilizan cañas apoyadas en las distintas ramas, lo que permite conseguir los ángulos buscados.
La formación dura entre 3 y 5 años, según los pisos deseados.

1er Año.
No se rebajará el árbol en el momento de su plantación, pero sí se eliminarán los brotes demasiado vigorosos que pueda tener.
En primavera se elegirán 2 ramas que formarán el primer piso y se pinzarán las restantes, pero no el eje central. En caso de que el árbol sea muy vigoroso, se pueden elegir ya los 2 primeros pisos.
En invierno se inclinarán las ramas mediante cañas para obtener el ángulo deseado.

2º Año
En primavera se pinzan los brotes de los extremos de las ramas principales, excepto el terminal, y se eliminan los chupones.
En invierno se seguirá el mismo criterio que en el caso de la palmeta regular, con la diferencia de que las ramas laterales de los brazos se dejarán crecer siempre que no molesten para realizar las labores de la plantación.

3er Año
Se procederá igual que el año anterior. Cuando el crecimiento vegetativo del árbol es corto o bien empieza a desnudarse de ramas la base, se recurre a una poda de retroceso que consiste en rebajar el eje central, cortando sobre una brotación bien formada que tenga un ángulo cerrado, para evitar que se desarrolle excesivamente en altura.
Las ramas primarias y secundarias deberán también acortarse para favorecer la vegetación a lo largo de toda la rama.
Se eliminan las ramas excesivamente vigorosas y los ramos de frutos muy viejos.



Poda en plantación

Final crecimiento 1er año, después poda primavera

Después poda invierno 1er año

6.3.4. Huso o fusetto

Es una formación muy sencilla que se basa en un eje central en el que se insertan 7-8 ramas distribuidas sin ningún orden fijo, pero bien distanciadas y alternadas para evitar hacerse sombra y permitir que la luz llegue a todas por igual.
Las ramas de la base tienen mayor longitud que las superiores, que van disminuyendo mientras ascienden por el eje central.

1er Año
Si el plantón es vigoroso y posee brotes en la parte baja, éstos se respetarán, pero si están en la parte alta, deberán cortarse a 2 yemas en el momento de la plantación para favorecer la brotación de las yemas inferiores.
En primavera se pinzarán los brotes de los extremos superiores de las ramas elegidas como principales y de las ramas vigorosas que puedan competir con las anteriores.
El eje se respetará en todos los casos.
En invierno se eliminan los brotes del extremo del eje central y aquéllos muy vigorosos, exceptuando las ramas principales.

2º Año
Se siguen utilizando los criterios del año anterior.



Poda de formación. Huso o fusetto

Final crecimiento 2º año

7. TÉCNICAS DE CULTIVO

Las técnicas de cultivo son todas aquéllas labores aplicadas al terreno y al árbol para conseguir una buena producción.
Una de las más importantes es el mantenimiento del suelo. Éste va dirigido principalmente a la eliminación de malas hierbas, pero tiene otros objetivos: uno es el mantenimiento de una buena estructura del suelo, impidiendo la compactación, y otro es mejorar la fertilidad y evitar la erosión.



Ⓐ



Ⓑ



Ⓒ



Ⓓ

Existen varias técnicas de mantenimiento del suelo. Unas respetan la capa herbácea que se crea de forma espontánea, y otras eliminan esta capa con labores continuas o la aplicación de herbicidas.

A) Terreno limpio de malas hierbas

- **Por medio de labores**

Ventajas:

- No existe competencia por el nitrógeno y el agua.
- No hay plantas huésped, por lo que disminuye el peligro de ataques de hongos y plagas.
- Disminuye la proliferación de ratas y topos.
- Incorporación sencilla de abonos y materia orgánica al suelo.

Inconvenientes:

- Escasa movilidad del fósforo y potasio.
- Menor contenido en materia orgánica.
- Mayor incidencia de la clorosis férrica.
- Aparición de suelo agrietado después de cada riego o lluvia.
- Posibles daños por el paso de la maquinaria de laboreo.
- Degradación de la estructura del suelo.
- Compactación y daños por asfixia radicular.
- Daños por heladas si las labores son recientes.
- Coste de la realización de las labores.

- **Por medio de herbicidas**

Ventajas:

- Ahorro en el número de labores.
- Al no trabajar el terreno, mejoran su estructura y el desarrollo de las raíces.
- El consumo de abonos y agua es menor en relación con la capa herbosa, e idéntico al de la técnica de laboreo, aunque con el primero se ahorra algo más de agua.
- Disminuyen los daños por bajas temperaturas.

Inconvenientes:

- El coste de los herbicidas.
- Acumulación de herbicidas en el terreno a lo largo de los años.
- Compactación por el paso de maquinaria, aunque menor que en el caso del laboreo.
- Disminución de la clorosis férrica en relación con el laboreo.

B) Terreno con capa herbácea

- **Capa herbácea temporal**

Consiste en hacer crecer, de forma espontánea o por siembra, una capa herbácea por toda la superficie de la plantación o bien a franjas. Las franjas pueden estar situadas debajo de los frutales, manteniendo el centro de los bancales limpios, o bien manteniendo libre la zona debajo de los frutales y el centro del bancal con la capa herbácea.
Se llama temporal porque sólo estará la capa de primavera a otoño, y a finales de otoño se realizará el enterrado de la hierba junto con el abono y la materia orgánica, si fueran necesarios.

Ventajas:

- Mejora la movilidad del fósforo y potasio.
- Reducción de la compactación y, con ella, de la asfixia radicular.

• Aumenta el contenido en materia orgánica.
• Ahorro en el número de labores y mejora de la estructura del terreno.
• Desarrollo de las raíces en la capa superficial.
• Protección contra la erosión y el agrietado tras un riego o lluvia.
• Reducción de las oscilaciones térmicas del suelo.
• Reducción de la clorosis férrica.
• Permite la incorporación de abonos y materia orgánica en las labores de invierno.

Inconvenientes:

• Mayor necesidad de nitrógeno y agua.
• Se evita el laboreo, pero no la realización de las siegas precisas.
• Mayor proliferación de topos y, con ellos, de los daños al sistema radicular, sobre todo si la capa herbácea está debajo de los árboles.
• Mayor propagación de hongos y plagas en general.
• Mayores daños por heladas en primavera.
• Si la hierba llega hasta el mismo pie del árbol, pueden aparecer daños por podredumbre de cuello.

• Capa herbácea permanente

Igual que en el caso anterior, pero sin realizar la operación de enterrado en invierno. Por ello se denomina permanente. También puede ser en toda la superficie o a franjas.
Las ventajas e inconvenientes son los mismos que en el caso anterior, con la suerte que las ventajas se ven aumentadas, aunque los inconvenientes también, añadiendo la dificultad de la incorporación de abonos y materia orgánica.
La técnica de la capa herbácea recibe el nombre de **grass-mulch** cuando la hierba segada no se retira del terreno.

C) Terreno con otro tipo de cobertura

• Mulching

Es la carencia total de labores y la cobertura con paja, materia orgánica o materiales plásticos. La cobertura puede ser total o a bandas.

Ventajas:

• Gran ahorro de agua.
• No se realiza ninguna labor.
• Mejora en la utilización de potasio.
• Mejora de texturas medias.

Inconvenientes:

• Se acentúa la asfixia radicular en terrenos compactos.
• El coste del material de cobertura.
• Dificultad en la aplicación de abonos.
• Aumento del riesgo de heladas.
• Aumenta la proliferación de topos.
• Si se utiliza paja, existe el peligro adicional de incendios.
• Es irreversible, no pudiéndose cambiar a otra técnica sin causar daños en el sistema radicular que esté a ras de superficie.



Fumigación de almendros

Las aplicaciones de estas técnicas son:

• *Terreno limpio de malas hierbas por labores*
Recomendable en frutales durante los 3-4 primeros años de edad en la mayoría de los casos y, sobre todo, para frutales que se cultivan en secano y cuya pluviometría no es muy alta.

• *Terreno limpio de malas hierbas por herbicidas*
Sólo en árboles con 3 o más años de edad, además de tener en cuenta la tolerancia específica de cada árbol.

• *Capa herbácea temporal*
La más recomendable, en general, para frutales a partir de 3-4 años, a franjas, ya que se reducen los inconvenientes. Los frutales que requieren poca agua, como los melocotoneros y otros frutales de hueso (albaricoquero, almendro y cerezo) no toleran bien la capa herbácea.
En plantaciones de secano son poco recomendables, ya que la competencia por el agua es importante.

• *Capa herbácea permanente*
Aplicable a frutales a partir de 4 años de edad.

• *Mulching*
Sólo recomendable en suelos sueltos o arenosos o con pocas disponibilidades hídricas.

7.1. HERBICIDAS EN FRUTICULTURA

Los herbicidas son productos utilizados para la eliminación de las malas hierbas del terreno, entendiendo como malas hierbas aquéllas no deseables.
El mejor herbicida no es el que limpia por completo el terreno, sino aquél que realiza en general una buena labor, destruyendo las plantas que causan mayores problemas y no creando, a su vez, problemas residuales para el cultivo.

Para elegir el herbicida y el momento de su aplicación, se tendrán en cuenta las siguientes reglas generales:

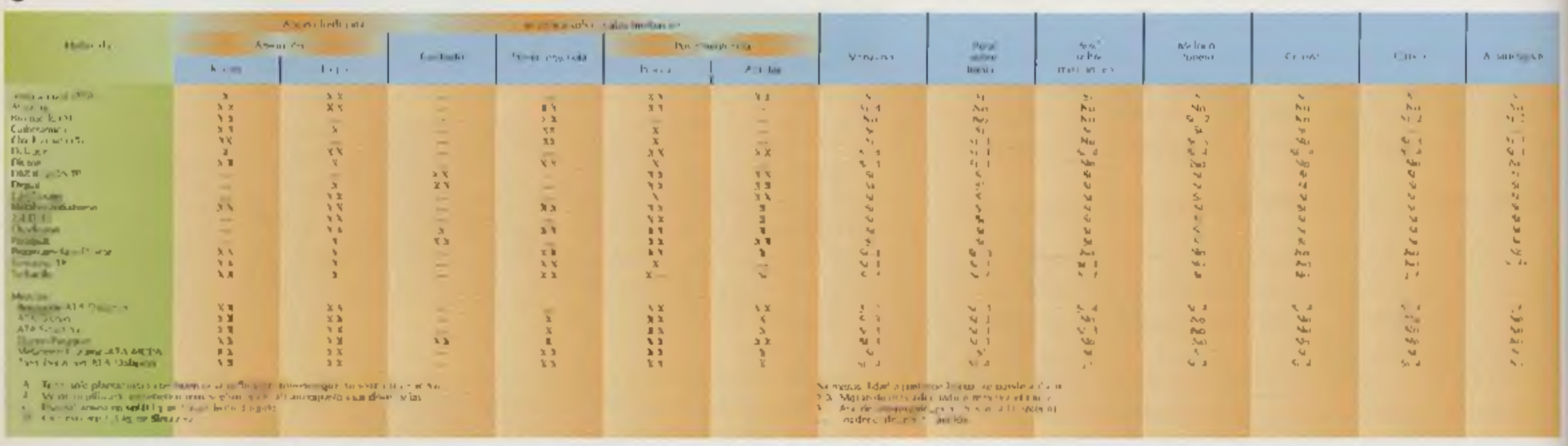
A la izquierda diversas técnicas de cultivos.
A/ *Esquema del sistema radicular de un melocotonero en un terreno sin labores y sin hierba; sólo se han aplicado herbicidas. Las raíces pueden desarrollarse muy bien en las capas más superficiales.*
B/ *Esquema del desarrollo de las raíces de un melocotonero, en el que por un lado (derecho) se ha seguido el sistema de labores periódicas de unos 20 cm de profundidad. Por el otro (izquierdo), capa herbosa.*
C/ *Esquema del sistema radicular del melocotonero, en una parcela bien estructurada y sometida a la técnica de cultivo conocida por "mulching" (en este caso, de paja). Es abundante la masa de raicillas que salen a la superficie (zona lógicamente más aireada y fértil).*
D/ *Aparato radical de un melocotonero después de tres años de «no cultivo»; las raíces se mantienen por debajo y/o junto a la capa de tierra invadida por las raíces de las hierbas.*

Ⓐ

	ATA (aminotriazol)	Atrazina	Dalapon	2,4-D	Diuron	Simazina
Agropyron repens (grama)	S	SS-SR	S	R	SR-R	SR-R
Cynodon dactylon (grama)	SS	R	S	R	R	R
Cirsium (cardo)	SS	SR	R	S	SR	R
Convolvulus (correguela)	SR	SR	R	S	R	R
Equisetum (castañera)	SR	SR	R	S	R	R
Rumex (acedera, vinagrera)	S	S-SR	R	SR	SR-R	—
Ranunculus	SS	SS-R	—	S-SS	SS-SR	SR
Sonchus (lletsó)	S	S	—	SS	SS	SS
Tusilago	—	SS	—	R	—	R

S = muy sensible SS = bastante sensible SR = semirresistente R = resistente

Ⓑ



Ⓒ

	Diuron	Metabenztiazuron	Simazina
Amaranthus (bledo)	S	S	SR
Capsella bursa-pastoris	S	S	S
Chenopodium (bledo)	S	S	S
Cirsium (cardo)	SR	R	R
Papaver (amapola)	S	S	S
Euphorbia	—	—	S
Fumaria	SR	SR	S
Sonchus	SS	SR	SS
Convolvulus (coneguela)	R	SR	R
Portulaca	S	S	SR
Raphanus (rabaniza)	S	S	S
Ranunculus arvensis	SS	SS	SR
Polygonum (varios)	SS	SS	S
Veronica	R	S	S

• En relación con las malas hierbas:

• Las malas hierbas jóvenes se destruyen más fácilmente que las viejas.
• En general, las malas hierbas se destruyen mejor bajo condiciones que favorecen una buena germinación y rápido crecimiento, salvo en caso de que se utilicen herbicidas de preemergencia.

• En relación con las condiciones climáticas y suelo:

• La existencia de temperaturas no adecuadas, o de lluvias durante o después de una aplicación, pueden provocar resultados negativos.
• Los suelos de textura fina o arcillosa necesitan mayores dosis de herbicida que los suelos de textura gruesa o arenosa.

• En relación con el producto y su aplicación:

• Se aconseja no aplicar un mismo producto durante más de tres años seguidos. Se obtienen mejores resultados si sólo son dos. La aplicación continuada de un mismo herbicida elimina unas determinadas hierbas, mientras que intensifica la resistencia de las más fuertes.
• Aplicación de las dosis correctas. Las dosis máximas sólo deben aplicarse el primer año para luego proseguir con dosis más bajas.
• No mezclar los herbicidas, a menos que los datos de la etiqueta indiquen lo contrario.
• La distribución sobre el terreno debe ser uniforme para así asegurar buenos resultados.
• Conocer las características de cada producto y respetar todas y cada una de las normas de seguridad recomendadas por la entidad productora y para cada tipo de terreno y cultivo.
• Almacenamiento adecuado en lugares cerrados y bien señalizados.

A/ Eficacia de un grupo importante de herbicidas frente a sus adventicias muy frecuentes en las plantaciones de frutales
B/ Cuadro resumen sobre las características de aplicación de los herbicidas
C/ Eficacia de algunos herbicidas frente a algunas dicotiledóneas intestantes





Máquina de aplicación de productos fitosanitarios

7.1.1. Características de los herbicidas más utilizados

• Aminotriazol o ATA

Es un herbicida sistemático que penetra principalmente a través de las hojas. Impide la formación de clorofila y sus efectos se observan transcurridas varias semanas. Su permanencia en el terreno es corta, de 3 a 5 semanas.
Es eficaz contra numerosas especies de plantas anuales y vivaces. Es excelente contra gramíneas.
Se aplica en postemergencia sobre plantas en vegetación activas, con dosis de 4,5 Kg de materia activa por hectárea, aunque normalmente se utiliza combinado con otros productos más residuales, como el Diurón o Simazina.
Procurar no mojar las partes verdes del frutal durante su aplicación.

• Atrazina

Es absorbido principalmente por las raíces. Actúa bloqueando la respiración de la planta. Su permanencia en el terreno puede superar los 6 meses.
Es eficaz contra la mayoría de plantas en estado joven, a excepción de la digitaria.
Se puede aplicar en preemergencia o postermergencia, siendo la dosis de 2,5-3 Kg de materia activa por hectárea.
En frutales, su utilización queda reducida al manzano con edad superior a los 4 años.

• Clortiamida

Esta sustancia sólo es activa como herbicida cuando entra en contacto con el terreno, transformándose en otra sustancia, el diclobenil.
Es absorbido por las raíces de forma lenta, siendo su persistencia en el terreno buena.
Es eficaz sobre un gran número de gramíneas y plantas anuales y vivaces, e inactiva frente a *Mercurialis* y *Sorghum* (cañota).
Su aplicación es en preemergencia, aunque también se utiliza en postemergencia a la dosis de 6-8 Kg de materia activa por hectárea.
No se utiliza sobre el peral, cerezo y membrillero. En manzano, melocotonero, albaricoquero y ciruelo, sólo se utilizará cuando el árbol tenga un mínimo de tres años.

• Dalapón

Es un herbicida sistemático, absorbido por las hojas. Su permanencia en el terreno es de 6 a 8 semanas.
Su acción se ejerce sobre gramíneas en crecimiento.
Su aplicación es en postemergencia con dosis de 8 Kg de materia activa por hectárea. En general se aplica a todos los frutales, y en el caso de las cerezos cuando tienen como mínimo 4 años. Es un producto poco utilizado.

• DNOC o Dinitro-Orto-Cresol

Es un herbicida sistemático absorbido a través de las hojas. Su acción es rápida y su permanencia en el suelo es nula.
Actúa sobre numerosas plantas anuales y vivaces, siendo importante su acción sobre la correguela.



Aplicación de insecticidas. Sobre estas líneas en una plantación de perales.

Su aplicación es en postemergencia, con dosis de 1 Kg de materia activa por hectárea y a una temperatura máxima de 25°C.
En general, se puede aplicar en todos los frutales sin limitación de edad.

• Diquat

Es un herbicida de contacto de efecto rápido. Destruye la clorofila de las partes verdes y su permanencia en el terreno es nula.
Es eficaz sobre plantas jóvenes, aunque en el caso de las gramíneas, su acción es menor que la del Paraquat.
Su aplicación es en postermergencia, con dosis de 0,7-1%, en todo tipo de frutal sin limitación de edad.

• Simazina

Se absorbe principalmente a través de las hojas y bloquea la respiración de la planta. Su acción es rápida y su permanencia en el suelo oscila entre las 6 y 12 semanas.

Actúa sobre numerosas gramíneas, siendo su acción parecida a la de la Atrazina, con la ventaja de ser más selectiva.
Su aplicación es en preemergencia, aunque también en postemergencia precoz si se mezcla con ATA. Para que los resultados sean óptimos, el terreno tiene que tener una buena humedad.
La dosis de aplicación es variable y oscila entre los 2 y 4 Kg, según especie y edad del árbol.

• Bromacilo

Se absorbe principalmente por las raíces y actúa inhibiendo el proceso de fotosíntesis.
Su permanencia en el terreno es corta, ya que lo destruyen los microorganismos.
Es eficaz sobre gran número de plantas y gramíneas.
Su aplicación es en preemergencia y en postermergencia precoz, con dosis de 1,6 Kg, o de 2 Kg si el árbol tiene ya 4 años.
Se utiliza en melocotonero, ciruelo y albaricoquero, con buena humedad en el suelo.

• Diuron

Se absorbe principalmente por las raíces. Su acción es lenta y su permanencia en el terreno es larga, sobrepasando los 6 meses.
Su aplicación es en preemergencia y en postemergencia precoz si se mezcla con ATA, con dosis de 2,5 Kg de materia activa por hectárea, y 3 Kg si el árbol tiene más de 3 años.
Se utiliza sólo en manzanos y perales sobre franco.

• Metabenzotiazuron o Tribunil

Se absorbe tanto por las hojas como por las raíces. Su permanencia en el suelo es corta: entre 3 y 4 meses.
Su aplicación es en preemergencia o en postemergencia precoz, con dosis que oscilan entre los 1,8 y 2,8 Kg de materia activa por hectárea, dependiendo del tipo de hierba.
No existe limitación de especie ni de edad del árbol.

• Paraquat

Es un herbicida de contacto que destruye la clorofila de las partes verdes de la planta.
Su acción es rápida y su permanencia en el suelo corta.
Actúa eficazmente sobre gramíneas anuales jóvenes.
Su aplicación es en postemergencia, con dosis de 0,7-1,2 litros de materia activa por hectárea. Se aconseja la adición de un mojante y un alto volumen de agua.
No tiene limitación de fruta ni de edad del árbol.

7.1.2. Mezclas de herbicidas

Estas son las mezclas de herbicidas más usuales:

- ATA + Simazina
- ATA + Diuron
- Diuron + Paraquat
- Benzurida + ATA + Dalapon
- Metabenzotiazuron + ATA
- Metabenzotiazuron + Diuron
- Metabenzotiazuron + Simazina

Estas mezclas son eficaces sobre un gran número de malas hierbas, pero si aún así existe alguna hierba que escapa a su acción, hay que sopesar la necesidad de utilizar un herbicida complementario.
Algunas malas hierbas resistentes son:
• *Convolvulus* o corregüela. Para eliminarla, deben utilizarse el 2,4-D y el MCPA.
• *Cirsium* o cardo. Utilizando los herbicidas anteriores.
• *Cynodon dactylon* o grama común y *Sorghum* o cañota. Para eliminarlas, se utilizará el Dalapón, tratando tan sólo los focos.
• *Lolium* o ray-grass. En preemergencia se utiliza el Metabenzotiazuron, y una vez ha salido al exterior el ATA.

7.1.3. Otras sustancias desherbantes

Se utilizan como herbicidas otras sustancias más recientes que las anteriores, pero no por ello menos importantes. Su novedad implica un cierto desconocimiento de sus características.

• Glyphosato

Esta sustancia es absorbida por las hojas. Su acción es rápida y su permanencia en el suelo muy baja.
Es muy eficaz sobre gramíneas y plantas anuales.
Su aplicación es en postemergencia, después de la recolección, en pleno período de vegetación activa, con dosis de 1,1 a 2,2 Kg de materia activa por hectárea.
No presenta limitación en el tipo de frutal ni en la edad del árbol.

• Oxidiazon

Herbicida de contacto. Se utiliza en pre y postermergencia sobre gran número de gramíneas anuales.
Es eficaz contra el *convolvulus* o corregüela.

• Carbetamida

Es absorbida por la raíz y actúa sobre gramíneas anuales.
La aplicación se efectuará en invierno, a razón de 3 Kg de materia activa por hectárea.

• Propyzamida

Su absorción es radicular y actúa sobre gramíneas anuales y vivaces. Su acción depende de la buena humedad del terreno y de la temperatura, teniendo que ser ésta media-baja.
Su aplicación es en pre y postemergencia asociada al Diuron o a la Simazina.

• Terbacilo

Su absorción es radicular y actúa inhibiendo el proceso de fotosíntesis.
Presenta buena compatibilidad frente a frutales de hueso y es eficaz sobre numerosas gramíneas y plantas anuales.

• Phenobenzurón

Su absorción es a través de las raíces. Su aplicación es en preemergencia y postemergencia precoz, siendo eficaz contra gramíneas anuales. Se utiliza mezclado con ATA y Dalapón.
Resulta muy selectivo frente a drupáceas como el ciruelo, el cerezo y el melocotonero y a pomáceas como el manzano y el peral.

7.2. ACLAREO DE FRUTOS

La mayoría de las especies frutales producen más frutos de los necesarios para una buena cosecha.
La técnica del aclareo se realiza para reducir la rotura de las ramas, aumentar el tamaño del fruto, mejorar el color y la calidad y estimular la iniciación floral que producirá la cosecha del año siguiente.
Al aumentar la relación entre hoja y fruto por aclareo de algunos de éstos, se aumenta el tamaño de los que quedan en el árbol. Esto da lugar a una reducción de la producción, pero también incrementa el tamaño del fruto.
Para un equilibrio apropiado entre tamaño del fruto y producción, se requieren entre 20 y 40 hojas por fruto.

AUMENTAN EL ACLAREO	— Árboles jóvenes — Lluvia — Humedad alta — Temperatura máxima alta — Noches con heladas — Aguas blandas para pulverizar — Condiciones de sequía lenta — Concentración alta — Poco vigor — Marco estrecho — Poda débil — Floración abundante — Mala polinización — Adición de agentes mojantes — Cosecha previa abundante
DISMINUYEN EL ACLAREO	— Árboles adultos — Ambiente seco — Humedad baja — Temperatura máxima más larga — Noches sin heladas — Aguas duras para pulverizar — Condiciones de sequía rápida — Concentración baja — Vigor moderado — Marco amplio — Poda fuerte — Floración débil — Buena polinización — No adición de agentes mojantes — Cosecha previa débil

Factores que afectan el aclareo

El aclareo precoz estimula la inducción floral del año siguiente en los cultivares veceros, es decir aquéllos que tienden a producir una cosecha débil al año siguiente a una buena cosecha. Este comportamiento es debido a la ausencia de inducción floral en los años de carga.
Cuanto más tarde se haga el aclareo del fruto tras el cuajado, menor será el aumento en el tamaño del fruto, y la intensidad del aclareo dependerá siempre del tamaño deseado por el mercado y de la cuantía del cuajado inicial.

Existen tres métodos de aclareo:

• Aclareo manual
Consiste en la extracción del fruto con las manos. Deben sacarse los frutos pequeños o débiles, independientemente del espacio que ocupen entre los que queden, siempre que no queden tan juntos que puedan comprimirse al crecer.

• Aclareo mecánico
- Chorro de agua a alta presión poco después de la floración.
- Brocha de cerdas rígidas que barren los pequeños frutos.
- Vibrador, del mismo tipo que el que se emplea para la recolección. Presenta el inconveniente de que derriba también los frutos de mayor tamaño.

• Aclareo químico
Las ventajas que presenta en relación con los otros dos métodos son: costes reducidos, mayor tamaño y calidad del fruto, y mejor regulación de la alternancia en cultivares veceros.
Los inconvenientes son: el riesgo de helada tras aplicaciones precoces, sobreaclareo, daños en el follaje y resultado variables, dependiendo de la edad y vigor de cada árbol.

Se aconseja probar el producto con un pequeño número antes de realizar la primera aplicación:

• DNOC 4, 6-dinitro-orto-cresol. Destruye el polen y los pistilos y provoca un crecimiento lento del tubo polínico.
• ANA (ácido 1-naftalenacético), NAAm (1-naftalenacetamida), NPA (ácido N-1 naftilplalámico) y 3-CPA (2-(3 clorofenoxi)- propionamida). Detiene el desarrollo del embrión, desprendiéndose el fruto.
• Sevin (1-naftil N-metil carbonato). Impide el movimiento de los componentes del crecimiento.
• Ethrel (ácido 2-cloroetil fosfórico). Actúa desprendiendo etileno en los tejidos, el cual estimula el proceso de abscisión.

7.3. REGULADORES DE CRECIMIENTO EN FRUTICULTURA

La actuación más directa que se puede realizar sobre una planta es la manipulación de su equilibrio hormonal para conseguir una determinada respuesta.
El funcionamiento de una planta no sólo depende de determinadas concentraciones de hormonas naturales, sino también del equilibrio existente entre ellas.
Este equilibrio varía a lo largo del desarrollo del fruto. Así, la aplicación del ANA en postfloración provoca un aclareo químico, mientras que si se aplica más tarde, evita la caída del fruto en prerecolección.
Es importante no sólo el momento de aplicación, sino también la concentración de la misma.

7.3.1. Clasificación de los fitorreguladores

Los reguladores de crecimiento, o fitorreguladores, son compuestos orgánicos, de origen natural o sintético, que en pequeñas concentraciones aceleran,

modifican o inhiben algún proceso fisiológico de la planta.
Los reguladores de crecimiento, tanto si son naturales como sintéticos, pueden dividirse en 5 grupos, según su naturaleza química y el efecto que producen sobre las plantas.

• Auxinas

A este grupo pertenecen los fitorreguladores que controlan la velocidad de elongación de las células de los brotes.
Pueden provocar o retardar la abscisión de frutos jóvenes o retardar la abscisión del fruto maduro.
También pueden estimular la síntesis de etileno en los frutos, acelerando la maduración. Algunas estimulan el enraizamiento de estaquillas de muchas especies.

En la página contigua: Usos de reguladores de crecimiento en pomología

• Giberelinas

Todas las giberelinas son productos naturales del hongo *Gibberella fujikuroi*. Son consideradas derivados del ácido gibereleico (GA_3).
Actúan en la división y elongación celular, ayudan en la salida del reposo de semillas y yemas, impiden la inducción floral y parece que, junto con las auxinas, impiden la abscisión de los frutos jóvenes. Actualmente se conocen más de 50 compuestos con acción giberelínica. Entre los más utilizados están las GA_3, GA_7 y Gaq (el subíndice señala pequeñas diferencias estructurales entre ellas).

• Citoquininas

Son derivados de la purina que estimulan la división celular, la dominancia apical, la ramificación y la inducción de yemas, acelerando la germinación de la semilla e impidiendo la abscisión y senescencia de flores, frutos y hojas.

Son compuestos con acción citoquinínica:

- BA (6-bencilamino purina)
- Kinetina (6-furfurilamino purina)
- 2 ip (6-dimetilamino purina)
- PBA (6-bencilamino tetrahidropiranil purina)
- Zeatina (6-hidroximetil buterilamino purina)

• Etileno

El etileno origina varios efectos de interés: acelera la maduración de consumo y el desarrollo del color, promueve la abscisión de las hojas y frutos, estimula la inducción floral y provoca la salida del reposo de yemas y semillas.
La aplicación frutícola se realiza suministrando a los árboles productos que liberan etileno. El más empleado es el etefón (ácido 2 cloroetil fosfórico), conocido también como Ethrel o CEPA.

• Inhibidores del crecimiento

Grupo que inhibe o retrasa la división y elongación celular en los tejidos.

- *Inhibidores*. Suprimen la división celular, por lo que el crecimiento se detiene.
- *Retardantes*. Reducen el crecimiento sin provocar malformaciones e incrementan el color verde de las hojas y la inducción floral.

7.3.2. Utilización de los fitorreguladores

Las aplicaciones que se les da a los fitorreguladores en fruticultura son diversas:

• Multiplicación de frutales

Las auxinas sintéticas son buenos estimuladores del enraizamiento en estacas y trasplantes, favoreciendo también el prendimiento de injertos.
La aplicación de giberelinas estimula la germinación de semillas para la obtención de patrones francos o de algunas especies como los cítricos.

• Reposo

En casos especiales, controlan el reposo. Así, la aplicación por aspersión de giberelina en melocotoneros, a finales de invierno, adelanta la brotación, incluso sin haber cumplido las horas de frío.

• Inducción floral

En frutales de pepita, la aplicación de retardantes e inhibidores de crecimiento produce un aumento de la floración.
Los tratamientos con giberelina durante la floración provocan, en la primavera siguiente, una floración más débil.

• Desarrollo del fruto

Para estimular el cuajado, se utilizan las auxinas. También evitan el corrimiento de la flor y controlan la caída del fruto.
Las giberelinas favorecen el cuajado y el desarrollo del fruto, reduciendo la caída y la inducción partenocárpica.
El efecto de los reguladores de crecimiento depende de la dosis y del momento de aplicación. El más empleado para evitar el corrimiento de la flor es el CCC.

• Maduración y senescencia

Las giberelinas retrasan la maduración y previenen el envejecimiento de la piel de los agrios.
Algunas auxinas se utilizan para estimular la vegetación y retrasar el desprendimiento del fruto.

• Aclareo

Productos como algunas auxinas sintéticas, el ethrel, el sevin y el DNOC se utilizan con buenos resultados en el aclareo químico.

• Crecimiento del árbol

Para controlar crecimientos excesivos, se utilizan el Alor, CCC y etefon.
Para evitar la aparición de chupones y para podas de rebaje, se utilizan pinturas auxínicas (ANA).

Uso	Cultivo	Concentración o cantidad	Época del tratamiento
		Giberelinas (GA)	
Reduce el efecto del virus amarilleno (*Yellows*)	Guindo	15-25 ppm	10-15 días d. CP
Retraso en la maduración Fruto mayor y más consistente Reduce el agrietamiento causado por la lluvia	Cerezo	5-10 ppm	3 semanas a. R
Mejora la forma y el tamaño del fruto	Manzano	5-25 ppm	Primera CP
Mejora el cuajado	Peral (a gurres cultivares)	10-20 ppm	En PF o CP
Impide la maduración prematura	Peral (Williams)	100 ppm	4 semanas a. R
Mejora la calidad del fruto	Ciruelo (Italian)	20-50 ppm	4-5 semanas a. R
Mejora el cuajado y el tamaño	Albaricoquero	10-50 ppm	PF-CP
Incrementa el tamaño del fruto y el racimo	Vid (Corinto negro)	2,5-5 ppm	Justo d. PF
Incrementa el tamaño del fruto	Vid (Sultanina)	2,5-20 ppm	PF
Produce racimos más sueltos	Vid (Sultanina)	20-40 ppm	En cuajado
Induce apirenia	Vid (Delaware)	100 ppm	Antes PF
Incrementa tamaño, adelanta la maduración	Vid (Delaware)	100 ppm	En cuajado
Produce racimos más sueltos, reduce la podredumbre	Cepas de racimo compacto	1-10 ppm	2-3 semanas a. PF
Incrementa la germinación de la semilla	Manzano, peral, cerezo, avellano	5-100 ppm	Progerminación
Retrasa apertura yemas	Cerezo, ciruelo, melocotonero	200-800 ppm	Comienzos otoño
Acelera defoliación	Viveros	2 000 ppm	Antes del arranque
Incrementa germinación semilla	Varias especies	100 - 500 ppm (24 horas inmersión)	
		Retardantes de crecimiento (SADH, CCC)	
Incrementa cuajado	Vid	100-1 000 ppm CCC	Pulverización foliar
Iniciación floral	Peral	1.000 ppm CCC	40-50 días d. PF
Iniciación floral	Peral, manzano	500-1.000 ppm SADH	30-40 días d. PF
Control crecimiento	Manzano	1.000-2 000 ppm SADH	30 días d. PF
Impide caída precosecha y mejora calidad	Manzano	1 000-2 000 ppm SADH	45-60 días d. PF
Retrasa floración, incrementa cuajado	Manzano	4 000 ppm SADH	Pulverización otoño
Adelanta madurez, color y facilita caída fruto	Cerezo, melocotonero y ciruelo	500-2.000 ppm SADH	2-3 semanas d. PF
Retrasa floración	Almendro	2 000 – 4 000 ppm SADH	Junio, sept., octubre
Incrementa cuajado	Vid	2 000 ppm SADH	Comienzo floración
Impide madurez precoz	Peral	SADH	30 días a. R
Poda química; ramificación	Peral	500 ppm SADH	Comienzos verano
		Auxinas (ANA, NAD, AIB, 2,4-D, 2,4,5-TP)	
Aclareo químico	Manzano	10-20 ppm ANA	15-25 días d. PF
Aclareo químico	Peral	10-15 ppm ANA	15-21 días d. PF
Aclareo químico	Manzano	20-30 ppm NAD	2-4 días d. PF
Incremento del cuajado	Peral	2-7,5 ppm 2,4,5-TP	Tras R
Impide caída precosecha	Peral	10 ppm ANA	3 semanas a. R
Impide caída precosecha	Manzano	20 ppm ANA	3-4 semanas a. R
Impide caída precosecha	Manzano	10 ppm 2,4,5-TP	5-6 semanas a. R
Impide caída precosecha	Albaricoque, ciruelo (italian)	5-20 ppm 2,4,5-TP	d. EH
Reduce agrietado por lluvia	Cerezo	1 ppm ANA	35 días a. R
Control del serpollo	Manzano, peral, ciruelo, cerezo o avellano	1 000 ppm 2,4-D o ANA	Comienzo verano
Incrementa cuajado	Zarzamora	β-NOAA 50-100 ppm	Fruto mitad tamaño
Enraizamiento estaquillas	Varias especies	Lavado con 20-200 ppm AIB	Antes formación callo
Enraizamiento estaquillas	Varias especies	Inmersión rápida 500-5.000 ppm AIB	Antes formación callo
		Citoquininas (BA, Kinetina)	
Incremento ramificación	Varias especies	100-200 ppm	Comienzo verano
Incremento longitud fruto	Manzano	BA 25 ppm	PF a 10 días d. PF
Incremento germinación semilla	Varias especies	100-500 ppm (24 horas inmersión)	
		Liberadores de Etileno (Ereton)	
Iniciación floral	Muchas especies	100-1.000 ppm	Comienzos verano
Poda química	Ciruelo (Italian)	200-500 ppm	Comienzos verano
Aclareo químico	Melocotonero, ciruelo, manzano	20-200 ppm	4-8 semanas d. PF
Prerriego maduración y color	Manzano, higuera	250-500 ppm	1-2 semanas a. R
Acelera dehiscencia corteza	Nogal	400-500 ppm	Czo. agrietado corteza
Acelera rotura corteza	Avellano	900-1 000 ppm	Czo. apertura fruto
Induce abscisión y facilita recolección	Arándano y grosellero	500-2 000 ppm	30 días a. R.
Induce abscisión y facilita recolección	Melocotonero, cerezo, ciruelo, peral, manzano	500-2 000 ppm	10 días a. R
Induce abscisión y facilita recolección	Vid	250 ppm	2 semanas a. R

LEYENDA: ppm = partes por millón; a. = antes de; d = después de; PF = plena floración; CP = caída pétalos; R = recolección; Czo. = comienzo, EH = endurecimiento del hueso; D = deshuese. Los meses corresponden al hemisferio norte.

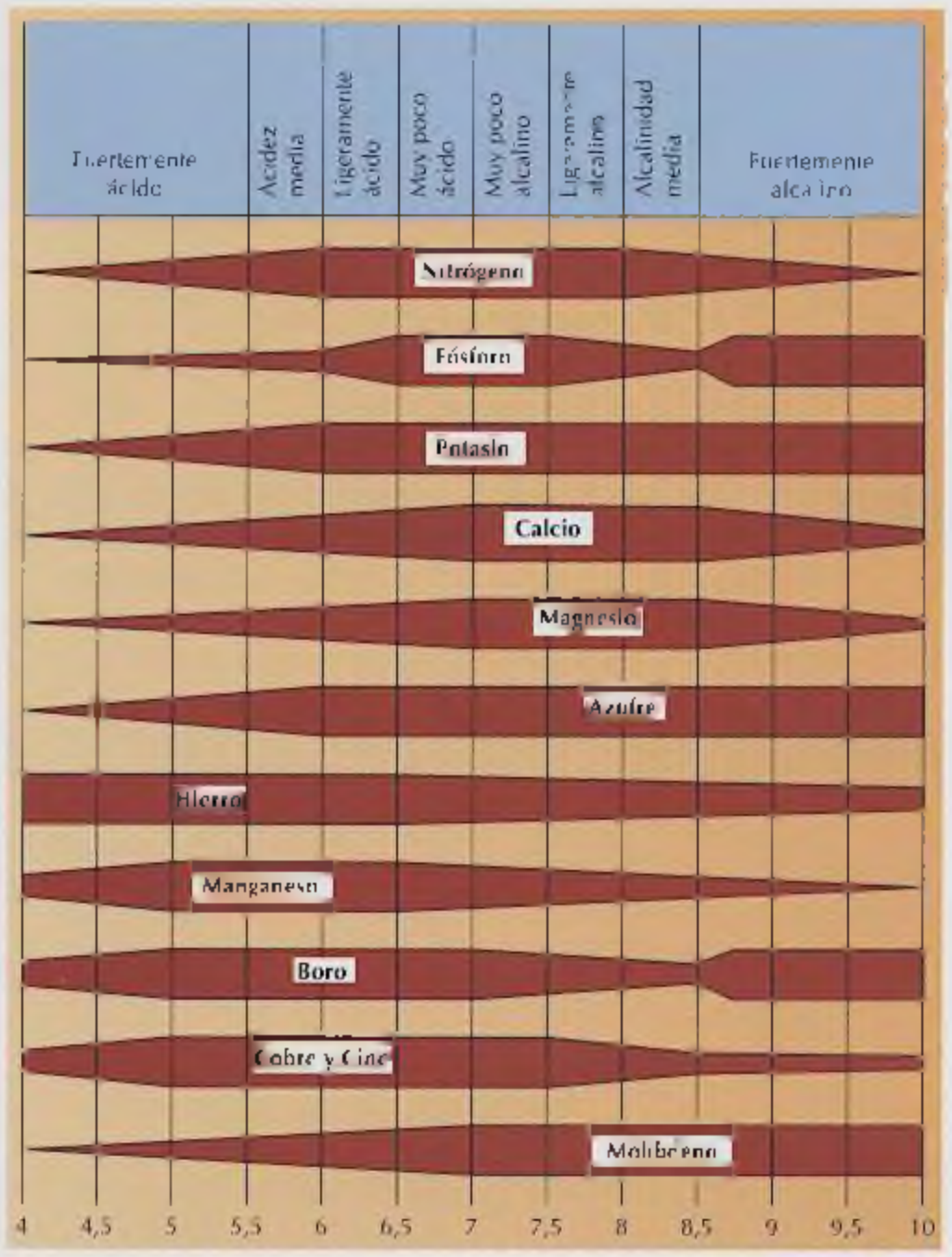
8. ABONADO Y RIEGO

En la página contigua: Estado nutritivo de las hojas de varias especies frutales a mediados de verano, indicando los niveles de carencia, normalidad y exceso.

La disponibilidad de nutrientes del suelo para la planta depende de una serie de factores como el clima, el tipo de suelo, su humedad, su pH, el contenido de nutrientes y humus, la especie cultivada y el patrón utilizado.
Para que la planta pueda absorber los minerales del terreno, éstos tienen que pasar desde la solución del suelo al interior de las células de la raíz.
Esto se consigue atravesando la llamada **membrana plasmática** hasta los vasos del xilema, desde donde se difundirán los minerales hacia todas las partes de la planta.
En este proceso de absorción, la planta consume energía proporcionada por la respiración. Este consumo se debe a que la entrada de minerales se produce en contra de un gradiente de concentración, es decir que la concentración de minerales dentro de la raíz es superior a la del exterior. Por ello es importante que el suelo tenga oxígeno suficiente para asegurar el proceso de respiración.

8.1. ELEMENTOS ESENCIALES

Las necesidades de una planta vienen determinadas por la cantidad de cada elemento presente en ella.
Por ello, los niveles determinados por el análisis de la planta deben estar comprendidos dentro de unos límites de concentración. Por debajo de ellos, hay deficiencia, y por encima, exceso, incluso toxicidad.
El análisis del suelo es importante para establecer la disponibilidad de nutrientes y la acidez o salinidad del mismo, y el análisis de la hoja lo es porque indica el estado nutritivo de la planta.



Disponibilidad de los nutrientes en el suelo. La banda horizontal que representa a cada elemento es más gruesa cuanto más soluble es éste. La solubilidad del elemento varía con el pH del suelo.

Hay que recordar que estamos alimentando a la planta, no al suelo. El análisis foliar da, por un lado, una estimación de las necesidades de abono y, por otro, ayuda a determinar algún desorden que se haya producido, tanto de toxicidad como de deficiencia, así como la medida correctora a seguir.
Cabe decir de los análisis foliares que los niveles de elementos en las hojas varían a lo largo del año y que los estándares obtenidos sólo son válidos para hojas recogidas en el momento adecuado y manipuladas de la forma prevista.

Para que un elemento se considere esencial debe reunir las siguientes características:

- La falta de un elemento esencial impide que la planta se desarrolle por completo.
- La falta o deficiencia sólo puede ser corregida suministrando el elemento en cuestión, sin poder ser éste sustituido por otro.
- Debe cumplir los 2 puntos anteriores para una amplia gama de plantas.

Se consideran esenciales para las plantas los 16 elementos siguientes: carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, cinc, cobre, molibdeno, boro y cloro.

Estos elementos se dividen en 2 grupos, dependiendo de la cantidad en que son utilizados por las plantas.

- **Macroelementos**. Son aquéllos que las plantas consumen en gran cantidad.

El carbono, el hidrógeno y el oxígeno los toman del aire y del agua, el resto debe suministrarlo el suelo. Otros macroelementos son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre.

- **Microelementos o oligoelementos**. Son aquéllos que la planta necesita en muy pequeña cantidad. Un exceso puede llegar a ser tóxico, sobre todo en el caso del boro y del cobre. Este grupo lo componen: hierro, manganeso, cinc, cobre, molibdeno, boro, cloro y sodio.

- **Características de los principales macroelementos.**

Nitrógeno. Generalmente se encuentra en el suelo en forma orgánica, debido a que no es un producto de meteorización de los minerales del suelo.
Al mineralizarse la materia orgánica, da lugar a nitrógeno y amoníaco que, a su vez, produce NO_3^- (ion nitrato). Esta última forma es fácilmente absorbida por las raíces de las plantas o bien pérdida por lixiviación.

Fósforo. El fósforo se halla en el suelo, tanto en compuestos orgánicos como inorgánicos. La mayoría de los compuestos inorgánicos son prácticamente insolubles.
Las cantidades de fosfatos asimilables contenidas en la solución del suelo son sólo una pequeña parte de las que extrae la planta. A medida que ésta agota los fosfatos de la solución, nuevas cantidades de fosfato del suelo pasan a dicha solución. El fosfato se presenta principalmente como fosfato de calcio ligeramente soluble.

Potasio. Aunque un suelo tenga una gran cantidad de potasio, sólo una parte muy pequeña es asimilada por la planta.
Los minerales como la mica y el feldespato van liberando potasio lentamente con el paso del tiempo.
Una pequeña cantidad de potasio se encuentra disuelta en el agua del suelo y es esta cantidad la que absorbe la planta. Así, a medida que se agota el potasio de la solución, pasa a ésta otro potasio cambiable que se encuentra unido a los arcillas y a la materia orgánica.

Calcio. Es raro encontrar una deficiencia de calcio, a no ser en el caso de suelos ácidos, por lo que se encalan a veces con el fin de elevar el pH.

Magnesio. La falta de magnesio es frecuente en algunas zonas, por lo que se emplea principalmente el sulfato de magnesio en cantidades que varían entre 150 y 500 Kg/Ha, según el cultivo y la necesidad.

Azufre. Las fuentes de azufre del suelo pueden ser varias: el agua de riego, los residuos de los tratamientos fitosanitarios, la materia orgánica y los abonos que contienen azufre.

• **Características de los principales microelementos**.

Boro. El boro disponible en el suelo puede disminuir en función del extraído por las cosechas así como de las pérdidas por lixiviación y de la reversión a formas no asimilables por la planta.
Su disponibilidad disminuye en suelos con poca humedad, así como en suelos sobreencalados.

Sodio. La producción se ve negativamente afectada por un alto contenido en sales solubles. Si la proporción entre el sodio de cambio y las demás bases cambiables es alta, se produce un estado físico del suelo inadecuado.
Generalmente, los árboles frutales tienen poca tolerancia a altos contenidos en sal.
Un exceso de salinidad puede ser lavado por el agua de riego, si ésta es de buena calidad, siempre que se aplique en la cantidad suficiente y se disponga de un buen drenaje.
Para eliminar un exceso de sodio de cambio, se añade yeso, con lo que aumentará el porcentaje de saturación por bases y mejorará la estructura del suelo.

8.2. MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica del suelo es el conjunto de residuos vegetales y animales, más o menos descompuestos y transformados por la acción de los microorganismos.

La materia orgánica del suelo procede de:

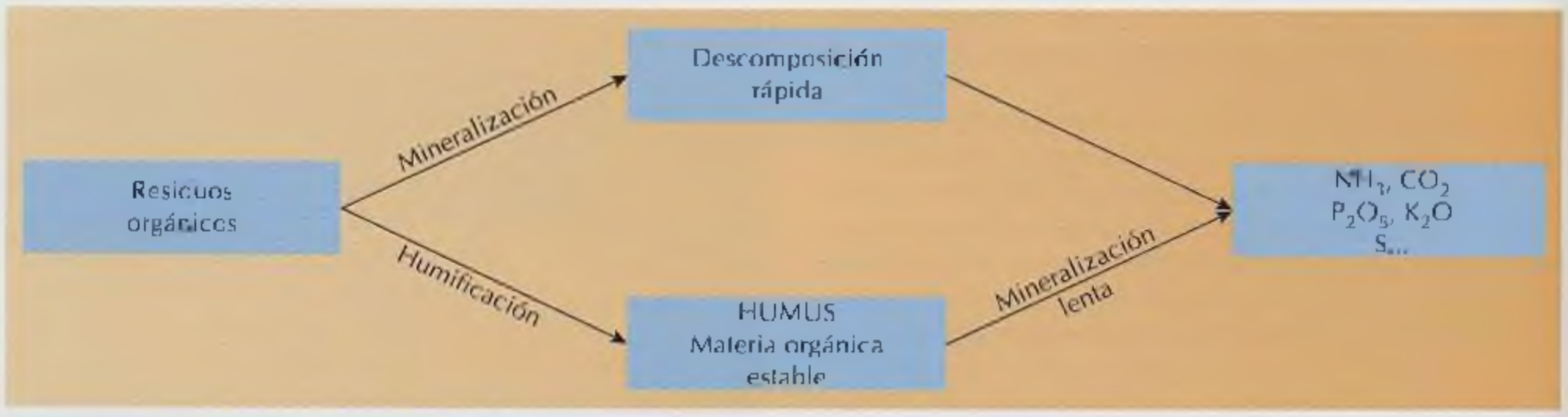
- Restos de cultivos o de plantas espontáneas
- Aportación de estiércol o abonos orgánicos
- Restos de seres vivos, como hongos, algas o bacterias que habitan en el suelo

Por la acción de los microorganismos, los residuos se van descomponiendo y transformando lentamente, pudiendo seguir dos procesos diferentes.

Estado nutritivo	% de peso seco					ppm de peso seco				
	N	K	P	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	B	Zn
	Manzano									
MN	1,5	0,9	0,08	0,20	0,18	20	40	1	30	10
N	2,0	1,2	0,12	1,0	0,24	25	50	4	35	18
EN	2,3	3,0	0,30	2,5	1,0	200	400	50	80	100
EX	3,5	4,0	0,70	3,0	2,0	450	500	100	100	200
	Peral									
MN	1,9	0,4	0,08	0,20	0,18	20	40	1	30	10
N	2,2	0,7	0,12	1,0	0,24	25	50	4	35	18
EN	2,4	3,0	0,30	2,5	1,0	200	400	50	80	100
EX	3,5	4,0	0,70	3,0	2,0	450	500	100	100	200
	Cerezo									
MN	1,7	1,0	0,08	0,20	0,18	20	40	1	30	10
N	2,3	1,2	0,12	1,0	0,24	25	50	4	35	18
EN	2,6	3,0	0,30	2,5	1,0	200	400	50	80	100
EX	4,0	4,0	0,70	3,0	2,0	450	500	100	100	200
	Melocotonero									
MN	2,0	1,0	0,08	0,20	0,18	20	40	1	30	10
N	2,8	1,5	0,12	1,0	0,24	25	50	4	55	18
EN	3,8	3,0	0,30	2,5	1,0	200	400	50	80	100
EX	4,5	4,0	0,70	3,0	2,0	450	500	100	100	200
	Ciruelos									
MN	1,7	1,0	0,08	0,20	0,18	20	40	1	30	10
N	2,2	1,4	0,12	1,0	0,24	25	50	4	35	18
EN	2,5	3,0	0,30	2,5	1,0	200	400	50	80	100
EX	3,5	4,0	0,70	3,0	2,0	450	500	100	100	200
	Avellano									
MN	1,8	0,4	0,08	0,20	0,18	20	40	1	30	10
N	2,2	0,7	0,12	1,0	0,24	25	50	4	35	18
EN	2,5	2,0	0,30	2,5	1,0	200	400	50	80	100
EX	3,5	3,0	0,70	3,0	2,0	450	500	100	100	200
	Nogal									
MN	2,0	0,9	0,08	0,20	0,18	20	40	1	75	10
N	2,3	1,2	0,12	1,0	0,24	25	50	4	90	18
EN	2,8	2,0	0,30	2,5	1,0	200	400	50	100	100
EX	4,5	3,0	0,70	3,0	2,0	450	500	100	150	200
	Pacana									
MN	1,6	0,4	0,08	0,20	0,18	140	40	1	40	10
N	2,3	1,0	0,12	0,7	0,30	200	75	4	60	18
EN	2,8	1,5	0,30	1,5	1,0	500	150	50	100	100
EX	3,0	2,0	0,70	3,0	2,0	1.000	300	100	600	200
	Almendro									
MN	1,5	1,0	0,08	0,20	0,25	20		2	30	10
N	2,4	1,5	0,12	1,0	0,50	75		10	35	25
EN	3,0	3,0	0,30	2,5	1,0	200		50	80	100
EX	4,0	4,0	0,70	4,0	2,0	450		100	100	200

MN = menos del normal
N = normal
EN = por encima del normal
EX = exceso

Esquema de la descomposición de la materia orgánica en el suelo



• **Mineralización**, cuando se descomponen por completo, convirtiéndose en compuestos minerales como anhídrido carbónico, agua, amoníaco, fosfatos, sulfatos, etc...

• **Humificación**, cuando se transforman en complejos orgánicos más estables y cuya mineralización se lleva a cabo lentamente. Esta parte estable de la materia orgánica se conoce como **humus**.

El contenido en nitrógeno del humus parece estar relacionado con complejos que se transforman lentamente. Esto es una ventaja, porque la descomposición del humus produce una lenta liberación de nitrógeno asimilable por las raíces de las plantas. El humus contiene del 3 al 6% de nitrógeno y del 55 al 58% de carbono.

Acequia de riego en cítricos

La materia orgánica fresca, o abono verde, incorporada al suelo, sufre el ataque de los microorganismos, siendo mineralizada una parte y humificada otra. De esta manera, se añade al suelo una fuente de nutrientes de más rápida absorción.

La mayor parte de las aportaciones de materia orgánica, entre el 60 y 70%, desaparece en la mineralización activa en el intervalo de 2 años aproximadamente, mientras que el resto pasa a humus, mineralizándose mucho más lentamente, dependiendo de las condiciones de clima y suelo.

Las condiciones que favorecen la mineralización frente a la humificación son las siguientes:

- Buena aireación
- Elevada temperatura
- Humedad suficiente
- Residuos vegetales ricos en nitrógeno y fácilmente atacables por los microorganismos. Por ello, las zonas húmedas y frías son más ricas en materia orgánica que las zonas cálidas.

Riqueza media de los materiales orgánicos empleados más frecuentemente como fertilizantes

MATERIAL	Elementos nutritivos %				
	N	P_2O_5	K_2O	Materia orgánica	Reacción
Estiércol de establo	0,4	0,2	0,40	30	A
Estiércol de cuadra	0,7	0,34	0,65	60	A
Estiércol de oveja	1,0	0,1	1,0	60	A
Estiércol de cerda	0,5	0,3	0,65	60	A
Gallinaza	1,6	1,25	0,9	50	B
Heno de alfalfa	2,5	0,5	2,1	85	—
Paja de alfalfa	1,5	0,3	1,5	82	—
Paja de cereales	0,6	0,2	1,1	80	—
Residuos de lana	0,8	1,2	—	—	—
Sangre seca	13,0	2,0	1,0	80	A
Cuernos y pezuñas	7,15	—	—	—	—
Residuos fecales secos	2,8	2,0	—	—	A
Harina de semilla de algodón	7,8	3,0	2,0	80	A
Algas oreadas	1,5	0,5	2,0	—	—
Turba desecada	2,0	—	—	—	—

(A) Acida
(B) Básica

8.3. INTERACCIONES ENTRE LOS DIVERSOS ELEMENTOS ESENCIALES

Un elemento esencial puede afectar la utilización o absorción de otro. Existen dos grandes grupos de interacciones:

• **Las antagónicas**, cuando un elemento actúa en contra o disminuye el efecto de utilización de otro.
• **Las sinérgicas**, cuando un elemento actúa a favor de o incrementa el efecto de otro.



Las interacciones antagónicas pueden ser o no recíprocas. Así, un aumento de nitrógeno disminuye la absorción de fósforo del suelo y, a su vez, un aumento de fósforo disminuye la del nitrógeno, mientras que un aumento de nitrógeno en un suelo pobre en boro disminuye gravemente la absorción de este último, pero mucho boro disminuye la utilización del nitrógeno.

Algunas interacciones antagónicas pueden tener efectos beneficiosos, como en el caso de la aplicación de azufre ($SO_4^=$) en exceso a árboles jóvenes. Este exceso hace disminuir la absorción de arsénico, que es tóxico para la planta.

Otro caso es la incorporación de calcio o magnesio al agua de riego para disminuir la absorción de cobre soluble.

El manganeso antagoniza con el hierro. Un exceso de manganeso en el suelo hace pasar al hierro a una forma no utilizable por la planta, produciendo en ella una clorosis por deficiencia férrica.

En cambio, si no hay suficiente manganeso en el suelo, aumenta la concentración de hierro asimilable hasta niveles que pueden ser tóxicos. La planta sufre, además, una deficiencia de manganeso, con la consiguiente clorosis.
Un alto contenido de manganeso reduce también la absorción de nitrógeno.
Cabe decir que los diversos tipos de clorosis que pueden aparecer en la planta por falta de alguno de estos elementos, hierro, manganeso, magnesio, cobre o potasio, pueden provenir no sólo de la falta de este elemento en el suelo, sino del bloqueo por otro elemento existente.
Así, la precipitación del hierro (Fe^{++}) es causada por una alta concentración de fosfato (PO_4). Las raíces de la planta quedan así rodeadas de hierro no utilizable.
Las interacciones pueden producirse entre más de dos elementos. Así, el potasio influye negativamente en la absorción de magnesio con altos niveles de nitrógeno, pero no ocurre lo mismo si las cantidades son pequeñas.

8.4. ABONOS

En principio, el abonado se aplicará cuando la planta precise más elementos de los que extrae del suelo. El nitrógeno es el elemento más utilizado en abonados. El resto de elementos sólo deben ser aplicados como restitutivo de las extracciones de las cosechas, o bien cuando exista una clara necesidad de ellos.
Los abonos complejos N-P-K son, por lo general, mucho más caros que los abonos de un sólo elemento o simples, y sólo deben ser utilizados en los casos en los que los tres elementos sean necesarios. Aún así, en la mayoría de los casos pueden mezclarse manualmente tres abonos simples.
En el caso del fósforo, el proceso normal de meteorización del suelo permite que éste disponga de pequeñas cantidades de fósforo.
Pero si se debe abonar con fósforo, las mejores posibilidades las ofrecen los superfosfatos de cal. En el caso de la fertilización potásica, la mejor solución suele ser el sulfato potásico.

• Superfosfatos.
Encontramos 3 formulaciones:
• Superfosfato de cal normal con un 16–18% de P_2O_5
• Superfosfato doble o enriquecido con un 25% de P_2O_5.
• Superfosfato triple o concentrado con un 36% de P_2O_5.

Éstos son abonos solubles altamente asimilables que no influyen en el pH si se aplican en suelos calizos.
En cuanto a la elección de una clase de abono nitrogenado entre los varios existentes, se basa en un factor importante: el precio de la unidad fertilizante.
Además, deben tenerse en cuenta los efectos del abonado nitrogenado sobre el pH del suelo y sobre el equilibrio iónico.
En general, no deben utilizarse abonos que disminuyan el pH, sobre todo en suelos con pH de 5,5 o un valor inferior. En caso de que se desee elevar un poco el pH, se utilizará Ca (NO_3) 2.
Los suelos de pH 7,5 o un valor superior suelen responder bien a los abonos acidificantes como el $SO_4(NH_4)_2$, que neutraliza parte de la alcalinidad del suelo.
Algunos suelos presentan deficiencias en alguno de los diversos elementos esenciales para las plantas. Estas deficiencias pueden ser de nitrógeno, boro, cinc, hierro, potasio, magnesio, manganeso y, en pocos casos, fósforo y azufre.
Cada plantación necesita diferentes elementos y en distinta proporción, por lo que no deben utilizarse mezclas previas de los distintos abonos. Los diversos elementos deben aplicarse por separado según se precisen. Se aconseja no utilizar un elemento mineral si no hay una buena prueba de que es necesario.
A parte del nitrógeno, fósforo y potasio, el resto de elementos minerales no se aplican en el abonado de fondo, sino que se espera a que los frutales muestren síntomas de carencia para corregirlos mediante fertilización foliar. Esto resulta siempre más barato que la aportación inicial.
Por otra parte, la enmienda orgánica puede aportar suficiente cantidad de algunos elementos como el azufre, cinc, cobre, manganeso y molibdeno.
Existen tres elementos que, en algunos casos, es interesante incluir en el abonado de fondo. Son el magnesio, boro y hierro. Estas aportaciones de fondo es preferible hacerlas de forma independiente a los abonados de fondo antes mencionados.

• **Carencia de magnesio.** Es frecuente en suelos ácidos, o en aquéllos que hayan recibido importantes aportaciones de abonos potásicos. También algunas especies frutales, como el manzano, son muy sensibles a su carencia. La aportación de fondo aconsejable es del orden de 100 Kg/Ha de MgO empleando sulfato magnésico (16% de MgO). Otra solución, si se va a realizar enmienda caliza, es la utilización de dolomitas o calizas magnésicas.

• **Carencia de boro**
Es frecuente en suelos ácidos y en regadíos antiguos en que hayan repetido cultivos muy exigentes en boro. La aportación de fondo será en forma de borato sódico o bórax del 11,4% de boro, en dosis de 20-40 Kg de borax por hectárea o boracina de 14,2% de boro en dosis de 15-30 Kg por hectárea.

• **Carencia de hierro, o clorosis férrica**
Es frecuente en nuestras plantaciones frutales. Una de las causas suele ser la carencia de hierro soluble en el suelo. Para ello, se aportarán compuestos ferrosos en el abonado de fondo. Se puede utilizar sulfato ferroso en forma de cristales grandes para retrasar su oxidación, en una dosis de 300-500 Kg/ha, aunque puede presentar problemas de toxicidad.
Es mucho más eficaz la utilización de quelatos de hierro, ya que quedan rápidamente fijados en el suelo.
La aplicación más recomendable es la pulverización de los quelatos en el suelo con un riego posterior. Las dosis utilizadas son de 1,5-2,5 Kg de hierro por hectárea, obteniéndose mejores resultados que en la aportación sólida al suelo.

8.4.1. Enmiendas

La enmienda es una corrección de las características iniciales del suelo. Son dos las enmiendas más usuales en nuestros suelos:

Aplicación de potasio

• **Enmienda orgánica**, para mejorar el nivel de materia orgánica del suelo. Para el cultivo de frutales, se aconseja un nivel de materia orgánica en el suelo del orden de 2-3%.
Sin embargo, para conseguir estos niveles se necesitan grandes aportaciones, con costos también altos.
Las aportaciones normales de estercoladuras van de 30-60 T/Ha hasta 80-100 T/Ha, si se trata de parcelas pequeñas en zonas de regadío.
El tipo de estiércol o materia orgánica más frecuentemente utilizada es de vacuno o de oveja, con más o menos *cama* de paja según zonas. El estiércol de porcino es más barato, pero con menor rendimiento húmico y más alta acidez. La gallinaza y, en general, los residuos avícolas son alcalinizantes y de lenta descomposición.

• **Enmienda caliza para suelos ácidos con pH por debajo de 6**. En suelos con pH entre 6 y 7 pueden aparecer síntomas por deficiencia de calcio y magnesio, por lo que también es necesaria la enmienda.
Da buen resultado emplear la piedra caliza triturada o carbonato cálcico, la dolomita o mezcla natural de carbonatos de calcio y magnesio, y la cal viva (óxido de calcio) o apagada (hidróxido cálcico).
Se recomienda no subir más de un punto al año el pH si éste se encuentra por debajo de 6.
La aplicación se efectuará inmediatamente después del estercolado, pero una vez enterrado éste. La enmienda caliza se enterrará con otra labor. Para su mejor distribución, debe estar bien triturada y muy seca.

8.4.2. Abonado de fondo

El abonado de fondo es una práctica que completa el proceso de plantación del árbol frutal.
Se realiza antes de iniciarse la plantación, por la comodidad en la aplicación de los abonos, el mejor reparto y distribución de los nutrientes, y el enterrado a mayor profundidad. Todo ello queda dificultado una vez establecidos los árboles en el terreno.

Los principales objetivos de esta aportación son:
- Corregir las posibles deficiencias del suelo.
- Establecer un nivel apropiado de fertilidad.
- Crear una reserva de nutrientes que garantice el buen desarrollo del árbol en sus primeros años de plantación.

Aplicación de fósforo

Esta aportación estará constituida por abonos fosfatados y potásicos. El nitrógeno tendrá como fuente la enmienda orgánica realizada. La aportación de abonos nitrogenados no tiene razón de ser, ya que en la época en que se realiza este abonado, las lluvias lo arrastrarían en profundidad y se perdería.
La cantidad de P_2O_5 y K_2O que debe aportarse en el abonado de fondo variará en función del tipo de suelo, de su nivel de reservas y del valor del pH.
En general, un abonado de fondo (por hectárea) previo a una plantación frutal debería calcularse entre 200 y 600 Kg de P_2O_5 y entre 200 y 400 Kg de K_2O, según los tipos de desvelo.
Las aportaciones por encima de estos valores no son recomendables, ni rentables en ningún caso.

Para el fósforo, la norma a seguir podría ser:

P en reserva ppm	Valor pH	Cultivo	Fertilización de fondo Kg P_2O_5/Ha	Observaciones
> 5	Cualquiera	Cualquiera	Innecesaria	Seguimiento análisis cada 3 años
<5	< 5,5	Secano	150	Encalar hasta pH 5,5 por lo menos
		Regadío	300	
	Entre 5,5 y 7,8	Secano	150	—
		Regadío	300	—
	> 7,8	Secano	400	—
		Regadío	600	—

Para el potasio la norma a seguir podría ser:

K en reserva ppm	Cultivo	Fertilización fondo Kg K_2O/Ha	Observaciones
> 20	Cualquiera	Innecesaria	—
Entre 10-20	Secano	Innecesaria	Comprobación análisis cada 2/3 años
	Regadío	200	
< 10	Secano	100	—
	Regadío	400	—

8.4.3. Abonado de algunas especies frutales

• Abonado de frutales de hueso y pepita

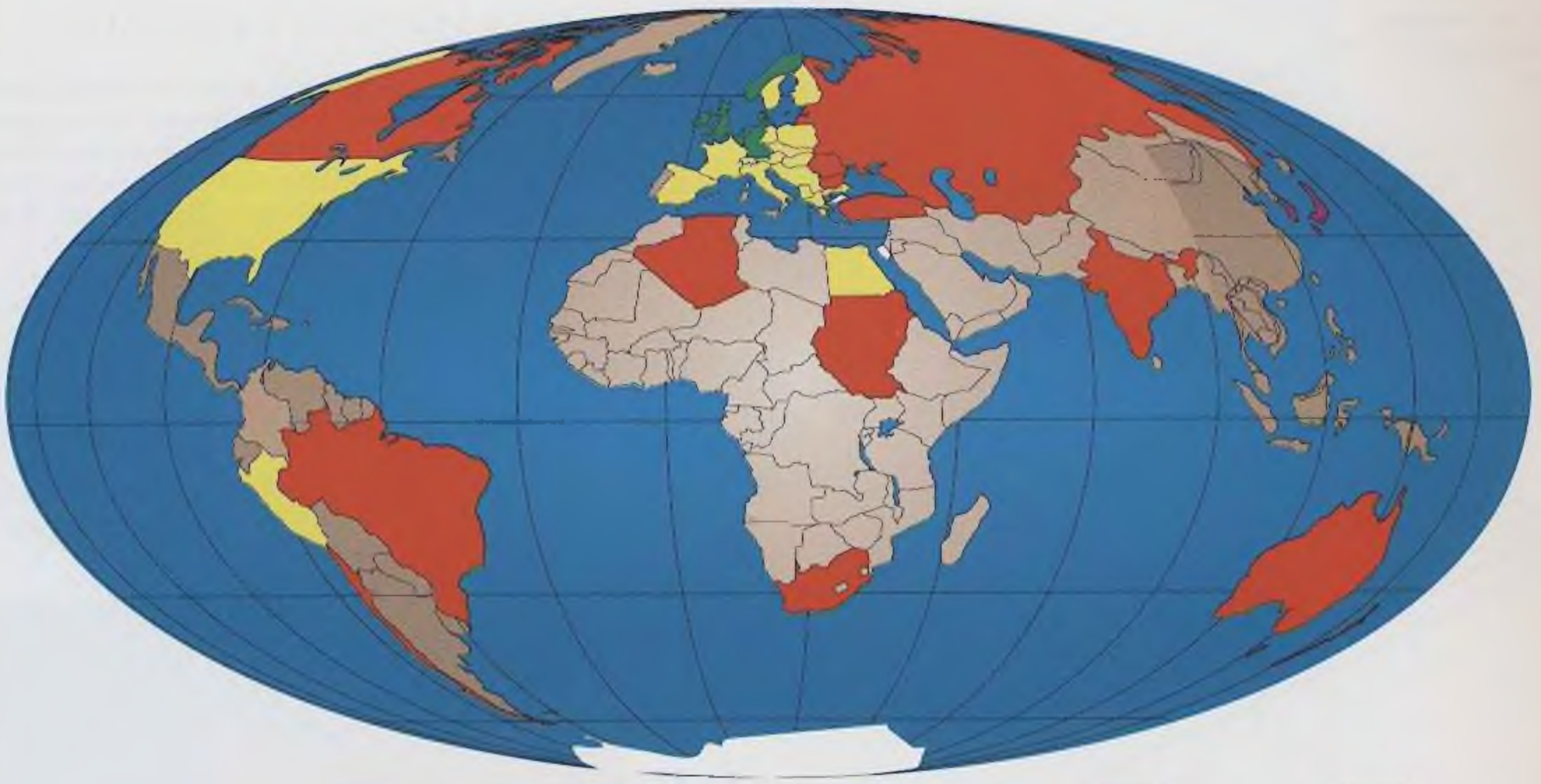
Las exigencias son variables según las especies. Las extracciones de elementos minerales del suelo son difíciles de calcular, ya que no sólo varían con la especie y la variedad, sino también con el tipo de explotación y las técnicas de cultivo utilizadas.

La época y forma de aplicación de los abonos en estos cultivos puede ser la siguiente:

• El abono fosfo-potásico se aplica junto con una parte del nitrógeno en otoño/primavera, a una profundidad de 15-50 cm, en franjas situadas a 80-90 cm del tronco en plantaciones jóvenes, y a más distancia y profundidad en plantaciones ya establecidas.
• El resto del abonado nitrogenado o complementario se aplica en los períodos de máximo crecimiento en las plantaciones jóvenes, y antes de la brotación y después de la recolección en plantaciones ya establecidas.

• Abonado de cítricos

Los cítricos reciben un abonado intensivo de nitrógeno (hasta 400- 500 Kg/Ha).
En estos frutales, es frecuente la aparición de síntomas por deficiencia en elementos como el hierro, cinc, manganeso y cobre. También pueden aparecer síntomas por carencia de magnesio debido a un exceso de potasio.
En general, la absorción de elementos del suelo por parte de los cítricos se realiza durante todo el año, dependiendo de las temperaturas.



Consumo anual mundial de abonos minerales en tierras cultivadas. Los países más consumidores son a la vez los principales exportadores de alimentos y fibras textiles.

Las dosis de abonado pueden variar entre:

300-400 Kg/Ha de N
50 -100 Kg/Ha de P_2O_5
50 -150 Kg/Ha de K_2O

La época de aplicación depende de las diversas especies y variedades:

• *Naranjo variedad temprana.* La aplicación se realizará a finales de invierno/principios de primavera, con un 60-70% del abono, y el resto a mediados de verano.
• *Naranjo variedad media.* La primera aplicación se realizará después de la recolección y la segunda a finales de verano, con una distribución similar a la anterior.
• *Naranjo variedad tardía.* Se pueden realizar tres o cuatro aplicaciones. La primera a finales de invierno/ principios de primavera, con un 20% del abono, la segunda después de la recolección, con un 40-50%, y el resto dividido entre finales de verano y mediados/ finales de otoño.
• *Limonero variedad media.* Se realizarán 2 aplicaciones, una a finales de invierno/principios de primavera, y otra a mediados de verano, siendo la de primavera la más importante.
• *Limonero variedad tardía.* Se realizarán 3 aplicaciones. La primera y segunda como en el caso anterior, y la tercera a mediados de otoño.

• Abonado del almendro

El abonado se realizará después de la recolección, completándolo en primavera, después de la floración, con la aportación de nitrógeno.

Las dosis se calcularán en función de la riqueza del suelo y oscilarán entre:

80-120 Kg/Ha de N
50-150 Kg/Ha de P_2O_5
80-160 Kg/Ha de K_2O

• Abonado del olivo

El endurecimiento del hueso marca una época crítica en la que se agotan las reservas del árbol para la producción de la cosecha en curso y se inicia la acumulación de reservas para la siguiente.
El factor limitante de este cultivo es el agua, por lo que el abonado tendrá que establecerse de acuerdo con las posibilidades de producción que permite la pluviometría.
Las dosis de abonado dependerán de la producción y se calculan de la siguiente manera:

• Para una producción baja y media de hasta 20-50 Kg (calculado por árbol):

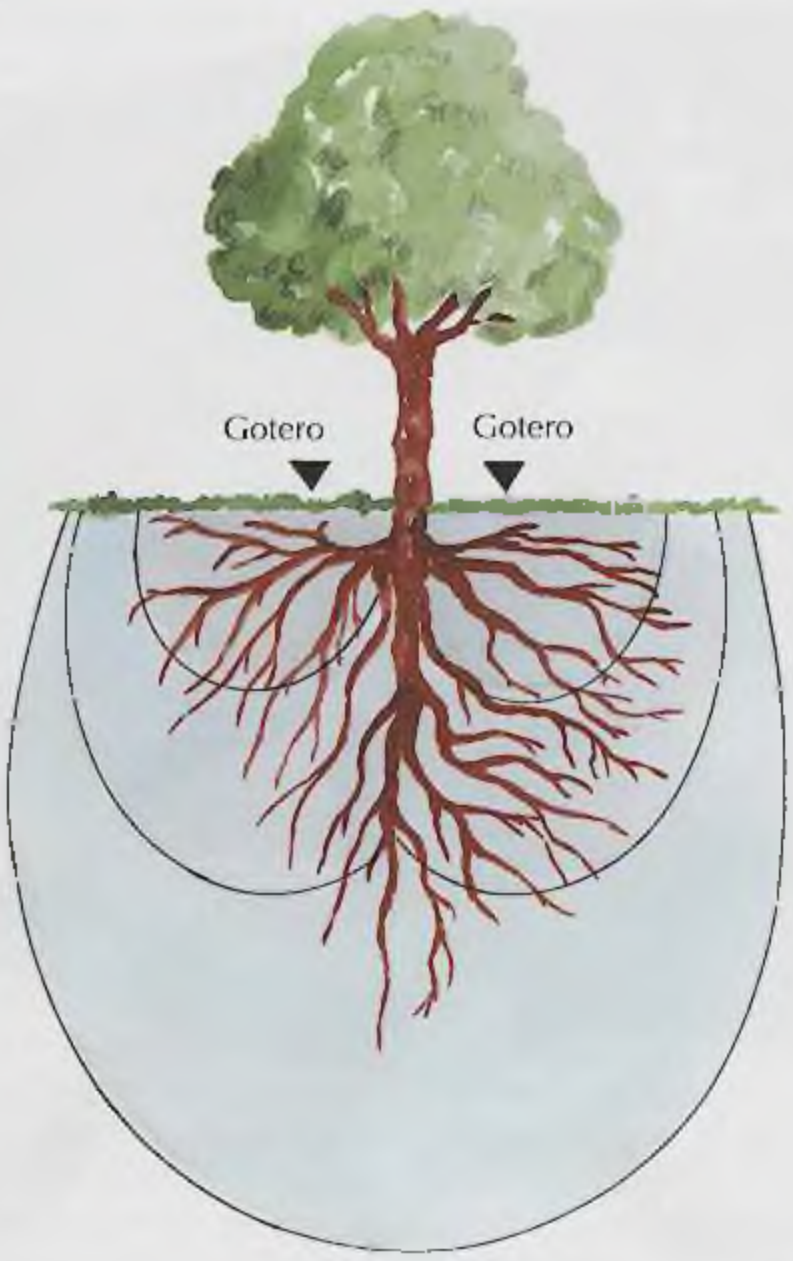
0,4 - 0,6 Kg de N
0,3 - 0,5 Kg de P_2O_5
0,3 - 0,6 Kg de K_2O

• Para una producción alta de más de 50 Kg (calculado por árbol):

1,0 - 1,5 Kg de N
0,5 - 1,0 Kg de P_2O_5
0,7 - 1,5 Kg de K_2O

El abonado de fondo, con la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y el potasio, debe realizarse en otoño, situándolo a unos 20-30 cm de profundidad y tan cerca como sea posible de los árboles, pero sin dañar las raíces principales. El resto del nitrógeno se aplicará a la salida del invierno para cubrir la absorción de primavera.

Zonas de humedad producidas por el gotero



8.5 EL RIEGO EN FRUTALES

En relación con el agua del suelo, el comportamiento del árbol depende principalmente de las características del terreno, de la frecuencia e intensidad de los riegos, de la profundidad de penetración del agua y de la amplitud de la distribución del sistema radicular.

Los sistemas de riego más utilizados en frutales son la infiltración por surcos, la aspersión y el riego por goteo.

Deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones.

• **El riego por surcos** no es adecuado para terrenos con fuertes pendientes, a menos que se haga siguiendo las curvas de nivel.





Sistema de riego gota a gota en manzanos y algarrobos

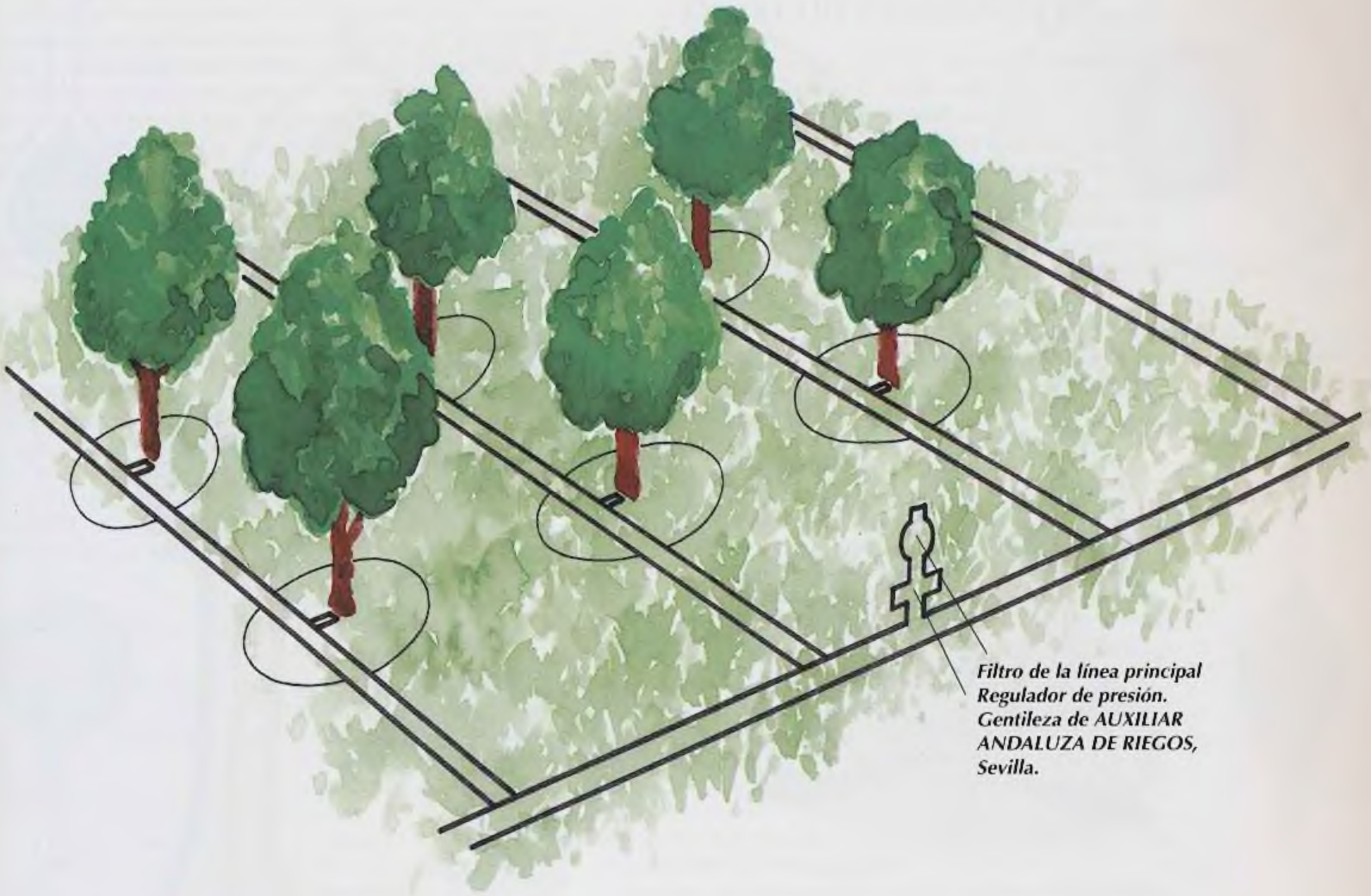
• **Abonado para viñedo**

El principal factor limitante de este cultivo es el agua. Mediante la poda, se limita el desarrollo para adecuar la vid a las disponibilidades de agua de la zona. Esta puede ser la causa de la poca respuesta de este cultivo al abonado.
La vid acumula recursos en el tronco, raíces y brazos de las cepas, que determinan el desarrollo y la cosecha del año siguiente. Por ello, la fertilización no sólo debe influir en el desarrollo de la cosecha, sino sobre la formación de reservas.
Se producen dos puntas de absorción de elementos minerales, la primera después de la floración, y la segunda antes de la parada invernal.
El nitrógeno tiene una acción directa sobre el vigor de la cepa y sobre la producción, siendo un exceso perjudicial para la calidad, por lo que debe manejarse con prudencia. Sin embargo, su deficiencia puede determinar el corrimiento de la flor. El potasio, con un período de máxima absorción después de la floración, puede ser absorbido en exceso sin efectos en la producción y en la calidad.

La dosis de abonado dependerá de las características de la zona y, lógicamente, de la fertilidad del suelo. En general, las dosis por hectárea pueden variar entre:

30- 70 Kg de N
30- 80 Kg de P_2O_5
40-120 Kg de K_2O

El abonado debe enterrarse entre las calles, a una profundidad del orden de 20-25 cm, ya que la mayor parte de las raíces se encuentra a una profundidad de entre 20 y 40 cm. La aplicación se realizará a finales de invierno/principios de primavera.



Filtro de la línea principal
Regulador de presión.
Gentileza de AUXILIAR ANDALUZA DE RIEGOS, Sevilla.

Diseño de un sistema de goteo. La línea principal, dotada de filtro y regulador de presión alimenta al ramal de la distribución que, a su vez, lo hace con los portadores laterales, equipados con uno o dos goteros por árbol.



Diversos sistemas de aspersión

• **El riego por aspersión** se adapta a una amplia gama de suelos y topografías. Es especialmente interesante en terrenos accidentados que no se pueden nivelar o que tienen elevadas pendientes, son poco profundos y fácilmente erosionables.
Una de las ventajas de la aspersión es que se utiliza también como protección contra heladas o calores excesivos.
El aspersor puede ser fijo, de tubería perforada y giratorio.

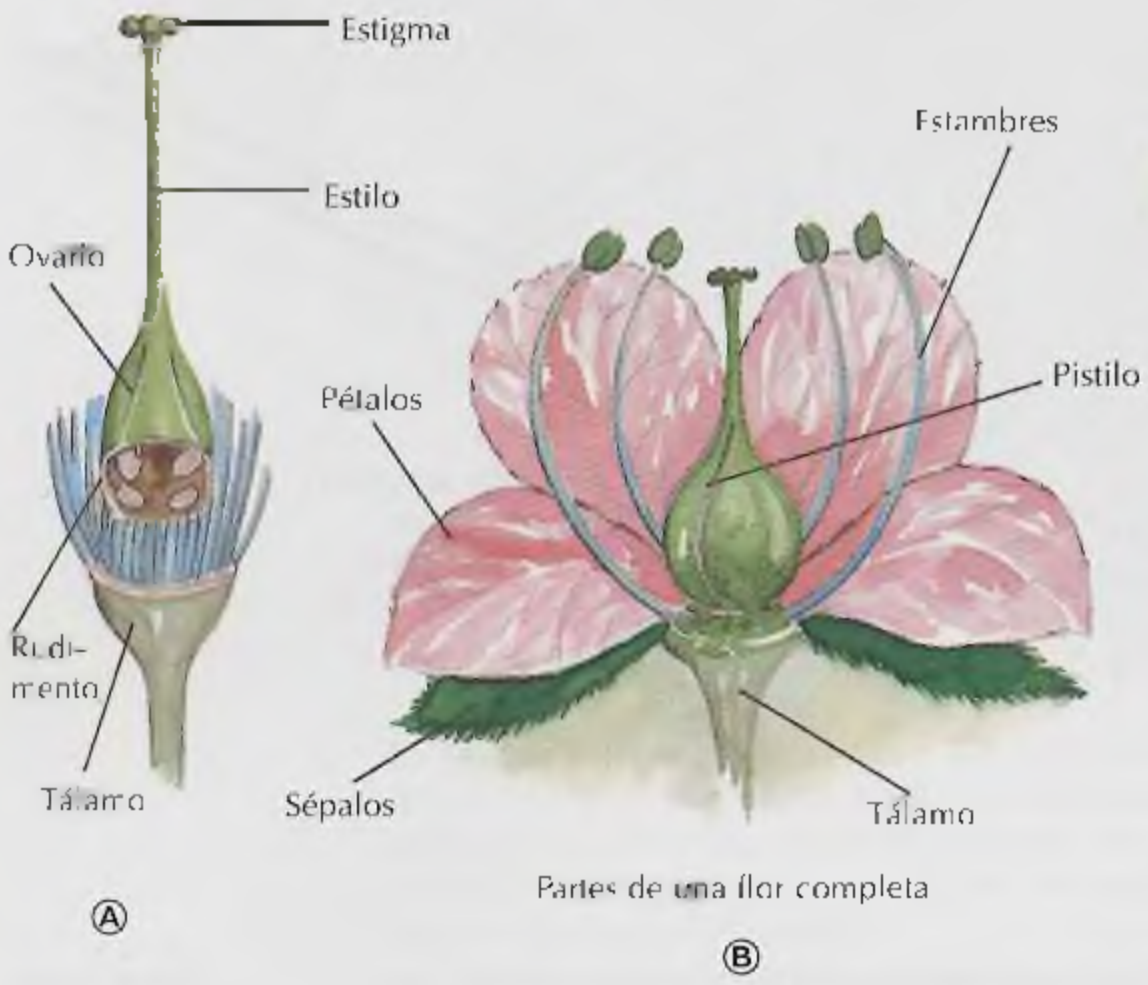
• **El riego por goteo** mantiene una humedad continua en la zona próxima al sistema radicular.
Proporciona agua a baja presión y a dosis de 3 a 8 l/h y planta, lo que constituye un ahorro considerable de agua.
El sistema de riego por goteo está formado por una bomba, filtros, una válvula solenoide controlada por un temporizador, un regulador de presión, tuberías de plástico para la distribución principal, capilares con goteros individuales y tensiómetros que miden la humedad del suelo.
El riego por goteo presenta una serie de ventajas importantes:

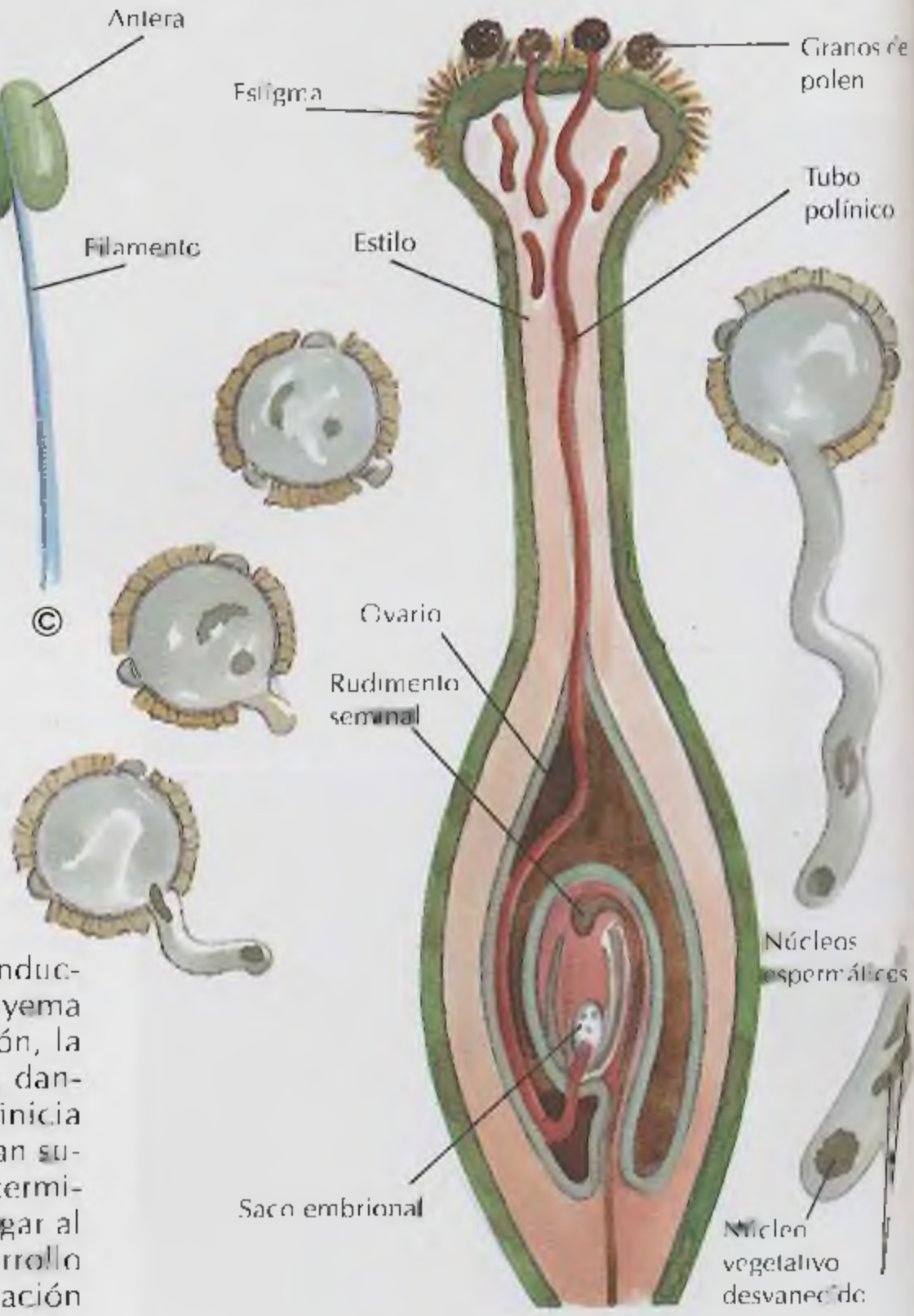
- Menor consumo de agua
- Distribución uniforme de la misma en suelos de topografía accidentada
- Facilita el empleo de la maquinaria
- Facilita el control de las malas hierbas

9. FLORACIÓN, POLINIZACIÓN Y DESARROLLO DEL FRUTO

El objetivo principal de toda plantación frutal es la obtención de frutos. Para conseguir que la producción sea rentable, debe cumplir unos valores mínimos de cantidad y calidad.
El fruto proviene de la evolución de la flor por lo que para obtener un alto número de frutos, también lo ha de ser el de flores.
La intervención del fruticultor se centrará en la obtención de las condiciones favorables para que el árbol forme el mayor número de flores, en concordancia con sus hábitos de fructificación. Ello asegurará una buena producción.

Floración
A/ *Pistilo*
B/ *Flor*
C/ *Estambre*





En esta página a la derecha: Polinización. Grano de polen en germinación sobre el estigma

9.1. FLORACIÓN

El ciclo de floración del árbol se inicia con la inducción floral a partir de la diferenciación de la yema de flor. Tras un período de reposo y maduración, la yema se desarrollará en la primavera siguiente, dando lugar a la flor. La aparición de la flor se inicia con el desborre de la yema. A partir de aquí, van sucediéndose diversos estados fenológicos que terminan en el llamado **cuajado del fruto**, que da lugar al fin de la floración y da paso al proceso de desarrollo del fruto. En la mayoría de los frutales, la formación del fruto proviene de la fecundación de la flor, aunque existen casos de apogamia y partenocarpia.
Por lo general, en el proceso de floración se distinguen los siguientes pasos:

- Formación del polen
- Polinización
- Germinación del polen
- Crecimiento del tubo polínico
- Fecundación

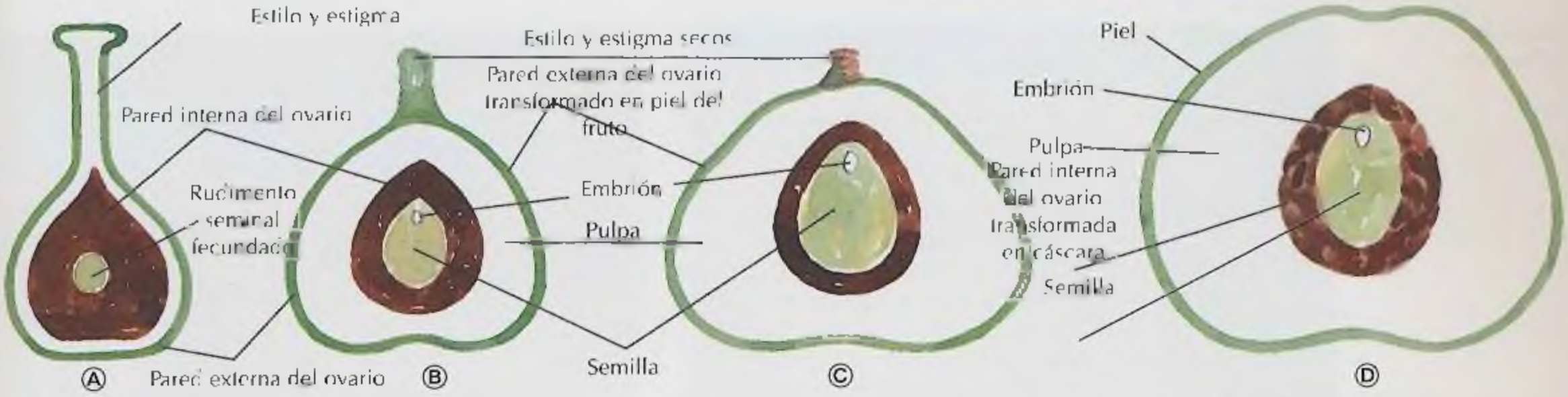
9.1.1. Inducción floral

La formación de un botón floral se inicia en la inducción floral.

La inducción floral es el cambio fisiológico que se produce en un determinado momento y que condiciona la evolución de una yema que en lugar de dar madera, dará lugar a una flor. Este cambio fisiológico viene determinado por un conjunto de estímulos internos y externos.
A la inducción floral sigue una diferenciación morfológica o iniciación floral, apareciendo sucesivamente los esbozos de sépalos, pétalos, estambres y pistilos, contenidos todos en el botón floral.
Es evidente la importancia de la inducción floral y los métodos para influir en ella y aumentar con ello el número de yemas de flor.
Son multitud los trabajos de investigación que se han realizado sobre este tema, sin conseguir hasta el momento conclusiones definitivas.

• Hipótesis sobre la inducción floral

Las primeras hipótesis plantean que la formación de la yema de flor depende de la presencia en la planta de unas determinadas sustancias que elabora la hoja, siendo estas sustancias desconocidas (J. Sachs, H. Muller-Thurgau, O. Loen y otros). Posteriormente, la inducción floral está relacionada con un determinado equilibrio entre el nivel de hidratos de carbono y sales minerales (G. Klebs, Kraus y Kraybill).
Si dominan los hidratos de carbono, prevalece la formación de flores, y si dominan las sales minerales, prevalece el crecimiento vegetativo.



Desarrollo del fruto: Cómo se forma un fruto carnoso

Unos trabajos posteriores de Hooker, Petter y Phillips muestran contradicciones con la anterior teoría, y postulan por la presencia de alguna sustancia hormonal producida en la hoja.
La teoría más aceptada en la actualidad basa la inducción floral en un determinado equilibrio hormonal en el interior de la yema. Este equilibrio viene dado por un conjunto de factores (ambientales, nutricionales, fisiológicos y genéticos) que interaccionan entre sí.

• Época de inducción floral

En principio, requiere un equilibrio endógeno que sólo se alcanza cuando el árbol ha acumulado cierto nivel de reservas, es decir cuando el árbol tiene cierta edad.
En frutales de hoja caduca, se produce a finales del período primaveral de crecimiento, en el año anterior al de la floración.
En frutales de hoja persistente, la inducción se produce una vez pasados los fríos invernales, en el mismo año de la floración.
Existen casos especiales, como el de la higuera, en la que existen dos períodos de inducción. El primero, a finales de primavera, da lugar a floración en el mismo año (higos), y el segundo, al final del verano, da lugar a floración en la primavera siguiente (brevas).

• Factores que influyen en la inducción floral

La inducción floral es el resultado de la acción de un conjunto de factores de diversa índole que actúan sobre el equilibrio hormonal de la yema.

• Factores nutritivos

Existe un gran número de especies que aumentan su floración gracias a la aplicación de nutrientes como el nitrógeno o el fósforo, el potasio y oligoelementos, dependiendo, además, de la época de aplicación del abono.
Es importante mantener un buen nivel de hidratos de carbono para obtener un gran número de yemas de flor, sin que éste sea determinante de la cantidad de la floración.

• Factores ambientales

Determinados factores ambientales pueden influir en la inducción floral. Así, la falta de luz da un menor número de yemas de flor, y un período de sequía seguido de un fuerte riego favorece la producción de yemas de flor.

En relación con la temperatura, se sabe que algunas especies de hoja persistente necesitan, para una buena inducción floral, acumular un número determinado de horas de frío en invierno.

• Factores culturales

En una planta joven, un abonado rico en nitrógeno favorece la producción vegetativa disminuyendo la inducción floral, mientras que si la planta es adulta y la aplicación es repartida, aumenta la producción de yemas de flor.
La falta de luz afecta a la inducción floral, por lo que la poda irá dirigida a aumentar la iluminación de todas las zonas del árbol. La poda también se practicará para reducir una excesiva superficie foliar, ya que ésta influye negativamente sobre la inducción floral.
Otras técnicas complementarias, como el anillado, el descortezado o el arqueado, favorecen la acumulación de hidratos de carbono y, con ello, la mayor producción de yemas de flor.
La utilización de retardantes de crecimiento también aumenta la inducción floral. Así, el CCC y el Alar (SADH) aumentan la inducción floral en el manzano, peral y agrios, aunque de forma variable en melocotoneros.
Otros reguladores de crecimiento, como las auxinas o citoquininas, no tienen efectos sobre la inducción floral, y otros, como las giberelinas, la inhiben.

9.1.2. Época de floración

La época de floración determina la elección de una variedad, sobre todo en zonas con períodos de riesgo de heladas.
La época de floración es una característica de cada variedad, aunque ésta puede estar influida por factores ambientales y culturales.
Es importante tener conocimiento de la época de floración de las diversas variedades de una plantación a la hora de elegir los polinizadores.
La duración de la floración se calcula entre 10 y 25 días, alcanzando su plenitud cuando están abiertas entre el 50-90% de las flores.

9.1.3. Polinización

La sexualidad en las especies leñosas se divide en 2 grupos:

• Especies con flores unisexuales masculinas y femeninas.
- *Situadas en el mismo árbol o monoicas*, como el nogal y el avellano.

Variedades polinizadoras

	Variedades buenas polinizadoras	Variedades malas polinizadoras
Peral	Mantecosa Clifford Dr. Jules Guyot (turconera), Mantecosa Precoz Morettini Castell, William, Mantecosa Hardy, Decana del Congreso, Conferencia, Passa Crassana	Ercolini Blanca de Aranjuez Roma (Aragón)
Manzano	Golden Delicious, Belleza de Roma Mac Intosh, Reina de Reinetas, Verde doncella, Starking Delicious	Reineta blanca del Canadá Stayman Winesap
Albaricoquero		No suele haber problemas
Almendro		Casi todas las variedades deben considerarse total o parcialmente auto-incompatibles Se recomienda la polinización cruzada
Cerezo		Casi todas las variedades deben considerarse como autoestériles Se recomienda la polinización cruzada.
Ciruelo		Se recomienda la polinización cruzada.
Melocotonero		No hay problemas de fecundación Las variedades son autofértiles.

- *Situadas en distintos árboles o dioicas*, como el pistacho, algarrobo, kiwi, dafilera y palmera.

• **Especies con flores hermafroditas.** Son la gran mayoría. Entre ellas encontramos el almendro, ciruelo, cerezo, manzano, melocotonero, naranjo, olivo, peral y vid.

Es necesario recordar que la polinización es un proceso diferente de la fecundación.
La fecundación es la fusión de dos gametos, uno femenino, situado en el saco embrional, y otro masculino, contenido en el grano de polen, mientras que la polinización es el traslado del grano de polen desde las anteras de los estambres hasta el estigma del pistilo. El proceso de polinización se inicia cuando las anteras maduras se abren y dejan al descubierto los granos de polen, y finaliza cuando los granos de polen están situados sobre el estigma correspondiente.

El proceso de polinización se puede clasificar como sigue:

• **Por la entidad del polen en:**
- *Polinización alógama o cruzada*, cuando el polen procede de otra variedad de la misma especie. Estas especies pueden ser autoestériles, es decir que son incapaces de fecundarse con su polen. Pueden ser, además, parcialmente autoestériles y parcialmente autofértiles.
- *Polinización autógama o autopolinización*, cuando se fecundan con su propio polen. Estas son especies autofértiles.

• **Por la forma de trasladar el polen:**
- *Polinización anemófila*, cuando el traslado es por medio del aire, como ocurre con el avellano, nogal, olivo, castaño, pistacho y vid.

Cuadros de polinización
A/ *Excesivo a los efectos de polinización, por lo que sólo será aconsejable en condiciones muy desfavorables (clima, variedad, número de insectos).*
B/, C/, D/,E/ *Recomendables en condiciones normales.*
C/ *Los polinizadores están dispuestos en líneas completas. De esta forma, no se presentan problemas de diferentes vigores y longevidad en una misma línea y se facilita la recolección y la aplicación de tratamientos fitosanitarios.*
F/ *Porcentaje considerado como insuficiente, a no ser que las condiciones antes mencionadas sean óptimas. La tercera variante ofrece una mejor distribución, ya que aminora las distancias entre polinizantes.*

1 — Con una variedad polinizante

A. Al 50% de polinizadores

X	O	X	O	X	O
X	O	X	O	X	O
X	O	X	O	X	O
X	O	X	O	X	O
X	O	X	O	X	O
X	O	X	O	X	O
X	O	X	O	X	O

B. Al 33% de polinizadores

X	O	O	X	O	O
X	O	O	X	O	O
X	O	O	X	O	O
X	O	O	X	O	O
X	O	O	X	O	O
X	O	O	X	O	O
X	O	O	X	O	O

C. Al 25% de polinizadores en línea completa

O	O	O	X	O	O	O	X
O	O	O	X	O	O	O	X
O	O	O	X	O	O	O	X
O	O	O	X	O	O	O	X
O	O	O	X	O	O	O	X
O	O	O	X	O	O	O	X
O	O	O	X	O	O	O	X

D. Al 25% de polinizadores

O	X	O	X	O	X
O	O	O	O	O	O
O	X	O	X	O	X
O	O	O	O	O	O
O	X	O	X	O	X
O	O	O	O	O	O
O	X	O	X	O	X
O	O	O	O	O	O

E. Al 16% de polinizadores

O	O	X	O	O	X
O	O	O	O	O	O
O	O	X	O	O	X
O	O	O	O	O	O
O	O	X	O	O	X
O	O	O	O	O	O
O	O	X	O	O	X
O	O	O	O	O	O

E. Al 10% de polinizantes (tres variantes en la disposición)

O O X O O O X O X O X O O
O O O X O O O O O O O O O
O O X O O O O O O O O O X
O O O X O O O O O O O O O
O O X O O O O O O O O O O
O O O X O O X O X O X O O
O O X O O O O O O O O O O
O O O X O O O O O O O O X
O O O X O O O O O O O O O

2 — Con dos variantes polinizantes

A. Al 33% de polinizantes (16,5 + 16,5) con dos variantes en la disposición

X V V O V V X X V V X V V
X V V O V V X O V V O V V
X V V O V V X X V V X V V
X V V O V V X O V V O V V
X V V O V V X X V V X V V
X V V O V V X O V V O V V
X V V O V V X X V V X V V
X V V O V V X O V V O V V
X V V O V V X O V V O V V

B. Al 50% de polinizadores (25 + 25) con dos exposiciones

O Y X Y O Y X O Y O Y
O Y X Y O Y X X Y X Y
O Y X Y O Y X O Y O Y
O Y X Y O Y X X Y X Y
O Y X Y O Y X O Y O Y
O Y X Y O Y X X Y X Y
O Y X Y O Y X O Y O Y
O Y X Y O Y X X Y X Y
O Y X Y O Y X O Y O Y







- *Polinización entomófila*, cuando son los insectos, principalmente abejas y avispas, quienes cumplen esta función, como es el caso del albaricoquero, almendro, cerezo, ciruelo, manzano, melocotonero y peral.

Estos agentes externos que transportan el polen reciben el nombre de **polinizantes.**
La acción polinizante de los insectos es menor que la del viento, que puede alcanzar los 10 Km.

En cuanto a las abejas, cabe decir que presentan las siguientes características especificas:

• *La constancia floral.* Si frecuentan las flores de una determinada especie, lo harán hasta finalizar la floración.
• *Vuelos entre plantas de 10 a 18 m*, por lo que ésta será la longitud máxima entre polinizadores.
• *Alejamiento de la colmena.* Su actividad se concentra en un radio de 250 m, por lo que se aconsejan dos colmenas por hectárea.
• *Condiciones de la colmena.* Las abejas no vuelan con vientos fuertes, lluvias o temperaturas inferiores a 10°C si el cielo es despejado, siendo lo óptimo alrededor de los 25°C.

Cabe recordar que numerosos pesticidas necesarios son tóxicos para las abejas, por lo que debe tenerse mucha precaución y utilizar la dosis propia de la materia activa más segura para las abejas pero que permita un buen control de la plaga, o utilizar métodos biológicos, siempre que sea posible. Lo más conveniente es evitar cualquier tratamiento durante la floración, ya que la mayoría de las veces no son efectivos y se traducen en una pérdida de tiempo y producción.

Plaguicidas y productos relativamente no tóxicos para las abejas e insectos polinizadores

FUNGICIDAS
Azufre
Benomilo
Binapacril
Caldo bordelés
Captafol
Captan
Carbendazima
Clortalonil
Diclofluanida
Dinocap
Ditalimfos
Ditianona
Dodina
Folpet
Glicofeno
Hexaconazol
Iprodiona
Mancozeb
Maneb
Metiram
Miclobutanil
Oxicarboxina
Penconazol
Procloraz
Propineb
Pirazofos
Pirifenox
Quinoxifeno
Tebuconazol
Tiofanato metil
Tiram
Triadimefon
Triadimenol
Triforina
Vinclozolina
Zineb
Ziram

ACARICIDAS
Amitraz
Benzoximato
Bromopropilato
Clorbenzilato
Clofentezina
Cihexaestan
Dicofol
Fenbutestan
Tetradifon
Triciclestan
Tetradifon + Dicofol

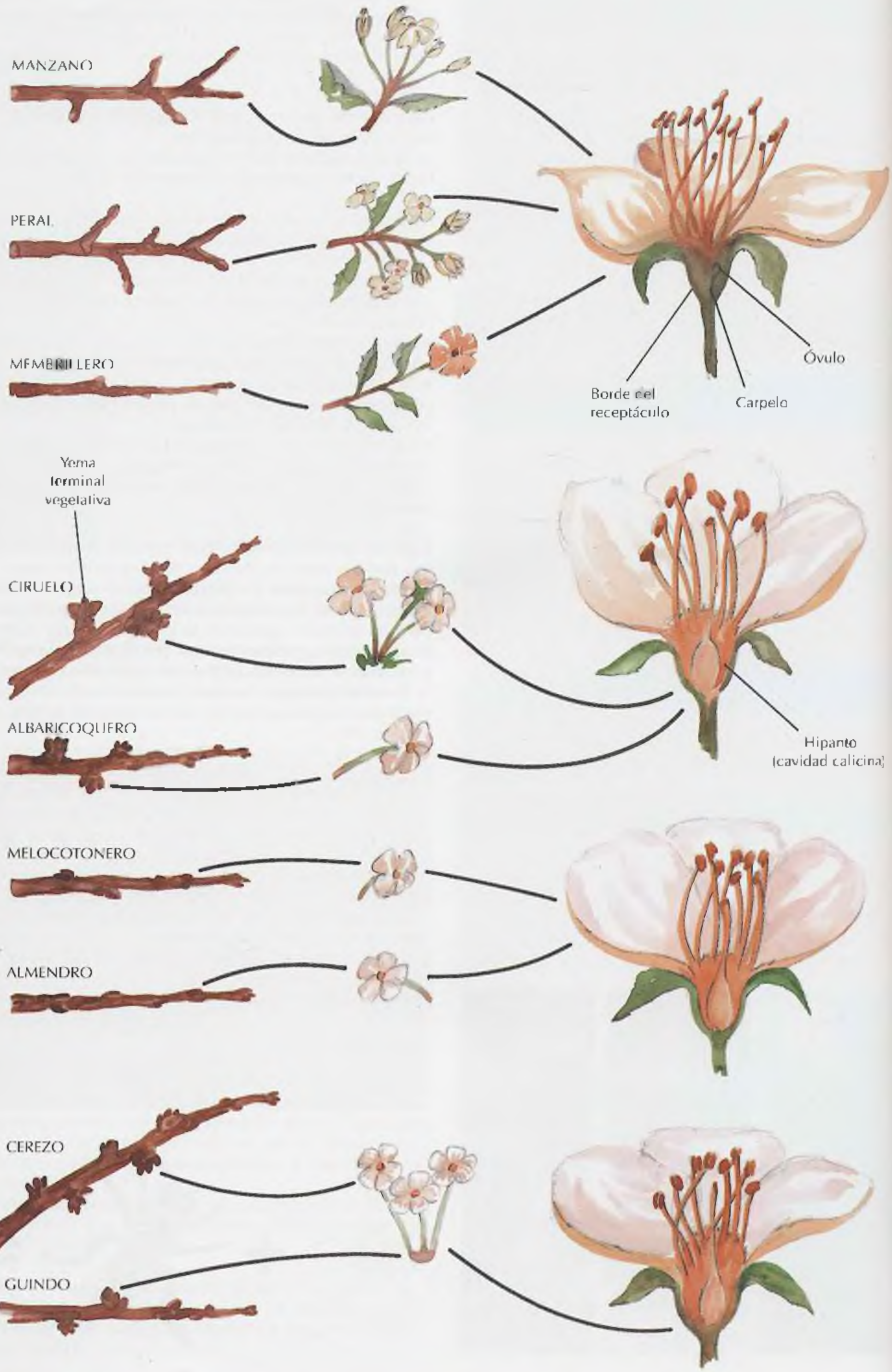
INSECTICIDAS
Aceites minerales
Bacillus thuringiensis
Bromofos
Endosulfán
Fiorencarb
Fluón
Fosalone
Menazon (Azinfós)
Piretrina sinergizada
Pirimicarb

FITOHORMONAS
Acion giberélico
ANA (Rhodofix Phytone)
NAD (Amid-thin)
Deminozida (Alar)
Cloruro de clorocolina (Cycocel)

HERBICIDAS
Bromacilo
Diclobenil
Diquat
2, 4-D
Diuron
EPIC
Glifosato
Linuron
Oxadiazón
Paraquat
Prometrina
Simacina
Terbacilo
Trifluralina



Hábitos de floración de algunos frutales



Otro concepto importante es el de los **polinizadores.** Son variedades que producen polen para la fecundación cruzada de la variedad principal de la plantación.
El marco de colocación de los polinizadores es de 1 en cada 3 filas. Con ello se consigue una buena proporción.
Si el fruto es de tamaño pequeño, como la cereza o la almendra, conviene aumentar la proporción de polinizadores para obtener una buena producción.
Para conseguir una polinización óptima, el período de floración del polinizador debe iniciarse un poco antes que la de la variedad principal. Pueden utilizarse variedades silvestres buenas productoras de polen. Sobre todo, deben ser las dos compatibles y tener la misma edad de entrada en producción.

La utilización de dos variedades de polinizantes se debe principalmente a dos motivos:

- Una mejor polinización al ser dos las variedades que la realizan.
- Para cubrir al máximo la época de floración de la variedad principal. Una de las variedades polinizantes está en plena floración cuando la variedad polinizada está en la primera fase, mientras que la otra está en plena floración en la segunda fase de la variedad polinizada.

9.1.4. Fecundación

Una vez depositado el grano de polen en el estigma, se hincha e inicia su germinación, que tiene lugar a las 12 - 36 horas de la polinización.
El grano de polen rompe la capa externa y emite un tubo polínico que atraviesa el estilo y llega al ovario, donde se produce la fecundación del óvulo.
La penetración del estilo puede ser por varios tubos polínicos a la vez. Cada uno procede de un grano de polen, pero sólo uno puede penetrar en cada óvulo y fecundarlo.
La temperatura ambiental influye de forma importante en la fecundación, siendo las temperaturas óptimas las de 20°C a 25°C, y no habiendo fecundación por debajo de 5°C o por encima de 35°C.
Los períodos húmedos y con temperaturas suaves favorecen la fecundación, al contrario que los períodos secos.
Las lluvias y vientos fuertes son desfavorables, ya que provocan el arrastre del polen.
La fecundación es el paso final del proceso de floración. A partir de aquí se realizará una multiplicación celular y un desarrollo del ovario. Cuando éste sea visible, se considera que el fruto ya ha cuajado, y empieza ya el proceso de desarrollo propiamente dicho.

9.1.5. Esterilidad y sus causas

La esterilidad comprende todos los fenómenos que pueden tener lugar desde la constitución de las flores hasta el cuajado del fruto.
Las causas de esterilidad pueden dividirse en extrínsecas, debidas a factores externos del propio árbol e intrínsecas cuando son propias del árbol.
Estas causas casi siempre están interrelacionadas, pero vamos a analizar cada una de ellas por separado.

• Causas extrínsecas

A) Climáticas

A nivel práctico, sus efectos se ponen de manifiesto con más frecuencia en las plantaciones de frutales.
Tanto la floración como la fecundación son procesos complejos que se ven influenciados de forma negativa por cualquier cambio en los factores ambientales considerados como normales.
De entre todos los factores climáticos, el más importante es la temperatura. La temperatura óptima se sitúa entre los 18 y 25°C. Por debajo de 10°C, se dificultan los procesos, y lo mismo sucede cuando se superan los 25-30°C.
Las temperaturas por debajo de 0°C son peligrosas, ya que la flor es sensible al frío y su influencia puede ser mortal.
La lluvia es otro factor climático a considerar. Las primaveras húmedas y lluviosas originan malas cosechas por el fenómeno llamado de **corrimiento de la flor**, es decir falta de fecundación.
Este fenómeno se produce por varias razones, una de las cuales es el arrastre de los granos de polen, siendo otra la limitación del vuelo de los insectos polinizantes.
También tiene efectos negativos una baja humedad unida a altas temperaturas durante el período de receptividad de los estigmas, ya que provoca la desecación de éstos y el polen no se adhiere bien.
El último factor climático a considerar es el viento. Si supera los 10 Km/h, dificulta el vuelo de las abejas y, por tanto, todo el proceso de polinización.
Si el viento es seco, deshidrata los estigmas, y si es intenso, puede dañar la flor, provocando incluso su caída.

B) Nutricionales

El desequilibrio o la carencia nutricional pueden originar esterilidad morfológica y fisiológica. También la resistencia a las causas climáticas va ligada a un buen estado nutricional.
Resulta difícil señalar qué elementos minerales son más o menos influyentes. Las carencias más importantes pueden ser el nitrógeno, el boro y el magnesio.
Los excesos de elementos también afectan la floración. Así, unos suelos excesivamente fértiles o demasiado abonados en nitrógeno producen una floración escasa y una vegetación exuberante.

C) Culturales

Algunas prácticas de cultivo mal aplicadas pueden influir considerablemente. Citaremos aquí algunas:

- *Poda.* Una poda mal realizada inclina el frutal a la vecería, priva de la luz y el calor imprescindibles a las yemas florales, facilita las invasiones criptogámicas, agota el árbol prematuramente y dificulta a las células sexuales la alimentación necesaria para su posterior desarrollo.
Es desaconsejable hacer podas tardías.

- *Riego.* Se desaconseja realizar riegos durante la floración.

• *Labores*. Una mala labor puede afectar las raíces superficiales, ocasionando heridas que provocan una transpiración contraindicada en algunos momentos de la floración.

Lo mismo puede decirse del aclareo, de la incisión anular, del pinzamiento y, en general, de todas las prácticas complementarias del cultivo, ya que según cómo y cuándo se hagan, pueden entorpecer la vegetación normal indispensable no sólo para la cosecha pendiente, sino en vistas a acumular reservas para conservar la potencia floral para las sucesivas floraciones y, así, alargar el período productivo del árbol.

D) Accidentales

Son causas que ocasionalmente afectan de forma negativa el proceso de cuajado de la cosecha, o perjudica a flores y frutos.

Citaremos a modo de ejemplo:

Ataques parasitarios (efectos fitotóxicos de los productos químicos utilizados). Cualquier actuación que produzca un *shock* al árbol durante este período.

• Causas intrínsecas

A) Genéticas

Algunas características, como la viabilidad de los granos de polen, su porcentaje de germinación, la degeneración de los óvulos, el desarrollo del tubo polínico, están reguladas genéticamente. En ocasiones, esta regulación no es correcta, originándose, con ello, casos específicos de autoesterilidad total o parcial.
Los primeros son en general desechados y los segundos hacen obligatorio el cultivo con variedades polinizadoras.

B) Fisiológicas

Íntimamente ligadas a las anteriores, representando en muchas ocasiones la sintomatología del problema genético.
Así, por ejemplo, la degeneración precoz de los óvulos o el crecimiento lento de los tubos polínicos son problemas fisiológicos que tienen un origen genético.

C) Morfológicas

Muchas de esas causas tienen también origen genético, pero pueden apreciarse morfológicamente. El aborto de pistilos, la macrostilia (estilo más largo que los estambres), la falta o escasez de producción de granos de polen, los desfases en la maduración de anteras y pistilos, son todas ellas causas morfológicas que limitan la polinización y provocan esterilidad.

9.1.6. Partenocarpia y apogamia

La obtención de frutos sin semilla por falta de fecundación o porque el embrión ha muerto se denomina **partenocarpia**, y es frecuente en la platanera, la piña, algunas higueras y algunos cítricos y vides. En el peral, el manzano y algunas especies de hueso, la partenocarpia puede ser accidental.

La partenocarpia puede ser de varios tipos:

• Partenocarpia natural

Está relacionada con el contenido de auxinas en el árbol y es de origen genético. Puede ser:

• *Estimulativa*, cuando se produce el cuajado y desarrollo del fruto con polinización pero sin fecundación.
• *Vegetativa*, cuando se produce el cuajado y desarrollo del fruto sin estímulo de los polinizadores.

• Partenocarpia accidental

Está causada por factores climáticos, normalmente bajas o altas temperaturas en el momento del cuajado.

• Partenocarpia inducida

La partenocarpia es provocada por la aplicación de reguladores de crecimiento. Consiste en dar la concentración de hormonas necesaria para iniciar el desarrollo del fruto. Los resultados de este tratamiento son irregulares.

• *En frutales de pepita*, se utilizan auxinas sintéticas (ANA, 2-4D, 2-4-5T, 2-4-5TP, etc.), aunque tiene otros efectos, como la reducción del cuajado y la caída de frutos. La giberelinas dan, en general, mejores resultados, aunque los frutos serán de menor calibre y con deformaciones.

Los retardantes del crecimiento, como el CCC y el Alar, dan buenos resultados si se aplican en plena floración.

• *En frutales de hueso*, el interés se centra en evitar incompatibilidades o esterilidades debidas al polen.

La **apogamia** es la formación de frutos y semillas sin fecundación. Es un fenómeno que se produce con cierta frecuencia en algunos frutos como el nogal, el avellano y en agrios. No presenta ningún interés agronómico ya que, aunque al tener semilla ayuda a desarrollar el fruto, éstos son de baja calidad y no se puede controlar la producción.

9.1.7. Principios básicos para una buena polinización y fecundación

Los problemas que pueden aparecer en los procesos de polinización y fecundación son amplios y complejos. Es difícil definir unos principios básicos, pero sí daremos algunas recomendaciones.

• Es recomendable el empleo de polinizadores en casi todas las especies frutales, salvo en casos de autofertilidad comprobada.
• Se aconseja que los polinizadores utilizados sean de dos variedades distintas, al 50% cada una de ellas.

Hábitos de floración de algunos frutales

PISTACHERO

Femenina

Masculina



CASTAÑO

Femenina



Masculina

VID



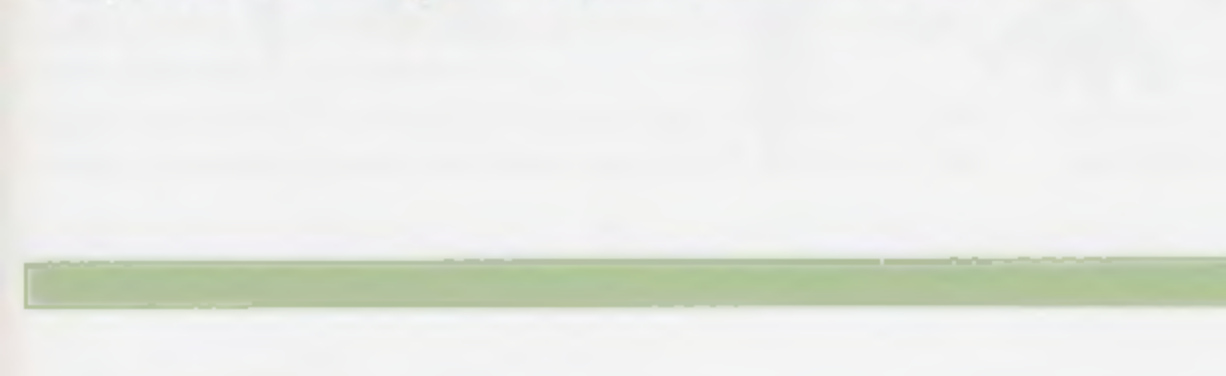




FRAMBUESO



ZARZAMORA



Femenina



Masculina

Capuchón





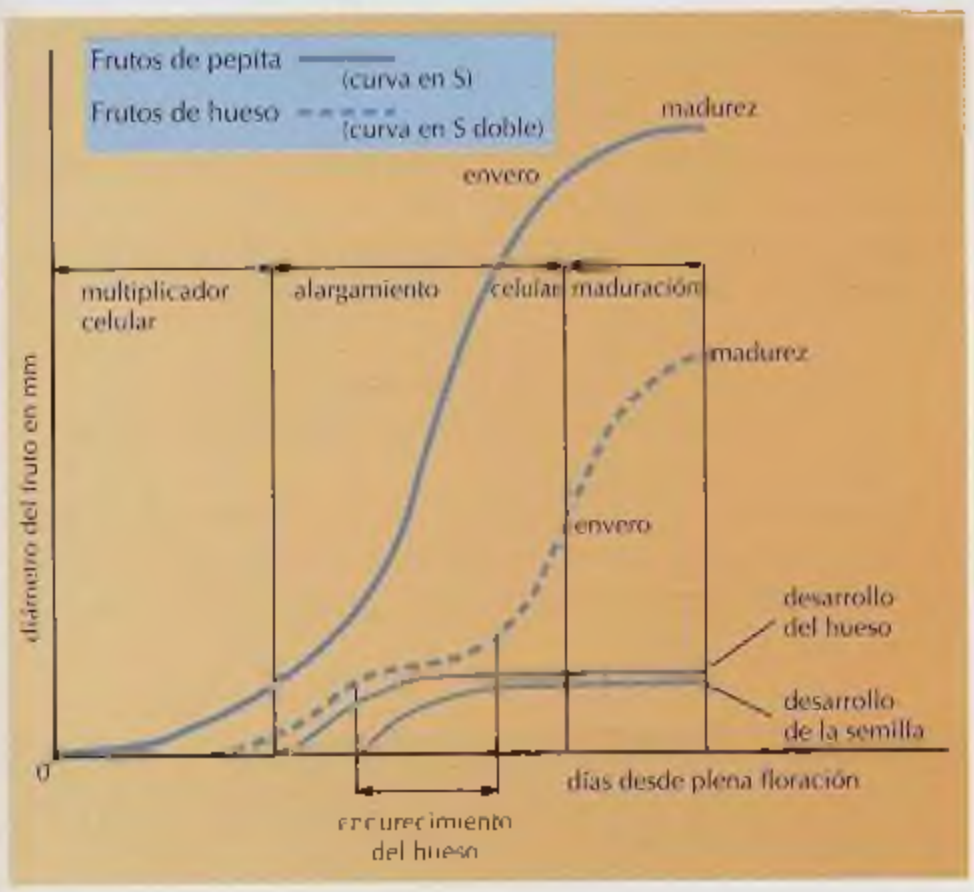




Hábitos de floración de algunos frutales



• Preferiblemente, los polinizadores tendrán un buen valor comercial.
• La plena floración de las variedades polinizadoras y la de la variedad principal deben coincidir plenamente.
• Los polinizadores deben oscilar entre el 10-20% del total de árboles de la plantación, siendo la distancia máxima entre un árbol y el polinizador más próximo de 30-40 m.
• La disposición de los polinizadores en la plantación es importante y conviene que sea regular y homogénea, evitando que cree problemas en las labores de recolección, riegos y tratamientos.
• Las correlaciones de variedades interfértiles dadas por la bibliografía son meramente indicativas. En cada zona frutícola hay que comprobar las interfertilidades entre variedades.
• Es aconsejable el uso de colmenas en la época de floración, colocando de 1 a 6 por hectárea.
• No se realizarán tratamientos fitosanitarios durante la floración, y si son necesarios, se utilizarán productos no tóxicos para los insectos y de forma nebulizada.
• Se aplicarán técnicas de cultivo que permitan a los árboles alcanzar la plena floración en las mejores condiciones posibles.



9.2. DESARROLLO DEL FRUTO

Una vez finalizado el proceso de fecundación y cuando el fruto ha cuajado, se inicia el proceso de desarrollo propiamente dicho.
Este proceso finaliza cuando el fruto ha alcanzado su madurez, lo cual sucede a los 70-80 días en el caso de cerezas tempranas y albaricoques, pero a los 250-300 días para manzanas y peras tardías.

La vida del fruto puede dividirse en cuatro fases:

• *Cuajado o inicio del crecimiento.*
• *Crecimiento activo*, con un gran aumento de volumen y peso del fruto, hasta alcanzar casi el tamaño normal y característico.
• *Maduración.* El fruto aumenta algo de tamaño, pero fundamentalmente cambia de color y obtiene su sabor característico. El envero marca el final del crecimiento activo y el inicio de la madurez.
• *Senescencia o envejecimiento.* Marchitamiento del fruto.

9.2.1. Factores que influyen en el desarrollo del fruto

Los factores que condicionan el desarrollo del fruto son, por un lado, la disponibilidad de agua y, por otro, las reservas acumuladas en el fruto.
El agua es el componente primordial del fruto y constituye el 50-90% de su peso en estado maduro.
El agua es, además, el vehículo de suministro de los elementos minerales y el de la traslocación de las sustancias hidrocarbonadas.
Todo ello condiciona las necesidades de agua en el suelo de los frutales durante el período de desarrollo del fruto.



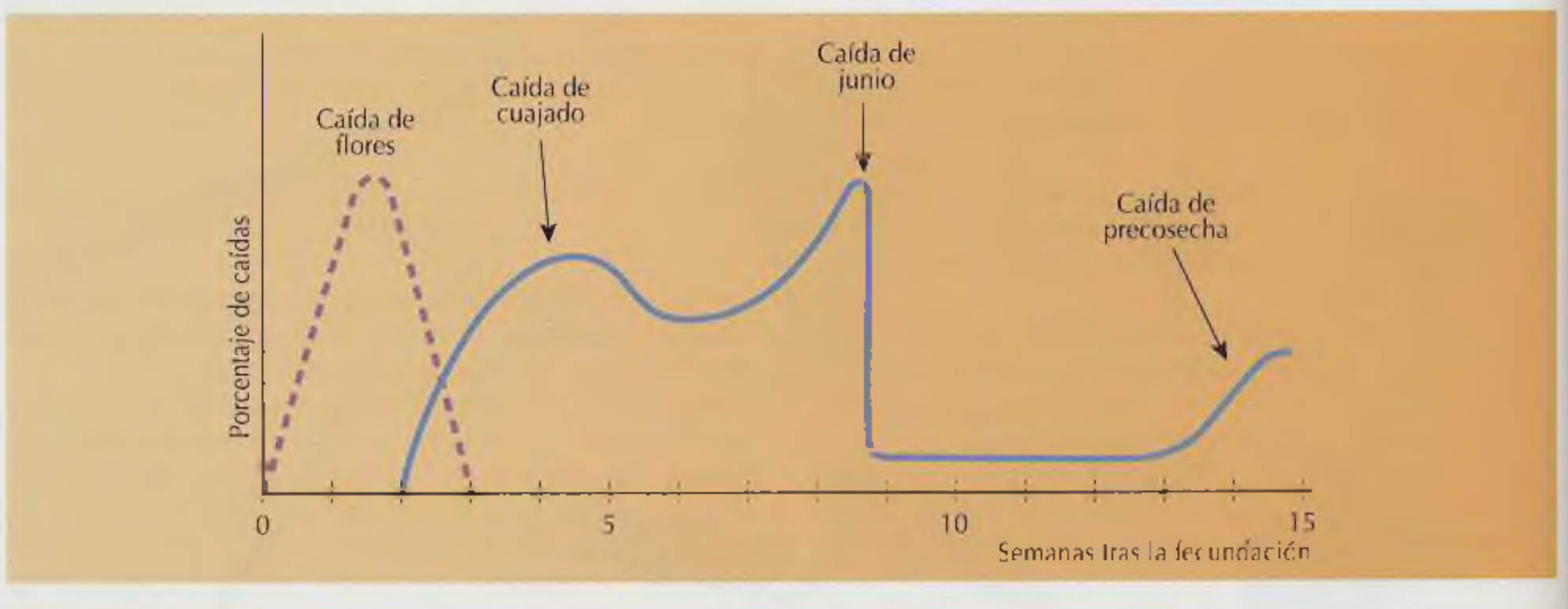
Desarrollo de los frutos del banano

Si el árbol no encuentra agua en el suelo, el fruto puede verse afectado: disminuye su tamaño, se deshidrata y se arruga, y puede llegar a producirse la caída del fruto.
La formación de los frutos exige también una gran cantidad de nutrientes. El componente más importante, en las primeras fases del desarrollo, es el nitrógeno.
Entre los factores climáticos, el que más afecta al desarrollo del fruto es la temperatura. El desarrollo se ve favorecido por temperaturas medias altas sin contrastes nocturnos.
Un factor fisiológico que condiciona el desarrollo del fruto es el número de semillas presentes en proporción a su número normal. Esto es consecuencia de las circunstancias del proceso de polinización y fecundación.
El número de semillas condiciona la cuantía de la cosecha, el volumen y la calidad, así como la fecha de maduración del fruto. Así, los frutos con un número menor al normal se desprenden más fácilmente, presentan formas anormales, un menor tamaño y una peor calidad y, además, tardan más en madurar.

Curvas-tipo de crecimiento de los frutos

9.2.2. Caída de los frutos

No todos los frutos que han cuajado llegan a la madurez. A lo largo de todo el proceso de desarrollo del fruto, se producen caídas. Estas caídas se pueden



Distribución en el tiempo de las caídas de los frutos

agrupar en *caídas fisiológicas*, cuando se producen en mayor o menor escala, y *caídas accidentales*, cuando son de forma ocasional.

• Caídas fisiológicas

En general, son las cuatro siguientes:
• *Caída de flores con pistilos anormales o más desarrollados.*
• *Caída de cuajado.* Es el desprendimiento masivo de residuos florales, flores sin fecundar o frutos mal cuajados. En el caso de floraciones abundantes, la caída puede llegar hasta el 75-90% de las flores, sin que por ello peligre la cosecha.
• *Caída de junio.* Se debe a la competencia entre los frutos durante la fase de aumento de tamaño que coincide con los primeros días del mes de junio.
Los frutos con menor número de semillas, con nutrición deficiente o retrasados en su crecimiento, se desprenden y caen en beneficio de los que quedan, que aumentan su tamaño y mejoran su calidad.
La caída puede representar, en condiciones normales, entre el 10 y 30% de los frutos y reduce los trabajos posteriores de aclareo.
• *Caída de madurez o prerecolección.* Es producida por la aparición de la capa de abscisión. Algunas variedades crean esta capa de forma prematura cayendo antes de la recolección.

• Caídas accidentales

Son debidas a diversas causas y pueden producirse en cualquier época. Las causas pueden ser ataques parasitarios accidentales, climáticas, como riegos tardíos tras una época de sequía, tratamientos cúpricos tras la floración, nutrición deficiente, labores profundas durante la floración, golpes con aperos o picaduras de pájaros.

9.2.3. Alternancia o vecería

La vecería es la tendencia de los árboles frutales a alternar años de importantes cosechas con otros de producciones pobres.
Estas sucesiones tienen carácter bianual y las causas deben buscarse en factores internos del árbol. En diversas hipótesis se manejan las siguientes causas:
• *Interferencia entre crecimiento vegetativo e inducción floral.* El control de los brotes sobre la inducción floral parece ser de naturaleza hormonal.
• *Interferencia entre crecimiento de frutos y crecimiento vegetativo.* Los frutos compiten con los ápices vegetativos. Éstos tienen un menor desarrollo, por lo que la cosecha que tienen que soportar al año siguiente será más reducida.
• *Agotamiento de las reservas de hidratos de carbono en las raíces.*

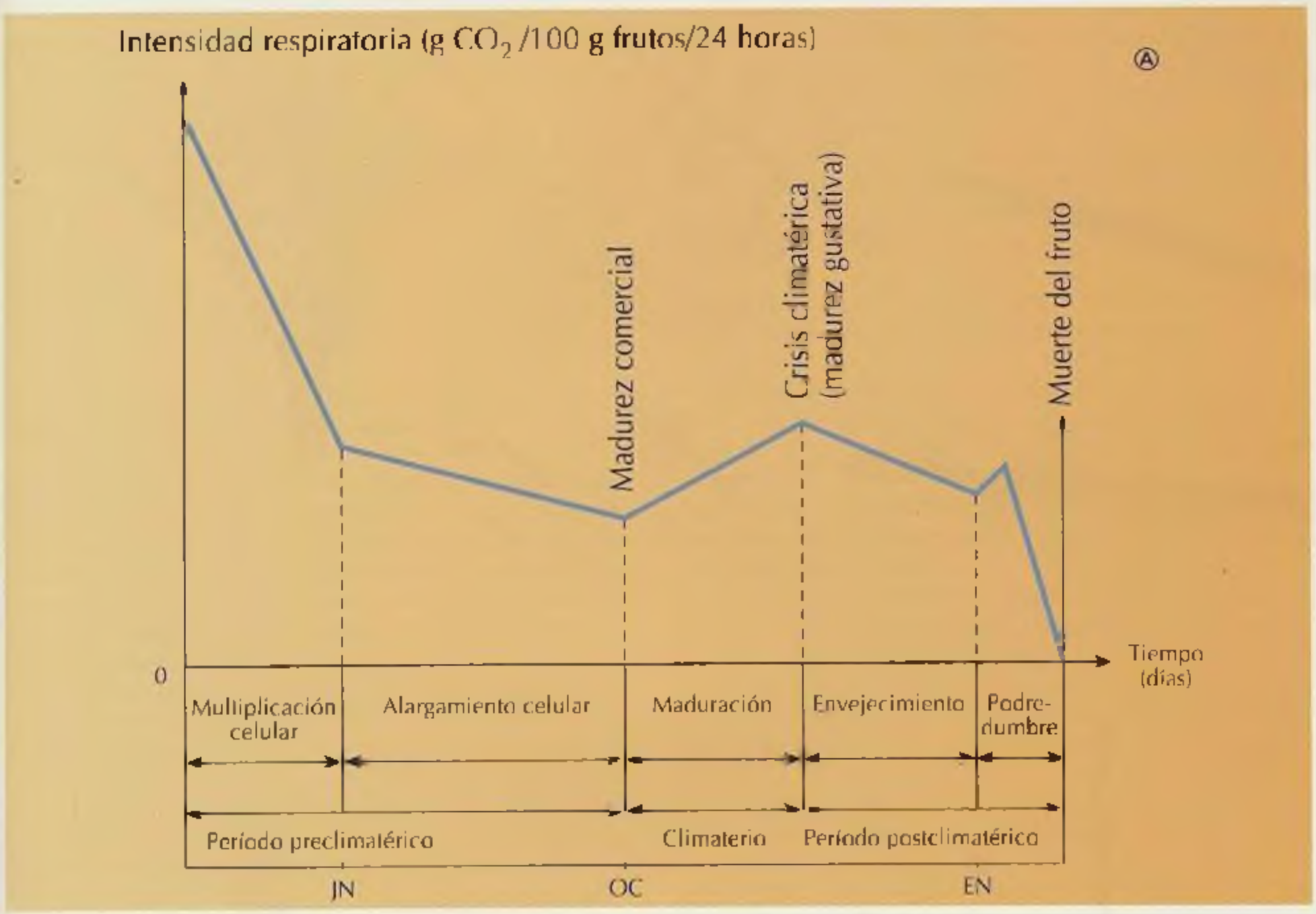
Diversas prácticas culturales presentan buenos resultados para el control de la alternancia. Son las siguientes:
• *Aclareo de los frutos.* Realizado en los primeros estados del desarrollo del fruto.
• *Rayado.* Es una práctica habitual en cítricos para aumentar la floración por encima de las zonas rayadas.
• *Anticipación de la época de recolección.*
• *Poda.* La poda regular y moderada reduce la vecería en muchas especies.
• *Tratamientos hormonales en la inducción floral.* Aunque el empleo de retardantes del crecimiento, como el CCC o el Alar, está limitado por la falta de experimentación.



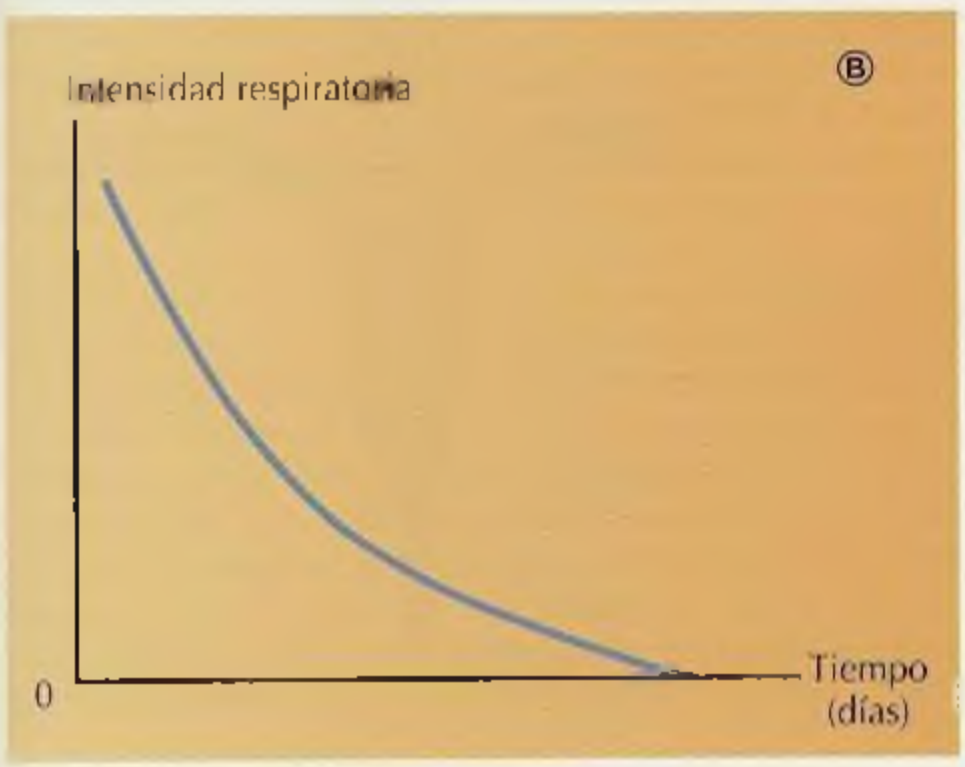
Árbol del cacao, comprobando con el tacto la maduración

9.2.4. Maduración del fruto

El proceso de maduración del fruto lo compone el conjunto de cambios físicos y químicos que se producen. Estos cambios determinan el color, sabor, olor y textura del fruto para su consumo.



Curva de la intensidad respiratoria en función del desarrollo de los frutos
A/ Frutos con climaterio
B/ Frutos sin climaterio



La madurez del fruto, desde el punto de vista técnico, puede considerarse de 3 tipos:

- *Madurez de consumo o gustativa*, cuando el fruto es apto para el consumo directo. Este punto depende de los gustos particulares de los consumidores.
- *Madurez comercial o de recolección*, cuando la fruta del punto de venta debe estar en su estado de madurez de consumo. El fruto se recoge y se separa del árbol, continuando su maduración hasta la madurez de consumo.
- *Madurez fisiológica*, cuando las semillas están maduras y son viables para germinar.

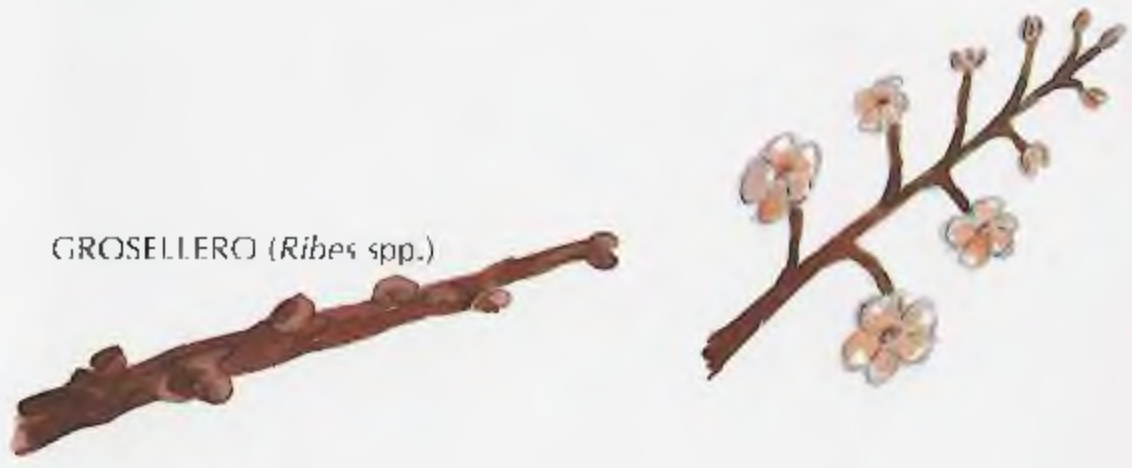
El proceso de maduración es consecuencia de la actividad bioquímica del fruto. Esta actividad está motivada por una serie de procesos fisiológicos.

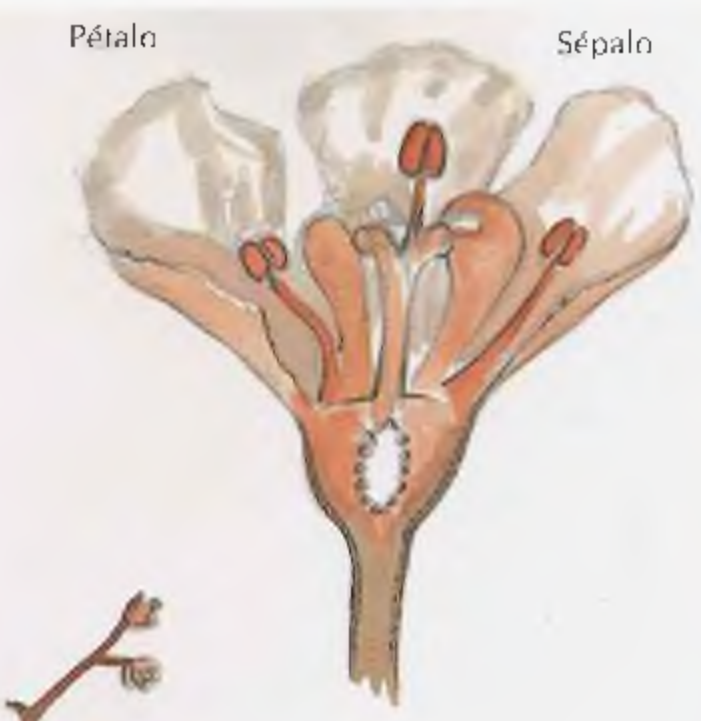
Fruto	Parte comestible (analizada)	Agua	Proteínas	Fibra	Azúcares	Ácido ascórb. mg	AOP*
POMOS							
Manzana	Pomo sin piel ni corazón	84	0,25	2,2	11,4	5	m
PERA	Idem	83	0,25	2,5	10,8	4	m**
HESPERIDIOS							
Naranja	Pulpa, sin piel ni pipas	86	0,82	2,6	8,5	50	c
Limón	Jugo	91	0,32	—	1,6	50	c
Pomelo	Pulpa, sin pellejos ni pipas	90	0,06	0,6	5,3	40	c
DRUPAS							
Melocotón	Drupa con piel sin hueso	86	0,06	1,4	9,1	8	m**
Albaricoque	Idem	86	0,6	2,1	6,7	7	m
Ciruela	Idem	84	0,6	2,1	9,6	3	m
Cereza	Idem	81	0,6	1,7	11,9	5	m
BAYAS							
Uvas	Sin pipas, con cáscara	79	0,6	0,9	16,1	4	m
Plátano	Sin cáscara	71	1,2	3,4	16,2	10	m

Composición química de frutos carnosos (gramos por 100 g)
AOP* = *Ácido orgánico predominante;* **m = *ácido málico;* **c** = *ácido cítrico*
*** En algunas variedades, el cítrico puede predominar sobre el málico*

Hábitos de floración de algunos frutales

GROSELLERO (*Ribes* spp.)

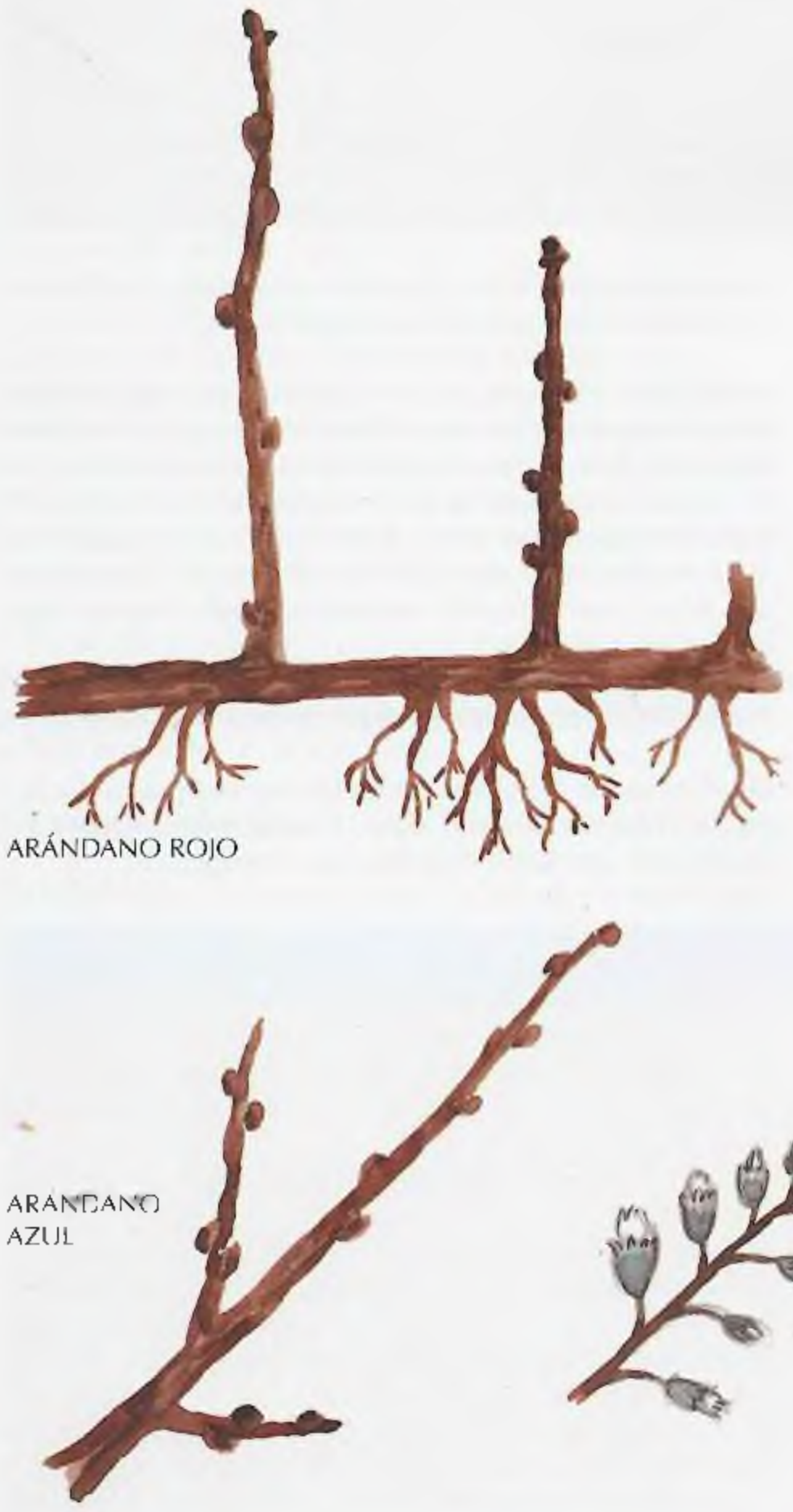




GROSELLERO
(*Ribes grossularia* L.)



ARÁNDANO ROJO





ARANDANO
AZUL



• *Transpiración*. Proceso por el cual el fruto pierde parte del agua que le llega a través de los vasos.
• *Respiración*. Proceso por el cual el fruto absorbe oxígeno del aire y desprende CO_2.
• *Fotosíntesis*. Proceso inverso al anterior, por el cual el fruto es capaz de sintetizar hidratos de carbono a partir del CO_2 absorbido del aire. Este proceso se realizará hasta que el fruto cambie de color y pierda la clorofila.
• *Fermentación*. Proceso que se produce al envejecer el fruto o cuando le falta oxígeno, por lo cual se desprende CO_2, produciéndose alcohol.

El conjunto de todos estos procesos fisiológicos origina en el fruto varias actividades.

• *Emisión de sustancias volátiles*. Principalmente etileno y sustancias aromatizantes como ésteres, alcoholes, aldehídos y cetonas que le dan al fruto su aroma característico. La emisión aumenta con la temperatura y con el grado de madurez.
• *Constituyentes del fruto* que pueden acumularse, desaparecer o transformarse.
• *Evolución de los azúcares*. Formación de azúcares a partir del almidón. El almidón disminuye progresivamente, coincidiendo su desaparición con la máxima presencia de azúcares solubles y con el final del crecimiento del fruto. Los principales azúcares presentes en el jugo celular del fruto son la fructosa, la sacarosa y la glucosa.
• *Evolución de la acidez*. Los ácidos orgánicos disminuyen a medida que avanza la madurez, pero están presentes en la fruta madura. Los principales ácidos orgánicos son el ácido málico, dominante en frutos de hueso y pepita, y el ácido cítrico, presente en agrios. Otros ácidos son el ascórbico, succínico y tartárico. La evolución se ve acelerada por el aumento de la temperatura.
• *Evolución de las vitaminas*. Aumentan durante la maduración, principalmente la vitamina C, mientras que los taninos disminuyen hasta desaparecer.
• *Evolución de los pigmentos*. Aumentan con la temperatura, la luz y el oxígeno durante el proceso de maduración. Los pigmentos más importantes son los carotenos, responsables de los colores amarillo y naranja, y las antocianinas, responsables de los colores rojo y azul. La clorofila desaparece progresivamente, siendo sustituida por los anteriores pigmentos.

También la textura sufre cambios durante la maduración. Se observa una pérdida de consistencia debida a la acumulación de agua y al debilitamiento de las paredes celulares, o ablandamientos.
Para seguir el proceso de maduración del fruto, se aplica un índice denominado **intensidad respiratoria**. Este índice se define como el volumen de CO_2 desprendido en la respiración del fruto, en un tiempo fijo y a temperatura constante.

La evolución de la intensidad respiratoria tiene 3 períodos:
• *Pre-climatérico*. Durante el mismo, la intensidad respiratoria decrece.
• *Climaterio*. Momento a partir del cual comienza a crecer la intensidad respiratoria, hasta marcar un máximo relativo. Este máximo se llama crisis climatérica y coincide con el final del proceso de maduración.
• *Post-climatérico*. El final del climaterio marca el inicio de la senescencia del fruto. El fruto envejece, se pudre y muere. Durante este período, la intensidad respiratoria disminuye hasta desaparecer.

Según el desarrollo de la curva respiratoria de los frutos, se pueden distinguir 2 grandes grupos:

• *Frutos climatéricos*. Son aquéllos en los que se produce un aumento de la intensidad respiratoria durante la maduración. Es decir, tienen climaterio.
Son los siguientes: manzana, pera, ciruela, melocotón, nectarina, albaricoque, aguacate, plátano, chirimoya, mango, papaya, kiwi, higo, caqui.
En su caso, la madurez comercial coincide con el inicio del climaterio, y la madurez de consumo con la crisis climatérica.
• *Frutos no climatéricos*. Son aquéllos que no presentan climaterio. La intensidad respiratoria es constantemente decreciente durante toda la maduración.
Son los siguientes: cereza, uva, pomelo, naranja, limón, melón, piña, fresa, aceituna, mandarina.

•Influencia de las hormonas en el proceso de maduración

• *Etileno*. Conocido también como la hormona de la maduración. El etileno se produce en la maduración del fruto, aunque en el caso de los frutos climatéricos es mayor. La aplicación de etileno en la fase pre-climatérica inicia la maduración de los frutos climatéricos, produciendo un desplazamiento de la curva respiratoria en el tiempo, pero sin afectar su forma.
En el caso de los frutos no climatéricos una vez separados del árbol, la respiración puede ser estimulada con etileno en cualquier momento de la vida del fruto.
El aumento de la temperatura favorece la producción de etileno en el fruto.
• *Auxinas*. Retrasan la maduración. Por un lado, favorecen la producción de etileno pero, por otro, hacen insensibles los tejidos de la planta contra la acción del etileno.
• *Citoquininas*. Son retardantes de la senescencia de la piel del fruto.
• *Giberelinas*. Son retardantes de la pérdida de clorofila y de la acumulación de carotenos en la piel. Se utilizan para mantener la piel firme y estimular el reverdecimiento de los agrios.
• *Ácido abscísico*. El ABA provoca la senescencia de los frutos y acelera el proceso de maduración.

La recolección debe realizarse en la madurez de consumo, ya que su maduración no tiene lugar una vez separado el fruto de la planta madre.



Envés de una hoja de cítrico con plaga de pulgón

10. ALTERACIONES EN FRUTALES

10.1. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES

Nos referimos a un amplio grupo de organismos que afectan, de una manera u otra, el estado sanitario de la planta y, por consiguiente, la calidad de su producción.

Los organismos nocivos se clasifican en varios grupos:

- Insectos
- Ácaros
- Hongos
- Bacterias
- Virus
- Micoplasmas

Es importante conocer su ciclo vital y forma de alimentación para determinar el método de lucha más efectivo. Los ciclos de las plagas varían de unas a otras, y pueden causar daños en más de un estado de su desarrollo. Los detalles de cada plaga y su forma de control se estudian ampliamente en otro tema de esta obra.
Citaremos a continuación algunas de las plagas y enfermedades más comunes entre los frutales.

10.1.1. Insectos

Dentro de este amplio grupo se encuentran:

- *Thrips*. Entre ellos, el thrips del peral, que ataca frutales de hueso y la flor y fruto del peral.
- *Tigre*. Ataca el peral y el almendro.
- *Cicadela*. Ataca tanto los frutales como los forestales.
- *Psila*. Ataca la hoja del peral y membrillero.
- *Filoxera*. Importante plaga de la vid.
- *Pulgón*. Encontramos diversos pulgones según el frutal que ataca, cerezo, ciruelo, manzano, melocotonero, peral y nogal entre otros.
- *Cochinillas*. Ataca hojas y frutos de frutales de pepita, así como la vid y el nogal.
- *Lecaninos*. Ataca los brotes tanto de frutales de hueso como de pepita, así como los frutos aún pequeños.
- *Piojo rojo del peral* y *piojo de San José*. Ataca frutales de hueso y pepita.
- *Serpeta del manzano*. Ataca la corteza y la madera de los frutales.
- *Gorgojo del ciruelo*. Ataca los frutos de los frutales de hueso y pepita, así como el arándano, el grosellero, el caqui y la vid.
- *Mosca*. Encontramos diversas moscas según el frutal que ataca, cerezo, manzano o nogal. Además,



Nebulización. Sistema de Agrotécnica



Detalle de máquina nebulizadora

hay la mosca mediterránea, que ataca diversos frutales.
• *Gusano anaranjado del nogal.*
• *Anarsia del melocotonero.* Ataca, además, el almendro y albaricoquero.
• *Sesias del melocotonero y manzano.* Atacan también el ciruelo y el albaricoquero la primera, y el peral la segunda.
• *Polilla del manzano.* Ataca frutales de hueso y pepita.
• *Carpocapsa.* Ataca el manzano, el peral y el nogal.
• *Enrollador de los frutales.* Ataca las hojas de frutales de hueso y pepita.

10.1.2. Ácaros

Entre los más conocidos encontramos:

• *Araña amarilla.* Ataca las hojas del manzano y peral.
• *Araña roja.* Ataca las hojas y frutos de varios frutales y vid.
• *Erinosis.* Ataca el peral, la vid, el avellano y el nogal.
• *Acariosis.* Ataca el peral, el manzano, el melocotonero, el ciruelo y la higuera.

10.1.3. Hongos

Entre los más importantes citaremos:

• *Moteado del manzano.*
• *Oídio.* Ataca varias especies frutales.
• *Lepra del melocotonero.* Ataca, además, la nectarina y el almendro.
• *Podredumbre parda o monilia.* Ataca los frutales de hueso.

10.1.4. Bacterias

Las más conocidas son:

• *Erwinia o fuego bacteriano.* Afecta a frutales de pepita.
• *Chancro bacteriano.* Afecta los frutales de hueso, además del peral y, ocasionalmente, el manzano y los cítricos.
• *Agrobacterio o tumor del cuello.* Ataca el cuello y raíz del manzano, peral, cerezo, ciruelo, albaricoquero, melocotonero, almendro y vid.
• *Phytophthora o podredumbre de raíz y cuello.* Ataca un amplio grupo de frutales.
• *Verticilosis o marchitez.* Ataca al cuello y raíz de un gran número de frutales.

10.1.5. Virus

Las enfermedades producidas por un virus reciben el nombre de **virosis**, y éstas se clasifican según los síntomas originados en la planta huésped.

• *Virus de la piel rugosa o Rough skin*
• *Virus de las células pétreas o Stony pit*
• *Virus de grietas en estrella o Star cracks*
• *Virus de frutos achatados o Chat fruit*
• *Virus del amarilleamiento de las venas o Vein yellow*
• *Virus del mosaico en numerosos frutales*

10.1.6. Micoplasmas

La enfermedad que producen se denomina **micoplasmosis**.

• *Decaimiento del peral*
• *Albinismo del cerezo*
• *Mosaico del melocotonero*

10.2. ALTERACIONES NO PARASITARIAS

Estas alteraciones son originadas al perturbarse las funciones normales de la planta debido a agentes externos que pueden ser de naturaliza física, química o mecánica.
Los agentes externos proceden principalmente de los dos medios donde la planta se desarrolla, es decir el aire y el suelo. Pero el hombre también puede considerarse otro agente, al emplear métodos inadecuados de cultivo.

10.2.1. Alteraciones producidas por causas atmosféricas

• Acción de la luz
La falta de luz provoca una enfermedad llamada **ahilamiento**, que consiste en un alargamiento excesivo de los tallos, con hojas raquíticas que han perdido su color verde.

• Acción del calor
Un exceso de calor origina una gran transpiración. El vegetal se ve obligado a reponer este agua a través de sus raíces, si en el suelo hay poca agua.

• Acción de la temperatura
Los efectos de las bajas temperaturas en los árboles frutales son muy variados: quemaduras en las cortezas finas, ennegrecimiento de las ramas, muerte de las yemas en reposo, aborto de flores y frutos, congelación de raíces. El tipo de daño dependerá de la época en que se produzcan las bajas temperaturas y de su intensidad y duración.
Un efecto producido por las bajas temperaturas es el denominado **golpe de sol**. Los daños ocasionados por este efecto tienen lugar en la cara sur del tronco, rama o fruto. Para que se produzca, tiene que ocurrir un calentamiento de los tejidos en un día soleado de invierno por radiación solar intensa, seguido de un enfriamiento rápido por sombreado o tras la puesta de sol.

• Acción de la nieve
La nieve es un factor protector contra las heladas y proporciona, con su deshielo, agua al suelo. Puede causar daños mecánicos en ramas por sobrecarga.

• Acción de la lluvia
El exceso de lluvia puede dañar de forma mecánica hojas, flores y frutos, ocasionando roturas y caídas. Puede también inutilizar el polen y anular, con ello, la fecundación.
Si la lluvia es muy continuada, provoca, por el exceso de humedad, un crecimiento anormal de la planta y, además, favorece la propagación de enfermedades criptogámicas.
Los frutos resultan más insípidos, pudiéndose perder algunos y agrietarse otros.

• Acción de la niebla
Priva de luz y de calor los árboles, y además aumenta la humedad y, con ello, la proliferación de enfermedades criptogámicas.

• Acción de los vientos
Depende de su intensidad. Los vientos fuertes ocasionan la caída de flores y frutos y dañan hojas y ramas. Los vientos suaves favorecen la fecundación de las flores y la transpiración, por lo que la planta tiene mayor actividad. Pero si estos vientos suaves son prolongados, la transpiración excesiva acaba por extenuar al árbol, llegando incluso a marchitar las hojas. Por último, los vientos salinos son perjudiciales por llevar en suspensión sustancias que dañan las hojas y les producen quemaduras.

Otras alteraciones producidas por interacción de varios agentes atmosféricos son:

• Rubor en la vid
Enrojecimiento repentino de las hojas en verano, debido a la acción de fuertes vientos y rápidos descensos de temperatura.

• Farinosis de los frutales
El proceso de maduración del fruto es un proceso de fermentación en el que materias azucaradas se convierten en alcohol. Éste, combinado con los ácidos vegetales, da lugar a la formación de ésteres, responsables del aroma de la fruta. Si este proceso se produce en época de fuertes calores, los ácidos se volatilizan antes de reaccionar con el alcohol, quedando entonces la pulpa harinosa e insípida.
La farinosis se manifiesta en peras y manzanas precoces, cuando se dan calores excesivos en verano.

• Melaza
Consiste en una salida de jugo con apariencia viscosa y de sabor dulce sobre la superficie de la hoja.
Se produce en el mes de mayo, al aparecer el sol después de algunos días de lluvia. Esta alteración viene acompañada de invasiones de áfidos que se nutren de esta melaza.
Los frutales más afectados son la vid, la morera, los cítricos, el manzano, el ciruelo y el olivo.

• Gomosis
La gomosis es una enfermedad de los agrios. Es un proceso degenerativo de las células de la corteza en el que el almidón se transforma en mucílago, siendo éste exudado por las ramas y el tronco. La gomosis produce el debilitamiento progresivo del árbol, sus hojas amarillean y acaban por caer.
Las causas son diversas. Puede ser una reacción del árbol a circunstancias que no le son favorables, muchas veces no parasitarias, como un subsuelo impermeable, demasiada humedad, carencia o exceso de alguna sustancia mineral, una helada, etc...
La gomosis también puede ir unida a algunos microorganismos como la bacteria *Bacterium gummis*.
La defensa consiste en no utilizar en exceso abonos orgánicos ni abusar del riego, sobre todo en terrenos impermeables, y airear el terreno con labores profundas. Como técnica curativa, se pueden raspar las partes dañadas por la goma, aplicar sobre la herida sulfato ácido de hierro y, después, un mástico para evitar el contacto con el aire. La gomosis se da también en cerezos, melocotoneros y albaricoqueros.

• Sarna
Es debida a una humedad excesiva y gran cantidad de elementos nutritivos en el terreno, acompañadas de una falta de cal. Se manifiesta por la aparición de grietas sobre la corteza de las ramas, que cicatrizan luego mediante producciones suberosas, adquiriendo el ramo un aspecto escamoso.

• Suberosis
Es una superposición de tejido suberoso sobre las lenticelas de la corteza de modo que, tocando con el dedo, se detecta una harina amarilla. Las causas de la suberosis, como en el caso anterior, son la excesiva humedad y excesivos elementos nutritivos en el terreno.
Las plantas más atacadas son: peral, melocotonero, manzano, cerezo, ciruelo y vid.

• Escaldado de las uvas
Alteración que afecta a las uvas en los días cálidos de verano o de otoño. El calor solar puede provocar por acción directa el marchitamiento y la desecación de los racimos no protegidos por las hojas.

• Nódulos amargos o bitter pit
Se manifiesta por la aparición de depresiones verdosas en la piel, que pasan a ser manchas circulares pardas, sobre todo en la parte apical.
Las causas son complejas. Aparecen en árboles jóvenes

con nutrición nitrogenada excesiva, acentuándose la alteración por riegos demasiado frecuentes, podas severas y frutos demasiado gruesos. La alternancia de períodos secos y húmedos, así como la transpiración elevada en tiempo seco y cálido, también son agentes que desencadenan esta alteración. Afecta sobre todo al manzano.

• Litriasis de las peras
las peras pétreas presentan una pulpa dura, nada tierna ni jugosa. La causa son condiciones climáticas desfavorables, en especial la falta de humedad.

• Agrietado de los frutos
Se produce generalmente cuando se dan fuertes precipitaciones después de un período de sequía. Se debe a un fenómeno de ósmosis producido por el agua de lluvia que se adhiere al fruto.
Para prevenir esta alteración en frutos sensibles, como las cerezas y los melocotoneros, se recomienda aplicar una pulverización de sulfato de cobre al inicio de la maduración.

10.2.2. Alteraciones debidas a heridas

las heridas tienen importancia según su posición, profundidad y el órgano que ha sido dañado.
Las heridas pueden ser producidas por cortes, roturas, choques o frotamientos ocasionados por podas, mordeduras de animales y agentes atmosféricos como viento, granizo, heladas.

Consecuencias de estas heridas son:

• Alteraciones en el desarrollo de la planta por la falta de la parte amputada por la herida.
• Reducción de la cosecha en cantidad y calidad.
• Creación de callos leñosos como reacción del árbol para curar la herida ocasionada.
• Movilización de las reservas nutritivas para cicatrizar las heridas y renovar los órganos dañados.
• Aceleración de la transpiración.
• Descomposición de los tejidos por la imperfecta curación de la herida. Este efecto provoca enfermedades como la gangrena, la gomosis y otros tipos de podredumbres.
• Creación de puertas de entrada para organismos patógenos y aumento de la sensibilidad de la planta a los ataques de insectos.

10.2.3. Alteraciones debidas a las condiciones del suelo

• Fatiga del terreno

La fatiga del terreno la producen varios factores después de realizar un replanteo con la misma especie o especies cercanas.
La plantación de la misma especie frutal viene determinada por la demanda del mercado. La solución óptima, para evitar el problema de fatiga, es la alternancia de cultivos, siempre que las expectativas económicas sean positivas.



Sistema radicular de un melocotonero plantado a diferentes profundidades. *A mayor profundidad o compactación del suelo, peor desarrollo de las raíces. Estas suben hacia la superficie en busca de aire, huyendo de las condiciones de asfixia.*

Síntomas de la fatiga son:

• Desarrollo reducido e irregular
• Menor número de brotes y ramas
• Disminución de la producción
• Hojas más pequeñas
• Presencia de clorosis internervial en las hojas
• Escasa respuesta a los abonados intensos
• Menor longevidad
• Mala absorción de los nutrientes del suelo
• Raíces más pequeñas y cortas

Las causas principales de la fatiga son:

• Deterioro de las características físicas del suelo, entre ellas la compactación y la degradación por excesivos laboreos.
• Deficiencia nutricional. El consumo de un deter-

minado elemento por una especie provoca desequilibrios o carencias para el cultivo siguiente. También puede estar causada por una mala fertilización o un lavado excesivo del suelo.
• Salinidad, ligada a una fertilización desmesurada.
• Secreción de sustancias tóxicas. Los frutales segregan sustancias que pueden causar daños no sólo a la plantación siguiente, sino a la microflora del suelo. En este sentido, el frutal que más se resiente es el melocotonero.
• pH del suelo. El pH influye en la degradación de la estructura y en el desarrollo de la microflora, así como en la solubilidad de los elementos minerales.
• Los ataques de hongos y bacterias en las raíces también son causas por las que un frutal presenta síntomas de fatiga.
• Nematodos. Una de las causas principales de la fatiga. Producen en las raíces lesiones que facilitan el ataque de hongos, bacterias y virus.
• Acumulación de productos químicos en el suelo. Productos fitosanitarios y herbicidas residuales.

La fatiga puede ser debida a uno de estos factores o a una combinación de los mismos, variando de una zona a otra.

Las técnicas para prevenir la fatiga del terreno son:

• Rotación de especies arbóreas con herbáceas.
• En el caso de repetir frutal, variar la especie o bien utilizar patrones más vigorosos.
• Aportación de materia orgánica para mejorar la estructura del suelo.
• Abonado equilibrado para las necesidades del cultivo.
• En el momento de la extracción de la plantación, eliminar todos los restos vegetales.
• Entre dos plantaciones, realizar varios trabajos de vertedero para exponer los microorganismos del suelo a la radiación del sol.
• Sustitución de la tierra en los hoyos de plantación. Esta técnica no es válida en el caso de los nematodos.
• En el caso de acumulación de sustancias químicas en el suelo, se aconseja no abusar de ellas y utilizarlas según las normas de aplicación indicadas por el fabricante.
• Aplicar productos fitosanitarios ante la presencia de hongos, bacterias y nematodos, o en caso de repetir el cultivo.
• Deben tomarse medidas contra las reinfecciones, sobre todo de nematodos. Éstas pueden estar provocadas por los aperos o bien por planteles infectados. El nuevo ataque suele ser más rápido y virulento.

Deficiencias nutritivas en cítricos y frutales

• Asfixia radicular

La asfixia radicular es debida a un bajo contenido de oxígeno en el suelo, lo que provoca en las raíces una respiración anaerobia por parte de ciertos microorganismos, es decir sin aire. Este tipo de respiración genera productos como el ácido láctico, alcohol etílico y anhídrido carbónico, todos ellos tóxicos para las raíces.

Las causas por las que el oxígeno no llega al suelo son diversas:

• La más importante es el exceso de agua en la zona de las raíces. El agua, al inundar el suelo, desplaza el aire en el suelo existente.
• Un alto porcentaje de arcillas y limos en el terreno. Estos materiales originan fuertes compactaciones, por lo que los poros grandes ocupados por el aire se reducen.
• Otro tipo de compactación, ocasionada por el paso de maquinaria, produce los mismos efectos.
• Degradación de la estructura por operaciones inadecuadas.

Los síntomas que muestra una planta que sufre asfixia radicular son los siguientes:

• Deshidratación de la parte aérea y debilitamiento general.
• Amarillamiento de las hojas y defoliación.
• Llegada la primavera, el árbol florece y brota, pero una vez agotadas las reservas, aparecen los síntomas de asfixia. Si ésta es leve, el árbol puede llegar incluso a desarrollar frutos, pero éstos caen antes de madurar o se desarrollan de una forma irregular.
• El árbol aumenta su sensibilidad al ataque de parásitos, y aumentan los ataques del chancro gomoso del cuello y la podredumbre de las raíces debida a la armillaria.
• Las alteraciones por asfixia van acompañadas por un olor característico de fermentación y por una coloración azulada del suelo cercano a las raíces.
• Los tejidos externos de las raíces están necrosados y en su interior se observan manchas de color pardo.

CLAVE DE DEFICIENCIAS EN FRUTALES — Elemento deficiente

A. Los síntomas aparecen en hojas viejas, que caen cuando las jóvenes llegan a estar afectadas:

1. Zonas de clorosis o necrosis entre los nervios. Los márgenes de las hojas no se afectan en el primer momento. Sucesivamente afectarse el tamaño de las hojas ..... Magnesio
2. En primer lugar quedan afectados los márgenes de las hojas, tanto en el ápice como en los bordes laterales. Las hojas se doblan hacia arriba y son más pequeñas de lo normal ..... Potasio

B. Los síntomas aparecen en las hojas más jóvenes:

1. Las hojas jóvenes aparecen amarillentas, con los nervios verdes:
   a) Los entrenudos se acortan considerablemente en los brotes, formando rosetas de hojas amarillentas. Las hojas viejas aparecen bronceadas y caen fácilmente ..... Cinc
   b) Entrenudos casi normales. Hojas amarillentas, excepto los nervios, que forman una malla verde sobre fondo amarillo. Las hojas más jóvenes en crecimiento pueden estar exentas de color verde. A medida que las hojas envejecen, pueden adquirir algo de color verde ..... Hierro
   c) Ápice de las hojas amarillento. Nervios principales verdes. Mueren los puntos vegetativos de los ramos y crecen nuevos brotes laterales ..... Cobre

Elemento deficiente

2. Hojas jóvenes verdes o sólo ligeramente amarillas:
   a) Hojas jóvenes verdes dobladas hacia arriba en forma de barco. Las yemas terminales abortan y se produce nuevo crecimiento lateral, que muere ..... Boro
   b) Nervio central acortado, ápices recordados ..... Molibdeno

C) Síntomas en cualquier parte o en toda la planta:

1. Hojas pequeñas, verde pálido uniforme y crecimiento reducido:
   a) El peciolo, la parte más baja del nervio central y los brotes jóvenes muestran una pigmentación purpúrea en las primeras etapas de desarrollo. Esta coloración puede desaparecer más adelante y mejorar el color ..... Fósforo
   b) Color pálido que empeora con la edad de las hojas ..... Nitrógeno
2. Hojas de tamaño normal. Color pálido entre los nervios principales. En los nervios laterales aparecen bandas gruesas de verde. Los nervios finos no se distinguen. Las hojas jóvenes, en crecimiento, no muestran síntomas. Aspecto entre deficiencia de magnesio y hierro ..... Manganeso

D. Síntomas en el fruto principalmente. Acorchado en frutos jóvenes. Manchas necróticas internas en el fruto o acorchamiento ..... Boro

• Las raíces tienen poco desarrollo, y éste tiende a dirigirse hacia la superficie en busca de aire.
• Los capilares por los que el árbol absorbe el agua del suelo están secos y el cuello presenta una capa suberosa acorchada.

Las medidas más adecuadas para evitar los efectos de la asfixia son:

• Elección de patrones resistentes a la asfixia radicular.
• Evitar excesos de agua en la zona de las raíces consiguiendo unas buenas condiciones de drenaje.
• Airear bien el terreno antes de la plantación, realizando una labor de desfonde lo más profunda posible.
• Incorporación de materia orgánica en el suelo para mejorar su estructura.
• Realizar una plantación correcta y labores culturales adecuadas.
• En terrenos propensos a la asfixia radicular, debe efectuarse el menor número posible de labores, para evitar la compactación. No se realizarán labores con maquinaria rotativa, siendo preferibles los aperos de púas. Con ello se evitará la degradación de la estructura.

En el caso de que los efectos de la asfixia radicular se empiecen a notar, debe realizarse una serie de operaciones para evitar males mayores.

• Descalzar las raíces de los árboles afectados para que queden lo más próximas a la superficie y el aire pueda llegarles libremente.
• Realizar una aportación abundante de sulfato de hierro y alimentar el árbol con abonos foliares.
• En caso de que el árbol esté lleno de fruta, parte de ésta se tendrá que descargar para que el árbol pueda soportar la restante con las máximas garantías de maduración.
• Alteraciones de la nutrición.

La nutrición de la planta exige la presencia en el suelo de cierto número de elementos nutritivos indispensables para su desarrollo.
La falta de uno de estos elementos tiene como consecuencia la disminución del crecimiento del vegetal, incluso si el resto de elementos está presente.
Las alteraciones de nutrición son complejas. Pueden resultar de la falta de uno o de varios elementos del suelo. También pueden ser debidas a la acción antagónica de un elemento que impide que otro sea absorbido por las raíces, o por las condiciones físicas y químicas del suelo que provocan la insolubilidad de algún elemento.

Las carencias más importantes según, el tipo de frutal son:

• *Vid*: Clorosis férrica, carencia de nitrógeno y de magnesio
• *Manzano y peral*: Clorosis férrica y carencia de nitrógeno, magnesio, manganeso, cinc, potasio y boro
• *Cerezo*: Sensible a la carencia de magnesio
• *Ciruelo*: Sensible a las deficiencias de nitrógeno, potasio y manganeso.
• *Melocotonero*: Manganeso y potasio
• *Frambuesa*: Hierro y manganeso

• Clorosis férrica

La clorosis está producida por la disminución de la síntesis de clorofila en la hoja, al no disponer la planta del hierro suficiente.
Los síntomas son el amarillamiento de las hojas mientras que las nervíaciones permanecen verdes. Empiezan por las hojas más jóvenes que, en los casos más graves, llegan a necrosar y caer. En general, hay una reducción del desarrollo y longevidad del árbol, una menor productividad y una más baja calidad del fruto.

La clorosis férrica puede ser debida a varias causas:

• Falta de hierro o de sus formas solubles en el suelo.
• Dificultad en la absorción por daños en las raíces.
• Problemas internos del árbol, como las lesiones vasculares que dificultan la traslocación.
• Formas insolubles del hierro en el suelo, debidas a la alcalinización del medio.

La primera causa de la clorosis férrica es un problema nutricional que puede solucionarse con el aporte de hierro al suelo. La forma más eficaz de realizar esta operación es con quelatos, que son compuestos orgánicos formados por la unión del hierro con sustancias quelantes. Estas sustancias mantienen asimilable el hierro para el vegetal, al evitar su precipitación en el suelo.

CLAVE DE DEFICIENCIAS EN AGRIOS — Elemento deficiente

I. Síntomas en hojas jóvenes o brotes:

A. Color uniforme de las hojas en toda una zona. Crecimiento reducido:

1. Hojas nuevas verde pálido o amarillentas. Poco fruto y de color pálido ..... Nitrógeno
2. Hojas nuevas verde amarillento o amarillo más marcado que el anterior ..... Azufre
3. Brotes muy reducidos. Follaje con brillo. Frutos con manchas de goma. Semillas abortadas. Caída excesiva de frutos ..... Boro
4. Hojas casi normales. Fruto pequeño, con pie colgante, con caída prematura ..... Potasio
5. Hojas grandes y muy oscuras. Depósitos de goma en los pecíolos. Excrecencias de goma en brotes y frutos. Muerte de los brotes y rebrotes ..... Cobre

B. Hojas con síntomas irregulares:

1. Hojas muy pequeñas, puntiagudas y estrechas, con moteado amarillo brillante que contrasta con el verde general de la hoja. Frutos pequeños y pálidos ..... Cinc
2. Hojas algo pequeñas. Moteado verde pálido o agrisado en forma de herradura abierta hacia el nervio central ..... Manganeso
3. Red de nervios finos verdes sobre fondo verde pálido, amarillento o blanquecino de toda la hoja. Crecimiento reducido y muerte de los brotes ..... Hierro

II. Síntomas en hojas maduras:

A. Pérdida del color verde, al principio localizado y después extendiéndose gradualmente:

1. Paralelamente al nervio central. Permanece verde la base de la hoja. Defoliación prematura de las hojas ..... Magnesio
2. A lo largo de los bordes de las hojas, afectando zonas entre los nervios ..... Calcio
3. En grupos cerca del ápice o la mitad exterior de la hoja. El color pasa de amarillo pálido a bronceado. Marchitez excesiva ..... Potasio
4. Moteado entre los nervios con cerco amarillo o naranja. Manchas gomosas pardas en el envés ..... Molibdeno

B. Pérdida de color, no localizado al principio:

1. Hojas verdes amarillentas e incluso amarillas, con nervios blanquecinos ..... Nitrógeno
2. Verde mate y ocasionalmente naranja amarillento. En casos graves, necrosis en las hojas. Fruto grueso y esponjoso con el centro vaciado y muy ácido ..... Fósforo

11. RECOLECCIÓN DE LA FRUTA

El fenómeno de la maduración es básico para la obtención no sólo de fruta de calidad, sino también para una larga y perfecta conservación.
Por ello, la elección del momento de recolección es vital. La planificación comercial, es decir el destino de la fruta, que puede ser para consumo inmediato o para corta o larga conservación, debería indicar el momento preciso de recolección en el que la fruta tiene unas características determinadas.
Hay que diferenciar entre madurez de recolección, o madurez hortícola, y madurez de consumo. La primera es el estado en que deben recolectarse los frutos con destino a una larga conservación, mientras que la segunda es para un consumo en breve.
La madurez de recolección se llama también premadurez o madurez fisiológica, y es la que más nos interesa conocer. Para ello, se han determinado unos índices de madurez, que no son más que unos signos medibles que nos definen el estado del fruto.
En principio, ningún índice por sí sólo define la madurez de un fruto, y por ello se utilizan dos o tres a la vez. La experiencia personal es también indispensable para la elección del momento de recolección.

Valores más recomendables para la dureza de las peras en el momento de la recolección (puntal de 5/16"= 8 mm)

Variedad	Dureza (libras)	Variedad	Dureza (libras)
Anjou	13-15	Limonera	15-17
Blanquilla	14-16	M. Hardy	11-12
B. Luisa	15-16	M. Red Barlett	14-15
Conferencia	13-15	P. Crassana	12-14
C. Comicio	13-14	Williams	17-19
C. Leclerc	13-14		

Valores recomendables para la dureza de las manzanas en el momento de la recolección y destinadas a la larga conservación (puntal de 7/16"= 11 mm)

Variedad	Dureza (libras)	Variedad	Dureza (libras)
Golden Delicious	15-17	Granny Smith	14-16
Starking Delicious	16-17	Jonathan	16-18
Belleza de Roma	16-18	Wellspur	16-17
Red Delicious	16-17	Stayman	15-17

11.1. Índices de madurez

Los índices de madurez se pueden clasificar en 3 grupos:

• Índices climáticos

• *Edad del fruto*. Días transcurridos entre la plena floración y la madurez. Este tiempo varía según la variedad y la zona de cultivo, e incluso de un año a otro, por lo que es un índice poco preciso.
• *Unidades de calor*. Este índice tiene en cuenta la temperatura, por lo que es más fiable que el anterior.
Deben sumarse las unidades de calor a partir de temperaturas medias mensuales. Lo normal, para frutos de pepita, es el aumento de 7,2°C entre plena floración y recolección.

• Índices fisiológicos

• *Color de la pulpa*. La pulpa varía de color a medida que madura. Es un índice poco utilizado.
• *Color de la piel*. Es un índice muy importante. Hay que tener presente que existe fruta con coloración roja y otra sin ella, y que esta coloración no siempre significa una maduración. Tan importante es la coloración por un lado como la desaparición de la clorofila por otro. Lo que se toma principalmente en consideración es el color de fondo y su evolución.
Existen tablas standard de tonalidades para frutos amarillos, y un aparato llamado colorímetro que mide la intensidad del color.
• *Color de las semillas*. Es un índice fiable, sobre todo en peras. Al madurar el fruto, la semilla varía su color de blanquecino a pardo, e incluso a negro.
• *Facilidad de desprendimiento del fruto*. Poco utilizado, debido a su variabilidad.
• *Tamaño y peso del fruto*. Interesantes, pero no suficientes.
• *Dureza de la pulpa*. Es un índice muy preciso, medido por un aparato llamado penetrómetro. Se basa en que a medida que llega la madurez, la pulpa se reblandece. La resistencia que ofrece el fruto viene marcada en una escala, ya sea en libras o en kilos. El diámetro del puntal está normalizado.
• *Respiración*. Se basa en la medición de la evolución fisiológica del fruto calculando, mediante un respirómetro, el desprendimiento de CO_2 y el O_2 consumidos. Al ir madurando los frutos, disminuye su intensidad respiratoria llegando a un mínimo que se corresponde con la madurez de recolección. A partir de ahí, la respiración vuelve a aumentar hasta llegar a la madurez de consumo.

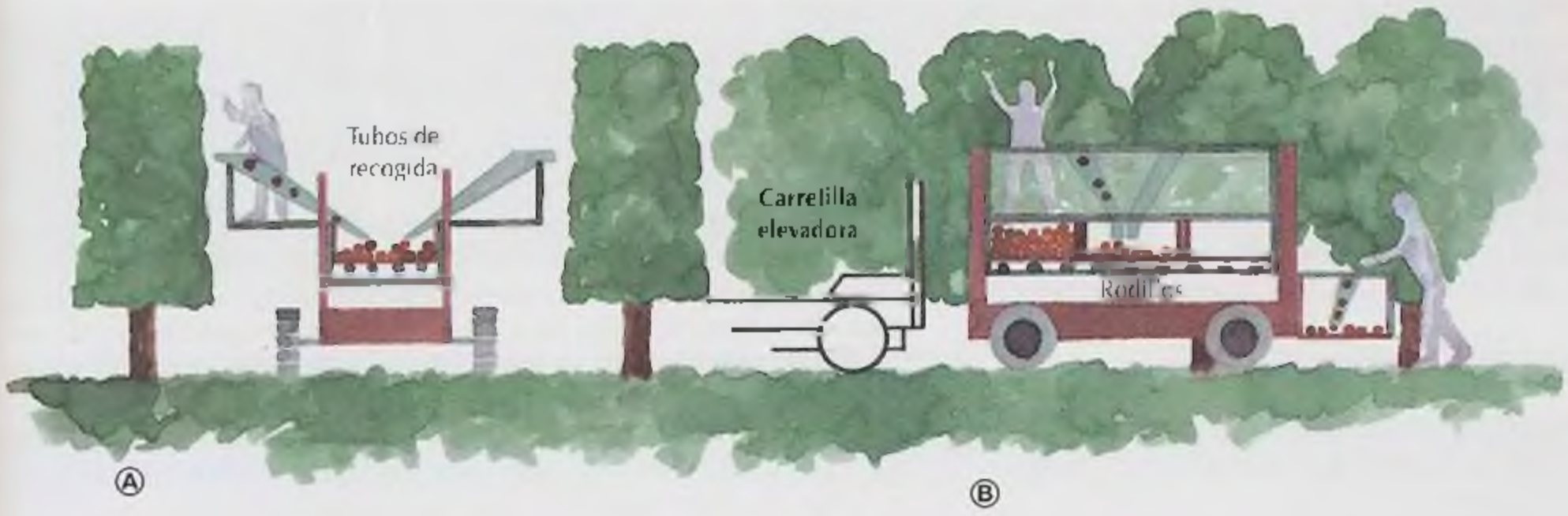
• Índices químicos

• *Contenido en almidón*. El contenido en almidón disminuye a medida que madura el fruto, ya que se transforma en azúcar. El momento de la recolección coincide con la desaparición del almidón en el fruto. Al sumergir una porción de fruto en una solución iodo-iodurada de potasio, la aparición de una coloración azul-violeta demuestra la presencia de almidón. La solución se compone de 2,5 g de iodo + 10 g de ioduro de potasio por litro de agua.
• *Contenido en ácidos*. La concentración de ácidos disminuye a medida que el fruto madura.
• *Contenido en azúcares simples*. A medida que llega la madurez, los azúcares complejos se transforman en simples. La evolución del contenido en azúcares se mide con un refractímetro.
• *Relación azúcares/ácidos*. La relación varía con la maduración del fruto, disminuyendo los ácidos y aumentando los azúcares.

Algunos de estos índices pueden ser calculados por el propio fruticultor, pero otros deben ser evaluados por técnicos o centros especializados. Debido a su importancia, las explotaciones deberían disponer del utillaje para el cálculo de 3 o 4 índices de madurez.

11.2. RECOLECCIÓN EN ESTADO DE MADUREZ INADECUADO

Los frutos que se recolectan en la época de prematuración, es decir cuando están verdes, se marchi-



Recolección manual masiva: (A, B) Secciones transversal y longitudinal, respectivamente, de un carro de recolección con cajas. *Las plataformas se utilizan para la recogida manual de los frutos de árboles en seto. Los frutos de las partes bajas son recogidos desde el suelo, y los restantes desde la plataforma situada a un solo nivel. Los tubos de recogida sustituyen a los correspondientes sacos, ya que permiten una gran libertad de movimientos al obrero. La eliminación de escaleras y sacos de recogida incrementa la productividad de los recolectores.*





Izquierda: Recolección manual: *La recolección manual de manzanas y peras se hace levantando y girando simultáneamente la fruta en lugar de darle un tirón. Este principio es valido generalmente para muchas otras especies.*

Derecha: Recolección mecánica: Dos tipos generales de pinzas para troncos utilizados en la recolección por vibración. *A/ Abrazadera tipo C cogiendo una rama. B/ Abrazadera de pinzas cogiendo el tronco de un arbol.*

tan y, aunque amarilleen, la pulpa permanece dura y su sabor es pobre y ácido, reduciéndose, además, su conservación.
Los frutos que, por el contrario, se recolectan de forma tardía, tienen un sabor soso, una textura harinosa y una susceptibilidad a enfermedades muy elevada.

Los inconvenientes y ventajas de un estado de madurez inadecuado son:

• En cosechas demasiado tempranas

• Falta de color y pérdida de peso hasta del 10-20%.
• La maduración en cámaras frigoríficas es deficiente.
• Alteraciones en el aroma y sabor, ya que han tenido menor tiempo para acumular sustancias de reserva.
• La fruta es más propensa al escaldado, tanto más cuanto más baja es la temperatura de conservación y cuanto más larga es ésta.
• Dado que la transpiración es mayor en la fruta verde, ésta tiene mayor facilidad para marchitarse.
• Mayor propensión al bitter pit o puntuaciones suberosas amargas.
• La única ventaja es la mejor conservación contra la podredumbre, así como una mayor resistencia a la manipulación.

• En cosechas demasiado tardías

• La caída de fruta es abundante.
• Mayor susceptibilidad a la vitrescencia.
• Reducción de la conservación y mayor ataque de podredumbre.
• Mayor sensibilidad a la manipulación, al escaldado mecánico y a la descomposición interna.
• Mayor sensibilidad a las bajas temperaturas y al CO_2.
• La única ventaja es la más completa coloración y el mayor calibre.

11.3. RECOMENDACIONES PARA LA RECOLECCIÓN

Para la realización de una recolección correcta, daremos unas recomendaciones fundamentales.

• Recolectar la fruta con peciolos y sin hojas.
• Recolectar los frutos con madurez de recolección o en un estado muy próximo a la misma.
• Máximo cuidado en la manipulación, evitando golpes y lesiones.
• Disminuir al máximo las operaciones de manipu-

lado. Lo ideal sería pasar directamente el fruto del árbol al embalaje definitivo de conservación.
• No recolectar la fruta mojada o muy húmeda.
• Evitar que los frutos recolectados permanezcan expuestos al sol.
• Colocar la fruta que se recolecta en la maduración de consumo en embalajes de un sólo piso, como en el caso del melocotón.
• La fruta de gran tamaño, normalmente situada en la parte alta del árbol, así como la de los árboles con poca producción, debe comercializarse antes, ya que tiene una menor conservación.

En relación con el embalaje, diremos que:

• El mejor embalaje es el de material plástico, ya que no retiene humedad, es ligero y fácil de limpiar. Además es el que causa menor número de lesiones a la fruta.
• Los embalajes flexibles o débiles son los que causan mayores daños a los frutos.
• Los embalajes de madera deben tener las aristas pulidas.

Condiciones que debe reunir un embalaje:

• Superficie lateral abierta (mínimo un 15%)
• Listones con bordes pulidos
• Separación máxima entre los listones de 6 mm
• Estructura rígida
• Dimensiones standard para facilitar la paletización

Los protectores laterales no son necesarios en embalajes de plástico, sí pero en los de madera, en los que la superficie es discontinua. Estos protectores son aconsejables para el transporte, pero no cuando la fruta se entra en frigorífico, ya que obstaculizan el contacto del aire frío con la fruta. Esto se soluciona con orificios en los protectores, que ocupen un 25% de su superficie.
En relación con el transporte, cabe decir que si la distancia es larga o por malos caminos, los protectores laterales y en el fondo del camión son necesarios.
En transportes largos por camión, es indispensable que las cajas que van en la parte superior y en la parte trasera vayan con colchoneta en la parte superior, de manera que la fruta no vibre. De no ser así, se producirá un escaldado mecánico de graves consecuencias.

11.4. VARIEDADES DE PERAS

Características agronómicas

1/ KAISER "C. BOSC". Semi-vigoroso. Poca afinidad con membrillero. Muy productivo. Bastante apetecido por Psyla. Muy poco cultivado en nuestro país. Fruta de gran calidad y poco sensible a hongos en el campo. Calibre medio a grande.
2/ BLANQUILLA DE ARANJUEZ. Muy vigorosa. Precisa patrón membrillero y hormonas branquizantes y de cuajado: responde muy bien a ellas. Muy aconsejable formas debilitantes y aireadas: mejoran la producción y el control del moteado al que es muy sensible.
3/ BUENA LUISA. Muy productiva. En terrenos calcáreos y/o poco fértiles, mejor sobre patrón franco. Sobre membrillero, favorece el vigor. Si se aclara, se mejora el calibre y la coloración. Es algo alternante. Parece estar entre las variedades menos afectadas por el fuego bacteriano.
4/ CONFERENCE. Poco vigor. Muy productiva. En terrenos poco fértiles, es muy conveniente el P. franco. Es muy sensible a chamuscado de hojas (Brussoce). Resistente a moteado. Prefiere terrenos y ambientes húmedos. A veces, en mayo, algunos frutos se agrietan pero luego cicatrizan muy bien. Mejor cultivar en formas libres.
5/ PASSA CRASSANA. Árbol de poco vigor. En terrenos que no sean muy fértiles, es aconsejable el patrón franco. En algunas zonas es difícil hacerlo producir. Los árboles con muchas reservas al final de la campaña tienen un mejor cuajado en la floración siguiente. Calidad media.
6/ DECANA. Doyenne du Comice. Pera Puigcerdà.
SUPER COMICE. Árbol muy vigoroso. Producción irregular y caprichosa. Poda y pinzamientos precisos para forzarla a producir. Poda larga.
7/ ERCOLINI. Vigor medio a bueno. Muy productiva. A veces precisa aclareo. Poliniza a otras muchas variedades de floración precoz y semiprecoz. Variedad muy comercial; calidad media.
8/ GENERAL LECLERC. Gran vigor. Productiva. Suele dar frutos muy grandes y muy desiguales en su coloración. Frutos muy sensibles a podredumbres y fisiopatías en las vísperas de la recolección. En período juvenil, mucha propensión a caída de frutos. Mucha prudencia con esta variedad.
9/ JULES GUYOT "LIMONERA". Poca afinida con membrillero. Poco vigor, muy productiva (producción partenocárpica). Indicada para zonas con inviernos largos y/o duros. Planta y frutos muy rústicos en el campo.
10/ ABATE FETEL. Irregular y caprichosa en la producción. Buena calidad. Se está replantando en Italia. Vigor débil a medio. Calibre medio a grande
11/ B. AREMBERG. Su principal interés radica en su resistencia a las heladas primaverales.
12/ B. HARDY. Vigoroso a muy vigoroso. Lento en entrar en producción. Calibre medio a grande. Buena calidad. La época de recolectar debe ser muy precisa si se pretende conservar de 2,5 a 3 meses. Quiere ramificaciones largas. Resiste mucho a la cal.
13/ ALEX. DROUILLARD "Condesa". Buen vigor. Bastante sensible a la clorosis y al chamuscado de hojas. Calibre medio a grande. Bastante a muy productiva (vecera). Calidad media a baja.
14/ EPINE DU MAS Duque Burdeos. Vigor medio. Poca afinidad con membrillero. Sensible a moteado. Calibre medio. Productiva. A veces es preciso aclarar.
15/ HIGHLAND. Buen vigor. Muy productiva. Tiende a caer si hay mucha carga. Calibre medio a grande. Calidad media. Variedad a seguir. Tiene también aptitud para conservería.
16/ PR. DROUARD. Calidad media. Muy productiva. Vigor medio. Es mejor cultivar sobre franco.
17/ PR. HERON. Vigor medio. Entra pronto en producción y ésta es abundante. Bastante sensible a heladas primaverales. Variedad a seguir. Calidad gustativa irregular.

























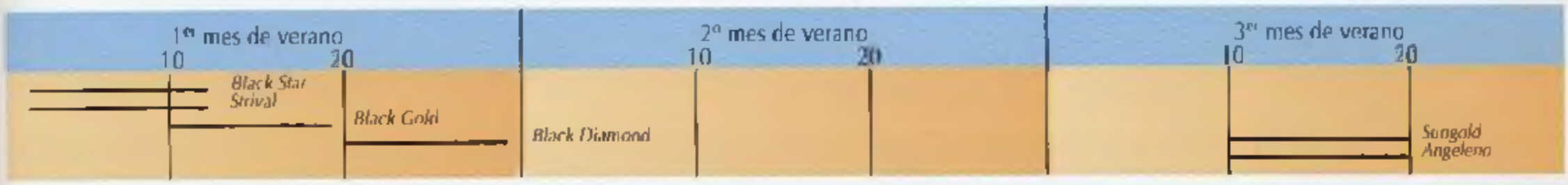

14


15


16


17

11.5. VARIEDADES DE CIRUELAS



Variedad	Maduración	Calibre	Color piel	Forma	Polinización
Black Star	– 0,5	Grande	Negro brillante	Recorda	Bl. Gold, Bl. Diamond
Strival	– 0,4	Grande	Rojo violáceo	Esférica	Sorriso, Pr. Golden Jap.
Black Gold	+ 0,2	Grande	Azul intenso	Redonda	Angeleno, Bl. Diamond
Black Diamond	+ 13	Muy grande	Violáceo oscuro	Aplanada	Angeleno, Bl. Gold
Angeleno	+ 68	Grande	Violáceo oscuro	Redonda	Bl. Gold, Bl. Diamond
Sungold	+ 68	Grande	Amarillo-verdoso	Redonda	Friar, Laroda, Fortune


1


2


3


4


5


6

1/ *Sungold*
2/ *B Stark*
3/ *S Black Gold*
4/ *B Diamond*
5/ *Angeleno*
6/ *Strival*

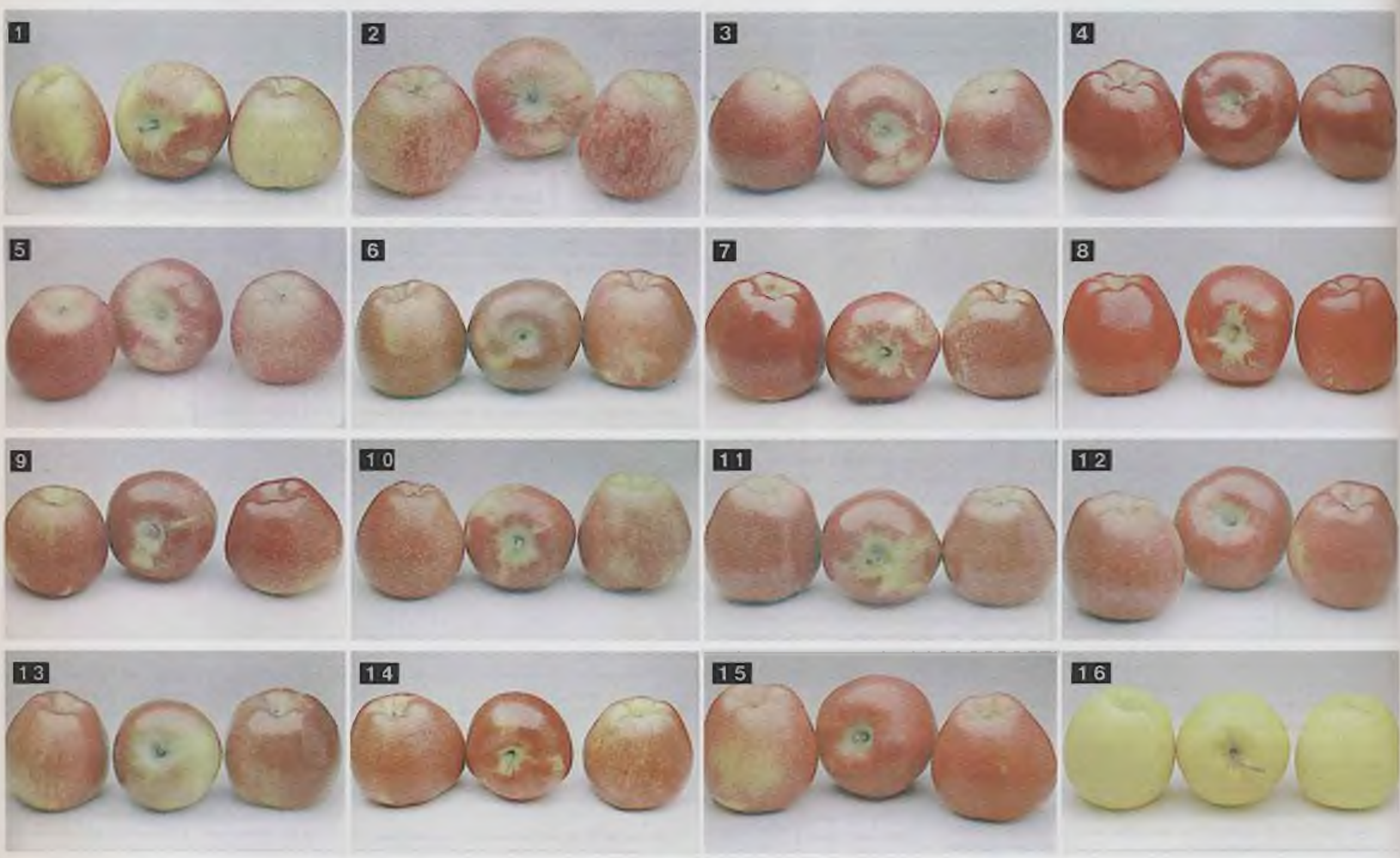
11.6. VARIEDADES DE MANZANAS

VARIEDADES ILUSTRADAS: Delicious Rojas Standard: 1/ RED Delicious; 2/ STARKING Delicious; 3/ RICHARED Delicious; 4/ TOPRED Delicious; 5/ ROYAL RED Delicious; 6/ EARLY RED ONE (*)
(*) Aunque es una variedad Standart (mutación de Red King) tiene una coloración muy intensa y difusa como si se tratase de una Spur.
VARIEDADES NO MOSTRADAS EN LAS ILUSTRACIONES: STARK Delicious; HI-EARLY; SHARP RED Delicious; SHOTWELL Delicious.
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Todas estas variedades son de vigor fuerte a muy fuerte; tanto para dominarlas como para que entren pronto en producción, deben injertarse sobre patrones de poco vigor y/o con tipos de formación reductoras del mismo.
Son sensibles a las bajas temperaturas primaverales (más sensibles que Golden).
Una vez en producción, ésta es constante y elevada y a igualdad de patrón y forma, son menos veceras que Golden. Precisan polinizadoras (en las zonas frías no menos del 25%). Son sensibles a moteado; también lo son a chancro si se las somete a formas muy forzadas. Muy poco o nada sensibles al oídio.
Las más aconsejables, actualmente, son Topred (color inmejorable) y Starking. Aunque quizás sea la de mejor calidad, la variedad Red Delicious ya no se puede cultivar por su lenta y deficiente coloración.

VARIEDADES ILUSTRADAS: Delicious Rojas "SPURS": 7/ OREGÓN; 8/ STARKRIMSON; 9/ WELLSPUR; 10/ RED SPUR; 11/ MILLER STURDY; 12/ ELITE; 13/ REDCHIEF; 14/ TOPCROP; 15/ CLEAR RED
VARIEDADES NO MOSTRADAS EN LAS ILUSTRACIONES: STARKSPUR RED; SPUR; STARKSPUR PRIME; RED; STARKSPUR; SUPREME; "SEMI-SPURS"; EARLY RED ONE (*).
(*) Ver cuadro Delicious Rojas Standard
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: La mayoría de las variedades Spur, aún con buen vigor, presentan un desarrollo inferior al de las variedades Standard. No obstante, algunas de ellas son tan vigorosas como estas últimas. Injertar sobre patrones de vigor medio o fuerte.
Estas variedades son muy sensibles a las curvaturas, arqueados y horizontalizaciones de las ramas (quieren desarrollarse libres), pues con ellas reaccionan con graves ataques o presencia de chancro papiráceo. El desarrollo natural de la Spur es en forma de mata cerrada y ésta debe respetarse en lo posible.
Muy productivas y con frutos de coloración intensa (violácea), a veces excesiva. Las variedades Oregón, Elite y Clear Red tienen un color rojo brillante (no violáceo) que las hace muy interesantes.
Sensibles al moteado, al chancro papiráceo y especialmente preferidas (sobre todo Starkrimson) por la araña roja. Su calidad inicial (más bien baja) se mejora a lo largo de la conservación.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 16/ GOLDEN; **17/** SMOOTHEE; **18/** GOLDEN 972
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Smoothee es una Golden símil, sin o con muy poco roseting. Golden INRA-972: menos afectada por el roseting que la Golden Standard. Son las dos Golden-símiles o seleccionadas que mayor productividad tienen.
Plantas de vigor medio y muy productivas (en Smoothee, en algunas situaciones la productividad puede ser algo inferior). Muy dúctiles a cualquier tipo de formación. Sensibilidad general al oídio y caída de hojas (problemas hídricos, térmicos y/o alimenticios). En situaciones muy sensibles al roseting, deben preferirse Golden 972 y Smoothee.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 19/ BELGOLDEN (Goldensheen); **20/** LYSGOLDEN (Goldenir)



































CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Ambas variedades tienen un menor vigor que Golden. Su productividad también es algo inferior. La forma de los frutos es algo más alargada (sobre todo en Lysgolden) y el calibre es muy bueno (superior al de Golden y 972).
Presenta una ligera coloración rosada en el lado de la insolación (más acentuada en Belgolden).
Sensibilidad al oídio algo más acusada con respecto a Golden y Golden 972.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 21/ MUTSU (Crispín)
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Golden símil de origen japonés (Golden x Indo). Su mayor y, quizás, su único interés radica en que es resistente o muy poco susceptible al roseting.
Árbol muy vigoroso. Frutos más alargados y de tonalidad más verde que Golden Standard. Muy buen calibre. La calidad es inferior a la de Golden.

VARIEDADES NO MOSTRADAS EN LAS ILUSTRACIONES, "SPURS": GOLDEN AUVIL; STARK GOLDEN.
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Con las peculiaridades propias de las Spurs (vigor inferior, porte cerrado y rápida entrada en producción y frutos más alargados), estas variedades presentan bastante vecería, mayor sensibilidad al roseting y una calidad netamente inferior. Poco aconsejables.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 22/ BLUSHING GOLDEN (Golden)
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Se trata de una Golden símil parcialmente coloreada (Jonathan x Golden). Tiene buen vigor, buena y rápida entrada en producción. Fruto algo más alargado que Golden, con el lado de la insolación coloreado y totalmente exento de roseting.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 23/ JONAGOLD (Golden x Jonathan)
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Vigor medio a fuerte. Muy productiva. El calibre es bueno. Presenta una gran regularidad.
La coloración es mejor en zonas de colina. En zonas donde puede desarrollarse el color, el fruto es muy atractivo. La calidad es excelente. El conjunto de características de esta variedad hace que sea una de las variedades a las que actualmente debe prestarse mayor atención.

VARIEDADES ILUSTRADAS: Grupo Jonathan: 24/ JONEE mutación de Blackjon; 25/ GOLDJON mutación de Blackjon
VARIEDADES NO MOSTRADAS EN LAS ILUSTRACIONES: BLACKJON; NURED JONATHAN mutación de Jonathan.
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Buen vigor y elevada productividad. Fruta muy coloreada y atractiva; calibres medianos. Dentro del grupo de variedades ácidas su calidad es excelente.
Sensibilidad alta al oídio. Blackjon es la más sensible.
Recomendable el enfriamiento progresivo.
Aplicaciones de cloruro de calcio pueden mejorar la calidad y la conservación.

VARIEDADES ILUSTRADAS: Grupo Stayman: 26/ IMPROVED BLACKSTAYMAN (Nured Stayman); 27/ STAYMAN RED
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Vigor elevado, porte medio, productividad regular. El calibre de los frutos es bueno. De color rojo intenso, aunque a la salida del frigorífico resulta de tonalidad demasiado oscura, lo que les resta mucho atractivo. Algo sensibles al oídio y moteado; en cosecha incompletas, también es bastante susceptible al bitter pit.
VARIEDADES ILUSTRADAS: 28/ IDARED (Jonathan x Wagener)
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Vigor medio, rápida entrada en producción y muy productiva. Calibre bueno, coloración roja pálida en la mitad del fruto (insuficiente). La calidad es buena, sobre todo para el gusto centro europeo. Sensible al oídio. La madurez de los frutos es muy escalonada.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 29/ GLOSTER (Richared x Cloche)
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Vigoroso y bien ramificado. Buena productividad. Los frutos son bastante heterogéneos en el calibre, forma y color. En las zonas favorables, el color y aspecto del fruto son atractivos.
El minador de hojas Cemiostoma parece muy atraído por esta variedad. Variedad a seguir con atención.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 30/ GRANNY SMITH
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Vigor bueno; ramas que con facilidad se desnudan en su tramo bajo. Entra pronto en producción; la productividad es media. El calibre es medio a hueco. Es sensible al cídio y muy propensa a virosarse (mosaico).
Dado lo tardío de su maduración (es la variedad más tardía), no debe cultivarse en lugares con otoño corto. Por poco que se la conserve bien, su calidad (ligera acidez, jugosidad y crocantez) es excelente, y lo es sobre todo a partir de marzo-abril cuando las otras variedades decaen.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 31/ BELLEZA DE ROMA (Rome Beauty); **32/** BELLEZA RECTIFICADA (Rome Red Beauty); **33/** COOPER RB-1 (Spur de Belleza)
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Variedad de buen vigor, productividad media, con tendencia a la vecería. Calibre bueno. Frutos de calidad media. La Spur Cooper RB-1 es más productiva y con frutos más coloreados. El mayor, y quizás único, interés de esta variedad radica en su resistencia a los fríos invernales (floración muy tardía).

VARIEDADES ILUSTRADAS: 34/ BELLA BOSKOOP; **35/** REINETA GRIS.
VARIEDADES NO MOSTRADAS EN LAS ILUSTRACIONES: REINETA BLANCA y otras variedades europeas como: Cox's Orange, Crimson Cox's, Reineta de Mans, Reineta Clochard.
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Estas variedades, en especial la Bella de Boskoop, son en general bastante veceras, y aunque en la mayoría de ellas los precios alcanzados son los más altos del mercado, esto debe entenderse siempre que es cierto, pero para consumos muy minoritarios; sólo algunos mercados y de forma muy restringida aceptarían pequeñas cantidades de esta variedad.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 36/ BELCHARD (Chantecler) (Golden x Reineta Clochard)
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Vigor bueno y con tendencia a "desvertirse" en la base de los ramos.
Entra rápidamente en fructificación.
Su productividad es media, así como el calibre y la calidad de los frutos.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 37/ CHARDEN (Golden x Reineta Clochard)
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Planta muy vigorosa. Rápida entrada en producción y buena productividad. Por su forma de fructificar, apenas si necesita aclareo. En zonas llanas y cálidas, los frutos tienen un calibre grande y propensión a la harinosidad. En colina, el calibre es medio y no son susceptibles a la harinosidad. Al ser muy propensa a virosarse, debe propagarse sobre material sano.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 38/ GOLCHARD (Cloden) (Golden x Reineta Clochard)
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Semivigorosa (es una especie de Spur vigorosa). Muy productiva, con frutos de calibre medio muy homogéneo. Calidad buena. Tiende a fructificar sobre madera joven, en el extremo de los ramos.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 39/ BELRENE Mutación de Reina de Reinetas



































CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Características muy parecidas a las de la variedad Reina de Reinetas, de la que es una mutación. Los frutos de Berlepsch son los más coloreados y la maduración es más agrupada.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 40 y **41/** GALA y ROYAL GALA (Kidds Orange Red x Golden)
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Comportamiento y vigor muy parecidos a los de Golden. Rápida entrada en producción y productividad muy alta. Calibres medios a altos y calidad excelente (frutos muy jugosos, crocantes y aromáticos).
Royal Gala es una mutación totalmente teñida de rojo-calabaza.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 42/ BERTANE
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Se trata de una mutación de Golden. El fruto está al 100% cubierto de rosseting. Calidad buena a muy buena.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 43/ SPARTAN (McIntosh x Newton)
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Árbol de vigor medio y lenta entrada en producción. Productividad media. También lo son su calidad y calibre. Aunque menos que McIntosh, es propenso a la caída de frutos.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 44/ QUERINA
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Planta bastante vigorosa y ramificación tipo "Golden". Entra pronto en producción y su productividad es buena. Su mayor interés radica en que se trata de una variedad resistente al moteado.
Los frutos son muy bonitos y de buena calidad.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 45/ PRIMA
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Vigor medio. Propensa a "desnudar" porciones de ramas. Productividad media; es superior en zonas cuyos inviernos son rigurosos. Calibre medio. También lo es la calidad. Su mayor interés, al igual que la variedad Querina, es el ser resistente al moteado.
En conjunto (calibre y color) es superada por Querina.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 46/ PAULA RED
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Vigor medio y rápida entrada en producción. Se trata de una excelente variedad de verano con calibre medio alto, buen aspecto y sabor. Propensa a la caída de frutos.

VARIEDADES ILUSTRADAS: 47/ MELROSE (Jonathan x Delicious)
CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS: Árbol semi-vigoroso. Entrada lenta en fructificación.
Productividad media. Calibre bueno. Calidad buena (carne muy dura, lo que gusta al mercado centroeuropeo y nórdico). Requiere zonas que resulten muy favorables a la coloración, de lo contrario colorea muy mal.

Ilustraciones sin detalle de texto: 48/ AKANE; **49/** BEN DAVIS; **50/** CARDINAL; **51/** CLOCHE; **52/** DECANA DE INVIERNO (Flor d'hivern); **53/** DELBARD JUBILEE; **54/** DELCORF; **55/** GOLDEN B; **56/** GOLDEN HY; **57/** JERSEYMAC; **58/** OZARK GOLD; **59/** PERMAIN; **60/** RED WINESAP; **61/** SPIGOLD; **62/** SUMMERRED; **63/** TYDEMAN'S; **64/** VERDE DONCELLA.

Fotos y textos gentileza de VIVAS Cooperativi RAUSCEDO

11.7. VARIEDADES DE VINIFICACIÓN

Características



ALBARIÑO

De brotación precoz, aproximadamente como la de Chasselas y maduración algo tardía (unas dos semanas después de aquélla), es una variedad de fuerte vigor y con una fertilidad bastante elevada, con producciones de 10 a 12 Tm de uvas por hectárea en la forma de cultivo más usual.
Los racimos son pequeños, generalmente con una ala a veces de tal magnitud que el racimo parece doble. Las bayas son esféricas y más bien pequeñas, de color verde amarillento y con sabor ligeramente amoscatelado.
La forma de conducción más abundante es el parral tradicional de unos 2 m de altura, con densidades de plantación muy bajas, menores de 1.000 cepas/Ha y marcos de plantación de 3x4 hasta 4x4, con podas mixtas de pulgares de 2-3 yemas y varas de 6-7 yemas.

AIREN

Variedad blanca cultivada sobre todo en la región central de España. Es una variedad vigorosa, de racimos grandes y alados.
Las bayas son cilíndricas, de color dorado, gran tamaño con pruina y pulpa blanda. Poco sensible a las heladas primaverales por su brotación tardía.
Óptimas su resistencia a la sequía y su rusticidad.
Tiene una acentuada fertilidad basal, por lo tanto se adapta a poda muy corta tipo Gobelet.





CABERNET SAUVIGNON

Tiene un racimo medio-pequeño, cilíndrico, normalmente con una ala más grande, bastante compacto, de grano medio, esferoidal, piel de color azul-violáceo, pulpa consistente, carnosa y de sabor ligeramente herbáceo.
Variedad bastante vigorosa y de brotación medio-tardía, vegetación bastante erecta y entrenudos medio-cortos.
Se adapta a climas templados y mejor en zonas secas o bien ventiladas.
En el norte prefiere zonas bien expuestas al sol, en colinas y suelos ligeros, sobre todo en los valles.
No acepta suelos excesivamente fértiles y húmedos que inducen a gran vigor y dificultades de lignificación.
Se adapta bien a diversas formas de poda teniendo en cuenta las condiciones pedoclimáticas. La producción es regular y constante. Madura en la tercera época.

CARIÑENA

Variedad de origen español, cultivada sobre todo en Aragón, Cataluña y la Rioja. En Italia, su difusión está limitada a la isla de Cerdeña.
Es una variedad vigorosa, con un porte erecto, por lo tanto se adapta muy bien a la poda en vaso, pero en zonas con viento, puede acusar problemas de roturas de los brotes.
La brotación y la maduración son tardías (tercera época).
El racimo es grande, cilíndrico-cónico, compacto; la baya, esférica, media, negra con piel espesa y astringente.
La capacidad productiva es muy alta, casi excesiva, ya que puede comprometer la buena maduración en zonas con déficit térmico.



CHARDONNAY



La variedad es bastante homogénea. Las diferencias sustanciales se refieren al tamaño del grano más o menos pronunciado y, sobre todo, a la composición organoléptica de la uva. Planta vigorosa, de brotación muy precoz, por lo que hay que evitar áreas de cultivo sujetas a heladas tardías. Sarmientos vigorosos con entrenudo corto, vegetación con tendencia equilibrada.
Se adapta a las diversas formas de conducción y a los diversos marcos de plantación con tal que no sean muy estrechos.
Puede podarse corto en el sur o medio-largo en el norte, mientras se deje una carga de yemas equilibrada al vigor.
La producción es media y constante para toda forma de conducción. Con la poda larga y rica, puede hacerse abundante, pero en detrimento de la calidad del producto.



GARNACHA

Variedad originaria de España, cultivada posteriormente en todo el Midí francés (Grenache). En Italia se conoce como Tocai Rosso y Cannonau.
Variedad vigorosa con brotación medio-tardía, sarmientos robustos con entrenudos cortos, tiene una buena adaptación a distintas zonas. Se adapta a diversas formas de conducción, siempre que permita cierta expansión y poda larga pero no muy rica. Presenta ciertas dificultades para la mecanización integral.
Garnacha (Tocai Rosso) VCR 3
Clon de producción óptima y constante. Racimo no excesivamente compacto, por lo tanto algo más resistente a las enfermedades. Buen grado de azúcar y de acidez fija.

GRACIANO

Es una variedad originaria de la Rioja. Tiene un buen vigor, brotación tardía y maduración a mediados de octubre.
La resistencia a las enfermedades es buena. Los racimos poseen dos hombros cilíndricos cortos, menos destacados que el Tempranillo y no son colgantes.
El grano es redondo, de color negro intenso, tamaño más bien pequeño, ceroso, hollejo fino, de carne dura e incolora y con pepitas muy gruesas. El conjunto de la brotación toma de lejos aspecto rojizo. Esto permite que se distinga bien esta variedad en primavera.





MACABEO

Variedad blanca. Parece ser originaria de España, desde donde se propagó al Midí francés. Se cultiva en Cataluña, Aragón y Alto Ebro. Actualmente tiene gran aceptación en Castilla-La Mancha.
Es una variedad vigorosa, de racimo grande y compacto: grano redondo, mediano y de piel fina.
Se adapta a todas las condiciones climáticas y de altitud, pero mejor si se cultiva en suelos fértiles y frescos de regiones térmicas II y III.
Acepta bien la mayoría de portainjertos, aunque mejor los de menos vigor. Un exceso de producción incide notablemente en la calidad. Funciona bien con podas cortas, aunque admite podas largas según sean las condiciones pedoclimáticas. Es una variedad propensa a los ataques de botritis.



MERLOT

Planta medianamente vigorosa, de brotación media, sarmientos normales con entrenudo corto, con vegetación equilibrada en su conjunto.
Racimo mediano piramidal alado, más o menos esparcido.
Se adapta a las diferentes formas de conducción y poda. Por lo tanto, se cultiva con facilidad, aun en las formas libres totalmente mecanizables, prefiriendo sobre todo podas medias. También el marco de plantación puede variar en función del ambiente y en particular de la fertilidad del terreno. La producción es abundante y constante. A igual carga de brotes, es más productivo en los sistemas de poda larga respecto a la corta.

MONASTRELL

Variedad tinta española muy extendida en los viñedos levantinos, especialmente en Murcia y Alicante.
Los racimos son de tamaño medio, color azulado, forma esferoidal, piel gruesa y pulpa carnosa.
Es sensible al mildiu y al oídio.
Madura tardíamente, no aclimatándose a todas la situaciones, ya que puede madurar insuficientemente.





MOSCATEL DE GRANO PEQUEÑO (Moscato blanco)

La variedad es bastante homogénea. Las características diferenciales están relacionadas con la forma del racimo, la productividad y los aromas, que a menudo están ligados al ambiente del cultivo.
El racimo es mediano, semicompacto o semiesparcido, cilíndrico-piramidal, alado, de grano mediano, elipsoidal, de color amarillo ámbar, de fácil desprendimiento, hollejo consistente, pulpa carnosa de sabor claramente moscato.
Planta medianamente vigorosa, de brotación medio-precoz, sarmientos robustos con entrenudos medio-cortos, vegetación relativamente equilibrada. Buen comportamiento en terrenos calcáreos, pero no demasiado arcillosos húmedos o muy expuestos al norte. Se adapta a las distintas formas de conducción y poda, mientras no sean extendidas y ricas.

PARELLADA

Variedad blanca autóctona de Cataluña, cultivada preferentemente en el Alto Penedés. Es una variedad vigorosa, de racimo grande y un poco apretado si la producción es elevada.
El grano es mediano-grande y de piel dura, característico por su color dorado rosa.
De brotación tardía, madura a partir del 20 de septiembre.
Todas la yemas son muy productivas. Se practicará una poda corta para no "agotar" la cepa.
Es una variedad sensible a la secada, por lo tanto requiere portainjertos que exploten bien el terreno.
Debería cultivarse a más de 300 metros de altitud.



PINOT BLANCO



Variedad de medio vigor y brotación medio-precoz, sarmientos largos, con vegetación desplomada con entrenudos bastante largos.
No se adapta muy bien a los terrenos cloróticos y húmedos. Prefiere climas secos o, al menos, con buena exposición.
Se adapta bien a distintas formas de conducción y densidades de plantación. Prefiere poda larga o media.
Maduración medio-precoz. Se anticipa la vendimia para obtener el vino para base espumante y para evitar ataque de botritis.
La resistencia a las enfermedades es normal, excepto que es sensible a la botritis y a la clorosis.



PINOT NEGRO

La variedad no es homogénea. Presenta dos biotipos que se diferencian en función de los objetivos de la selección, por la forma de la hoja, el tamaño y forma del racimo, y la cantidad y calidad de la producción. En esta descripción se hace referencia al Pinot Negro más interesante cultivado en Borgoña.
Tiene un racimo pequeño, compacto, cilíndrico, normalmente con una ala más evidente, pedúnculo corto y grueso, grano medio-pequeño que se agrieta con cierta facilidad, piel negra-violácea, pulpa ligera, jugosa, dulce y de sabor simple.
Variedad de medio vigor, brotación media, sarmientos ramificados, entrenudos medio-cortos. Se adapta a diversos suelos, aunque mejor no excesivamente fértiles y húmedos. Prefiere climas templados y no excesivamente cálidos y buenas exposiciones.

RIESLING RENANO

La variedad es bastante homogénea. Algunas diferencias se encuentran en el tamaño del racimo y en las características organolépticas del vino.
Presenta un racimo pequeño, compacto, grano medio-pequeño, esferoidal de color amarillo, piel consistente, pulpa jugosa de sabor delicadamente aromático.
Prefiere formas de conducción con densidades no muy altas y poda medio-larga. La producción es bastante buena y constante.
La maduración es de época media. Para la vendimia mecánica se encuentran algunas dificultades.
Pueden aparecer problemas de cuajado del fruto en áreas donde no hay buena adptación. Requiere zonas bien expuestas y ventiladas para evitar los daños por botritis.





SAUVIGNON

La variedad está constituida por distintos biotipos que se diferencian por el tamaño del racimo y, sobre todo, por el aroma del producto final.
Variedad vigorosa, brotación medio-precoz, vegetación densa, sarmientos erectos y entrenudos cortos, con muchas yemas secundarias brotadas. Se adapta a distintos terrenos, aunque mejor los no muy fértiles, húmedos o muy cloróticos. Prefiere terrenos bien expuestos y climas secos y templados.
Se adapta a distintas formas de conducción, con densidades altas. La poda media o larga y bastante rica. En formas en espaldera, son necesarias intervenciones a mano o a máquina para corregir las posiciones de los sarmientos y poda en verde, sobre todo antes del cuajado y antes de la vendimia.



TEMPRANILLO

Es una variedad vigorosa, de racimo mediano, compacto, largo y alado.
El grano es mediano, redondo y de piel normal.
De brotación precoz, madura a mediados de septiembre.
Se adapta a todo tipo de suelos, con preferencia por terrenos orientados al mediodía y bien soleados.
Es poco sensible a las heladas primaverales, pero sí lo es a los vientos cálidos de primavera.
Es sensible a la botritis.
Dependiendo de la zona de cultivo, se le practica una poda larga o corta, respetando el equilibrio producción-calidad, y teniendo en cuenta que es una variedad de producción mediana.

TREIXADURA

Es una variedad vigorosa, de buena productividad, que prefiere sistemas de conducción amplios y climas ligeramente frescos. La hoja es mediana, orbicular entera o trilobulada, de color verde brillante. El sarmiento es vigoroso, fusiforme y de porte erecto.
El racimo es de tamaño medio, cilíndrico-cónico, alado, muy compacto. Presenta un pedúnculo corto y ligeramente lignificado. Grano de medio a grande, uniforme y elíptico, con piel fina y pruinosa. Pulpa poco azucarada y de sabor especial.
Su difusión está limitada por su tendencia a dar vinos poco equilibrados.
Esta variedad no es especialmente sensible a ninguna enfermedad, aunque su racimo es tan compacto que le puede afectar la *Botrytis cinerea*.





VERDEJO

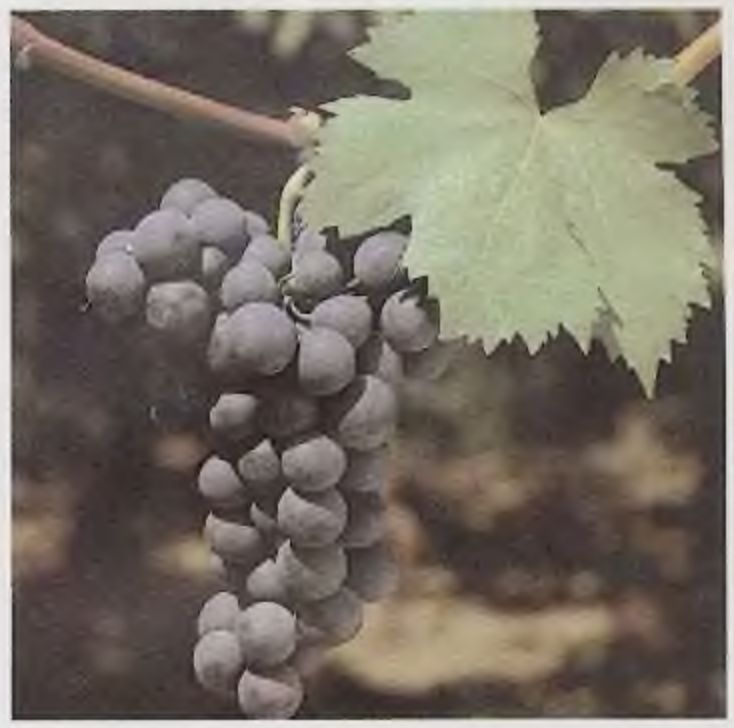
Es la variedad más cultivada en la D.O. Rueda. Tiene un vigor moderado, con sarmiento fuerte y muy ramificado.
El porte de la vegetación es postrado, con hoyas pequeñas. Tiene un racimo pequeño, suelto, de color amarillento, con pruina, forma esférica, piel espesa, sabor neutro.

XARELLO

Variedad blanca autóctona de Cataluña introducida por los antiguos navegantes griegos.
Es una variedad rústica, de mediano vigor, que produce racimos no muy compactos. El grano es redondo y de piel gruesa. Madura a partir del 15 de septiembre.
Se adapta bien a la mayoría de suelos hasta unos 400 metros de altitud.
Tiene que practicarse una poda larga, ya que las yemas de la base son poco productivas.
La producción es buena, aunque depende de las condiciones climáticas en el momento de la floración por su propensión al corrimiento. Tiene una afinidad excelente a todos los portainjertos.



ALPHONSE LAVALLÉE (Rihier)



Obtenida en Francia en el siglo pasado, cruzando el Bellino y Lady Dawres Seedling. Presenta un racimo medio-grande, cilíndrico-cónico, alado, no muy compacto, de un peso medio de 500-600 g.
Grano esférico, medio-grande, de 7 a 9 g.
Piel pruinosa y bastante consistente, color azul oscuro uniforme, pulpa bastante crujiente y jugosa, de sabor simple.
La fertilidad es de 1,5 y la productividad buena. Madura 30-35 días después de Cardinal.
De buen vigor, se adapta a todas las formaciones, pero conviene que los marcos de plantación no sean demasiado amplios.



CARDINAL

Tiene un racimo bastante grande, cilíndrico-cónico, alargado, esparcido, a veces alado, con un peso medio de 500-600 g. Grano medio-grande, redondo, hollejo medianamente consistente, escarchado, de color rojo-violáceo, no muy uniforme. Pulpa crujiente, dulce y agradable, de sabor neutro, 2-3 pepitas por grano, peso medio de 7-9 g. La maduración de la uva es precoz (alrededor del 15-20 de julio).
La variedad es bastante vigorosa. Prefiere portainjertos de buen vigor. No le va bien la poda demasiado larga. La fertilidad real es de aproximadamente 1,5. Se adapta tanto a la espaldera como al parral.

ITALIA

Actualmente está difundida en muchos países vitícolas, especialmente en Italia, España, Francia, Norte de África y Grecia. Presenta un racimo grande, cónico-piramidal, con una o dos alas, no excesivamente compacto, de un peso medio de 600 a 700 g. Grano grande ovaloidal, piel pruinosa y bastante densa y consistente, de color amarillo dorado. Pulpa crujiente con delicado sabor de Moscato. Peso del grano: 8-10 g.
La fertilidad real es de 1,20. Producción elevada. Madura en la tercera época.





MATILDE

Tiene un racimo muy grande, cilíndrico-cónico, alargado, alado, no excesivamente compacto, de un peso medio de 700-800 g.
Grano grande, peso medio de 6-7 g, pulpa jugosa de sabor ligeramente aromático, piel bastante sutil, resistente, de color amarillo.
Fertilidad real óptima cerca de 1,80. Productividad elevada. Madura 5-10 días después de Cardinal.
Variedad vigorosa. Necesita marcos de plantación amplios, pero con poda no excesivamente larga.
La afinidad es normal con la mayoría de portainjertos, pero son más interesantes los más vigorosos (1103 Paulsen, SO4, Kober 5BB).

Almacenaje de frutas y verduras

12. CONSERVACIÓN

El éxito de la conservación se basa en tres puntos fundamentales:

• **Condiciones de campo,** tales como terreno, climatología, patrón, variedad, fertilización, poda, aclareo, polinización, momento de recolección y cuidados de recolección.
• **Manipulación de la fruta.**
• **Funcionamiento óptimo de las cámaras frigoríficas.** Aislamiento, salto térmico, rendimiento del evaporador, estanqueidad en la atmósfera controlada, descarches, automatismos y recirculación del aire.

12.1. ALMACÉN

Operaciones a realizar:

• **Premaduración.** Consiste en mantener unos días la fruta en el almacén, a temperatura ambiente. Esta operación es negativa, ya que la fruta pierde peso por deshidratación, aumenta el riesgo del ataque de hongos, reduce el período de conservación y vuelve la pulpa menos jugosa y más harinosa.
No deben sobrepasarse las 24 horas entre la recolección y la entrada en la cámara, disminuyendo este tiempo a 12 horas en el caso de las peras.
La única ventaja que presenta la operación de premaduración es que permite rectificar los efectos de una recolección demasiado verde. Pero aun así, es mucho más negativa que positiva.

• **Clasificación y calibrado.** Es una operación previa a la entrada en cámara y presenta una serie de inconvenientes:
• Dado el tiempo que tarda en realizarse, equivale a una premaduración.
• Eliminación correcta de fruta con daños o lesiones.
• Daños producidos por la propia operación.
• Coste y lugar que ocupa.
Se aconseja una clasificación previa y elemental en el campo y una clasificación y calibrado mecánicos a la salida del frigorífico.





12.2. TRATAMIENTOS

Los más importantes son aquéllos destinados a prevenir el escaldado, sobre todo en manzanas de variedad roja, y la podredumbre por gloesporium. Más raros son los tratamientos contra el bitter-pit.
Contra el escaldado se utiliza etoxiquina. Contra el gloesporium, lo principal es una entrada rápida en cámara sin premaduración y el tratamiento de la fru-

Condiciones de conservación recomendadas, tiempo de almacenamiento, producción de calor y características físicas de frutas de especies caducifolias

Fruto	Temperatura de conservación (° C)		Humedad relativa (%)	Tiempo aproximado de almacenamiento (días)	Límite superior de congelación (° C)	Contenido de agua (%)	Calor específico (Kcal/Kg/°C)	Producción de calor (Kcal/Tm/día) cuando la fruta se almacena a		
	Mínima	Máxima						0°C	4°-5°C	20°-21°C
Aguacate	4	13	85-90	14-28	−0,28	65,4	0,72	—	1.222-1.833	4.500-21.194
Alcachofa	−0,6	0	90	7-14	−1,06	85,4	0,88	—	500-2.306	3.667-7.639
Arándano azul	−0,6	0	90-95	14	−1,28	82,3	0,86	139-639	556-750	3.167-5.333
Arándano rojo	−2	4	90-95	60-120	−0,89	87,4	0,90	167-194	250-278	667-1.111
Caqui	−1		90	90-120	−2,17	78,2	0,83		361	1.222-1.472
Cereza	−1	−0,6	90-95	14-21	−1,78	80,4	0,84	250-333	583-861	1.722-1.944
Ciruela	−0,6	0	90-95	14-28	−0,83	85,7	0,89	111-194	250-556	1.028-1.583
Frambuesa	−0,6	0	90-95	2-3	−1,11	80,6	0,85	1.083-1.528	1.889-2.361	
Fresa	0		90-95	5-7	−0,78	89,9	0,92	750-1.083	1.000-2.028	6.250-11.972
Granada	0		90	14-28	−3,00	82,3	0,86			
Grosella común *(Ribes Sp.)*	−0,6	0	90-95	7-14	−1,00	84,7	0,88			
Grosella *(R. grossularia)*	−0,6	0	90-95	14-28	−1,11	88,9	0,91	417-528	750-833	
Guinda	0		90-95	3-7	−1,67	83,7	0,87	361-806	778-806	2.389-3.056
Higo	−0,6	0	85-90	7-10	−2,44	78,0	0,82	—	667-806	3.472-5.806
Manzana	−1	4	90	90-240	−1,50	84,1	0,87	139-250	306-444	1.028-2.139
Melocotón	−0,6	0	90	14-28	−0,94	88,1	0,91	250-389	389-556	3.611-6.250
Membrillo	−0,6	0	90	60-90	−2,00	85,3	0,88			
Zarzamora *(Rubus ursinus)* «Blackberry»	−0,6	0	90-95	2-3	−0,83	84,8	0,88	1.083-1.194	1.917-2.500	9.528-11.778
«Dewberry»	−0,6	0	90-95	2-3	−1,28	84,5	0,88			
«Loganberry»	−0,6	0	90-95	2-3	−1,28	83,0	0,86			
Nectarina	−0,6	0	90	14-28	−0,89	81,8	0,85			
Pera	−2	−0,6	90-95	60-210	−0,156	82,7	0,86	194-417	306-611	1.833-4.278
Saúco	−0,6	0	90-95	7-14	—	79,8	0,84			
Uva (vinífera)	−1	−0,6	90-95	90-180	−2,17	81,6	0,85	83-139	194-361	
Uva (americana)	−0,6	0	85	14-56	−1,28	81,9	0,86	167	333	2.000

ta sobre el árbol con benomilo, metiltrofanato o diclofluanida.
En el caso del bitter pit, se realiza un baño utilizando cloruro cálcico al 3%, que es un excelente fungicida. Mezclándolo con etoxiquina, se consigue un efecto contra el bitter pit, las podredumbres y el escaldado.

12.3. EMBALAJES

Existen 3 tipos de embalajes:

- Las cajas totalmente cerradas
- Las jaulas (cajas con listones de plástico o madera)
- Los palox de madera

El material óptimo es el plástico, ya que es ligero, fácil de limpiar, no daña la fruta y no absorbe la humedad, aunque tiene el inconveniente de su alto coste.
Si se utiliza madera, es conveniente que los listones tengan las aristas pulidas y que la separación entre los mismos sea de 6 mm como máximo. La superficie lateral deberá tener una abertura del 15%.
Conviene colocar en el fondo del embalaje un protector con orificios que permita la circulación del aire. Es opcional en los laterales.
Conviene mojar previamente los embalajes de madera, ya que si ésta está muy seca, absorberá la humedad en el interior de la cámara.
Cabe también decir que en los embalajes de fondo perdido o sin retorno, el número de frutos dañados por aplastamiento es muy superior al de los embalajes consistentes.

12.4. OPERACIÓN DE CARGA

En las operaciones de carga, para la conservación de fruta deben tenerse en cuenta los siguientes conceptos:

- *Intensidad*. Es decir el número de kilos que entran en la cámara frigorífica de forma diaria. Se calcula en función de la capacidad refrigeradora de la cámara.
- *Disposición y estibado*. Los embalajes deben disponerse de tal manera que su longitud máxima sea paralela a la de la circulación del aire. Con ello se consiguen un mayor número de pasillos para el aire.
- *Densidad*. Se procederá de tal manera que el 10% del total del volumen de la cámara quede libre. Deben guardarse las distancias entre carga y techo, carga y ventilador, carga y laterales de la cámara, todo ello para facilitar la circulación del aire y el correcto enfriamiento.

Las normas mínimas a cumplir son:

- En la base y entre cada 6–7 pisos de embalaje debe haber un palet.
- Entre las paredes de la cámara y la carga debe haber como mínimo 5 cm.
- En la pared que está frente a los ventiladores, la distancia entre pared y carga será como mínimo de 10 cm.
- Si el evaporador y ventiladores están en un extremo de la cámara, debe dejarse libre de carga una franja cuya anchura sea igual a la que ocupa el evaporador y que por debajo del mismo sea aproximadamente de medio metro.
- En relación a la altura de la carga, se escalonará de forma que en el primer cuarto de la cámara, la carga no sobrepase la parte baja de los ventiladores. A partir de ahí se irá subiendo hasta dejar un espacio con el techo de 25-30 cm como mínimo.



Calibradora de frutas y verduras polivalentes. Fabricada por Calibrex (Francia)

- Las distancias mínimas antes mencionadas se incrementarán al aumentar el tamaño de la cámara, llegando a dejar un espacio total libre del 15-20%.
- Es necesario dejar algún pasillo para facilitar las operaciones de controles, siempre que se prevea una larga conservación de la fruta.
- Carga según conservación potencial. Estas posibilidades dependen de un conjunto de factores como la edad de la planta, el patrón, la cantidad de cosecha, el calibre, el terreno, el abonado nitrogenado, el clima y la producción.

Nos referimos aquí a las posibilidades que se prevén de conservación, así como la aparición de posibles alteraciones fisiopatológicas.
- Rapidez de carga. Muy ligada a la premaduración.
- Carga en relación con el termostato. Es importante no poner fruta caliente junto al termostato, ya que el calor que detecta no es representativo de la temperatura ambiente de la cámara, pero aun así puede poner en marcha la instalación, y con ello provocar posibles daños por hielo en fruta que ya está fría.

Si se introducen cajas con fruta caliente y sólo se pueden colocar cerca del termostato, se puede actuar de dos formas:
- Colocar encima de ellas otras cajas ya enfriadas.
- Parar el compresor durante media hora y accionar los ventiladores para que el aire frío rebaje la temperatura de la fruta recién introducida.

12.5 CONDICIONES DE CONSERVACIÓN

12.5.1. Frigoconservación convencional

- **Temperatura**

Se parte siempre de fruta que está en el punto adecuado para su larga conservación. En peras, la temperatura inicial a aplicar es de 0°C, bajando luego a -0,6°C. Nunca se alcanzarán máximos de 0,5°C o mínimos de -1°C.
En el caso de las manzanas Starking, la temperatura de conservación está entre 0°C y 1°C. En el caso de las manzanas Golden, es de 0,5°C y 1,5°C. Las variedades europeas se conservan entre 2,5 y 3°C.

Una temperatura de conservación alta acorta el período de conservación, y lo contrario provoca problemas como el *scald*, o una dificultad para madurar a la salida de la cámara.
Un concepto importante es el de enfriamiento a temperatura decreciente. Con ello se consigue, en fruta demasiado verde, un ligero aumento de la calidad de acabado (madurez y color) y reducir el esfuerzo refrigerante necesario mientras dura la carga.
La aplicación de esta temperatura decreciente es variable, pues depende de la variedad y del estado de madurez, así como del potencial de conservación de la fruta. Por lo general, oscila entre los 15 días y las 6-7 semanas.



• Humedad

La humedad relativa debe ser alta, del orden del 88-92%. Por debajo de estos valores, se producen pérdidas por deshidratación. Además, la fruta se arruga, pierde jugosidad y atractivo.
Un valor por encima del citado es difícil de alcanzar y tampoco es conveniente, ya que favorece el ataque de hongos y da mal sabor y aroma a la fruta.

Para conseguir el nivel de humedad adecuado, deben tenerse en cuenta cinco puntos:

• Los embalajes de madera no deben entrar muy secos en la cámara, ya que pueden absorber un 20% de su peso.
• La fruta no debe sufrir premaduración, ya que durante este proceso se pierde mucha humedad.
• En cámaras no totalmente llenas, es difícil conseguir el nivel de humedad adecuado.
• El salto térmico debe ser lo más pequeño posible, procurando que no supere los 6-7°C.
El salto térmico es la diferencia que hay entre la temperatura de conservación de la cámara y la que se produce en el evaporador o temperatura de expansión de gases.
Para que el salto térmico sea el menor posible, se necesitan entre 1,5 y 1,8 m^2 de superficie evaporante por tonelada de capacidad.
• Realizar los descarches de forma adecuada.

12.5.2. Frigoconservación en atmósfera controlada

Este sistema permite trabajar con temperaturas menos bajas obteniendo mejores resultados.
La humedad en este sistema, a igualdad de condiciones, siempre es más alta que en el sistema normal, obteniéndose niveles entre el 90 y el 94%.
Estos niveles se consiguen, por un lado, gracias al cierre hermético que permite una total estanqueidad de la cámara y, por otro, a las temperaturas más elevadas que reducen el salto térmico y a la concentración de gases que reduce el metabolismo y la transpiración.
Las bases en la frigoconservación en atmósfera controlada son las concentraciones de oxígeno y anhídrido carbónico que varían entre el 2 y 5%, aunque lo óptimo es operar con el 3 % de ambos gases.

Deben tenerse en consideración las observaciones siguientes:
• La concentración de O_2 no debe bajar de 2%, ya que ello provocaría fermentaciones.
• Los niveles adecuados son de 3 a 5% de CO_2 y 2 a 4% de O_2, que tienen la característica de reducir el scald por el elevado contenido en CO_2.
• Excepciones: la pera Passa Crassana tolera concentraciones de 10% de CO_2.
• La madurez es un estado sensible frente al CO_2.
• La coloración y madurez deben ser los que se desean para el momento de venta, ya que la fruta apenas evoluciona durante la conservación.

12.6. OPERACIONES DE CONTROL Y CORRECTIVAS

12.6.1. Frigoconservación convencional

Controles a realizar durante la conservación:

• Descarche
Es una operación indispensable, ya que si no se elimina el hielo del evaporador, se bloquea la acción refrigerante.

Existen 4 sistemas para llevar a cabo esta operación:

• *Mediante aire.* Se consigue con el compresor parado y los ventiladores en marcha. Las características del sistema son que es lento, y óptimo para incorporar humedad al ambiente. El inconveniente es que al acabarse la escarcha, el aire es seco, con lo que puede desecar el ambiente. Aun así, es el mejor sistema y el más utilizado.
• *Mediante agua.* Consiste en aplicar una lluvia de agua sobre el evaporador. Es un sistema rápido que apenas eleva la temperatura, pero la humedad no se reintegra en el ambiente.
• *Mediante resistencias eléctricas.* Es un sistema rápido, pero tampoco incorpora la humedad al ambiente. Además, favorece un consumo considerable y cierta elevación de la temperatura.
• *Mediante gas caliente.* El sistema es rápido, pero no favorece la humedad de la cámara. Además, favorece un aumento considerable de la temperatura, alrededor de 3°C.

• Renovación del aire
Es una operación en completo desuso, ya que las entradas de aire producidas en los diversos controles son más que suficientes.

• Temperatura
La temperatura exige un control periódico, sobre todo la temperatura mínima en los puntos más fríos de la cámara.
En la cámara, tras una parada automática del compresor, las temperaturas más bajas se sitúan junto al suelo, a unos 30 cm del mismo.
En invierno, las instalaciones están paradas durante muchas horas, lo que provoca el estratificado del aire, depositándose el aire frío en las capas más bajas. Para evitar este estratificado, deben funcionar cada hora durante 2-3 minutos.

• Humedad
Tiene una difícil medición, ya que varía según si la instalación en marcha o parada, y no es la misma en el pasillo que en el interior del embalaje.

• Circulación del aire
Es una característica de la instalación, y de ella depende que el aire frío llegue a todos los puntos de la cámara sin crearse bolsas calientes o lugares poco accesibles.
En una cámara cuyos ventiladores permitan una recirculación con el adecuado coeficiente, y en la que la velocidad del aire esté comprendida entre 0,25 y 0,4 m/s, no deben presentarse problemas. Si los hay, deben buscarse las causas en una carga incorrecta, excesiva o mal distribuida.
El coeficiente de recirculación es el número de volúmenes de aire iguales al volumen de la cámara vacía que los ventiladores inyectan o impulsan por hora.
El coeficiente normal es de 22-24, aunque en cámaras excesivamente cargadas, debe subir a 27-30.

• Control de la fruta
Dependerá de la fruta. Si es muy conservable, los controles serán mínimos, a razón de uno cada 3-4 semanas, a partir de los 2,5-3 meses de entrada en cámara. Para fruta susceptible de sufrir alteraciones, los controles se realizarán cada 15 días a partir de la 6-7 semanas de entrada.

• Control del soft scald o escaldado blanco
Control importante si la fruta ha sido recolectada más madura de lo deseable.
Cuando en un control se observan los primeros síntomas de soft scald, hay que proceder de la siguiente manera:

• Tría de toda la fruta afectada, ya que ésta acaba por pudrirse y afectar así a la sana.
• Descarga parcial de la cámara, no dejando más del 70% de la capacidad, para facilitar al máximo la circulación del aire.
• Elevar la temperatura de conservación en unos 2°C en relación con la temperatura que había en el momento del control.
• Ventilar intensamente con las puertas abiertas y los ventiladores en marcha, como mínimo durante 2 horas.

Si se procede de acuerdo a lo explicado, existen muchas posibilidades de poder detener la progresión y evitar la aparición de nuevos frutos afectados.
Si el escaldado es normal, habrá que atenerse a las pérdidas ocasionadas, sobre todo por la falta de atractivo.
En otras alteraciones, como el caso del bitter pit, una vez ha aparecido el proceso, éste es irreversible y hay que comercializar rápidamente. Si lo que aparece es podredumbre, hay que actuar rápidamente y salvar lo que se pueda.

• Daños por bajas temperaturas
Si, por algún error, se producen daños por bajas temperaturas, pero todavía no se ha helado el corazón del fruto, lo que debe hacerse es parar el compresor y abrir la cámara para que la temperatura se eleve unos grados. Nunca se sacará la fruta a temperatura ambiente, ya que el deshielo rápido es nefasto.

12.6.2. Frigoconservación en atmósfera controlada

Controles a realizar durante la conservación:

• *Descarche*. Es válido todo lo dicho para la conservación convencional.
• *Humedad*. No presenta ningún tipo de problema.
• *Temperatura*. Comprobar el buen funcionamiento y regulación de los aparatos de control antes del cierre de la cámara llena.
• *Concentración de gases*. El control de O_2 y CO_2 se lleva a cabo mediante análisis de los mismos.
• *Si falta* O_2, se inyectará aire mediante una turbina, hasta alcanzar el nivel deseado.
• *Si existe un exceso de* O_2, se procederá a su quema.
• *Si falta* CO_2, es conveniente reducir el tiempo de funcionamiento del descarbonizador.
• *Si existe un exceso de* CO_2, sucede lo contrario de lo anterior.
• *Estanqueidad*. Es fundamental comprobar la estanqueidad de la cámara, ya que si no es estanque, será difícil mantener ningún nivel.
• *Control de la fruta*. Es aconsejable realizar controles mensuales a partir de mediados de enero.

12.7. DESCARGA DEL FRIGORÍFICO

En general, no suele haber problemas a la hora de descargar las frutas. Las manzanas, por ejemplo no presentan ninguno. Sin embargo las peras presentan más dificultades a medida que se prolonga su conservación.
Si se alarga demasiado el período de conservación, a la hora de salir se presentan serios problemas en la capacidad de madurar.
Para evitar problemas de reblandecimientos exteriores o escaldado mecánico, la fruta no debe manejarse fría, recién salida de la cámara, sobre todo a partir de los 4 meses de conservación.
Una de las soluciones para evitar la dificultad de maduración a la salida de la cámara, es subir la temperatura en un par de grados una o dos semanas antes.
Con ello se consigue una maduración correcta, simultánea y uniforme.

La descarga de la cámara debe realizarse en base a dos criterios:

• Realizarla en el menor tiempo posible, ya que las pérdidas por deshidratación se acentúan a medida que la cámara se va vaciando.
• La descarga se iniciará por los laterales, rebajando la altura y abriendo pasillos, para mejorar, por lo menos en esta última fase de la conservación, las condiciones de la misma.

13. ESPECIES FRUTALES





Para una correcta utilización de los principios establecidos en el resto de apartados de este tema, es necesario conocer las características generales de las principales especies frutales cultivadas.

13.1. FRUTALES DE PEPITA

El fruto es un pomo carnoso. La parte carnosa del fruto es el tejido del receptáculo del cáliz. Por ello pueden ser producidos a veces frutos sin fecundación.

Cultivares de peral en el mundo y sus características importantes

Cultivar	Tamaño del árbol	Días de floración a recolección	Época de floración[1]	Tamaño del fruto[2]	Color del fruto[3]	Utilidad[4]	Días de conservación frigorífica (1)	Necesidad de polinización	Productividad general[5]
Giffard	M	100-120	M	M-G	A-R	F	Corta	Sí	B
Precoz Morettini	—	100-125	P	—	—	F	—	Sí	B
Limonera	M	105-125	M	G	A	F	Corta	Sí	B
Clapp Favorite	G	105-130	M	G	A-R	F	50-70	Sí	M-B
Williams	M	110-135	M	M	A-r	F, E	70-85	Sí	M-B
Seckel	M-G	120-140	M	P	Rj-R	F	90-100	Sí	M-B
Martecosa Hardy	M	130-150	M	M	Rj	F, E	75-140	Sí	P
Eldorado	M	140-160	M	M	V-A	F	180-220	Sí	P
Anjou	G	140-165	P-M	M-G	V-R	F	175-185	Sí	P-B
Bosc	M	150-165	T	M-G	Rj	F, C	90-100	Sí	P
Packham's Triumph	M	150-165	M	M-G	V	F	170-190	Sí	B
Decana de Comicio	G	150-170	T	G	V-R	F	90-105	Sí	P-B
Angouleme	M	150-170	P	G	A	F	—	Sí	B
Flemish Beauty	M	160-180	T	M	A-R	F	—	Sí	B
Conferencia	M	160-180	—	M-G	V	F	—	Sí	M-B
Easter	M	160-185	—	M	A-R	—	90-100	Si	—
Winter Nelis	M	160-185	T	P	V	F	175-230	Si	M-F
Forelle	M	160-190	P	P	V-R	F	--	Si	M-F
Kieffer	M	170-190	P	G	A-R	F, E	90-120	Si	M-B
Glou Morceau	M	170-200	—	G	V-A	F	Larga	Si	B
Clairgeau	M	170-200	M	G	A-R	F	—	Si	B
Passa Crassana	M	180-210	M	M-G	V-Rj	F	Larga	Sí	—
Nijisrike	M	—	T	M-G	A	F	Larga	Si	M-B
Ya Li	M	—	P	G	A-V	F	Larga	Si	—

CLAVES: 1 P = Precoz, T = Tardía, M = Mediana.
2 P = Pequeño, M = Medio, G = Grande
3 A = Amarillo, V = Verde, Rj = Rojizo, R = Rosado
4 F = Para consumo en fresco, C = Compota, E = Enlatado
5 B = Bueno, P = Pobre, M = Muy
(1) El tiempo de almacenamiento es ampliado varias semanas en atmósfera controlada

Los frutales de pepita más importantes son:

- Peral
- Manzano
- Membrillero

13.1.1. Peral



Membrillero. Detalle de floración

***Pyrus communis*. Fam. Rosáceas**

El peral es un árbol de forma piramidal redondeada en su juventud, que puede alcanzar los 75 años de vida. Es generalmente de hoja caduca, a veces espinoso.
Las hojas son ovales, finamente dentadas o enteras, glabras, rara vez tomentosas, brillantes en el haz.
Florece en abril, a una temperatura de 10°C. Sus flores son blancas, rara vez rosadas.
El fruto es un pomo globoso o piriforme que madura de julio a octubre.
Las semillas, encerradas en celdas cartilaginosas, son de color negro, no brillante.
Algunos cultivares en climas determinados son capaces de dar frutos sin semillas, aunque las mejores producciones se obtienen cuando se colocan polinizadores en la plantación.
Todas las variedades de peral son compatibles con los patrones franco y membrillero. Ésta es la razón por la que algunas de ellas se utilizan como patrones, ante las condiciones adversas del terreno o por su tolerancia a determinadas enfermedades.
Vive bien en climas templados, algo húmedos. Le afecta menos el frío que el calor. Le son perjudiciales la humedad y el rocío en abundancia durante la floración.
De la floración a la maduración, transcurren 100 días como término medio en variedades precoces y 147 días en variedades tardías.
Para colorear los frutos, no es precisa una luz viva, pero sí una aireación moderada. En cuanto al terre-



no, se da bien en suelos frescos y profundos, de naturaleza arcillo-silíceo-caliza y con una cierta cantidad de humus.

13.1.2. Manzano

***Pyrus malus*. Fam. Rosáceas**

El manzano es un árbol de hoja caduca y ramas sin espinas. Su copa es globosa y puede alcanzar los 80 años de edad.
Las hojas son ovales, aserradas, blandas, y glabras o tomentosas según variedades. Las flores hermafroditas son de color blanco, rosa o carmín, y aparecen a mediados de mayo.
El fruto es un pomo globoso que contiene semillas de color pardo brillante. Algunas variedades maduran en tan sólo 70 días, mientras que otras tardan 180 días en hacerlo.
Es uno de los frutales más extendidos en la zona templada por su gran adaptación a climas diversos.
De forma general, necesita climas templados, frescos y algo húmedos, siendo poco favorables las regiones secas y calurosas.
La gran variedad genética no permite generalizar mucho acerca de las necesidades climáticas. Existen variedades con grandes necesidades de frío y otras que requieren un período de frío corto.
El manzano puede dar producción en zonas poco soleadas, allí donde el peral no podría, pero requiere que el lugar sea bien aireado.
En cuanto al terreno, necesita suelos arcillo-calizos o arcillo-silíceos grescos y permeables. Es menos exigente en profundidad que el peral.

13.1.3. Membrillero

***Cydonia oblonga*. Fam. Rosáceas**

Arbusto o árbol de pequeño tamaño, de hoja caduca y sin espinas.
Las hojas son ovales, alternas, enteras, de color verde intenso en el haz y tomentosas en el envés.
Las flores son solitarias, grandes, de color blanco o rosado.



Cultivar	Maduración (días antes o después de Elberta)	Color de la carne	Tamaño fruto	Escala (de 0 a 10, donde 10 = el mejor): Adherencia del hueso	Atractivo	Firmeza de la carne	Calidad para la mesa	Calidad para industria	Resistencia a cribado	Horas frío	Utilidad Principal [2]
Marcus	- 63	A	5	4	6	4	6	4	5	800	FLC
Mayflower	- 58	A	3	3	6	3	5	1	7	1 200	FLC
Earlired	- 56	A	6	5	8	6	7	4	7	850	FLC
Collins	- 49	A	5	5	8	6	7	4	—	—	FLC
Cardinal	- 46	A	6	4	8	6	7	4	7	950	LC
Early Redhaven	- 44	A	6	5	8	7	7	—	—	—	LC
Dixired	- 42	A	6	4	7	6	7	4	8	1 000	LC
Redcap	- 42	A	6	4	8	6	8	4	7	750	LC
Erly-Red-Fre	- 40	B	7	6	7	6	8	4	8	900	FL
Sunhaven	- 38	A	7	6	7	7	8	5	8	900	FLC
Merrill Gemtree	- 38	A	7	6	6	7	7	5	6	—	LC
Early Fast	- 37	A	7	7	6	5	5	3	—	—	FL
Jerseyland	- 33	A	8	8	6	8	8	7	4	850	LC
Dixigem	- 32	A	7	7	7	7	9	7	7	850	LC
Arp Beauty	- 32	A	8	4	8	7	7	3	—	—	FL
Prairie Dawn	- 32	A	7	5	8	7	7	6	—	—	FL
Redhaven	- 30	A	7	7	8	8	8	7	8	950	FLC
Raritan Rose	- 27	B	8	8	8	6	9	7	9	950	FL
Golden Jubilee	- 25	A	8	8	7	6	8	8	8	850	FL
Prairie Daybreak	- 25	A	9	6	6	6	5	—	—	—	FL
Ranger	- 25	A	8	8	7	8	8	8	9	950	LC
Newday	- 25	A	8	6	6	6	6	6	—	—	FL
Washington	- 24	A	8	8	8	8	8	8	—	—	LC
Triogem	- 22	A	8	8	7	8	8	7	6	850	FLC
Fairhaven	- 19	A	8	8	7	7	8	8	7	850	L
Globaven	- 19	A	8	8	7	8	8	6	—	—	LC
Western Pride	- 19	A	8	6	6	7	6	—	—	—	FL
Surhigh	- 17	A	9	8	8	8	9	9	4	750	C
Vedette	- 17	A	8	5	6	6	6	3	—	—	FL
Richhaven	- 16	A	9	9	9	9	9	9	4	1 000	LC
July Elberta	- 15	A	8	9	7	8	9	9	5	750	FL
Southland	- 14	A	9	9	9	9	9	9	6	750	FLC
Halehaven	- 14	A	9	9	6	7	9	8	7	850	LC
Redglobe	- 14	A	9	9	10	10	9	9	7	850	FLC
Loring	- 11	A	9	9	9	9	9	9	8	800	LC
Veteran	- 11	A	8	8	8	7	9	8	8	1 000	FL
Slappey	- 11	A	8	9	6	6	6	7	—	—	FL
Delight	- 11	A	7	9	7	6	7	—	—	—	FL
Gene Elberta	- 10	A	7	8	8	7	9	—	—	—	FLC
Coloriencast	- 10	A	8	6	6	6	6	—	—	—	FLC
Belle	- 8	B	8	9	6	7	9	8	9	850	FL
Redelberta	- 8	A	9	9	7	9	9	—	—	900	LC
Suncrest	- 4	A	9	9	9	10	9	9	4	850	LC
Sullivans Early Elberta	- 4	A	9	9	7	8	8	8	6	900	C
Early Elberta	- 3	A	9	9	8	9	9	9	8	850	LC
Merril 49'er	- 3	A	8	7	7	7	6	6	—	—	LC
Elberta	0	A	9	9	8	9	8	8	7	900	C
Redskin	0	A	9	9	9	9	9	8	9	650	FLC
J.H. Brilliant	0	A	9	9	9	9	9	8	5	750	LC
Dixiland	0	A	9	9	9	9	9	—	7	750	C
Madison	0	A	9	9	8	8	9	—	—	—	FL
J.H. Hale	+ 1	A	10	9	9	10	9	7	8	900	C
Halberta Giant	+ 2	A	10	7	7	8	6	—	—	—	FL
Good Medal	+ 2	A	7	6	7	7	6	—	—	—	FLC
Afterglow	+ 5	A	9	9	7	9	8	7	7	750	C
Alamar	+ 5	A	10	9	9	8	7	—	—	—	FLC
Rio Oso Gem	+ 6	A	10	9	8	10	9	8	7	900	C
Constitution	+ 10	A	9	9	7	8	8	7	7	750	C
Autumn	+ 12	A	9	9	7	8	7	7	8	850	C
Late Elberta	+ 12	A	8	6	5	7	6	6	—	—	—
Krummel	+ 27	A	9	9	7	9	7	7	7	900	C

FUENTE: USDA Handbook 280 por H. W. Fogle et al., 1965.
1 A = Amarillo, B = Blanco
2 F = Familiar, L = Local, C = Comercial.

Características de los cultivares de melocotonero en orden de maduración

El fruto es redondo, grueso y tomentoso, de color verde antes de madurar y amarillo cuando lo hace. Al madurar, desarrolla un agradable perfume muy característico.
El membrillero es natural de las regiones más cálidas del sureste de Europa y de Asia Menor, por lo que requiere climas muy cálidos, aunque resiste las bajas temperaturas. No es conveniente cultivarlo en exposición al norte.

Brote. Detalle de manzano.

Cultivares de ciruelo europeo

Cultivar	Época de Madurez	Necesidad de polinizadores	Forma del fruto	Tamaño del fruto	Hueso libre	Color de la piel[1]	Color de la carne[1]	Uso[2]
Tragedy	Temprana	Sí	Oval	Grande	Sí	A-P	V-Am	F
California Blue	Temprana	No	Oval	Grande	Sí	A	Am	F
Iroquois	Temprana	No	Oval	Mediano	Sí	A	V-Am	FC
Early Italian	Temprana	No	Oval	Mediano	Sí	A	Am	FC
Lombard	Temprana	No	Oval	Grande	Sí	R	Am	F
Queenston	Temprana	—	Oval	Mediano	Sí	A	Am	F
Parsons	Temprana	Sí	Oval	Mediano	Sí	R-A	Ab-Am	FP
Stanley	Media	No	Trasovado	Mediano	Sí	A	Am	FC
Bluefre	Media	No[3]	Oval	Grande	Sí	A	Am	F
Damson	Media	No	Oval	Pequeño	Sí	A	Am	FC
Bluebell	Media	Sí	Oval	Grande	Sí	A	Am	FC
Grand Duke	Media	Sí	Oval	Grande	No	A	Am	F
Agen	Media	No	Trasovado	Mediano	Sí	A	Am	FCP
German	Media	Sí	Oval	Mediano	Sí	A	Am	FCP
Italian	Media	No	Oval	Mediano	Sí	A	Am-Ab	FCP
Imperial	Media	Sí	Oval	Mediano	Sí	A	Am	FP
Brooks	Media	No	Oval	Muy grande	Sí	A	Am	FP
Sugar	Media	No	Oval	Mediano	Sí	A	Am	FP
Sargeant	Media	—	Oval	Mediano	Sí	A	Am	FP
Claudia	Tardía	No	Oval	Mediano	Sí	V-Am	V-Am	FC
President	Tardía	Sí	Oval	Grande	Sí	P	Am	F
Pozegaca	Tardía	—	Oval	Pequeño	—	A	—	I
Standard	Tardía	Sí	Oval	Grande	Sí	A-P	V-Am	F
Vision	Tardía	Sí	Oval	Grande	Sí	A	Am	F
Victoria	Tardía	No	Oval	Mediano	Sí	R	Am	F
Mover Perfecto	Tardía	No	Oval	Grande	Sí	A	Am	FP

1 Am = Amarilla. A = Azul. Ab = Ambar. P = Púrpura. R = Rojo. V = Verde.
2 F = Consumo en fresco. P = Pasificación. C = Conserva. I = Licor.
3 La polinización cruzada puede aumentar el cuajado de frutos en algunas zonas.

Brote. Detalle de almendro







Es poco exigente en cuanto al suelo. Prospera bien en suelos calizos y frescos y a lo largo de las orillas de los cursos de agua.
Se emplea principalmente como patrón enanizante para el peral y también para confituras y mermeladas.
Las principales variedades cultivadas son: De Angers, Naranjo, Rereczky, Campeón, Mamut de Rea, De Metz, Meech, Smyrna, Pineapple, Van Deman.

13.2. FRUTALES DE HUESO

El fruto es una drupa, por lo general con una sola semilla. El género más extenso es el *Prunus*, que incluye almendro, melocotonero, nectarina, ciruelo, cerezo, albaricoquero y muchas otras especies utilizadas sólo como patrones.
La polinización y fecundación del óvulo son necesarias puesto que, a diferencia de los frutales de pepita, los de hueso no desarrollan frutos partenocárpicos.

13.2.1. Almendro

***Prunus amygdalus*. Fam. Rosáceas**

Árbol de hoja caduca, cuyo origen se sitúa en las regiones cálidas del oeste de Asia.
Las hojas son sencillas, lanceoladas y aserradas. Las flores son hermafroditas, de color blanco o rosado.
El fruto es una drupa verde, carnosa, de forma más ovoidal que alargada. Contiene un núcleo leñoso, en el cual se encuentran una o dos almendras provistas de un tegumento pardo y rugoso.
Casi todas las variedades de almendro son autoestériles y, por consiguiente, requieren polinizadores. Teniendo en cuenta que la floración se produce en época fría y húmeda, es importante proveerse de abejas para obtener una buena producción.



Variedades mollares: Princesa, Infausta, Mollar canal, Mollar cartagena, Blanqueta, Mollar fita, Real caracola, Mollar trincheta, Mollar blanca.

Variedades duras: Fanereta, Poleta, Fina del Alto, Planeta, Desmayo, Largueta, Marcona, Pelada.

Es un árbol rústico que tolera las heladas invernales. Le gustan las zonas bien aireadas, no sujetas a escarcha primaveral en la época de floración.
En cuanto al terreno, lo prefiere seco, ligero, pedregoso, profundo y permeable.

13.2.2. Melocotonero

***Prunus persica*. Fam. Rosáceas**

El melocotonero es originario de China. Es un árbol de tamaño pequeño-medio, con una vida relativamente corta, de 20 a 50 años.

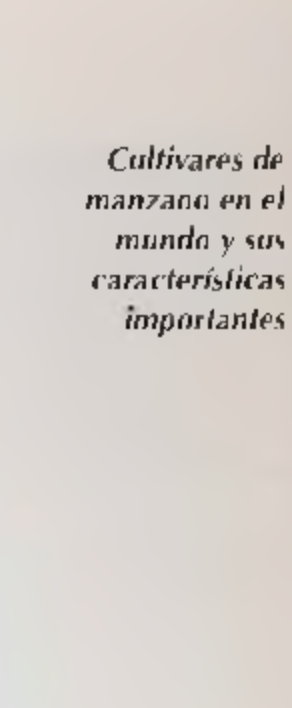
Cultivares de manzano en el mundo y sus características importantes

Cultivar	Número somático de cromosomas	Tamaño del árbol	Días de floración a recolección	Tamaño del fruto	Color del fruto[1]	Uso[2]	Días de almacenamiento máximo	Precocidad[3]	Vecería	Productividad global[3]	Autocompatibilidad
Yellow Transparent	34	P-M	70-100	P	A	C	80	Buena	Sí	Mod.	Parcialmen.
Gravenstein	51	G	110-130	G	RE	F, C	90	Mala	Sí	Mod.	No
James Grieve	—	M	110-130	G	ARE	F	100	Buena	No	Mod.	—
Antonovka	—	M	110-130	M	A	C	100	Buena	Sí	Mod.	—
Wealthy	34	M	120-135	M	R	F, C	80	Buena	Sí	Buena	Parcialmen.
Winter Banana	34	M	150-165	G	AI	C,F	150	Buena	No	Buena	No
Cortland	34	M	125-140	P	R	F, C	150	Buena	No	Buena	Débil
McIntosh	34	M-G	124-145	M	R	F, C	130	Buena	No	Buena	Débil
Cox's Orange Pippin	34	M	130-160	M	LA	F	130	Buena	Mod.	Media	No
Rhode Island Greening	51	G	130-155	M-G	V	C	180	Mala	Mod.	Media	No
Bramley	51	G	135-155	G	V	C	190	Media	Sí	Mod.	Parcialmen.
Ralls	—	M	—	M	R	F	185	Mala	Sí	Media	—
Jonathan	34	M	135-150	P	R	C, F	120	Buena	No	Buena	Débil
Grimes Golden	34	M	140-150	M	A	F, C	120	Buena	Mod.	Buena	Parcialmen.
Golden Delicious	34	M	140-160	M-G	A	F, C	160	M. buena	Sí	M. buena	No
Delicious (y mutaciones)	34	M-G	140-160	M-G	R	F, C	180	Media	Mod.	Media	No
Spur Delicious	34	M	145-165	M-G	R	F, C	180	Buena	Mod.	Buena	No
Boskoop	51	G	145-165	G	VAR	F, C	160	Mala	Mod.	Media	—
Northern Spy	34	G	145-170	G	L	F, C	180	M. mala	Mod.	Mala	No
Mutsu	51	G	145-170	G	VA	F, C	190	Buena	No	Buena	No
York Imperial	34	G	155-175	M-G	R	C	180	Mala	Sí	Media	Parcialmen.
Rome Beauty	34	P-M	160-175	G	R	C	240	M. buena	No	M. buena	Débil
Newtown	34	M	160-175	M	VA	C, F	300	Mala	Sí	Media	Parcialmen.
Winesap	34	M	160-180	P-M	R	C, F	240	Media	Mod.	Mod.	No
Stayman	51	G	160-175	M-G	R	F, C	180	Buena	No	Buena	Débil
Stormer Pippin	—	M	160-175	M-G	VA	F	210	—	—	—	—
Granny Smith	34	G	180-210	M-G	V	F, C	210	Media	No	Buena	—

NOTA: Los guiones indican ausencia de datos.
1 A = Amarillo, L = Lavado, E = Estriado, R = Rojo, V = Verde
2 F = Para comer en fresco, C = Cultivare.
3 M = Muy.



Las hojas son alternas, lanceoladas y aserradas, de color verde claro.
Las flores, que aparecen antes que las hojas, son de color rosa, a veces blanco.
El fruto es esférico, con un surco longitudinal más o menos marcado. La piel es glabra o pubescente, de color verde o amarillo. La pulpa es suculenta y perfumada, de color blanco, amarillo o rojizo.
El hueso es alargado, duro, con surcos sinuosos muy marcados, y en el interior está la semilla.
La mayoría de los melocotoneros cultivados son variedades autofértiles. Entre las autoestériles encontramos *Halberta, Candoka, Alamar* y *Mikado*.
La nectarina es simplemente un melocotón con genes recesivos que dan lugar a frutos sin vellosidad, es decir glabros.
El melocotonero es un frutal sensible al clima. Requiere mucho calor y abundante luz para madurar y colorear sus frutos. Los cambios bruscos de temperatura en primavera, así como las escarchas y las corrientes de aire frío, perjudican seriamente la floración. También le perjudican las rápidas alternativas de humedad y sol, las lluvias prolongadas y las heladas tardías.
La mejor colocación es en valles bien ventilados, no sujetos a escarchas y resguardados de los vientos.
En cuanto al terreno, requiere suelos arenosos, silíceos-calcáreos, profundos y, sobre todo, frescos y ligeros.



Melocotón

13.2.3. Albaricoquero

***Prunus armeniaca*. Fam. Rosáceas**

El albaricoquero en un árbol originario de China.
Las hojas son ovales, algo acorazonadas, irregularmente dentadas, lisas, brillantes, de color verde oscuro en el haz y más pálido en el envés.
Las flores son grandes y solitarias, de color blanco o rosa, y aparecen en primavera. El fruto es globoso, con una costilla gruesa asurcada. La piel es más o menos anaranjada, recubierta por una finísima pubescencia. La pulpa es jugosa y perfumada.
Las variedades cultivadas más conocidas son: Alejandrino amarillo, Alejandrino lustroso, Romano, Liabaud, Luizet, Nancy, Real, De Tours, Boncarande, Común del Lac, Temprano de Cerdeña.
Para producir fruto, el albaricoquero necesita aire, calor y luz en abundancia. En los valles no florece apenas, y se desarrolla mejor en las alturas, aunque sean secas y batidas por el viento. Aun así, si está resguardado, aumenta la producción.
En cuanto al terreno, requiere suelos ligeros, cálidos, permeables, arenosos, pedregosos y poco fértiles.



Cereza



13.2.4. Cerezo

***Prunus avium* o Cerezo dulce. Fam. Rosáceas**

Árbol de gran altura originario de los bosques de Eu-

ropa. Las hojas son grandes, alternas, ovales, doblemente dentadas y de color verde intenso.
Las flores son grandes, olorosas, de color blanco o rosado.
El fruto es una drupa globosa acorazonada, de color rojo con pulpa dulce y jugosa.
Las variedades cultivadas son: Cristobalina, Temprana de Sol, Garrafal burlat, Garrafal Moreau, Corazón de palomo, Van, Wing, Garrafal Napoleón, Picota.

Derecha: Avellano, frutos.

Castaño. Detalle frutos.



Características de los cultivares de cereza

Cultivar	Fecha de floración[2]	Necesidad de polinizadores	Grupo de incompatibilidad[3]	Tamaño del fruto	Color del fruto[4]	Tendencia al agrietado	Consistencia de la pulpa[5]	Sabor[5]	Uso[6]
	Muy tempranos								
Seneca	M	Sí	10	P	N	Baja	D	D	F
Vista	P	Sí	11	M	N	Baja	B	B	F
Burlat Precoz[1]	M	Sí	—	G	N-R	Alta	B	B	FE
Early Purple	M	Sí	—	M	N	Alta	M	M	FEC
Bigarreau de Schrecken	T	Sí	—	M	N	Alta	B	B	FFC
	Tempranos								
Black Tartarian	M	Sí	1	P-M	N	Baja	D	M	F
Viva	—	Sí	4	M	N-R	Muy baja	M	B	F
Vega	M	Sí	12	G	B	Media	MB	M	CE
Venus	P	Sí	2	M	N	Alta	B	B	FF
Chinook	P	Sí	9	G	N	Alta	B	B	FF
Corum[1]	P	Sí	—	G	B	Media	M B	B	CFE
Nona[1]	M	Sí	—	G	N	—	—	—	—
Macmar	M	Sí	—	G	B	Alta	B	B	CFE
Knight's Early Black	T	Sí	1	M	N	Alta	B	M	ECF
Beda[1]	MN-T	Sí	—	G	B	—	B	M	CE
Lapins[1]	M	Sí	—	M	N	—	D	M	F
	Media estación								
Merton Bigarreau	M	Sí	2	G	N	Baja	B	B	FEC
Bing	M	Sí	2	G	N	Alta	MB	MB	FE
Rainier	M	Sí	9	G	B	Media	B	B	FE
Napoleón	M	Sí	3	G	B	Media	B	B	CEF
Sam[1]	T	Sí	—	M	N	Baja	—	B	FE
Sue	M	Sí	4	G	B	Alta	MB	B	CEF
Schmidt	M	Sí	8	M	N	Baja	B	B	FE
Vernon	T	Sí	3	G	N	Baja	B	B	CEF
Vic	M	Sí	13	M	N	—	B	B	EC
Stella[1]	M	No	—	G	N	Media	M	M	F
Emperor Francis	—	Sí	3	M	B-R	Baja	B	B	—
Bonvessa	M	Sí	—	G	B	—	B	M	CF
	Tardías								
Windsor	T	Sí	2	M	N R	Baja	B	B	C
Gold	—	Sí	6	P	Am	Muy baja	B	M	C
Lamida	T	Sí	—	G	N	Media	B	M	FEC
Spalding	T	Sí	—	M	N	Media	B	B	F
Van	M	Sí	2	G	N	Media	MB	B	FEC
Jubilee[1]	M	Sí	—	G	N	Baja	M	B	FE
Hudson	M	Sí	9	M	R-N	Baja	MB	B	FC
Ulster	M	Sí	13	M	N	Baja	B	B	FE
Hedelfingen	M	Sí	7	G	N	baja	B	B	FEC
Lambert	T	Sí	3	G	N	Alta	B	B	FE
Black Republican	P	Sí	—	M	N	Alta	MB	B	FE

1 Cultivar compatible con Bing, Lambert y Napoleón.
2 M = Media estación, P = Precoz, T = Tardía
3 Los cultivares con el mismo número son inter-incompatibles y no pueden polinizarse mutuamente.
4 B = Blanco, N = Negro, R = Rojo, Am = Amarillo.
5 D = Deficiente, M = Media, B = Buena, MB = Muy buena
6 F = Consumo en fresco, E = Conserva, C = Confitería



Existe otra especie, el *Prunus cerasus* o Guindo. Es un árbol de menor tamaño que el cerezo común. Su fruto es rojo, con piel que se separa de la pulpa, jugoso y de sabor acidulce.
El cerezo es, en general, poco sensible a las variaciones de temperatura, por lo que se adapta bien a diferentes climatologías.
Es resistente a los vientos. Necesita lugares aireados y luminosos.
En cuanto al terreno, es poco exigente y se puede cultivar en suelos calizos, pedregosos y arenosos. Le perjudican los terrenos excesivamente húmedos o impermeables.

13.2.5. Ciruelo

***Prunus domestica.* Fam. Rosáceas**

El ciruelo es un árbol de tamaño mediano, originario de Anatolia y Persia.
Las hojas son oblongas, aserradas, lisas en el haz y pubescentes en el envés. Las flores son solitarias, de color blanco.
El fruto es una drupa asurcada, redonda u oval, glabra, generalmente con piel cérea. Su color puede ser amarillo, rojo o violáceo.
Existen otras dos especies cercanas:
• Ciruelo japonés. *Prunus salicina.* Su fruto es de forma cónica o acorazonada, con un mucrón más puntiagudo que en otras especies. Se consume principalmente en fresco. Las variedades cultivadas son: Rosa, El Dorado, Duarte, Ana, Sinka.
• Endrino. *Prunus spinosa*. Espinoso con fruto globoso y ácido.
En general, el ciruelo es un árbol de clima cálido, aunque existen variedades resistentes al frío. Le perjudican la humedad y las escarchas en primavera durante la floración.
Es el frutal menos exigente en cuanto a las características del suelo. Todos los terrenos le van bien, siempre que no sean excesivamente arcillosos o húmedos.

13.2.6. Olivo

***Olea europaea*. Fam. Oleáceas**

El olivo es un árbol oriundo de Asia Menor. Comprende dos subespecies: el olivo silvestre o acebuche, y el doméstico, siendo éste último el cultivado.
El olivo se caracteriza por su gran rusticidad y longevidad, pudiendo alcanzar un gran desarrollo.
Las hojas son persistentes, sencillas, enteras, ovales, lanceoladas y acabadas en una punta afilada. Son de color verde oscuro en el haz y plateadas en el envés por la presencia de pelos.
Las flores son pequeñas, de color blanco-amarillento, agrupadas en racimos largos.
El fruto, o aceituna, es una drupa oval, carnosa y rica en lípidos. Su color es verde suave y pasa a violeta, rojo y negro durante la maduración. En su interior se encuentra un hueso que protege la semilla.
Variedades de aceite más cultivadas: Picual, Hojiblanca, Arbequina, Cornicabra, Verdial real, Negral, Empeltre.
Variedades de mesa más cultivadas: Manzanilla, Gordal y Sevillana.
El olivo está asociado a la zona del clima mediterráneo, que se caracteriza por inviernos suaves y veranos cálidos, casi sin lluvias.
El frío no es conveniente para el olivo. Las heladas pueden ser peligrosas, sobre todo durante la floración. Por el contrario, soporta bien las temperaturas elevadas del verano. De todas formas, necesita un reposo vegetativo invernal para poder florecer y fructificar.
En cuanto al suelo, requiere terrenos profundos, fértiles, permeables y frescos.

13.3. FRUTOS SECOS

13.3.1. Nogal

***Juglans regia*. Fam. Juglandáceas**

Árbol vigoroso, de hoja caduca, procedente de Persia.
Las hojas son alternas, grandes, glabras, aserradas o enteras, de color verde opaco y olor agudo.
Las flores son monoicas. Las masculinas se encuentran en amentos sobre brotes del año anterior. Las flores femeninas se agrupan en racimos terminales encima de los ramos del año.
El fruto es una gran drupa llamada nuez, que tiene unos gruesos tabiques con 2 a 4 celdas incompletas.
Las especies de Juglans pueden hibridarse entre sí cuando son cultivadas en un mismo lugar. Todas las especies del género Juglans son comestibles, pero *Juglans regia* (nogal común o nogal europeo) es la más importante, mientras que *Juglans nigra* (nogal negro del Este americano) tiene poca importancia en este sentido, aunque es apreciada su madera.
Principales cultivares: Franquette, Eureka, Placentia, Grenoble, Mayette, Parisina, Bárbara, Concord.



Pino piñonero

La mayoría de los nogales comunes son autoestériles, pero muchos cultivares desprenden su polen antes de la apertura de las flores femeninas, lo que hace necesaria la presencia de cultivares polinizadores en la plantación.
Es sensible tanto a las altas como a las bajas temperaturas, resultándole dañinas las heladas primaverales. Le gustan las localidades montañosas o gargantas de colinas, y si crece aislado, se desarrolla robusto y vigoroso.
En cuanto al terreno, es un árbol delicado que requiere suelos calizos, permeables, profundos y frescos, siéndole el agua estancada perjudicial.

13.3.2. Avellano

***Corylus avellana*. Fam. Betuláceas**

Arbusto de hoja caduca, originario de Asia Menor. Las hojas son ovales, doblemente aserradas, rugosas, grandes, con pelos en el envés y de color verde amarillento.
El avellano es monoico, por lo que en una misma planta existen flores masculinas y femeninas. La flor masculina es un amento amarillo colgante. Las flores femeninas están envueltas en un cáliz persistente peloso llamada cúpula.
El fruto es una nuez globosa y ovoide, con pericarpio leñoso o cáscara, rodeado por un involucro de hojas y agrupado en racimos al final de los brotes. La avellana es casi redonda, con un ápice primero verde y pubescente, y luego de color rojizo.



Nogal: Frutos

Características de las variedades de almendras

Cultivar	Almendra (% del total de la nuez)	Forma	Tamaño	Como polinizador de Barcelona	Productividad	Almendra
Barcelona	43	Redonda	M-G	—	Moderada	Lisa
Davíana	52	Oval	M	M-B	Débil	Lisa
DuChilly	44	Alargada	G	B	Alta	Arrugada
White Aveline	50	Oval-plana	P	M-B	Moderada	Lisa
Montebello	42	Redonda	M	Nulo	Moderada	Lisa
Brixnut	42	Redonda	G-M	Nulo	Alta	Algo arrugada
Hall's Giant	46	Redonda	M	B	Moderada	Algo rugosa
Royal	Baja	Oval	G	Malo	Moderada	Algo rugosa
Nooksack	43	Alargada	M	Malo	Moderada	Rugosa

Las flores aparecen antes que las hojas, a principios de primavera, madurando los frutos en otoño. Los avellanos son autoestériles, por lo que deben plantarse polinizadores en una relación de un polinizador por 14 árboles productivos.
La variedad española más importante es la Negreta. Otras variedades son: Piñolenca, Gironella, Grifoll, Morell, Tereneta, Grossal, Ribet, Baccilara, Panuttara, Imperial de Trebisonda, Gigante Cob, Ana.
Es natural de los climas templados y requiere exposiciones aireadas. Cierto grado de humedad junto a una temperatura elevada favorece la fructificación y el desarrollo de la avellana. En cuanto al terreno, prefiere los suelos profundos, frescos, blandos y permeables.

13.3.3. Pistacho

***Pistacia vera.* Fam. Anacardiáceas**

Árbol dioico de pequeño tamaño, originario de Siria.
Las hojas son alternas, sencillas, trifoliadas o pinnadas, más pequeñas y oscuras en el árbol masculino.
Las flores son pequeñas, unisexuales, de color púrpura.
El pistacho resiste la sequía estival y prefiere las exposiciones soleadas. Es resistente también a las bajas temperaturas, aunque las flores se hielan a -2°C.
El fruto es una drupa seca, ovoide, alargada, dividida en dos valvas iguales.



Brotes de hojas de un madroño

El pistacho es un miembro de la familia de los anacardos, de la que también forman parte el terebinto, el lentisco y el mango.
Debido a que se trata de un árbol dioico, deben plantarse en la proporción de 1 por cada 6 productores. Son especies anemófilas, y los árboles masculinos producen grandes cantidades de polen, generalmente antes de que los pistilos femeninos sean receptivos. Una nueva técnica para solucionarlo es recolectarlo, almacenarlo y dispersarlo cuando las flores femeninas sean receptivas.

13.3.4. Castaño

***Castanea sativa.* Fam. Fagáceas**

Árbol de gran tamaño y hoja caduca, originario de la región mediterránea. Las hojas son simples, en dos filas, aserradas, con numerosos nervios paralelos, y glabras en ambas caras. Las flores son monoicas. Las flores masculinas en amentos son de color amarillo paja. Las flores femeninas se encuentran próximas a los amentos.
Las castañas son grandes, de forma ovoide, marrones, con una gran cicatriz pálida en la base, agrupadas de 1 a 3, rara vez de 5 o 7, en un involucro erizado, que se abre en la madurez en 4 valvas o divisiones.
Las castañas frescas contienen alrededor de un 50% de hidratos de carbono y pueden ser almacenadas a 4,4°C durante 8 semanas en este estado, siempre que no tengan mohos. Una hora en agua a 68°C elimina los mohos sin dañar la castaña.
Las castañas pueden almacenarse a 4,5°C durante 1 año, si se desecan hasta un 10% de humedad.
Las castañas secas y duras (pilongas) son rehidratadas por remojo o con vapor durante media hora antes de ser utilizadas. A diferencia de la mayoría de los demás frutos secos, la castaña tiene un bajo contenido en aceite y un alto contenido en almidón. Se cuecen o asan para hacerlas más digestivas.
Es un árbol de clima templado, por lo que no tolera los calores fuertes y las sequías persistentes. La escarcha y las heladas prolongadas le perjudican seriamente.
En cuanto a suelos, prefiere los terrenos sueltos, frescos, profundos y ricos en materia orgánica. Es, además, un árbol eminentemente calcífugo, por lo que se aconseja que el suelo no supere el 1% de carbonato de calcio.

13.3.5. Garrofero

***Ceratonia siliqua.* Fam. Leguminosas**

Árbol procedente de Siria, de mediano tamaño.
Las hojas son compuestas, redondas y coráceas, de color verde oscuro brillante.
Las flores son pequeñas y rojizas, dispuestas en racimos.
El fruto es una silicua dura de 10 a 20 cm de largo por 2 a 3 cm de ancho, y en su interior está la legumbre.
Es de clima marítimo cálido, perjudicándole las bajas temperaturas. En cuanto a terrenos, prefiere aquellos rocosos y calcáreos, sin prosperar en los arcillosos y húmedos.

13.3.6. Pino piñonero

***Pinus pinea.* Fam. Pináceas**

El pino piñonero es un árbol de gran tamaño, característico por su copa en forma de parasol.
Las hojas son lineales, rígidas, de hasta 15 cm de longitud por 1 mm de ancho, de color verde claro.
Las flores masculinas son amentos de 10 mm de largo, de color amarillo.
Las flores femeninas son amentos ovales, de color verde-rojizos, de 8-10 cm de ancho por 10-15 cm de largo.



Viñedo

El fruto es una piña o cono, de color rojo a pardo, formado por escamas leñosas. Cada escama lleva en su cara interna 2 semillas o piñones. Éstos, a su vez, poseen una cáscara dura de color pardo.
El pino piñonero se encuentra en la región litoral. Es de clima cálido o templado. Su exposición debe ser soleada, siendo sensible a las heladas y a los cambios bruscos de temperatura.
En cuanto al suelo, lo prefiere suelto, húmedo y profundo.

13.4. FRUTOS PEQUEÑOS

13.4.1. Frambuesa

***Rubus*. Fam. Rosáceas**

Arbusto de hoja caduca o perenne, que crece en lugares pedregosos de montaña.
Los tallos son erectos o rastreros. En su mayor parte es espinoso, y generalmente de vida corta.
Las hojas son alternas, sencillas, ovales y aserradas, con raquis.
Las flores son pequeñas, blancas o rosadas, en racimo terminal.
El fruto está formado por un agregado de muchas drupeolas.

Diferentes tipos:
- *Rubus idaeus* (roja)
- *Rubus occidentalis* (negra)
- *Rubus ursinus* (zarzamora)

Es una planta que vive mejor en climas templados que cálidos. No tolera el calor excesivo. En cuanto a suelos, los prefiere profundos, frescos y fértiles, que se calienten bien.

13.4.2. Arándano o Mirtillo

***Vaccinium*. Fam. Ericáceas**

Arbusto de bosques y prados montañosos. Las hojas son alternas, enteras o aserradas, de color verde intenso. Las flores son solitarias, de color blanco. El fruto es una baya redonda, de sabor dulce, con varias semillas, y coronada por los lóbulos persistentes del cáliz.
Se cultivan varias especies de mirtillo:

- Arándano rojo - *Vaccinium macrocarpum*.
Especie norteamericana, muy productiva, que requiere terrenos libres y soleados.
- Arándano azul - *Vaccinium myrtillus*.
Es el más conocido por sus frutos. Lo encontramos en las montañas, bajo la sombra de grandes árboles como pinos, abetos, hayas, en terrenos arenosos y sueltos.

Fruto de la grosella blanca, roja y negra



13.4.3 Grosellero

***Ribes*. Fam. Grosulariáceas**

Arbustos inermes, pero algunas veces con espinas y cerdas estipulares, hojas palmeadas, pequeñas, aserradas, lisas en el haz y tomentosas en el envés.
Las flores son pequeñas, en racimos. El fruto lleva el cáliz persistente de las flores, y puede ser rojo, blanco, amarillo o negro.
Existen 4 especies de *Ribes* con frutos comestibles:
- *Ribes sativum*
- *Ribes común* o *Ribes rubrum* (rojo)
- *Ribes negro, Ribes nigrum* o *casis* (negro)
El grosellero negro es susceptible al mildium y a la raya del pino blanco, lo cual es lamentable, dado que su contenido en vitamina C es más alto que el de la mayoría de los demás frutos, por lo que se utiliza como fuente de esa vitamina en Europa.
El mejor cultivar blanco es el Imperial blanco.
- *Ribes espinoso* o *Ribes grossularia*
Arbusto de hasta 1 m, ramas algunas veces con fuertes espinas que pueden tener 1 cm de largo, y la mayoría con tres puntas.
Las hojas son acorazadas o cuneiformes, de 3 a 5 lóbulos, de forma obtusa y con dientes festonados glabros o pubescentes.
Las flores pueden ser solitarias o en grupo de dos, y de color verdoso El fruto es de forma globosa o ovoide, de textura lisa o pubescente, y de color rojo, amarillo o verde.
El grosellero es muy rústico, de clima templado y exposiciones semiumbrías. Prefiere los suelos ligeros, poco frescos y calizos.



Frambuesa

13.4.4. Madroño

***Arbutus unedo*. Fam. Ericáceas**

Arbusto de hojas alternas ovales, coriáceas, de color verde oscuro brillante. Posee peciolos cortos y rojizos.
Las flores, en forma de campanita, son blancas, y los frutos son bayas globosas, de color rojo en su madurez.
Es un arbusto muy extendido en la cuenca mediterránea. Vive en lugares áridos y secos de zonas cálidas.

13.4.5. Vid

***Vitis vinifera*. Fam. Vitáceas**

La vid es la especie de hoja caduca más extensamente cultivada. Es originaria de las regiones meridionales del mar Caspio.

Resumen de características varietales en higueras partenocárpicas españolas

La vid es un arbusto sarmentoso, trepador gracias a unos zarcillos que lo fijan. Si la vid se cultiva, baja el tronco que se llama *cepa,* y las ramas del año, que son las únicas capaces de producir brotes fructíferos, se llaman *sarmientos.*
Las hojas son simples y dentadas.
Las flores, en racimos, son pequeñas y verdosas. El fruto es una baya carnosa, suculenta, con 2 a 4 semillas.
- *Variedades aptas para elaborar vino*: Palomino, Moscatel, Pedro Ximénez, Listar, Garrido, Garnacha, Ribote, Miguel del Arco, Batista, Gorgollosa, Vinater, Malvasía, Albillo, Negramoll, Tintilla, Vermepuela, Forastera, Albarín, Negrín, Verdeja, Blanquilla, Doradilla, Tempranilla, Picapoll, Xarel·lo, Macabeo, Parellada.
- *Variedades aptas para la mesa*: Albillo, Chasselas dorado, Batillero de Beyruth, Italia, Moscatel, Rosaki, Jaime, Sultanina, Tefa de Vaca, Valencia.
La mejor uva se obtiene en climas cálidos y secos. Es sensible a los descensos rápidos de temperatura, a los vientos fríos del norte y a las lluvias prolongadas.

Variedad	Producción	Fecha de recolección	Color del fruto	Orientación productiva	Pulpa	Tamaño del fruto
Blanca de Maella	Higos	Septiembre-octubre	Verde	Fresco y seco	Muy dulce	Grueso
Colar	Brevas-higos	Junio/julio y agosto/septiembre	Muy negro y rayado	Fresco	Muy dulce	Muy grueso
Coira	Brevas-higos	Mediados junio y agosto/septiembre	Negro y cuello rojizo	Fresco	Dulce	Medio
Blanca temprana	Brevas-higos	Junio y agosto	Verde claro	Fresco y seco	Dulce	Muy grueso
Ñoral	Brevas-higos	Junio/julio y agosto/septiembre	Blanco verdoso	Fresco	Dulce	Medio
Verdal	Higos	Octubre/noviembre	Verde	Fresco	Muy dulce	Grueso
Moscatel	Brevas-higos	Agosto y octubre	Verde claro	Fresco y seco	Muy dulce	Medio
Hoja ancha o Foraccha	Brevas-higos	Junio y agosto	Negro-violeta y rayado	Fresco	Muy dulce	Grueso
Blanca	Higos	Septiembre	Verde pálido-blanco	Fresco y seco	Dulce	Grueso
Piel de toro	Higos	Septiembre/octubre	Negro	Fresco	Dulce	Grueso
Pajareros	Brevas-higos	Junio y agosto	Verde-amarillo	Fresco	Dulce	Medio
Napolitana negra	Brevas-higos	Junio y septiembre	Negro-violeta	Fresco	Muy dulce	Muy grueso
Burjasot	Higos	Septiembre	Verde	Fresco y seco	Muy dulce y fina	Grueso
Cuello de dama	Higos	Octubre	Negro	Fresco	Muy dulce	Grueso
Perolasos	Brevas-higos	Mediados junio y agosto/septiembre	Negro-azulado	Fresco	Dulce	Medio
Parejal	Brevas-higos	Junio y agosto	Negro	Fresco	Dulce	Grueso
Higos dátiles	Higos	Agosto/septiembre	Blanco-verdoso	Fresco y seco	Muy dulce	Medio
Rosa blanca	Brevas-higos	Junio y agosto	Negro-rojizo	Fresco	Muy dulce	Medio
Rojisca	Brevas-higos	Junio y agosto/septiembre	Negro y caldera	Fresco	Dulce	Pequeño
Bordisot negro	Brevas-higos	Final junio y septiembre	Negro	Fresco y seco	Dulce	Medio
Negra de Valencia y Murcia	Higos	Septiembre/octubre	Negro	Fresco	Muy dulce	Medio
Común o del País	Brevas-higos	Primeros junio y agosto	Negro rayado	Fresco	Muy dulce	Medio
Pacueca o Lampaga	Brevas-higos	Junio y agosto	Negro-verde-violeta	Fresco	Dulce	Grueso



Rama de higuera con fruto

En cuanto al terreno, la vid es poco exigente. Prefiere suelos ligeros, permeables, silíceos o pedregosos, poco húmedos, que se sequen fácilmente y que se calienten pronto.

13.5. FRUTOS COMPUESTOS

13.5.1. Morera

***Morus*. Fam. Moráceas**

Árboles dioicos, de hoja caduca y sin espinas. Las hojas son enteras, dentadas, muy ásperas al tacto y de color verde intenso.
El fruto es un aquenio ovoide comprimido, de color rojo, rosado, blanco o negruzco brillante (mora), superficialmente parecido a la zarzamora.
El fruto es dulce y sabroso, pero demasiado tierno y sensible al manejo. Presenta capas de abscisión débiles, cayéndose a menudo al tocarlo, incluso sin estar maduro. La mayoría de las moreras son dioicas, por lo que los árboles macho pueden cultivarse como ornamentales.



Detalle de las hojas y floración del naranjo amargo

Existen dos especies importantes:
• *Morus alba*, cultivada por sus hojas para alimentar a los gusanos de seda. Originario de Asia Central.
• *Morus nigra*, cultivada por su fruto comestible. Procedente de Persia.

El clima idóneo para su cultivo es templado y subtropical. Se evitará la colocación en sitios bajos, húmedos y expuestos a las escarchas o heladas tardías. Los mejores lugares son aquéllos resguardados, con suelos profundos, sueltos, permeables y fáciles de calentar.

13.5.2. Higuera

***Ficus carica*. Fam. Moráceas**

La higuera procede del oeste de Asia. Cuando es silvestre, este árbol permanece en estado de arbusto. Crece rápidamente y sus raíces tienen un gran poder de penetración.
Las hojas son grandes, divididas en 3 o 5 lóbulos, acorazonadas en la base. Tienen nerviaciones palmeadas, son ásperas en el haz y con pelos fuertes en el envés.
Las flores de la higuera suelen producir polen, pero muchos cultivares producen frutos partenocarpios.
El higo no es un simple fruto, sino un receptáculo floral engrosado y hueco, que contiene en su cavidad un gran número de flores.
Este receptáculo puede ser de color verdoso o violeta pardusco, siendo la parte comestible su interior, formado por una cantidad de drupas de pulpa blanda, jugosa y azucarada.
Los higos se forman en diversos períodos del año:
• *La breva* se desarrolla en primavera y constituye la primera cosecha.
• *El higo* propiamente dicho se forma en verano-otoño y constituye la segunda cosecha, más dulce y perfumada que la primera.
Variedades conocidas de higuera: Blanca, Brianzolo, Violada blanca, Violada negra, Corazón, Datto, Del Áhate, Dottato, Gentil, Granado, Mónaco, Celeste, Paraíso, Reina, Breva negra, Esmirna, Magnolia, Cuello de Dama.
En los climas cálidos, la producción es abundante y los higos son más dulces y fáciles de conservar.
Las lluvias de otoño son muy perjudiciales y necesita exposiciones aireadas.
En cuanto a suelos, vegeta bien en todos los terrenos, menos los arcillosos. Prefiere los suelos profundos y permeables.

13.6. CÍTRICOS

En general, estos árboles son originarios del Asia meridional y pertenecen todos al género botánico *Citrus* de la familia de las Rutáceas.
Una característica de este género es la presencia, en todos los órganos de la planta, de un aceite esencial que le da un olor característico. Las hojas están dispuestas en espiral y son simples, con forma elíptica.
Las flores son regulares, de color blanco o rosado, y aparecen en primavera y en otoño, aunque en las especies reflorecientes es difícil fijar la época.
El fruto es una baya con 7 a 12 celdas llamadas *gajos*. Cada una de las celdas contiene una o varias semillas. El fruto madura a partir de noviembre.

	Mínima	Óptima	Máxima
Naranjo dulce	12-14	23-24	36-39
Naranjo amargo	12,8	23-26	38-39
Lima	17,6	34	35,6
Pomelo	17	31-34	43-44

Arriba: Exigencias de temperatura para algunos cítricos

El árbol fructifica pasados 5-6 años de su plantación. Los cítricos requieren un clima cálido-templado, húmedo y libre de vientos. Son sensibles a las bajas temperaturas y prefieren los suelos fértiles, profundos y permeables.

Las especies más cultivadas son:

- *Citrus aurantium* o naranjo amargo
- *Citrus sinensis* o naranjo dulce
- *Citrus deliciosa* o mandarina
- *Citrus paradisi* o pomelo
- *Citrus limón* o limonero
- *Citrus aurantiifolia* o lima

Naranja dulce





13.6.1. Naranjo amargo

Por lo general, es más pequeño que el naranjo dulce. El fruto es semejante pero la pulpa contiene un jugo ácido que lo hace amargo. Dentro del género *Citrus*, es el más resistente al frío y el más empleado como patrón.

13.6.2. Naranjo dulce

Árbol espinoso de peciolos alados. Su fruto es redondo, de color amarillo-anaranjado con la piel provista de vejigas convexas. La pulpa es jugosa, dulce y azucarada.

Variedades más cultivadas: Valencia, Navelina, Salustiana, Común, Castellana, Doblefina, Entrefina, Berna, Sanguinelli, Washington, Thomson, Moro.

Kaki



13.6.3. Mandarina

El fruto es pequeño, redondo y aplastado, de color rojo-anaranjado.

Es más rústico y productivo que el naranjo común, aunque de vida más corta.

Variedades mas cultivadas: Satsuma, Clementina.

13.6.4. Pomelo

Es menos rústico que el naranjo. Los frutos son grandes, redondos, de color amarillo pálido. La pulpa es verdosa y esponjosa, con jugo azucarado casi amargo.

Variedades cultivadas: Duncan, Ruby, Shambar.

13.6.5. Limonero

El fruto es ovoidal, con la corteza amarillo-verdosa o amarillo claro, lisa o rugosa. Es rico en pulpa, con jugo aromático y ácido.

Variedades cultivadas: Fino, Verna, Eureka, Verdelli, Monachello, Feminello, Lisbon.

13.6.6. Lima

Fruto grande con piel lisa, de color verde-amarillo.

Variedades: Key, Mexicano.

13.7. FRUTOS EXÓTICOS

13.7.1. Kaki

***Diospyros*. Fam. Ebenáceas**

Árbol originario de China y Japón.

Las hojas son grandes, de color verde, y se vuelven rojizas antes de caer en otoño. Las flores femeninas son solitarias y las masculinas en cimas.

El fruto es una baya grande y jugosa, generalmente acompañada por el cáliz alargado en la base. La pulpa es blanda, jugosa y muy dulce, de color anaranjado.

Las especies importantes por su fruto son:

- *D. virginiana*. Americana de frutos apenas aceptables.
- *D. lotus*. Conocido como *palosanto*. Procedente de Asia.
- *D. kaki*. Procedente de China. Es la mejor de las especies comestibles. Es el más utilizado como patrón por sus frutos.





A la izquierda: Plataneros

A la derecha: Palmera con dátiles

La polinización es por insectos, que pueden acarrear polen desde un árbol con flores masculinas a varios cientos de metros de distancia. Algunos cultivares producen frutos partenocárpicos si no hay una fuente local de polen.
Es un árbol de clima cálido, aunque puede vivir bien en climas templados siempre que no esté situado en zonas húmedas. Es muy resistente a la sequía. En cuanto al suelo, lo prefiere profundo, fresco, arcilloso y suelto.

13.7.2. Chirimoyo

***Annona cherimola*. Fam. Anonáceas**

El chirimoyo es un árbol de pequeño tamaño originario del Perú.
Las hojas son ovales, enteras, ligeramente aromáticas y de color verde intenso.
Las flores son blancas, de olor agradable, y aparecen en verano.
En verano, el fruto es grande como una pera, con la superficie escamosa de un color verde que se vuelve gris cuando madura.
La pulpa es mantecosa, jugosa, de sabor dulce y perfumado.
El cultivo del chirimoyo requiere una zona cálida y un terreno fresco e irrigable.

13.7.3. Platanero

***Musa*. Fam. Musáceas**

El platanero es una planta herbácea perenne pues si bien, tras la fructificación, sus partes aéreas mueren, éstas son reemplazadas por los nuevos retoños que crecen desde su base. El verdadero tallo de la planta es un órgano subterráneo que sólo sobresale del suelo en la época de floración.
Las hojas son de grandes dimensiones y, cuando son viejas, se rompen por la acción del viento.
Las flores amarillas aparecen en un racimo colgante bastante complejo de hasta 2 m de largo, reunidas en brácteas. El racimo se denomina *mano*, mientras que el conjunto total se llama *régimen*.
El régimen puede llevar de 3 a 4 manos y, en variedades muy fructíferas, hasta 12.
El fruto es al principio verde, pasando a amarillo con la madurez.
Se cultivan principalmente 3 especies:
• *Musa paradisiaca*. De frutos gruesos.
• *Musa cavendishii*. De fruto alargado. Es el que se cultiva por todo el litoral mediterráneo e islas atlánticas.
• *Musa sapientium*. De fruto pequeño. Cultivado en Guinea.
Necesita un clima cálido, con una humedad constante en el aire.
En cuanto al suelo, lo prefiere rico en potasa, calizo, que no retenga el agua durante el invierno.

13.7.4. Palmera de dátiles

***Phoenix dactylifera*. Fam. Palmáceas**

Los cultivos más importantes se encuentran en el valle del Nilo, en Arabia y en Persia.
La palmera puede alcanzar los 20 m de altura. Es una planta dioica, por lo que hay pies con flores masculinas y pies con flores femeninas. Las flores femeninas están situadas en un gran haz de panojas colgantes llamado *régimen*.
El fruto es una drupa de color amarillo o pardo, en cuyo interior hay un único hueso alargado.
El clima propicio para su cultivo es de temperaturas elevadas y aire seco, sobre todo en la época comprendida entre la floración y la maduración del dátil. En cuanto al terreno, requiere suelos con humedad constante, frescos, profundos, sueltos y fértiles.



Aguacate

13.7.5. Aguacate

***Persea americana*. Fam. Lauráceas**

Es un árbol de rápido crecimiento originario de la América tropical.
Las hojas son persistentes, enteras, ovales, coriáceas, de color verde oscuro.
Las flores son pequeñas, agrupadas en panículas terminales. Los frutos son drupas globosas más o menos alargadas con forma de pera, y de color verde intenso o púrpura.
La pulpa, de alto valor calórico, es consistente, mantecosa, de fino sabor, y encierra un solo hueso redondo y duro.
Variedades cultivadas: Bacon, Zutano, Fuerte, Pinkerton, Hass, Reed.
Necesita una situación cálida y resguardada de los vientos. Tiene amplia adaptación a la pluviometría. Prefiere un terreno profundo y fértil, con riegos frecuentes durante el verano.

Lima



Limón

13.7.6. Guayabo

***Psidium guajava*. Fam. Mirtáceas**

Originario de América central. Puede alcanzar los 6 m de altura.
Las hojas son opuestas, enteras, ovales, gruesas, de color verde con poros transparentes.
Las flores son solitarias, de color blanco o rosado. El fruto es una baya amarilla o roja, muy olorosa. La pulpa es suculenta, perfumada, azucarada y acídula.
Es un árbol muy rústico, pero donde mejor vive es en las zonas cálidas de lluvias moderadas. En cuanto al terreno, lo prefiere suelto, cálido y fértil.

13.7.7. Kiwi

***Actinidia chinensis*. Fam. Actinidiáceas**

El kiwi es un arbusto trepador originario de China.
Las hojas son caducas, amplias, simples, con una ligera capa de vellosidad.
Es un arbusto dioico, por lo que presenta dos pies con flores masculinas y femeninas. Las flores son de color blanco crema, grandes y muy parecidas entre ambos pies, siendo algo más grandes las femeninas.
El fruto es una baya oval y alargada, de color pardo-verdoso, recubierta por una pelusa de color marrón, corta pero abundante.
La pulpa es de color verde esmeralda y tiene un alto valor dietético.



Guayabo



Papaya. Detalle de los frutos y árbol

Variedades cultivadas femeninas: Abbott, Allison, Bruno, Hayward, Monty.
Variedades cultivadas masculinas: Matua, Tomuri, M-3.
El kiwi prefiere climas de inviernos suaves y veranos templado y húmedos. Es sensible a las bajas temperaturas y a la sequía.
En cuanto al suelo, requiere terrenos ligeros, frescos, ricos en materia orgánica y con bajo contenido en carbonato cálcico.

13.7.8. Mango

***Mangifera indica*. Fam. Anacardiáceas**

El mango es un árbol perenne de gran desarrollo y originario del norte de la India.
Las hojas son alternas, simples, enteras, algo coriáceas, de forma lanceolada.
Las flores están agrupadas en una panícula terminal. En una misma panícula se producen flores masculina y femeninas. Las flores son de color variable, amarillas, verdes o rojas.
El fruto es una drupa grande ovoide, de color verde amarillo con tonalidades rosa, rojo y violeta.
Variedades cultivadas: Haden, Irwin, Kelff, Kent, Lippens, Maya, Palmer, Sensation.
Aunque es un frutal esencialmente tropical, puede adaptarse a climas templados cálidos. Su factor limitante es la baja temperatura. En cuanto a temperaturas elevadas, no hay problemas. Es sensible al viento.
En cuanto al suelo, es un frutal rústico que vive bien en suelos rocosos y calcáreos, aunque los prefiere profundos, ligeros y bien drenados.

13.7.9. Litchi



Kiwi. Detalle de los frutos

***Litchi chinensis*. Fam. Sapindáceas**

El litchi es un árbol de pequeño tamaño, originario del sur de China.
Las hojas son alternas y compuestas, presentando varias brotaciones durante el año.
Las flores son pequeñas, agrupadas en panículas terminales. Existen 3 tipos de flores que se abren de forma sucesiva en la panícula. Se diferencian en el grado de desarrollo sexual.
El fruto es una drupa de forma redonda, ovoide. La piel es de color rojo brillante, con pequeñas protuberancias angulares. La pulpa es blanca, translúcida, jugosa, dulce y con buen aroma.
El litchi es el árbol de zona subtropical húmeda más sensible al medio ambiente.
Es más resistente al frío que el mango y el aguacate, pero menos que los cítricos.
Tolera bien las altas temperaturas, aunque si van acompañadas de períodos secos, puede perder la flor o el fruto.
En cuanto al suelo, es poco exigente, pero prefiere terrenos frescos, profundos, con buen drenaje, ricos en materia orgánica y ligeramente ácidos.

13.7.10. Piña

La fruta del granado: La granada



***Ananas comosus*. Fam. Bromeliáceas**

La piña es una planta herbácea perenne originaria de América.
El tallo florece sólo una vez y muere después de fructificar; entonces un brote lateral toma el lugar de la planta madre.



Las hojas son largas y angostas, situadas en espiral sobre un tallo corto formando una roseta. Son hojas espinosas, de color verde en el haz y plateado en el envés debido a su vellosidad.
Las flores, en número de 100 a 200, son hermafroditas y están fijadas a la axila de una bráctea. Los colibríes son los principales agentes polinizadores, mientras que las abejas se acercan sin polinizar.
El fruto compuesto está formado por la unión de pequeños frutos individuales con las brácteas y el eje central de la inflorescencia. La maduración dura de 5 a 6 meses. En el extremo superior del fruto se encuentra una corona de hojas, que sigue creciendo hasta que el fruto ha madurado.
La piña es sensible a las heladas. Necesita un clima soleado y se adapta muy bien a la sequía.
En cuanto al suelo, necesita un terreno esponjoso, fresco, bien aireado y permeable.

13.7.11. Papaya

***Carica papaya*. Fam. Caricáceas**

La papaya es un árbol de pequeño tamaño y crecimiento rápido, originario de la América tropical.
Las hojas son peltadas, grandes y lobuladas, y forman una espiral.
La planta es dioica. Presenta flores femeninas en pequeños grupos y flores masculinas en largas panículas colgantes.
El fruto es una baya grande, carnosa y hueca, de forma esférica-oblonga. La cáscara es de color verde, volviéndose amarilla en la parte inferior cuando madura. La pulpa es amarilla-anaranjada, con un agradable sabor.
Es un árbol delicado, sensible a las heladas y a humedades altas del aire. Requiere una alta iluminación durante la maduración del fruto y debe protegerse de vientos fuertes. En cuanto al suelo, debe ser franco, fértil, permeable, bien aireado y rico en materia orgánica.

13.8. OTROS FRUTALES

13.8.1. Granado

***Punica granatum*. Fam. Punicáceas**

Pequeños árboles de hoja caduca y ramas espinosas.



Noria y detalle de chumbera

Las hojas son opuestas, enteras, rojizas en un principio, glabras, brillantes en el haz.
Las flores son escarlatas o púrpuras.
El fruto es una baya gruesa esférica, coronada por un cáliz de 6 a 8 cm de diámetro, amarillo, rojo o rosado.
Los frutos, en forma de manzana, están cubiertos con una piel coriácea que encierra muchas semillas. La parte comestible es la carne que las rodea.
El granado es a menudo utilizado como árbol ornamental en los patios.
Si se cultiva en climas templados, se colocará resguardado de los vientos y expuesto al sol. Es resistente a la sequía. Es poco exigente en cuanto al suelo, que será de consistencia media, rico y poco húmedo.

13.8.2. Azufaifo

***Zizyphus jujuba*. Fam. Ramnáceas**

Árbol de pequeño tamaño, de hoja caduca, originario del norte de China, hojas glabras con estípulas y espinosas de hasta 3 cm.
Las hojas son simples, dispuestas en dos series, oblongas-ovales, con tres nervios en la base, aserradas, lisas, coreáceas, brillantes, glabras y consistentes.
Las flores son pequeñas y amarillas verdosas.
El fruto es una drupa oval o redonda, verde en un inicio, volviéndose rojo oscuro, de 1,5 cm de longitud.
La pulpa es blanquecina, dulce y azucarada, con un alto contenido en vitamina C.
Requiere clima templado y resiste las heladas . Necesita elevadas cantidades de calor para fructificar y soporta muy bien la sequía. El suelo debe ser profundo y fresco.

13.8.3. Acerolo o Serbal común

***Sorbus domestica*. Fam. Rosáceas**

Los frutos están reunidos de (5 a 10 unidades por grupo) y son de forma de manzana y pera, de 1,5 a 3 cm de longitud. Generalmente, son de color verde y cuando maduran, se vuelven de color rojo-pardo.
La acerola tiene un sabor muy áspero aun en su madurez natural y sólo es comestible después de haberse marchitado. Aún así, es un fruto indigesto. Las acerolas se utilizan para la preparación de una sidra muy solicitada en Alemania.
Resiste bien los vientos y el frío, mientras que sufre por el calor y la sequía. Requiere suelos profundos, ricos y no húmedos.

13.8.4. Níspero común

***Mespilus germanica*. Fam. Rosáceas**

Árbol de pequeño tamaño originario de Europa.
Las hojas son grandes, enteras, ovales, aserradas y vellosas en ambas caras.
La flor es grande y blanca.
El fruto es casi redondo, tomentoso cuando es joven y de color anaranjado. Su sabor es astringente y amargo, aun después de su total maduración.
Requiere un clima templado-frío, preferentemente en lugares frescos y umbrosos, no demasiado húmedos.

13.8.5. Níspero del Japón

***Eriobotrya japonica*. Fam. Rosáceas**

Árbol de pequeño tamaño originario de la China oriental.
Las hojas son grandes, largas, lanceoladas, coriáceas, brillantes en el haz y aterciopeladas en el envés.
Las flores quedan reunidas en el extremo de la rama, son de olor agradable y atraen a las abejas.
Los frutos son unos pomos, que suelen quedar agrupados en 4 o 5, de color amarillo-naranja. Su pulpa es tierna, azucarada, muy agradable. En su interior encontramos un núcleo formado por 1 a 3 gruesas semillas.
Variedades cultivadas: Palermo, Concha de Oro, Monreal, Rosalía, Olivier, Vanille, Tanaka.
Es más sensible al frío que el níspero común y tolera la sequía.



Níspero del Japón

13.8.6. Chumbera

***Opuntia ficus-indica*. Fam. Cactáceas**

Es una planta carnosa originaria de la América tropical. Está formada por palas de forma oval, de color verde azulado, consistencia suculenta, y recubierta de espinas.
La flor es de un amarillo intenso.
El fruto, o higo chumbo, es una baya ovoide sembrada de espinas, de color amarillo claro a un rojo pronunciado. La pulpa es blanda, dulce y aromática, con numerosas semillas.
Requiere climas cálidos, es muy resistente a la sequía y poco a los vientos y al frío. El suelo tiene que ser suelto y calizo, aunque se puede encontrar en suelos poco fértiles y entre rocas o sobre muros.

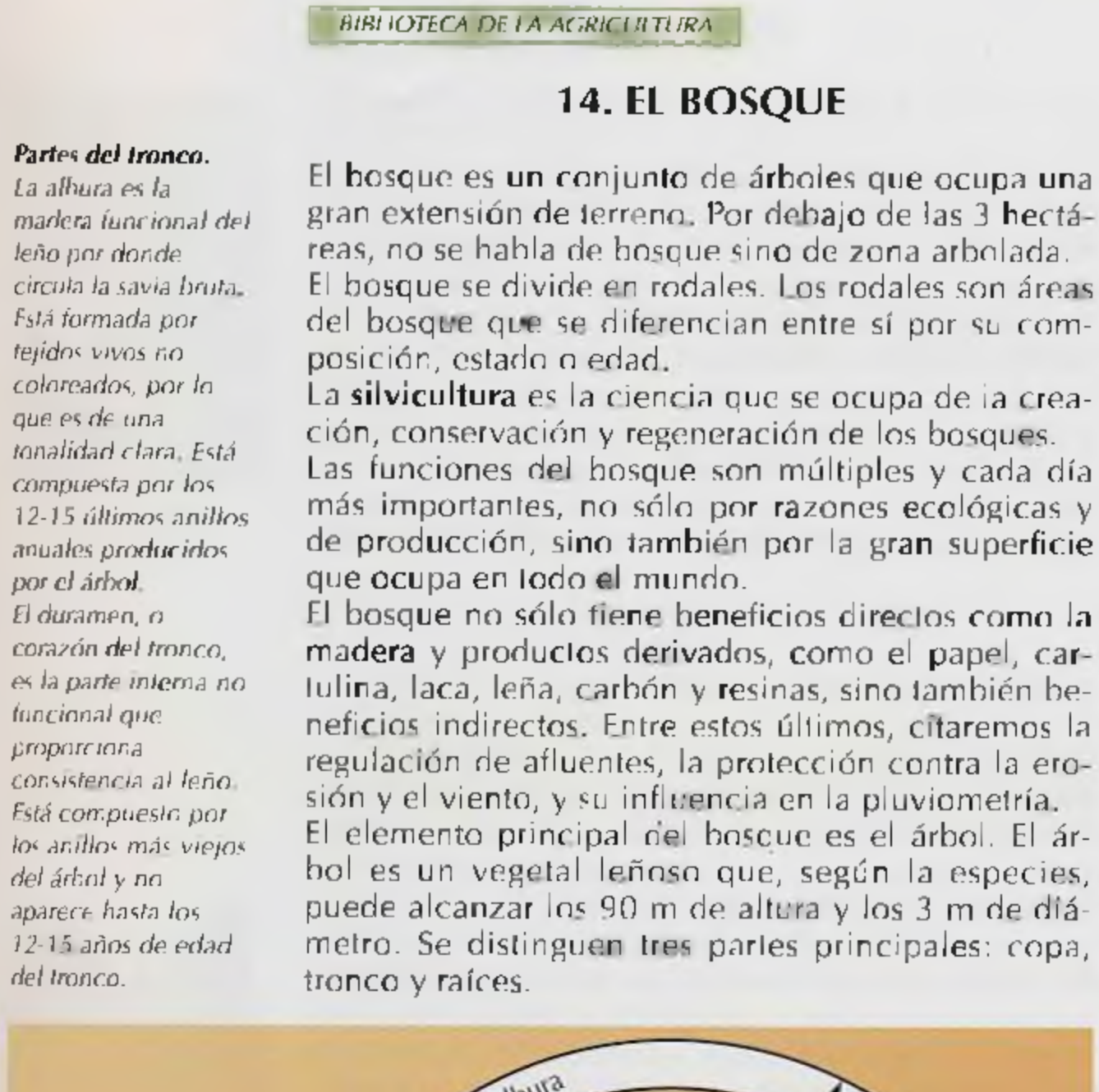


Piña o Ananá

14. EL BOSQUE

Partes del tronco. *La albura es la madera funcional del leño por donde circula la savia bruta. Está formada por tejidos vivos no coloreados, por lo que es de una tonalidad clara. Está compuesta por los 12-15 últimos anillos anuales producidos por el árbol. El duramen, o corazón del tronco, es la parte interna no funcional que proporciona consistencia al leño. Está compuesto por los anillos más viejos del árbol y no aparece hasta los 12-15 años de edad del tronco.*

El bosque es un conjunto de árboles que ocupa una gran extensión de terreno. Por debajo de las 3 hectáreas, no se habla de bosque sino de zona arbolada.
El bosque se divide en rodales. Los rodales son áreas del bosque que se diferencian entre sí por su composición, estado o edad.
La **silvicultura** es la ciencia que se ocupa de la creación, conservación y regeneración de los bosques.
Las funciones del bosque son múltiples y cada día más importantes, no sólo por razones ecológicas y de producción, sino también por la gran superficie que ocupa en todo el mundo.
El bosque no sólo tiene beneficios directos como la madera y productos derivados, como el papel, cartulina, laca, leña, carbón y resinas, sino también beneficios indirectos. Entre estos últimos, citaremos la regulación de afluentes, la protección contra la erosión y el viento, y su influencia en la pluviometría.
El elemento principal del bosque es el árbol. El árbol es un vegetal leñoso que, según la especies, puede alcanzar los 90 m de altura y los 3 m de diámetro. Se distinguen tres partes principales: copa, tronco y raíces.



La copa está formada por el conjunto de ramas, hojas, flores y frutos. Su función principal es la producción de carbohidratos a través del proceso de fotosíntesis. Para ello, necesita energía solar. De ahí la competencia existente entre las copas de los árboles en el bosque.
El tronco es una columna leñosa que sostiene la copa y cuya función principal es ponerla en contacto con el sistema radicular para el transporte de agua, minerales y soluciones nutritivas. El tronco está protegido del exterior por la corteza.
Las raíces forman la parte subterránea del árbol y tienen varias funciones. Una de ellas es la de anclaje al suelo, y otra es proveer al árbol de agua y minerales absorbidos del suelo.

• Producción directa del bosque

El bosque produce materiales que son consumidos por el hombre y por la industria. Son la madera, la leña, las resinas, los frutos, los pastos, la caza y la pesca. Otros, de menor importancia, son los curtientes, las setas, las esencias, las plantas y las brozas para cama de ganado, la piedra, la tierra, etc...
La madera es el elemento más importante extraído del bosque. El tipo de madera depende de los árboles utilizados para ese fin en los diversos países del mundo. Citaremos los siguientes: cedro, jacaranda, ébano, caoba, haya, roble.
La leña, en cambio, es un elemento cada vez menos utilizado, ya que su principal aplicación, la de combustible, está siendo sustituida por otras fuentes de calor.
El problema de su poca demanda se traduce en una acumulación de restos de podas y desramados en el bosque. La acumulación se debe a que su recogida, en términos económicos, no es rentable.
Esta acumulación de ramaje da, además, cobijo a numerosas plagas y constituye un potente combustible en caso de incendios.
Las resinas vegetales se obtienen principalmente de los pinos, y de ella se extrae la colofonia utilizada para la fabricación de barnices y pinturas, y del aguarrás o esencia de trementina.
La resina vegetal ha sido casi totalmente sustituida por las resinas sintéticas derivadas del petróleo, mucho más rápidas y baratas de obtener.
Como frutos de bosque citaremos el piñón, la castaña, la nuez y la bellota.
El piñón procede del pino piñonero o *Pinus pinea* y, al igual que la castaña y la nuez, son frutos para consumo principalmente humano, mientras que la bellota, procedente de encinas, robles y alcornoques, se ha utilizado tradicionalmente para alimentar al ganado, sobre todo porcino.
Gran parte de la superficie forestal del mundo se utiliza también para pastar. En algunos países, más del 50% de los pastizales se encuentran bajo la sombra de los árboles del bosque.
La humedad ambiental propia de las zonas de alta concentración vegetal favorece el crecimiento de la hierba, que es consumida, en verde o henificada, por el ganado.
Otras riquezas importantes de muchos bosques son la caza y la pesca. Entre las especies de caza mayor, encontramos los venados, el jabalí, el oso, el tapir, el ocelote, el perezoso, el jaguar y el puma; entre las especies de caza menor, destacan el tejón, la liebre, el pecarí, la iguana, las palomas, las gallináceas y las aves acuáticas.
En cuanto a la pesca continental, los ríos ofrecen una variedad de peces, interesantes tanto por su valor deportivo como económico. Entre las especies piscícolas, mencionaremos, por su excelente sabor o por sus cualidades nutritivas, las anguilas, las percas, las rayas, los gamtanes, los paiches, los pejerreyes, las charapas, las charguas, etc...

• Beneficios indirectos del bosque

Los beneficios indirectos del bosque se centran en el clima, suelo y agua.

• Clima
El bosque genera un clima propio. El microclima del bosque tiene valores de humedad, temperatura, precipitación y evaporación distintos a los del campo abierto.

• Temperatura
Las copas de los árboles actúan de barrera, por lo que los cambios de temperatura quedan amortiguados. Así, durante el verano, la temperatura del bosque es más baja, y en invierno más alta que en campo abierto. Es, pues, un regulador de las oscilaciones térmicas.

• Humedad
La humedad depende de la transpiración de los árboles y es mayor durante la época de desarrollo.

• Viento
El bosque reduce la velocidad del viento entre un 60 y un 80%. Depende de la densidad de las copas, de la altura de los árboles, del espaciamiento entre ellos y de la extensión del bosque. Protege la agricultura y ganadería de la acción del viento.

• Lluvias
La cantidad de precipitación dentro del bosque es menor que en campo abierto, ya que las hojas interceptan el agua antes de que llegue al suelo.

• Evaporación
La evaporación del bosque es el conjunto de la evaporación del suelo, la transpiración de las plantas y la lluvia interceptada.
La evaporación está determinada por la temperatura, la humedad, el viento y la presión atmosférica.

• Suelo
El bosque desempeña un papel muy importante como protector contra la erosión del suelo.
Además, enriquece el terreno, incorporando materia orgánica.

• Agua
La influencia del bosque sobre el recurso del agua depende del clima, suelo, tipo de bosque y topografía del terreno.
La cantidad de agua producida por una cuenca hidrológica deforestada es mayor que la de una cuenca con árboles. Esto es debido a que el bosque es un gran consumidor de agua.
En cuanto a la disponibilidad de agua durante el año, la cuenca deforestada produce grandes cantidades de agua durante la época de lluvias, pero puede dar como resultado ríos secos durante épocas de sequía. Por otro lado, los ríos que salen de cuencas con árboles producen agua durante todo el año.
Otra diferencia importante son los sedimentos llevados por el río. Son mayores en una cuenca deforestada, por lo que pueden llenar los lagos artificiales y causar problemas en la provisión de electricidad de embalses.



Trituración de restos forestales

14.1. REPOBLACIÓN FORESTAL

La repoblación consiste en sustituir una masa forestal por otra nueva. De ella dependerán la composición y la continuidad del bosque.

Los métodos de repoblación forestal pueden ser de dos tipos, natural y artificial, según si el hombre interviene o no directamente.

• Método natural

La dispersión de las semillas y el establecimiento de las plantas se realiza sin la intervención directa del hombre, que se limita a favorecer las condiciones para la germinación y crecimiento de las plantas, con diversas labores como por ejemplo:

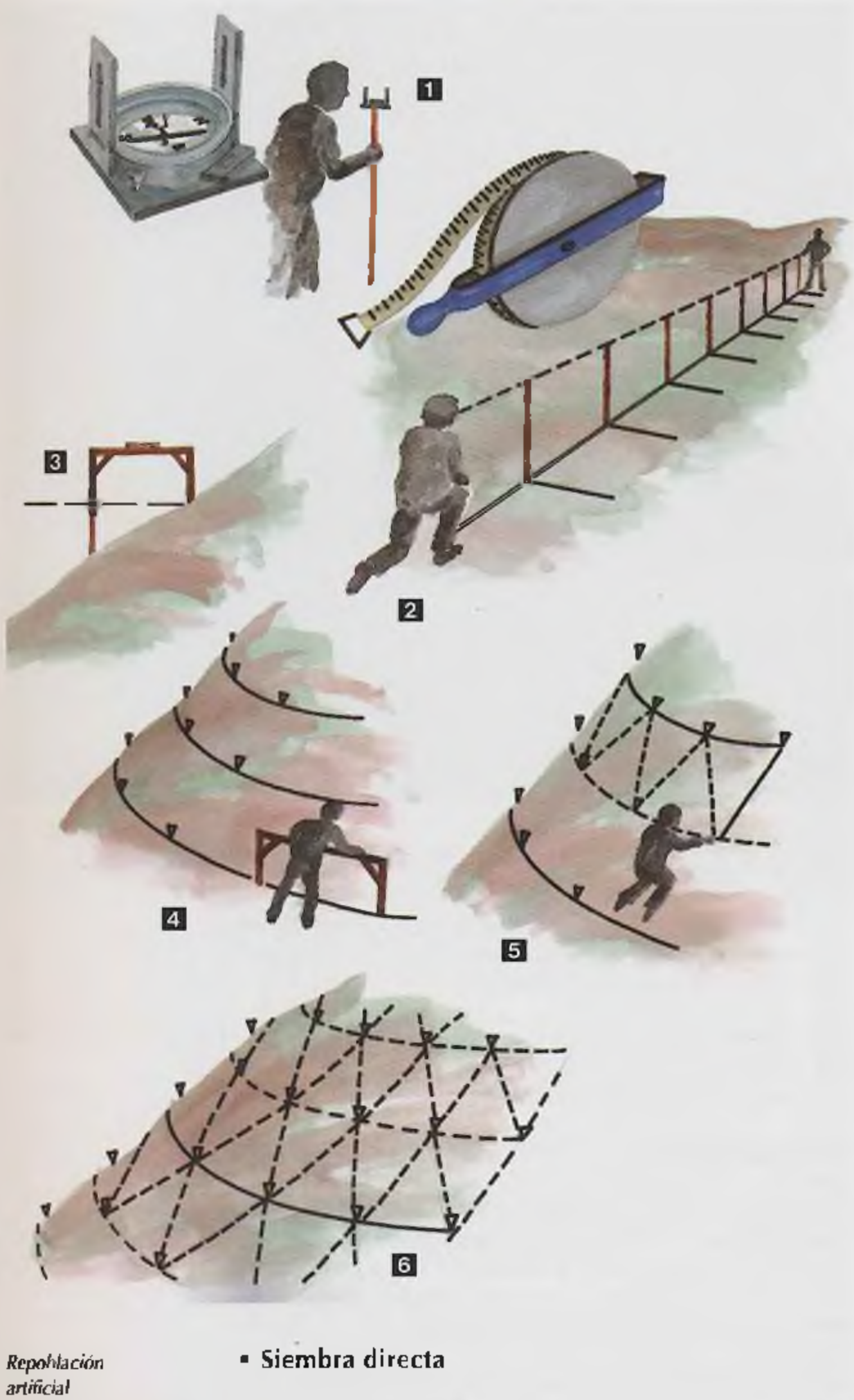
- Eliminación de ejemplares viejos o enfermos
- Reducción de la densidad de arbolado
- Acondicionamiento del suelo para facilitar la germinación
- Protección contra animales
- Abrigo, riego y abonado tras la germinación

Las semillas para la repoblación proceden de los árboles del mismo terreno o de terrenos cercanos, y son distribuidas por el viento.

• Método artificial

Las semillas y plantas son distribuidas por el hombre, eligiendo éste el terreno, método de actuación y especie forestal.

Los métodos de repoblación pueden ser por siembra directa o por plantación.



Repoblación artificial
1/ El alineamiento de las primeras hileras en una distribución rectangular o cuadrada, se establece mediante una brújula con visor
2/ El lugar de los hoyos se determina por medio de una cinta métrica. El lugar del hoyo se puede marcar con una estaca, o se puede proceder a excavar los hoyos inmediatamente.
3/ El trazado de triángulos empieza con la marcación de la distancia entre hileras a nivel *(Sigue en página contigua)*

• Siembra directa

Este método no suele dar muy buenos resultados debido a la depredación de las semillas por los animales y por las condiciones ambientales desfavorables.
Se utiliza la siembra cuando el árbol difícilmente es cultivado en vivero, como sucede en el caso de las encinas, y consiste en colocar la semilla directamente en el suelo, con la intención de que, una vez haya germinado, cree una masa arbórea determinada.
La preparación del suelo para la siembra consta de dos labores. La primera es el desbroce, y sólo es necesaria cuando existe vegetación molesta que obstaculiza la siembra. Esta operación puede realizarse mecánicamente con desbrozadoras o por el método llamado de **roza a fuego corrido,** es decir, quemando los vegetales.
Este último es económico, pero peligroso. No se puede practicar los días de viento intenso y tampoco los días sin viento, ya que entonces el fuego avanza tan lentamente que quema el suelo, haciéndolo inadecuado a la germinación.
La segunda operación de preparación del suelo es el mullido. Consiste en abrir hoyos o fajas si se realiza parcialmente, o realizando una labor de desfonde si es total. Con ello, se consigue un suelo más mullido y adecuado para la germinación.

La siembra propiamente dicha puede realizarse de diversas maneras:

• *A voleo*. Se reparte la semilla sobre la superficie, cubriéndola después con tierra cribada con un posterior pase de rastrillo. Es económica en cuanto a su realización, pero cara en gasto de semillas. Además, se aglomeran las plantitas nacidas. Por estas razones no suele utilizarse.
• *Por zanjas*. Se abren zanjas paralelas y en ellas se reparte la semilla. La anchura de las zanjas es de 30-50 cm, con una distancia entre zanjas de 1-1,5 m.
• *En hoyos*. Se cavan hoyos similares a los de una plantación. Si en lugar de realizar la siembra en espacios circulares, se hace en cuadrados, el sistema se llama siembra por casillas.
• *Por golpes*. Esta técnica apenas necesita preparación del suelo. Se realiza en terrenos poco compactos y con climas húmedos. Consiste en dar un golpe con la azada en el terreno, colocando de 2 a 3 semillas y cubriéndolas a continuación con la misma tierra extraída.
• *En caballones*. Se realiza en terrenos húmedos o compactos con objeto de sembrar sobre el nivel del suelo. Los caballones se exponen al aire durante un invierno antes de realizar la siembra.

La época de siembra depende del poder germinativo de la semilla. Si dura pocos días, como en el caso del olmo, abedul, chopo y sauce, debe sembrarse después de la recolección. El resto de árboles puede sembrarse en otoño o en primavera. Se recomienda el otoño, si el clima es cálido y seco, para aprovechar las lluvias y permitir que la planta llegue a la época de calor con un buen sistema radicular, y la primavera en aquellos climas fríos con riesgos de heladas invernales o fuertes lluvias.

• Plantación

Consiste en colocar en el bosque, sobre el terreno previamente preparado, las plantitas de la especie a repoblar.
En la repoblación artificial se utilizan especies de rápido crecimiento junto con la optimización del espacio, que permiten que el bosque produzca más madera que en la repoblación natural.
Se elimina, además, la vegetación arbustiva y de gramíneas que entran en competencia con los árboles.

El éxito de la plantación se debe a los siguientes factores:

• Elección de la especie. Conviene que proceda de un clima similar al del área donde será plantada.
• Plantas sanas, vigorosas, con un buen sistema radicular.
• Densidad y métodos de plantación acordes con las condiciones del terreno y la climatología. Pue-

den utilizarse método mecánicos allí donde la topografía del terreno lo permita.

Cabe decir que densidades altas de plantación dan producciones de madera por hectárea más altas que las de densidades bajas. Sin embargo, el diámetro de los troncos de los árboles es menor.

La maquinaria actual facilita la apertura de los hoyos y la posterior plantación.
Para determinar el marco de plantación, deben tenerse en cuenta diferentes factores como la fertilidad del suelo, la especie arbórea a colocar, la clase de madera que se quiere obtener y la utilidad de los productos extraídos.



Plantación
1/ *Excavar el hoyo.*
2/ *Colocar la planta en posición natural.*
3/ *Rellenar el hoyo.*
4/ *Apisonar el suelo alrededor de la planta, para asegurar la cohesión de las raíces con el suelo.*

Las plantas utilizadas en la repoblación pueden proceder de antiguas zonas repobladas, de las que se utilizan ejemplares que crecen en exceso. De esta manera, se extraen árboles sobrantes y se aclara el bosque.
Otro origen son los viveros especializados, de los que se obtienen mejores resultados.
Las plantas procedentes de viveros suelen venir a raíz desnuda, con cepellón o recipientes, recuperables o no. Éstos deben extraerse antes de la plantación.
Si las plantas vienen a raíz desnuda, sólo pueden ser arrancadas del terreno de origen cuando se encuentran en reposo vegetativo.
Conviene realizar una preparación del terreno antes de la plantación.

Según sean las características del bosque, las operaciones a realizar son:

- **Rozas.** Consiste en destruir, por medio del fuego, la cubierta vegetal invasora.
- **Descuaje.** Consiste en arrancar la vegetación arbustiva, junto con la capa de hierbas y restos de la antigua vegetación.
- **Saneamiento.** Esta labor es imprescindible si el terreno es pantanoso. Consiste en abrir una red de zanjas, de pendiente no muy grande y de profundidad suficiente para asegurar un buen drenaje del suelo. Otro sistema es la construcción de drenes, utilizando para ello piedras u otro tipo de materiales.
- **Fijación del suelo.** En terrenos con fuertes pendientes, o con peligro de fuertes precipitaciones o de formación de torrenteras, hay que proceder a consolidar el suelo por medio de estacas, diques, etc..., o por medio de siembras de especies apropiadas que no sean arrastradas por las aguas o por las tierras en movimiento.

En el caso de las dunas, se construye primero una duna artificial formada por cañizos, que detiene el avance de los montículos sin ofrecerles una resistencia demasiado rígida.
La plantación puede realizarse de forma lineal o a tresbolillo, abriendo una hendidura en el suelo, donde se coloca la planta, quedando ésta comprimida lateralmente por las paredes del hoyo realizado.



En el centro: Plantal para reforestación

14.2. VIVERO FORESTAL

Un vivero forestal es un terreno destinado a la producción de plantas que se utilizarán posteriormente para la repoblación artificial de un bosque.
Antes de crear un vivero con este fin, hay que considerar si no es más rentable comprar el material vegetal. Para ello, se tendrá en cuenta la cantidad de plantas a producir por año, la calidad y la distancia entre vivero y puntos de plantación.
Existen dos tipos de viveros: los temporales y los permanentes.

- **Los viveros temporales** están destinados a suministrar planta para una campaña de repoblación en una zona determinada. Estos viveros se establecen en una superficie cercana a la zona de plantación, y en ellos se cultivan por lo general árboles de especies locales, que ya están aclimatadas al suelo y clima de la zona de bosque donde van a ser trasladadas, y no serán sometidas a los problemas de transporte.

Estos viveros son instalaciones sencillas, sin edificaciones y de poca inversión. No poseen riego artificial, por lo que las operaciones deben coincidir con la época de lluvias.

- **Los viveros permanentes** se establecen para producciones de más de 30.000 plantas al año.

Su inversión es mayor, ya que requieren terrenos, equipos, sistemas de riego y mano de obra.
En la elección de un terreno para establecer un vive-

Repoblación artificial (continuación)
4/ *En las hileras, se marcan las distancias entre las plantas.*
5/ *Para trazar triángulos equiláteros en tresbolillo, se marcan los sitios de la hilera siguiente con un cordel.*
6/ *Sistema en tresbolillo de la plantación completa.*



Establecimiento de un vivero forestal
Si es necesario establecer el vivero en una pendiente, se construyen terrazas Éstas facilitan el manejo y evitan la erosión.
Para proteger las plantas contra vientos, se establecen cortinas rompevientos se ubica el vivero al lado sotavento de un bosque.

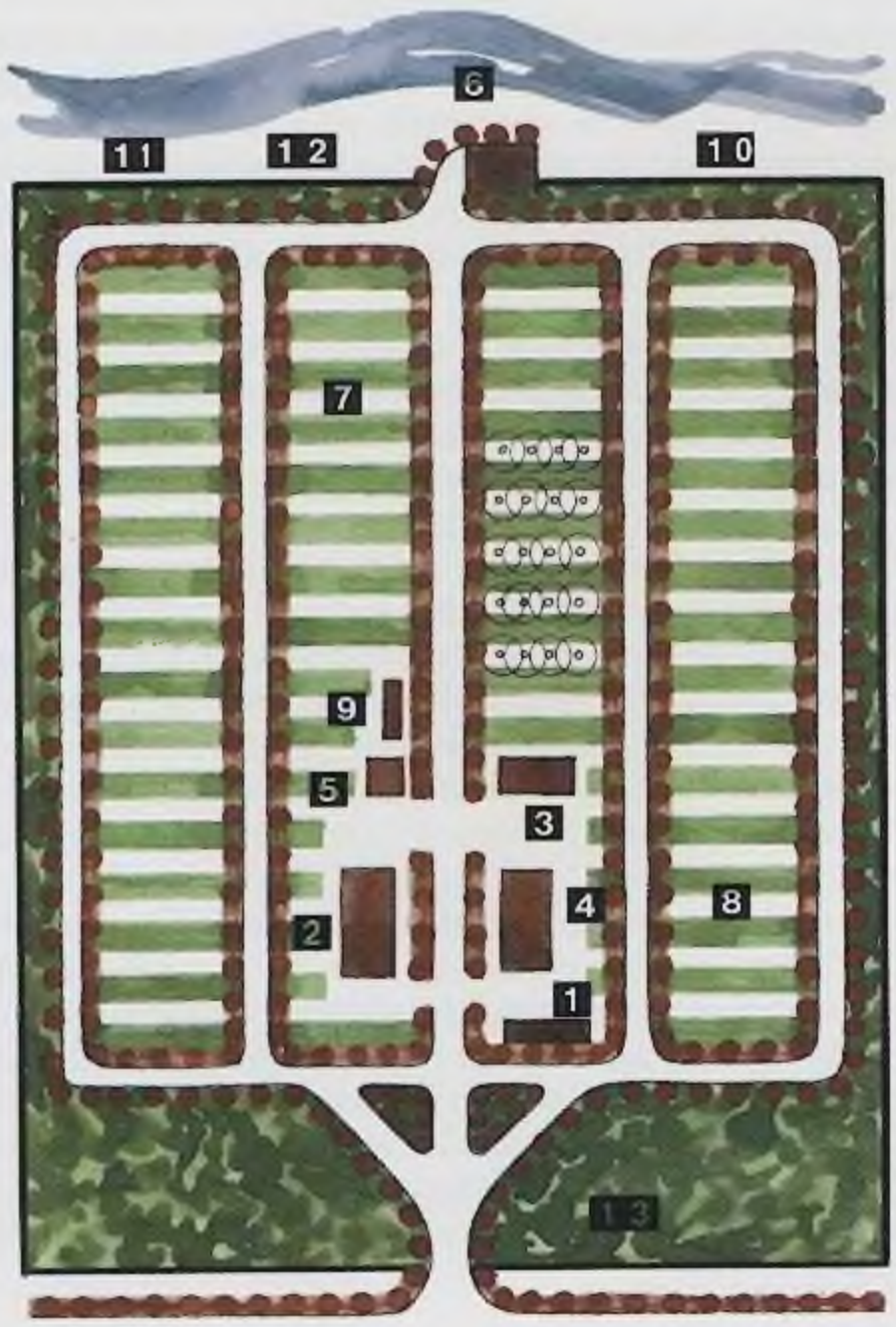
ro intervienen muchos factores como el clima, el suelo, la topografía, las comunicaciones, los accesos y la existencia de mano de obra.
Las características que deben reunir son las siguientes: clima similar al del área donde serán plantados los árboles, suelo plano con buen drenaje y buena estructura, fértil, no pedregoso y con abundante agua para el riego.
El tamaño del vivero dependerá de la cantidad de planta a producir anualmente, de la especie y del tamaño deseado.
La superficie del vivero se dividirá en secciones separadas por pasillos. Cada sección se destinará al cultivo de plantas en sus diferentes épocas de vida.
Las secciones que pueden existir son: semilleros, criaderos de primer transplante, plantel de frondosas, cultivo en maceta, etc... Cada sección se dividirá, a su vez, en bancales o tablares, separados entre sí por sendas o simplemente por lomos de tierra.

Las labores que se realizan en un vivero son variadas:

• **Siembra**
La siembra puede realizarse en cajas de germinación o en bancales preparados para este fin. Ambos necesitan sombra durante la fase de germinación. La siembra se realizará a voleo o en líneas y con densidad baja.
Las semillas utilizadas son recolectadas de los diversos árboles. Los sistemas de recolección varían según la especie.
La recolección debe realizarse antes de la dispersión natural de la semilla, y siempre de árboles sanos y vigorosos.

Sistemas de riego en un vivero forestal
1/ Riego subterráneo por tubería perforada
2/ Riego por zanjas hacia las eras
3/ Riego por aspersión. (Se utiliza con más frecuencia)







Izquierda: *1/ Casa para el supervisor 2/ Edificio con la bodega para herramientas; un almacén para fertilizantes, herbicidas, insecticidas y semillas ; y una oficina para el supervisor* ***3/*** *Área de sombra para la germinación de plántulas* ***4/*** *Garage para tractores y equipo de transporte* ***5/*** *Depósito de agua* ***6/*** *Bomba con toma de agua* ***7/*** *Sistema de riego* ***8/*** *Eras y áreas para plantas en macetas* ***9/*** *Depósito de tierra y de materia orgánica* ***10/*** *Cortinas rompeviento* ***11/*** *Cerca* ***12/*** *Caminos y pasillos* ***13/*** *Bosques de demostración*

• Repicado

A los 7-14 días después de la germinación, puede realizarse ya el repicado.

El repicado es el primer transplante que sufre la planta una vez germinada, que pasa del semillero a la zona de cría, que tanto puede ser en eras como en recipientes. La finalidad es que la planta tenga espacio suficiente para su desarrollo.

A la vez que el repicado, debe realizarse el corte de la raíz principal, para evitar que profundice demasiado y para favorecer el desarrollo del sistema radicular.

Después del repicado, debe aplicarse un riego por aspersión.

• Estaquillado

Algunas especies forestales, en lugar de ser reproducidas mediante semillas, se multiplican vegetativamente mediante estacas.

Este método se utiliza en especies como el sauce, el álamo y el chopo, que enraizan fácilmente.

Consiste en plantar un trozo de rama joven deshojada que, al poner en actividad sus yemas adventicias, dan lugar a raíces y, por tanto, a una nueva planta.

• Cultivo en recipiente

El cultivo de plantas en recipiente es el sistema más utilizado. El tamaño y naturaleza del recipiente puede ser muy variado, desde bolsas de polietileno a macetas de plástico, de barro, de cartón o de turba prensada.

La ventaja de utilizar, en la repoblación, plantas con cepellón, es que pueden vivir a costa de la tierra del cepellón hasta enraizar definitivamente en el terreno.

14.3. ESPECIES FORESTALES

Las especies forestales leñosas se clasifican en resinosas o coníferas, y en frondosas.

- *Las coníferas* pertenecen al grupo de las gimnospermas, que se distinguen por tener, entre otras características, semillas desnudas.
- *Las frondosas* pertenecen al grupo de las angiospermas, cuyas semillas están encerradas en una cavidad.

Entre las **coníferas forestales** más conocidas encontramos:

• Pino

- *Pinus canariensis* o pino canario. 3 agujas. Madera resinosa, de color blanco-amarillento o rosada, y de muy alta calidad.
- *Pinus radiata* o pino de Monterrey. Con hoja de 3 agujas. Su madera es blanda, ligera y esponjosa, de fácil blanqueo. Su dureza es interior a la del resto de pinos. Especie muy buena para obtener pasta de papel.
- *Pinus uncinata* o pino negro. Madera de pocas dimensiones, blanca y poco resinosa, apreciada para la fabricación de cajas de guitarra.
- *Pinus sylvestris* o pino albar o pino de Escocia. Madera compacta y resinosa, de primera calidad gracias a la limpieza y rectitud del tronco. Es de gran

Derecha: *1/ Para hacer los huecos en la tierra de las macetas, se puede emplear un clavo grueso*
2/ Los pinos se deben repicar cuando están en estado de clavo. En este estado, todavía no han echado su cobertura.
3/ Se deben agarrar las plántulas de frondosas por los cotiledones.
4/ Las raíces muy largas se pueden recortar con la uña a 3 cm.
5/ Se debe apretar el suelo en torno a la raíz.
6/ plántulas de pino recién repicadas.

aplicación industrial en carpintería y construcción. De todos los pinos, su leña es la mejor para combustible.

• *Pinus nigra* o pino negral. La madera es de buena calidad tanto para construcción como para serrería. Parecida a la del silvestre o uncinata. La resina es susceptible de ser aprovechada, si bien su rendimiento es menor que en el caso del pino rodeno.

• *Pinus pinaster* o pino rodeno o pino marítimo o pino resinero. Madera ligera y muy resinosa. Su principal aprovechamiento es el de la miera, aunque también se utiliza para madera.

• *Pinus pinea* o pino piñonero. Madera bastante resinosa, pesada y muy nudosa. Es, junto con la del pino carrasco, la madera de pino más barata por ser difícil de trabajar. Su leña se consume rápidamente. Se cultiva principalmente para obtener piñones.

• *Pinus halepensis* o pino carrasco o pino blanquillo. Madera dura, clara y resinosa. Se considera de mala calidad por el porte deforme de su tronco. Se utiliza para cajerío, traviesas de tren o para calefacciones.

• **Abeto**

• *Abies alba* o abeto blanco. Madera blanca, resinosa, ligera y fácil de trabajar, aunque de menor calidad que la del pino. Se utiliza en ebanistería.

• *Abies pinsapo* o pinsapo. Madera ligera, floja y poco resinosa. Su principal valor es paisajístico.

• **Cedro**

• *Cedrus atlantica* o cedro de Atlas. Madera de buena calidad, blanda, aromática y fácil de trabajar. Se utiliza para vigas, postes y carpintería de lujo.

• *Cedrus deodara* o cedro del Himalaya. Igual que el anterior.

• *Cedrus libani* o cedro del Líbano. Igual que el anterior.

• **Ciprés**

• *Cupressus sempervirens* o ciprés común. Madera de textura fina, poco resinosa, aromática, resistente y fácil de trabajar. Utilizada en ebanistería y carpintería.

• *Cupressus arizonica*. Igual que el anterior.

• *Pseudotsuga menziessi* o abeto de Douglas. Madera muy buena, dura, resistente, fácil de trabajar. Se utiliza como combustible, para vigas y traviesas, y para la fabricación de papel.

Entre las **frondosas forestales** más conocidas encontramos:

• **Fagus sylvatica** o haya
Madera dura, pesada, de textura fina y uniforme, color blanco o marrón claro, fácil de trabajar y poco resistente a los cambios de humedad. Tiene un amplio uso en ebanistería, pero actualmente su principal valor es paisajístico.

• **Castanea sativa** o castaño
Madera dura y pesada, aunque elástica, por lo que se trabaja bien y es muy duradera. Amplio uso en carpintería, ebanistería, tonelería y construcción. Como leña, es de baja calidad ya que le cuesta arder y da poco calor. Se utiliza también como productor de frutos (castañas).

• **Robles**

• *Quercus robur* o roble común. Madera excelente, dura y pesada, resistente a la humedad y a la intemperie, por lo que se considera apta para la construcción naval. La leña es de gran calidad.

• *Quercus petraea* o roble albar. Madera parecida a la anterior. Utilizada en ebanistería y para traviesas de tren.

• *Quercus canariensis* o quejigo andaluz. Madera muy porosa de buena calidad, utilizada para traviesas y construcción. Su fruto es utilizado como alimento para el ganado.

• *Quercus faginea* o quejigo. Madera buena, aunque es difícil la obtención de piezas grandes. Su fruto es utilizado por el ganado.

• *Quercus suber* o alcornoque. Madera dura y pesada. Se utiliza habitualmente como leña, también para hacer herramientas y toneles. Su principal aprovechamiento industrial es la obtención de corcho. La corteza es rica en tanitos. Es un árbol con un gran valor paisajístico.

• *Quercus rubra* o roble americano. De madera muy buena.

• *Quercus ilex* o encina. Madera de color blanco o rosado, densa, homogénea y compacta. No se utiliza en construcción por su excesivo peso, pero sí en la fabricación de carretas y herramientas. Su leña es muy apreciada por su poder calorífico.

• **Chopos y álamos**

• *Populus alba* o álamo blanco. Madera de baja calidad, de olor desagradable cuando se ha secado.

• *Populus tremula* o álamo temblón. Madera poco apreciada.

• *Populus nigra* o chopo negro. Madera ligera de mejor calidad que la del álamo blanco.

• ***Eucalyptus globulus*** y ***Eucalyptus camaldulensis*** o eucalipto.
Su principal aprovechamiento industrial es la obtención de celulosa. El *Eucalyptus camadulensis* se utiliza también para parquet, debido al color rojo de su madera.

• ***Alnus glutinosa*** o aliso.
Madera dura, fibrosa, difícil de aserrar y muy resistente al agua, por lo que se utiliza en construcciones hidráulicas.

• ***Acer sp.*** o arce.
Madera blanca, ligera, fácil de trabajar. Utilizada en ebanistería y carpintería.

• ***Betula pubescens*** o abedul.
Madera casi blanca, poco densa y poco duradera. Se utiliza en contrachapados y para la obtención de papel.

• ***Celtis australis*** o almez.
Madera elástica, flexible y compacta, utilizada para hacer remos, carretería y cubas.

• ***Ceratonia siliqua*** o algarrobo.
Madera dura, pesada y homogénea. Utilizada en ebanistería y como leña de buena calidad.

• ***Corylus avellana*** o avellano.
Madera blanca, poco resistente. Utilizada en cestería.

• ***Fraxinus angustifolia*** o fresno.
Madera muy buena, resistente, elástica y fácil de trabajar. Utilizada en ebanistería y para leña.

• ***Ilex aquifolium*** o acebo.
Madera resistente, pesada, dura y difícil de trabajar. Teñida de negro, imita al ébano. Utilizada en ebanistería, construcción y para leña.

• **Nogal**
• *Juglans regia* o nogal común. Madera dura, excelente y de fácil trabajo. Utilizada en ebanistería de lujo. También se cultiva para la obtención del fruto, la nuez.
• *Juglans nigra* o nogal americano. Igual que el anterior.

• ***Platanus hybrido o platanus hispanica*** o platanero.
Madera dura, uniforme, resistente, similar a la de la haya, pero más ligera. Utilizada en construcción, carpintería y ebanistería.

• ***Prunus avium*** o cerezo de monte.
Madera dura de color pardo-rojizo, fácil de trabajar pero con el inconveniente de que tiende a torcerse. Utilizada en ebanistería.

• ***Robinia pseudoacacia*** o falsa acacia.
Madera dura, pesada, algo difícil de trabajar y que, además, se raja con facilidad. Utilizada como leña, en carretería y para postes.

• ***Salix sp.*** o sauce.
Madera blanda, ligera, de poco valor. Utilizada en cestería y para la fabricación de celulosa.

• ***Sophora japonica*** o sófora.
Madera densa que aguanta poco la humedad y se tuerce. Utilizada en ebanistería.

• ***Taxus baccata*** o tejo.
Madera de buena calidad, de color rojizo, pura, compacta, resistente y elástica. Utilizada en ebanistería, arcos, lanzas, chapas y artesanía.

• **Tilo**
• *Tilia platyphyllos* o tilo de hojas grandes. Madera ligera, blanda, uniforme y fácil de trabajar. Utilizada para tallas.
• *Tilia cordata* o tilo de hojas pequeñas. Madera blanca, ligera, porosa, mejor que la anterior, aunque no aguanta la intemperie. Utilizada para la fabricación de papel.

• **Olmos**
• *Ulmus minor o ulmus campestris* u olmo común. Madera gruesa, resistente a la putridez, elástica, blanda, fácil de trabajar. Utilizada en las alineaciones de carretera y en construcción.
• *Ulmus glabra o ulmus montana* u olmo de montaña. Madera dura, pesada, elástica, peor que la anterior. Utilizada en carretería y construcción naval.



Nudos originados en la madera:
1/ Sección axial de un tronco con nudo suelto
2/ Sección axial de un tronco con nudo sano
3/ Tabla de madera con nudo suelto
4/ Tabla de madera con nudo sano









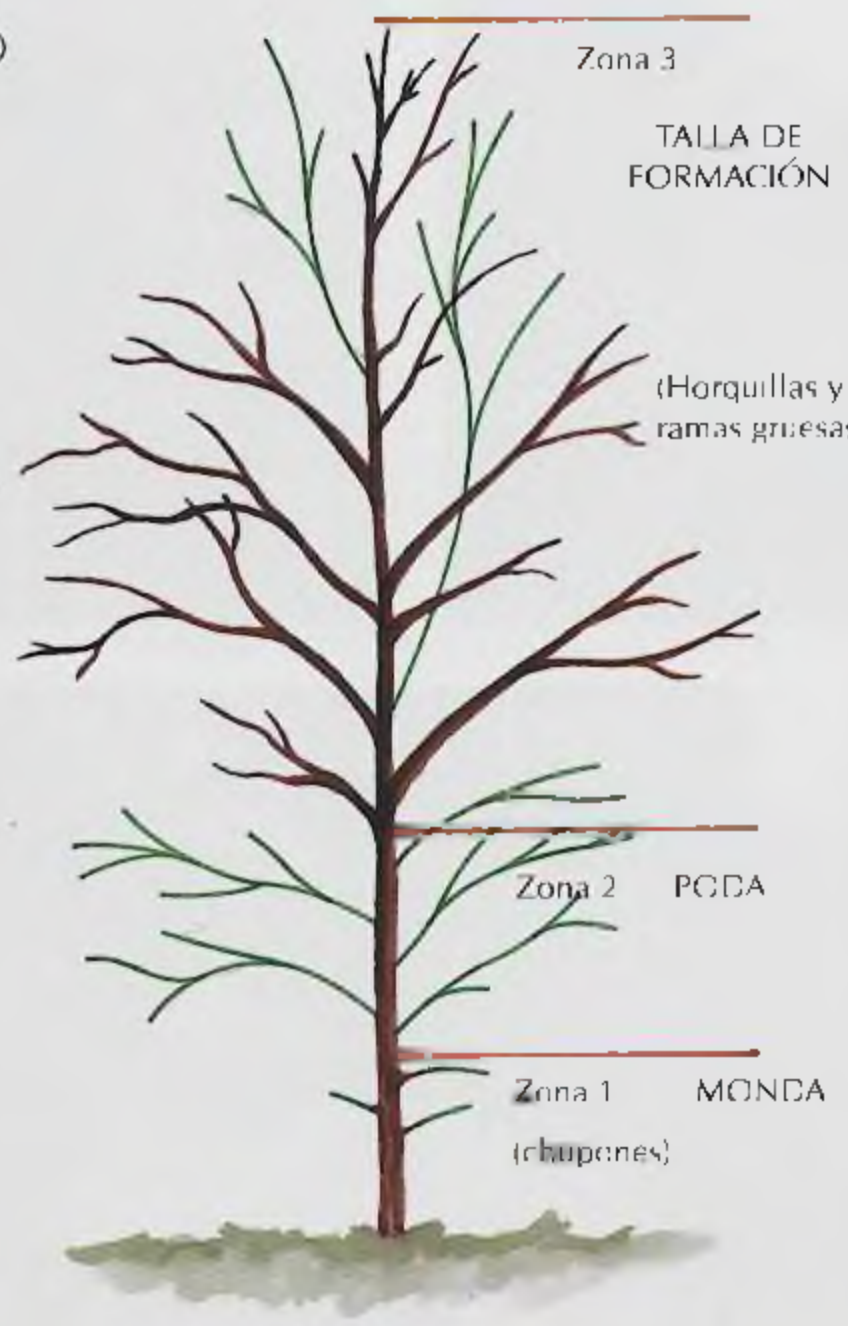
Trabajos de poda y tala con tijera y sierra neumática

Ⓐ



A
1/ Las ramas gruesas se cortan primeramente a unos 15 cm del tronco.
2/ Después, se hace un corte de abajo hacia arriba, para prevenir que la corteza se rompa.
3/ Luego, se elimina la rama por un corte de arriba hacia abajo.
4/ Se tapa la herida con algún tipo de mástic sellador para evitar la pudrición y el ataque de insectos.

Ⓑ



B
Los tres tipos de operaciones clásicas, que pueden ser realizadas simultáneamente: talla de formación-poda-monda.

C
Forma de monda (arriba) y trasmocho (abajo)

Ⓒ





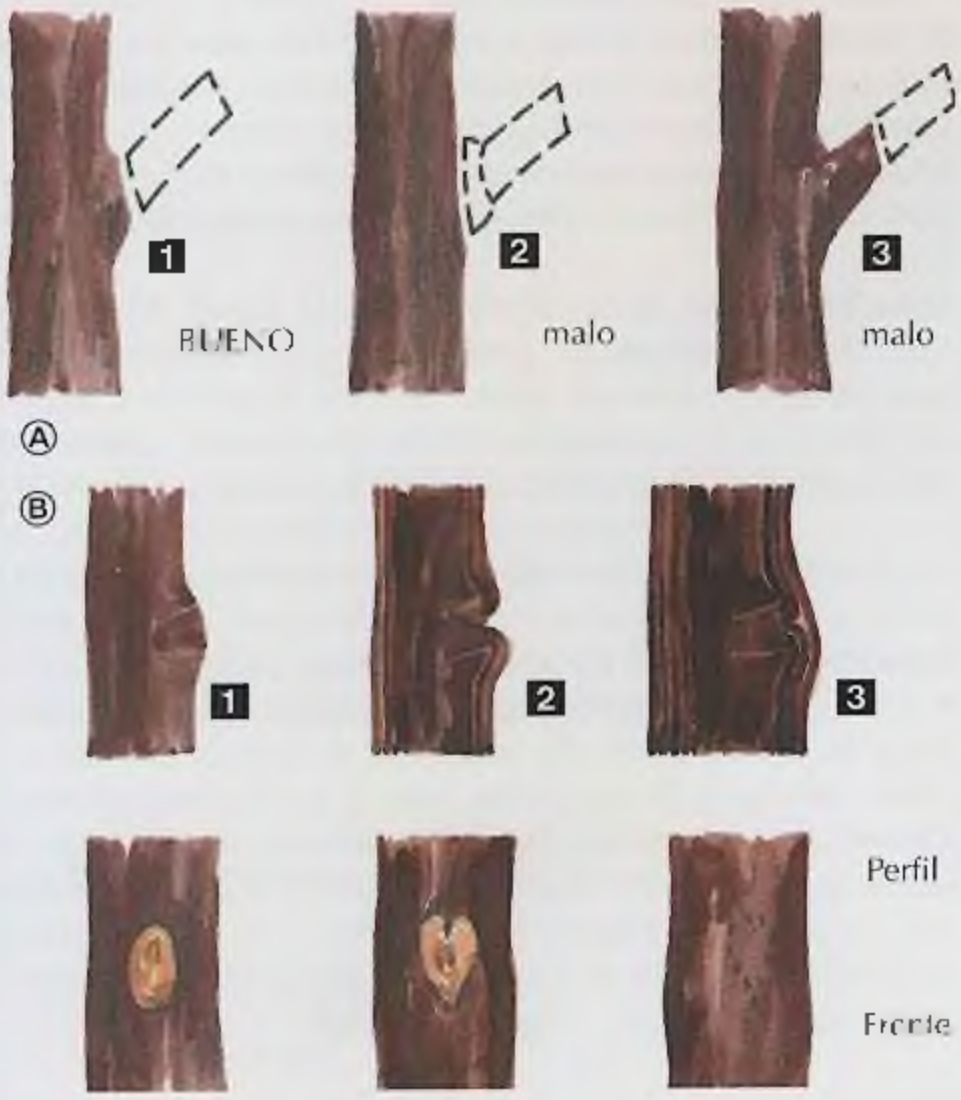
14.4. PODA FORESTAL

La poda forestal consiste, por un lado, en incidir en la formación de las copas de los árboles y, por otro, en la eliminación de ramas muertas o mutiladas que podrían dar origen a plagas y enfermedades.
Las ramas están insertadas en el tejido leñoso del árbol. La zona de inserción se llama **disco** o **nudo**, y es normalmente más oscura y dura.
Los nudos están sanos cuando la madera que los rodea está unida a ellos. Si no lo está, se considera que el nudo está suelto.
El nudo sano fue formado cuando la rama estaba viva, mientras que el suelto lo fue cuando la rama estaba muerta. Esta es la causa por la que el segundo puede provocar podredumbre en el tronco.
Mediante la poda se reducen los nudos sueltos y se consigue una madera más limpia y sana.

Existen dos tipos de poda, la natural y la artificial.

- **Poda natural**. Es la muerte y caída de la rama de forma natural. Esta muerte puede ser ocasionada por la falta de luz o por enfermedades de la rama. Las ramas que no reciben luz se debilitan y son atacadas más fácilmente por insectos y enfermedades.

- **Poda artificial**. Es la que practica el hombre con el fin de obtener maderas de calidad sin nudos sueltos. La poda de ramas muertas recibe el nombre de **escamonda** y carece de efectos sobre el crecimiento del árbol. Además de la poda para la formación de tallas, la poda artificial tiene otros objetivos como el saneamiento del árbol, la fructificación, el mantenimiento y el rejuvenecimiento.
El objetivo de la poda de formación es conseguir un árbol derecho y vertical. Consiste en eliminar las dobles y triples guías y frenar las ramas con un excesivo crecimiento. También se eliminan los chupones y los pisos de ramas más bajos.



14.5. EXPLOTACIÓN DE MONTES

La explotación más importante de que es objeto la masa forestal consiste en el aprovechamiento de la madera, sea con destino a las industrias madereras o bien a las industrias de celulosa, papel, etc..., aunque existen otros, como la obtención de corcho, resinas o frutos.

Para obtener madera de calidad, cabe no olvidar que no se produce madera sin nudos hasta que los anillos de crecimiento no han cubierto el corte producido por la poda de una rama.

El corte debe ser limpio, procurando no producir desgarros en la corteza, ni astillamientos en la madera de la sección podada. Debe realizarse lo más cercano posible al tronco y en edad temprana, para que el corazón nudoso quede en el interior del árbol y sobre él se acumulen capas de madera limpia y de calidad.

Si se quiere obtener madera limpia de nudos, no debería podarse nunca después de que el tronco donde está sujeta la rama mida más de 10 cm de diámetro.

En cuanto a la herida causada por la poda, debe tener la menor superficie posible, preferiblemente inferior a 5 cm de diámetro, para que se cierre correctamente y en un plazo razonable.

Las heridas mal cerradas permiten la entrada de hongos e insectos que destruyen la madera y acortan la vida del árbol.

La madera de sierra de calidad y la chapa plana exigen podas madereras bien realizadas. En cambio carece de sentido podar en producciones de madera para leña o para la obtención de celulosa.

La mejor época de poda es durante el reposo vegetativo del árbol, prefiriéndose el final para acelerar el proceso de saneamiento de las heridas.

La poda de ramas delgadas, enfermas o muertas, de especies resinosas, es preferible realizarla en otoño avanzado, para evitar en lo posible la salida de savia y dejar cicatrizar la herida durante el invierno.

Una variante de la poda es el denominado **ramoneo.** Es una práctica que consiste en eliminar ramas con el fin de que sus hojas sean aprovechadas como alimento para el ganado. Este tipo de poda no favorece bajo ningún concepto al árbol, ya que su objetivo principal es alimentar a los animales.

Si esta poda es muy intensa y prácticamente total, recibe el nombre de **trasmocho** o **monda.**

A

El corte de una rama sobre el tronco debe hacerse dejando el rodete de cicatrización (1). Es contraproducente cortar demasiado al ras (2), así como dejar un tacón (3).



B

Recubrimiento de una herida de poda
1/ Año de corte
2/ Comienzo del recubrimiento pasados dos años
3/ Final del recubrimiento pasados cuatro años







Transporte de troncos y triturado de material de desrame



Saca por arrastre

Saca con la carga suspendida

Remolcues

14.5.1. Obtención de madera

Para este tipo de aprovechamiento, el árbol tiene que ser cortado y puesto en condiciones de ser recibido por las industrias madereras. Ello representa tener en cuenta 3 aspectos de este proceso.

• La época de la tala
La época más apropiada es en el período de reposo vegetativo, es decir otoño/invierno. Las razones son que la madera se deforma menos porque contiene menos humedad, tiene menos pudriciones ya que los hongos necesitan calor para actuar y se apolillan, y tienen menos carcomas porque contienen menos almidón.

• Edad del árbol para la tala
El tiempo transcurrido hasta que los árboles alcanzan la edad más conveniente para ser cortados es lo que se llama turno del aprovechamiento.
Esta operación se puede retrasar uno o dos años, según las condiciones del mercado u otras circunstancias.
Hay 4 factores muy ligados con la edad de la tala que deben tenerse en cuenta simultáneamente porque influyen unos en otros. Son los siguientes: especie arbórea y variedad, calidad del suelo, densidad de la plantación y aplicación de la madera.

• *La especie* y *la variedad* marcan la edad de la tala.
• En *suelos* de buena calidad, la edad de tala normal es menor que en suelos de peor calidad.
• En cuanto a la *aplicación* y *densidad de plantación*, para la producción de maderas delgadas (construcción, fábricas de celulosa, etc...) convienen plantaciones densas, puesto que los árboles no llegarán a tener gran desarrollo y no entrarán en competencia sus raíces y sus copas. En cambio, si lo que interesa es madera gruesa, el esparcimiento debe ser bastante mayor.



El movimiento de la sierra en la superficie del tronco

• Técnica de apeo

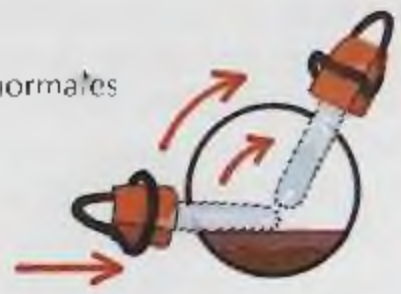
Generalmente, los árboles que se han de apear en un monte se marcan previamente. El apeo se realiza teniendo en cuenta la dirección de caída, el desembosque y procurando dañar lo menos posible los árboles todavía jóvenes.

Antes de elegir la dirección de caída del árbol, hay que tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Inclinación natural del tronco y la copa
- Situación de los árboles próximos
- La dirección del viento dominante
- Lugar de apilado de la madera ya cortada

Para realizar el derribo del árbol de una forma correcta, deben seguirse los siguientes pasos:

• Árboles normales



• Árboles pecueños



• Árboles grandes
(hay que realizar un corte en mortaja)



• Limpiar la base, eliminando los matorrales cercanos al árbol y a la zona de las operaciones posteriores.
• Limpiar el tronco hasta la altura de los hombros, eliminando el ramaje.
• Realizar primero la entalladura de 1/5 del diámetro del tronco en el punto más bajo posible, primero el corte superior para asegurar la coincidencia con el corte inferior. La entalladura es el corte que se hace en la base del tronco con la cara inferior horizontal y la superior inclinada en 30-40°.
• Luego realizar el corte transversal, o corte de caída, que tiene que estar situado ligeramente por encima del corte horizontal de la entalladura y en la parte opuesta del tronco. El corte es en paralelo, dejando una franja de madera de 3-4 cm sin cortar. Es la llamada **bisagra de caída.** La entalladura evita el desgarro del árbol, haciendo más lenta y dirigida la caída.
Si la dirección de caída no coincide con la caída natural del árbol, la bisagra se deja más ancha por la parte contraria.
La preparación de la madera incluye el saneamiento, el desramado, el descortezado y el tronzado. El desembosque se realiza mecánicamente con equipos de arrastre o remolques, o con ayuda de animales de tiro.



• Realizar la entalladura en el punto más bajo posible para aprovechar la mayor cantidad de madera.

• Efectuar primero el corte superior para asegurar la coincidencia con el inferior.



• La entalladura de caída tiene que ser suficientemente grande (1/5 del diámetro del tronco)

14.5.2. Descorche

Se realiza sólo sobre el alcornoque durante el principio del verano, cuando hay mucho calor y humedad. Estas condiciones ambientales aumentan la actividad vegetativa del árbol y permite sacar el corcho fácilmente, sin dañar las capas vivas.
La primera extracción se realiza cuando el árbol tiene 60 cm de circunferencia y 1,30 m de altura, obteniéndose corcho bornizo de baja calidad.
Después de 9 años, que es el tiempo que dura el turno normal de descorche, se extrae el corcho segundero, que todavía es de calidad baja.
A partir del tercer descorche empieza a obtenerse el corcho de mejor calidad. El árbol, a lo largo de su vida, puede dar lugar a 9 descorches o pelas.
La longitud de la pela será de 2 veces la circunferencia del árbol a 1,30 m de altura en el primer descorche, a 2,5 m en el segundo, y a 3 m en los sucesivos.

14.5.3. Resinación

Se realiza en el pino rodeno y en el negral. El producto que se extrae se llama **miera** y está compuesto por agua, resina e impurezas como virutas, corteza e insectos. La resina que se obtiene está compuesta, a su vez, de aguarrás, o esencia de trementina, y colofonia, después de su purificación y destilación.
De cada árbol puede obtenerse una media anual de 2 a 3 Kg de miera.
Actualmente otras alternativas industriales más baratas han provocado que no se cubran los costes de extracción de miera, por lo que esta actividad tiene su futuro incierto.
Para producir resina, se realizan en el bosque aclareos tempranos para obtener rápidamente diámetros óptimos para la resinación. Estos diámetros son de 30 cm a 1,3 m del suelo.
Cuando los árboles tienen ya 18–22 cm de diámetro, a aquéllos que se extraerán en el aclareo se les practica una **resinación a muerte,** es decir abriendo en el árbol todas las entalladuras posibles.



Rotación de un bosque
1/ Los rodales, un año después de la regularización del bosque. Las cifras indican la edad de los árboles del rodal.
2/ Los rodales, dos años después de la regulación del bosque

La resinación en el bosque se inicia cuando los árboles tienen más de 32 cm de diámetro. De esta manera, podrán practicarse unas seis caras de resinación dejando unas entrecaras de unos 3 cm. Cada cara tendrá 6 entalladuras anuales de unos 500 cm de longitud por 12 cm de anchura. Sobre cada entalladura se realizarán un número variable de picas.
Una chapa clavada en el árbol, en la base de la entalladura anual, permite que la miera se recoja y se escurra hasta el recipiente recogedor.
La época de resinación es la de la actividad vegetativa. Antes de realizarla, se aligera el árbol de corteza sin llegar a la madera. Esta técnica se denomina **desroñe.**

14.5.4. Producción de frutos

Los frutos que se recogen son:

- **Las bellotas**, que se utilizan para la alimentación del ganado y la caza.
- **El piñón**, **castaña**, **avellana y nuez**, para la alimentación humana.

Para dar fruto, los árboles tienen que ser adultos y tener las dimensiones y vigor necesarios para fructificar. El bosque tiene que ser abierto y limpio de sotobosque y de plagas.

14.5.5. Cultivo del chopo

Se utiliza para ello clones de chopos híbridos. El más utilizado es el llamado **Campeador.**
La plantación se realiza con árboles de 1 o 2 años con un marco de 4x4 si se cortan a los 6-8 años para madera no gruesa, o de 6x6 para cortar a los 10-12 años para madera más gruesa, de buena calidad y precio.
Es imprescindible la presencia de agua de riego o de capas freáticas permanentes.
La poda se realizará durante el invierno en el tercer, cuarto y quinto año de vida. Se extraerá el verticilo inferior del árbol y despuntarán ramas demasiado dominantes y verticales que pudieran bifurcarlo.

14.6. ROTACIÓN DEL BOSQUE

La principal diferencia entre el cultivo agrícola y el cultivo del bosque es el tiempo requerido para que madure el producto deseado. El agricultor suele cosechar sus cultivos una vez al año, mientras que la rotación de los árboles de un bosque varía entre 10 y 120 años.
Esta rotación depende principalmente del objetivo económico del bosque. Por ejemplo, para la obtención de pasta para el papel y celulosa, es de 10 a 25 años, mientras que para la obtención de madera para chapas, puede alcanzar los 120 años.
Es importante tener un rendimiento sostenido de la producción, es decir que la cosecha anual de madera no supere nunca el incremento anual del bosque.

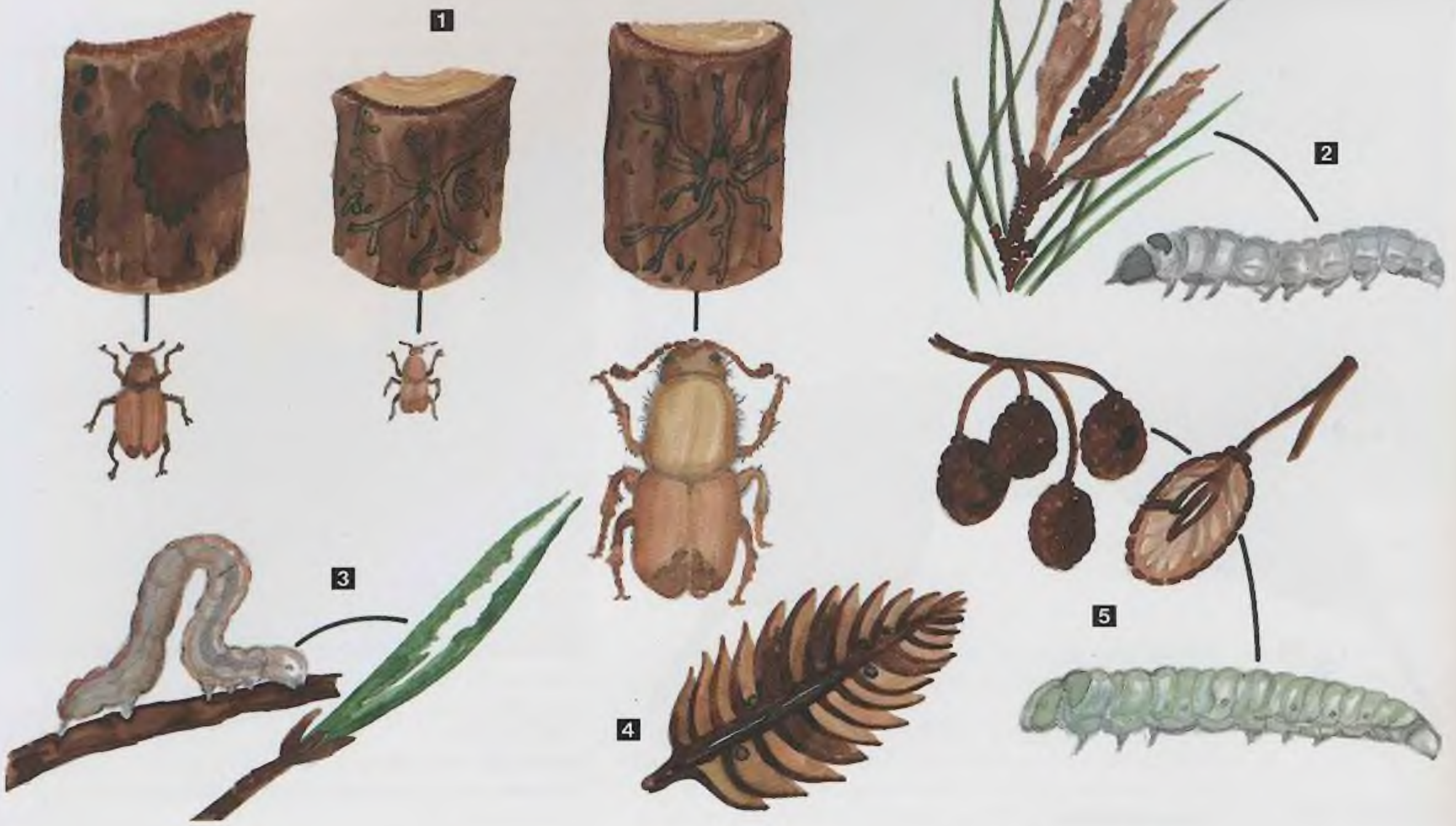
Un ejemplo de rotación podría ser el siguiente:

a) Se divide el terreno en 20 rodales iguales.
b) Se cosecharán cada año los árboles de un rodal, obteniendo al final de los 20 años un nuevo bosque con 20 rodales de distintas edades, con una diferencia de un año entre sí.
c) Cada rodal rinde en la próxima rotación el mismo volumen de madera.

Ésta es una regularización del bosque teórica, ya que supone condiciones idóneas, como un bosque equilibrado, condiciones de clima y crecimiento similares durante el tiempo de cultivo, y terrenos homogéneos. Como estas circunstancias no existen, la regularización es una aproximación.

Enfermedades producidas por hongos
1/ Setas en un tronco y un tocón
2/ Daño causado por un hongo en el tallo
3/ Chancro fungoso del tallo
4/ Sección axial de un tallo mostrando rajaduras llenas de goma





14.7. PROTECCIÓN FORESTAL

Por lo general, los árboles jóvenes son más susceptibles al ataque de parásitos que los árboles maduros, ya que es más fácil que mueran o queden dañados.
Los bosques que han sido regenerados de forma natural son menos susceptibles a enfermedades y ataques de plagas que los bosques artificiales.
A su vez, un bosque heterogéneo en cuanto a especies y edad de los árboles es menos susceptible a la propagación del fuego, a las enfermedades y a las plagas.
Otros factores, como la pobreza del suelo, la densidad alta de población, la falta de aclareos y podas o la sobreexplotación del bosque, son ventajosos para la propagación de enfermedades y plagas.

14.7.1. Alteraciones no parasitarias

Los agentes que originan estas alteraciones son importantes, no sólo por el daño directo que ocasionan, sino también por que debilitan el árbol, favoreciendo el ataque de agentes parasitarios.
Cuando se considere una especie para una repoblación, se elegirá una que se adapte totalmente al clima y suelo del bosque donde ha de vivir.

• Agentes climáticos

• *Temperatura*
Las bajas temperaturas invernales causan daños. Las heladas de primavera y otoño son peligrosas, ya que afectan al árbol fuera del período de reposo vegetativo. Los daños por frío pueden ser reversibles o irreversibles y, por lo general, son más graves si el cambio de temperatura es rápido.
En la gravedad de los daños influyen muchos factores: especie, variedad, estado vegetativo, tipo de suelo, edad y orientación.

• *Sequía*
Sus daños pueden ser reversibles si es ligera y corta, o irreversibles, provocando la muerte del árbol. En la gravedad de los daños intervienen factores como la profundidad, la naturaleza del suelo y también la distribución de las precipitaciones a lo largo del año.

• *Exceso de agua*
Puede provocar asfixia radicular por la falta de oxígeno.

• *Nieve*
Los daños son variables según las especies. Son peligrosas las heladas de nieve húmeda, ya que ésta se acumula en las ramas y provoca roturas y malformaciones.

• *Viento*
Los vientos de mucha intensidad pueden provocar rotura de ramas e incluso el desarraigo del árbol, sobre todo si van acompañados de lluvia.
Los vientos constantes en una dirección pueden alterar el desarrollo del árbol y su configuración.

• El suelo

Las especies vegetales están adaptadas a una determinada composición física y química del suelo. Cualquier variación en dicha composición puede originar alteraciones en el árbol.

Daños producidos por insectos
1/ Gorgojos de la corteza. El daño ocasionado frecuentemente permite reconocer la especie de gorgojo.
2/ Daño causado por una larva en las yemas de un pino.
3/ Oruga defoliadora del pino.
4/ Cono de un pino atacado por orugas de una polilla.
5/ Frutos y semillas del cedro atacados por una oruga.



Daños producidos por insectos
1/ Hoja atacada por defoliador, en este caso, por la hormiga cortadora de hojas
2/ Hoja atacada por una larva enrolladora
3/ Hoja atacada por una larva plegadora
4/ Hoja atacada por una larva minadora

• Los incendios

El más importante de los agentes que destruyen el bosque es el fuego, ocasionado por el hombre en un 90% de los casos.
La prevención de los incendios parte de la educación del público en el cumplimiento de las disposiciones legales. La ley reglamenta la utilización del fuego en las quemas del campo.
El público debe estar informado del grado de peligro de los incendios forestales. Éste dependerá de las condiciones atmosféricas del momento, de la humedad, de la velocidad del viento y del material contenido en el bosque.
Un método para restringir la propagación de un incendio una vez se ha iniciado, son los cortafuegos. Son franjas abiertas, aradas en medio del bosque, que dificultan el avance del fuego.
Para localizar los focos de un incendio se utilizan torres de observación. Por lo general, hay varias torres en un área de bosque.

• Fauna silvestre

El bosque es un refugio para los animales silvestres. Existe entre ellos y el bosque un equilibrio natural que puede ser alterado por factores como la caza, el fuego y las condiciones climáticas adversas.
Cualquier desequilibrio ambiental puede provocar un incremento en el daño a los árboles causado por la fauna en busca de alimento, pudiéndose considerar entonces una plaga.
Para prevenir daños, pueden instalarse cercas de malla que impiden la entrada de conejos, puercos espines y cerdos salvajes. La cerca debe ser enterrada unos 25 cm en el suelo.

En el caso de poblaciones muy altas de roedores, se utilizan trampas con cebo envenenado o bien se elimina la cubierta herbácea del suelo que los protege. Los daños producidos se concentran en frutos, semillas, corteza, brotes terminales y raíces.

14.7.2. Alteraciones parasitarias

Por lo general, el ataque de insectos y hongos no causa la muerte súbita del árbol, pero sí provoca pérdidas de desarrollo y calidad en la madera.

• Plagas

Las plagas pueden clasificarse según las diversas formas de ataque.

• Insectos defoliadores
- De la encina y alcornoque
Lymantria dispar
Tortrix viridiana
Malacosoma neustria

- De los olmos y chopos
Euproctis chrysorroea
Leucoma salicis
Galerucella luteola

- De los pinos
Lymantria monacha
Thaumetpea pityocampa o procesionaria
Dendrolinis pini
Diprion pini
Neodiprion sertifer
Melolontha vulgaris
Anoxia villosa
Amphimallus pini

• Insectos chupadores
- Dentro del grupo de los pulgones, los más peligrosos son *Cedrobium laportei* y *Cinara cedri.*
- Dentro del grupo de las cochinillas, la más peligrosa es *Leucaspis pini.*

• Insectos minadores y perforadores
Afectan las coníferas:
- *Rhiaczonia buoliana* y *Rhiaczonia duplana.* Ambas atacan los brotes de los pinos.
- *Hylobius abietis.* Produce graves daños en la corteza y en el cambium de los árboles.
- *Pissodes notatus* o *Dyorictria splendidella.* Ambos atacan el tronco de los pinos jóvenes.

Afectan a árboles planifolios:
Scolytus scolytus
Scolytus multistriatus
Gypsonoma aceriana
Zeuzera pyrina
Cryptorrhynchos lapathi o gorgajo. *Paranthrene tabaniformis* u oruga. *Melanophilla picta* o cabezudo. (Perforadores del chopo)
Saperda carcharias o *saperda grande.*

Control de plagas

El control de plagas se realiza mediante una lucha integrada que consta de un conjunto de 3 técnicas.



• *Mecánica*. Con la eliminación de zonas afectadas y árboles enfermos.
• *Química*. Utilización de insecticidas. El problema es que elimina a los depredadores de las plagas a controlar.
• *Biológica*. Presenta, a su vez, varios aspectos:
- *Cría y liberación de depredadores no dañinos.*
- *Aspersión de hormonas* producidas por el mismo insecto en momentos críticos para perturbar su desarrollo normal.
- *Liberación de machos estériles* que compiten con los fértiles, con lo cual se reduce la población de la plaga.
- *Atracción de los insectos* a través de sustancias químicas volátiles o cebos. Con ello se evita que los machos encuentren a las hembras, con lo cual baja la población. También se utilizan estas sustancias en trampas pegajosas para la captura de insectos.

• Enfermedades

En general, las enfermedades que afectan a los árboles son de difícil diagnóstico. La mayoría son causadas por hongos.

Los principales hongos que atacan en nuestro territorio y pueden causar daños importantes en las repoblaciones forestales son:

• En viveros: *Fusarium* y *Alternaria*.

• En álamo y chopo: *Dothichiza populea* (produce manchas pardas en la corteza del chopo), *Cytospora chrysosperma, Venturia pupulina, Melampsora allii-populina* o roya del chopo y *Taphrina aurea*.

• En castaño: *Phytophthora cinnamomi* y *Phytophthora cambivora*, causantes de la tinta del castaño. *Endothia parasitica*, que provoca el chancro del castaño, *Mycosphaerella maculiformis*.



Pino común. Detalle del nido de la procesionaria

• En haya: Corazón rojo del haya producido por varios hongos, *Ungulina marginate, Ganoderma applanatum, Fomes connatus*.

• En olmo: *Ceratocystis ulmi* (segrega una toxina que envenena la savia del olmo), *Dothidella ulmi*.

• En pino: *Armillaria mellea* y *Crifocybe tabescens*. Destruyen por completo los tejidos del cuello de la raíz y de las raíces principales. *Fomes annosus, Cronartium flaccidum, Cenangium ferruginosum, Melampsora pinitarquia, Diplodia pinea, Coleosporium senecionis, Lophodermium pinastri*.

• En encina: *Taphrina kruchii*. Origina las llamadas escobas de bruja en las ramas de las encinas.

• En roble: *Hypoxylon mediterraneum, Taphrina kruchii, Microsphaera alphitoides*.

• Enfermedades de otras frondosas y resinosas:
Botrytis cinerea
Coryneum cardinale
Gnomonia veneta
Rhytisma acerinum
Nectria cinnabarina

Control de enfermedades

Las especies forestales deben plantarse en zonas donde las condiciones climáticas coincidan con las del lugar de origen.
La humedad y la temperatura determinan la germinación de las esporas de los hongos. Una elevada densidad de población favorece la humedad. Para prevenir enfermedades, conviene realizar aclareos y podas.
Los cortes en la poda deben ser perfectos, evitando los tocones ya que pueden ser invadidos por hongos que pueden atacar el árbol.
Las heridas en la corteza realizadas por herramientas o por el fuego son vías de entrada para los organismos patógenos.
Para controlar la epidemia, deben cortarse los árboles enfermos y quemarlos; aplicar fungicidas adecuados.

BIBLIOGRAFÍA

AMORÓS CASTANER, M.
Producción de agrios
Madrid: Mundi-Prensa, 1995

BASCOÑANA CASASÚS, M.
Cultivo de la actinida
Barcelona: Aedos, 1989

BAZIN, P.
Repoblación forestal de tierras agrícolas
Madrid: Mundi-Prensa, 1995

BONFIGLIOLI, O.
El injerto en los árboles frutales y la vid
Barcelona: CEAC, 1987

BOVEY, R.
Defensa de las plantas cultivadas
Barcelona: Omega, 1984

BRETAUDEAU, J.
Creación de formas frutales
Madrid: Mundi-Prensa, 1982
— *Poda e injerto de frutales*
Madrid: Mundi-Prensa, 1987

CAPDEVILA BATLLES, J.
Frutales y hortalizas. Erradicación de elementos hostiles
Barcelona: Aedos, 1981

COBIANCHI, D.
El ciruelo
Madrid: Mundi-Prensa, 1989

COLETO MARTÍNEZ, J.M.
Crecimiento y desarrollo de las especies frutales
Madrid: Mundi-Prensa, 1989

COUTANCEAU, M.
Fruticultura
Barcelona: Oikos-Tau, 1971

DIAZ QUEIRAITO, F.
Práctica de la defensa contra heladas
Lérida: Dilagro, 1971

DOMÍNGUEZ, E.
Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas
Madrid: Mundi-Prensa, 1993

DURAN, S.
Replantación de frutales
Barcelona: Aedos, 1976

EDICIONES TÉCNICAS EUROPEAS
El melocotonero. Referencias y técnicas
Lérida: 1989

FERNÁNDEZ ESCOBAR, R.
Planificación y diseño de plantaciones frutales
Madrid: Mundi-Prensa, 1988

FIDEGHELLI, C.
El melocotonero
Madrid: Mundi-Prensa, 1987

FLORES DOMÍNGUEZ, A.
La higuera. Frutal mediterráneo para climas cálidos Madrid: Mundi-Prensa, 1990

GALÁN SALCO, V.
Los frutales tropicales en los subtrópicos
Madrid: Mundi-Prensa. Volumen I, 1990

GALÁN SALCO, V.
Los frutales tropicales en los subtrópicos
Madrid: Mundi-Prensa. Volumen II, 1992

GARCÍA FACREGA
El cerezo
Lérida: Dilagro, 1974

GENERALIDAD DE CATALUÑA
Departamento de agricultura, pesca y alimentación
Apunts de silvicultura

GIL-ALBERT VELARDE, F.
Tratado de arboricultura frutal
Volúmenes I, II y III
Ministerio de Agricultura
Madrid: Mundi-Prensa, 1989

GRISVARD, P.
La poda de los árboles frutales
Madrid: Mundi-Prensa, 1975

GUT, N.
El albaricoquero
Madrid: Mundi-Prensa, 1963

HAWLEY, R.C. Y SMITH, D.M.
Silvicultura práctica
Barcelona: Omega, 1972

HUBERT, M. Y COURRAUD, R.
Poda y formación de los árboles forestales
Madrid: Mundi-Prensa, 1989

JAVRLARITZA, E.
Manual de manejo forestal
Departamento de Agricultura.
Gobierno Vasco.
Vizcaya: 1984

LOOSE, H.
La poda de los árboles frutales
Barcelona: Omega, 1983

LOUSSERT, R.
El olivo
Madrid: Mundi-Prensa, 1980
— *Los agrios*
Madrid: Mundi-Prensa, 1992

MARTÍ CONDEMINAS, P.
El nogal
Barcelona: Sintes, 1986

MARTÍNEZ ZAPORTA, F.
Fruticultura, fundamentos y prácticas
Ed. Ministerio de Agricultura.
Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid: 1964

MESÓN, M. Y MONTOYA M.
Silvicultura mediterránea
Madrid: Mundi-Prensa, 1993

MINISTERIO DE AGRICULTURA
El almendro
Madrid: 1988

MINISTERIO DE AGRICULTURA
Frutos secos
Madrid: 1968

MINISTERIO DE AGRICULTURA
Plagas e insectos en las masas forestales españolas
Madrid: 1992

MOLINA NAVA, T.
El avellano. Guía práctica de cultivo
Lérida: Dilagro, 1973

MONTOYA OLIVER, J.M.
La poda de los árboles forestales
Madrid: Mundi-Prensa, 1988
— *Los alcornocales*
Madrid: Mundi-Prensa, 1988

NAVARRO GARNICA, M.
Técnicas de reforestación
Madrid: Icona, 1975

PESSON, P.
Ecología forestal
Madrid: Mundi-Prensa, 1978

PIETER GRIJPMA, IR.
Producción forestal
Manuales para educación agropecuaria
México: Trillas, 1984

PY, CLAUDE
La piña tropical
Madrid: Blume, 1968

RAGAZZINI, D.
El kaki
Madrid: Mundi-Prensa, 1985

REFOUR, H.
Frutales mediterráneos
Madrid: Mundi-Prensa, 1971

SPINA, P.
El Algarrobo
Madrid: Mundi-Prensa, 1989

STRASBURGER, E.
Tratado de botánica
Barcelona: Manuel Marín, 1953

TAMARO, D.
Fruticultura
Barcelona: Gustavo Gili, 1979

THOMAS, A.
Hormonas reguladoras del crecimiento vegetal
Barcelona: Omega, 1977

TORRES JUAN, J.
Patología forestal
Madrid: Mundi-Prensa, 1993

TROCME, S. Y GRASS, R.
Suelo y fertilización en fruticultura
Madrid: Mundi-Prensa, 1979

WESTWOOD, M.N.
Fruticultura de zonas templadas
Madrid: Mundi-Prensa, 1982

BIBLIOTECA DE LA

AGRICULTURA



Defensa de las plantas cultivadas
Técnicas agrícolas en cultivos extensivos

IDEA BOOKS



3

Defensa de las plantas cultivadas

® *BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA*
© IDEA BOOKS, S.A.

Cornellà del Llobregat, Barcelona - España

EDICIÓN 2006

PRODUCCIÓN
Juan B. Lorente Herrera

DIRECCIÓN DE LA OBRA
Mª Paz Yuste Pérez
Ingeniera Técnica Agrícola

REDACCIÓN
Janez Gostinčar i Turon / *Ingeniero Técnico Agrícola*
Técnicas agrícolas en cultivos extensivos
Defensa de las plantas cultivadas
Suelos, abonos y materia orgánica
Mª Paz Yuste Pérez / *Ingeniera Técnica Agrícola*
Horticultura
Los Frutales
Cultivo en invernadero

DISEÑO GRÁFICO Y DIBUJOS
Lluís Lladó Texidó

REVISIÓN LITERARIA
Carmen Vilaseca Gilabert

DISEÑO DE LOS GRÁFICOS
Alex Chifoni

FOTOGRAFÍAS
Agradecemos su colaboración a todos los fabricantes que nos han enviado material para su inclusión en esta enciclopedia.
Archivo de la editorial. Alfa Omega y Estudio Barambio

PREIMPRESIÓN
Estudio Chifoni

IMPRESIÓN
I. G. Ferré Olsina, S. A.

IMPRESO EN ESPAÑA / PRINTED IN SPAIN





1. INTRODUCCIÓN — 271
1.1. ALTERACIONES FISIOLÓGICAS — 271
1.1.1. Alteraciones físicas o climáticas — 271
1.1.1.1. Heridas — 271
1.1.1.2. Viento — 272
1.1.1.3. Nevadas, heladas y granizo — 273
1.1.1.4. Rayos — 275
1.1.1.5. Fotopatía y sequía — 275
1.1.1.6. Aire salino — 276
1.1.1.7. Contaminación atmosférica — 276
1.1.2. Alteraciones humanas — 278
1.1.2.1. Heridas mecánicas — 278
1.1.2.2. Uso indebido de pesticidas — 278
1.1.3. Alteraciones edáficas — 279
1.1.3.1. Estructura física del suelo — 280
1.1.3.2. Exceso de humedad — 280
1.1.3.3. Sequía — 280
1.1.3.4. Carencia de nutrientes — 280
1.1.3.5. Salinidad — 281
1.1.3.6. Fatiga del terreno — 281
1.1.3.7. Acidez y basicidad — 281

2. PARÁSITOS DE ORIGEN VÍRICO — 282
2.1. NATURALEZA DE LOS VIRUS — 283
2.1.1. Mutaciones — 283
2.1.2. Transmisión — 284
2.1.3. Identificación — 284
2.2. CLASIFICACIÓN — 285
2.3. CICLOS — 285
2.4. SÍNTOMAS — 285

3. PARÁSITOS DE ORIGEN VEGETAL — 286
3.1. BACTERIAS — 286
3.1.1. Clasificación — 287
3.1.2. Ciclos — 287
3.1.3. Síntomas — 287
3.2. HONGOS — 288
3.2.1. Parasitismo — 288
3.2.2. Ciclos generales — 289
3.2.3. Clasificación — 290
3.2.4. Síntomas — 293

4. PARÁSITOS DE ORIGEN ANIMAL — 294
4.1. TIPO MOLUSCOS — 295
4.1.1. Clasificación — 295
4.1.2. Ciclos — 295
4.1.3. Síntomas — 295
4.2. TIPO NEMATELMINTOS — 296
4.2.1. Clasificación — 297
4.2.2. Ciclos — 297
4.2.3. Síntomas — 297
4.3. TIPO ARTRÓPODOS — 298
4.3.1. Clase arácnidos — 300
4.3.1.1. Clasificación — 300
4.3.1.2. Ciclos — 302
4.3.1.3. Síntomas — 302
4.3.2. Clase miriápodos — 303
4.3.2.1. Clasificación — 303
4.3.2.2. Ciclos — 304
4.3.2.3. Síntomas — 304
4.3.3. Clase insectos — 305
4.3.3.1. Clasificación — 312
4.3.3.2. Ciclos — 315
4.3.3.3. Síntomas — 318
4.4. TIPO VERTEBRADOS — 319



5. MEDIDAS PREVENTIVAS — 320
5.1. MEDIDAS CULTURALES — 320
5.2. MEDIDAS BIOLÓGICAS — 321
5.3. MEDIDAS FÍSICAS O MECÁNICAS — 322

6. MEDIDAS DE CONTROL O CURATIVAS — 324
6.1. MEDIOS ABIÓTICOS — 324
6.1.1. Medios meteorológicos — 325
6.1.2. Medios físicos o mecánicos — 325
6.1.3. Medios químicos — 326
6.1.3.1. Antivirus — 330
6.1.3.2. Bactericidas — 331
6.1.3.3. Fungicidas — 331
6.1.3.4. Helicidas — 333
6.1.3.5. Nematicidas — 334
6.1.3.6. Insecticidas y acaricidas — 334
6.1.3.7. Productos contra vertebrados — 339
6.2. MEDIOS BIÓTICOS — 340
6.2.1. Tropismos o taxias — 340
6.2.2. Lucha biológica — 342
6.3. CONCEPTO DE LUCHA INTEGRADA — 344
6.4. TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS — 344
6.4.1. Características de los aparatos — 344
6.4.2. Protección del operador — 346
6.4.3. Almacenamiento de productos — 347

7. MALAS HIERBAS Y SU CONTROL — 348
7.1. DAÑOS CAUSADOS POR MALAS HIERBAS — 349
7.2. DIFUSIÓN — 351
7.3. MÉTODOS DE LUCHA — 351
7.4. UTILIZACIÓN DE HERBICIDAS — 352
7.4.1. Clasificación — 352
7.4.2. Principales herbicidas — 354
7.4.2.1. Herbicidas hormonales — 354
7.4.2.2. Carbamatos — 355
7.4.2.3. Derivados de la urea — 355
7.4.2.4. Triazinas — 356
7.4.2.5. Amidas — 356
7.4.2.6. Amonios cuaternarios — 356
7.4.2.7. Derivados de las anilinas — 357
7.4.2.8. Halogenados de ácidos grasos — 357
7.4.2.9. Varios — 357
7.4.3. Condiciones para el uso — 358
7.4.3.1. Clasificación toxicológica — 358
7.4.3.2. Precauciones — 358
7.4.3.3. Maquinaria — 359
7.4.3.4. Dosis — 359
7.4.4. Comportamiento del herbicida en el suelo — 359

8. PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CULTIVOS ESPECÍFICOS — 360
8.1. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LOS CULTIVOS LEÑOSOS — 360
8.1.1. Agentes no bióticos — 360
8.1.2. Agentes bióticos — 361
8.2. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LOS CULTIVOS HERBÁCEOS — 365
8.2.1. Agentes no bióticos — 365
8.2.2. Agentes bióticos — 366

BIBLIOGRAFÍA — 370

Olivos en Martos
(Jaén - España)



1. INTRODUCCIÓN

Como todos los organismos vivos, los vegetales sufren el ataque de agentes que les producen daños. Estos agentes, según su naturaleza, pueden clasificarse como alteraciones fisiológicas, daños producidos por parásitos de origen vegetal, afecciones debidas a parásitos animales o daños por la acción de los virus. Es nuestro objetivo en este tema la descripción de los agentes causantes de los daños a los vegetales, la evaluación de las afecciones y el estudio de los métodos a nuestro alcance para prevenirlos o curarlos. La rama de la ciencia agrícola que estudia los daños de los vegetales, los agentes causantes y sus posibles remedios, recibe el nombre de **fitopatología**.

Con el gran abanico de productos químicos disponibles en el mercado comercial, comúnmente llamados **fitosanitarios**, pueden resolverse actualmente muchas plagas y enfermedades de los vegetales que hace apenas 50 años no podían combatirse. Ésta es la causa principal por la cual las producciones agrícolas a nivel mundial han experimentado un crecimiento casi exponencial en cuanto a cantidad y calidad se refiere. El estudio y la experimentación continuadas en los laboratorios darán más y mejores soluciones para la sanidad vegetal en un futuro próximo, avances imprescindibles dada la creciente demanda de alimentos para una población cada día más numerosa.

Por lo general, las afecciones producidas por elementos no vivos reciben el nombre de **accidentes** debidos a **agentes ahióticos**. Las afecciones producidas por microorganismos o agentes **bióticos** como los virus, las bacterias y los hongos, suelen clasificarse como **enfermedades**. Los organismos animales pluricelulares como los insectos y los ácaros, cuando afectan a los cultivos, reciben el nombre genérico de **plagas**.

1.1. ALTERACIONES FISIOLÓGICAS

Definimos como **alteraciones fisiológicas** de los vegetales al conjunto de enfermedades y otros daños que sufren las plantas cultivadas por agentes no orgánicos. Estas alteraciones reciben también el nombre de afecciones no parasitarias y pueden dividirse en tres grandes grupos: las **alteraciones físicas o climáticas** producidas por agentes inorgánicos, las afecciones debidas a la acción humana o **alteraciones humanas**, y los daños causados por problemas edáficos o **alteraciones edáficas**. Veamos seguidamente la descripción de los agentes que producen estas afecciones.

1.1.1. Alteraciones físicas o climáticas

Las afecciones de los vegetales producidas por accidentes físicos o climáticos originan heridas visibles en las hojas, el tronco, las ramas o las raíces por una acción mecánica de estos agentes. Así, podemos citar las heridas causadas por agentes climáticos como el granizo, el viento, la lluvia, etc. Dentro de los agentes climatológicos causantes de afecciones, también encontramos afecciones que, sin producir heridas externas a los vegetales, producen fitopatologías, como es el caso del exceso o deficiencia de la luz, traduciéndose éstas en disfunciones fisiológicas, a menudo muy graves.

1.1.1.1. Heridas

Las heridas tienen una importancia muy variable según su extensión, profundidad y posición en el vegetal, puesto que las repercusiones son muy distintas en función del órgano vegetal afectado. Se producen principalmente por las mordeduras de animales y por eventos climatológicos como el granizo, los rayos, las heladas, etc.



Las alteraciones fisiológicas causadas por la acción humana, como las producidas por la poda, constituyen una puerta de entrada para los organismos parásitos.

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA



A menudo la nieve puede causar daños mecánicos debido a su peso, quebrando o deformando las plantas leñosas.

Estas heridas causan numerosas perturbaciones en los vegetales, como por ejemplo:

• Reducción de la cosecha en calidad y cantidad.

• Creación de puertas de entrada para los organismos parásitos de las heridas de los vegetales, como por ejemplo la podredumbre blanca o del granizo de las uvas, el momificado de los frutos, los daños causados por los hongos lignícolas de los troncos, diversos tipos de virus y bacterias, etc.

• Inhibición de la circulación de la savia, producto de las afecciones en los tejidos vasculares.

• Disminución de las funciones de asimilación y respiración por una pérdida total o parcial de los órganos fotosintéticos. En efecto, las hojas destruidas repercuten en el crecimiento y producción global de la planta. Además, una pérdida de follaje repercute en una disminución de las funciones de evaporación y transpiración.

• Disminución del poder absorbente cuando se han producido heridas en el aparato radicular.

• Movilización de las reservas nutritivas, con el consiguiente gasto energético, para la cicatrización de las heridas y para la renovación de los órganos destruidos.

Cada tipo de planta responde de manera distinta a las mutilaciones de sus partes; así, las plantas herbáceas, al perder parte de su ser, responden con la formación de nuevos tallos y nuevo follaje. La planta deberá invertir en esta reconstrucción un largo período de tiempo que puede oscilar entre seis meses y un año, o más (en función de la cuantía del daño producido). Este período de tiempo puede ser decisivo para perder la cosecha de una temporada. En los vegetales leñosos, los órganos heridos producen, en el lugar mutilado, un tejido particular, el súber o **tejido suberoso**, que recubre poco a poco la herida, formando en su superficie un callo resistente. Los tallos aéreos, los tallos subterráneos, los tubérculos (patatas) y las raíces forman súber. Este tejido suberoso limita la transpiración e impide la penetración de microorganismos infecciosos.



1.1.1.2. Viento

La acción del viento en las plantas se muestra principalmente por su acción mecánica. En efecto, a partir de una cierta velocidad, la acción eólica puede romper ramas y troncos de las especies arbóreas. Además, el viento ejerce una acción deshidratante: acelera los fenómenos de transpiración y deshidrata los tejidos de la epidermis y de la corteza. Algunos vegetales, cuyo hábitat se ubica en zonas muy ventosas, tienen una morfología adaptada fisiológicamente para ahorrar el máximo posible de agua; en efecto, sus estomas quedan resguardados por el viento con la finalidad de reducir al máximo la transpiración. Un ejemplo claro de este tipo de planta son las cactáceas.

1.1.1.3. Nevadas, heladas y granizo

• Las nevadas

Por lo general, la nieve es beneficiosa para las plantas. Una capa de nieve sobre el suelo preserva del frío exterior la simiente plantada, impidiendo que la temperatura de la semilla descienda por debajo de 0°C y augura una buena germinación de los cereales durante la primavera. Bien conocido es el refrán: *"Año de nieves, año de bienes"*. Aunque a menudo, la nieve puede causar daños mecánicos debido a su peso, aplastando los cultivos herbáceos y deformando o quebrando las plantas leñosas.

• Las heladas

Se estudian como la falta de temperatura en el ambiente y sus efectos en las plantas. Todos los vegetales, en general, y cada uno de sus órganos en particular, requieren una temperatura determinada para su desarrollo óptimo. Los aumentos o descensos de temperatura respecto a este punto óptimo se traducen en una disminución de la producción y, si la variación de la temperatura es muy acusada, el crecimiento se estaciona, ocasionando la muerte del vegetal o de algunas de sus partes si las temperaturas son extremas. Así, existe una temperatura propicia para la germinación, otra para la floración y otra para la maduración de los frutos.

En los climas templados, las temperaturas óptimas para el desarrollo vegetal oscilan entre 10 y 25°C. Por debajo de 0°C, el vegetal experimenta una parada de su crecimiento, pero si la temperatura se sitúa muy por debajo de los 0°C, los tejidos se necrosan y la planta muere. Es evidente que cada especie soportará distintas temperaturas extremas. Así, por ejemplo, las coníferas de alta montaña llegan a soportar, en invierno, temperaturas por debajo de los -20°C, que sería una temperatura crítica para una planta, por ejemplo, de tomatera (*Lycopersicon esculentum*).

Es importante tener en cuenta que la savia de los vegetales lleva en sí misma disueltas sustancias, lo que permite que su punto de congelación sea inferior a 0°C. Este punto será tanto más bajo cuanto mayor sea la materia disuelta. Bajo la influencia del descenso de temperatura, una parte del agua de los tejidos vegetales sale de las células y cristaliza en forma de hielo en los espacios intercelulares, con lo cual la savia restante dentro de las células alcanza mayor concentración, resultando su punto de congelación más bajo. Las plantas cuyo hábitat es la alta montaña, como las coníferas, el boj, la hiedra y el acebo, resisten sin morir la concentración de la savia y el hielo-deshielo del agua en sus espacios intercelulares.

En las latitudes templadas, los accidentes debidos al frío pueden clasificarse en cuatro categorías distintas: **los golpes de frío, las heladas precoces** o de otoño, **las heladas invernales** y **las heladas tardías** o de primavera. Los golpes de frío ocurren cuando la temperatura baja bruscamente por debajo de 0°C. Entonces todo el metabolismo vegetal se para. En efecto, se detienen la circulación de la savia y, por consiguiente, los procesos de absorción y asimilación. Si este descenso de temperatura ocurre en la floración o en la maduración de los frutos, acaecen fisiopatías características como la caída de las flores y deformaciones, agrietamiento y caída anormal de



los frutos. Además, cuando la planta sufre un *stress* de este tipo, facilita que virus y bacterias penetren en ella produciéndole enfermedades, con lo cual las fisiopatías víricas y bacteriológicas se confunden con las propias de la helada. Un cierto número de vegetales reacciona al frío mediante una formación anormalmente elevada de antocianina, que les da un color rojizo.

Las plantas de hoja caducifolia retiran, en otoño, sustancias de reserva de las hojas hacia las partes más internas de la planta. Así, cuando ocurre la defoliación, los vegetales no pierden las reservas acumuladas. Las heladas precoces o de otoño impiden este proceso, puesto que interrumpen demasiado pronto la vegetación. Sus efectos son la defoliación prematura de los vegetales y un agostamiento imperfecto de la madera.

Las heladas de invierno, caracterizadas por un descenso muy marcado de la temperatura, son especialmente temibles cuando la nieve no recubre el suelo y los vegetales. Plantas de zonas templadas que sufren especialmente las fuertes heladas invernales como el nogal (*Juglans regia*), el membrillero (*Cydonia oblonga*), el laurel (*Laurus nobilis*) y la higuera (*Ficus carica*), son ejemplos claros de lo dicho. Los fríos invernales son, por lo general, bien soportados por los árboles de hoja caducifolia de los climas templados, siempre y cuando la bajada de temperatura sea gradual. Los efectos nocivos de las heladas son mayores cuando las bajas temperaturas se mantienen por un largo período de tiempo; es entonces cuando los árboles presentan grietas profundas y hendiduras radiales que penetran más o menos profundamente en el tronco debido a las contracciones desiguales causadas por la baja temperatura en las diferentes capas del tronco. Los daños en los árboles son mucho mayores cuando ocurre una helada después de un invierno especialmente benigno. Así, si los meses de enero y febrero han sido especialmente calurosos, las plantas empiezan a brotar, lo cual las hace muy vulnerables, siendo suficiente un retorno brusco del frío para producir lesiones graves en los tejidos del líber y en la zona generatriz del *cambium*.

Los árboles víctimas del frío de invierno no mueren inmediatamente pues, por lo general, los daños se limitan a ciertas ramas o al tronco. Las yemas desborran, llegan a desarrollarse a veces hasta pasada la floración y luego, en el momento de los primeros calores, se secan bruscamente. Especialmente nocivos son los golpes de sol de invierno después de una fuerte helada: la radiación solar sobre los tejidos congelados puede provocar una alteración sobre el lado sur o sudeste del tronco. La corteza y, a veces el *cambium*, mueren sobre una banda ancha bastante uniforme. La corteza se arruga y, en los árboles de una cierta edad, se resquebraja, se desprende y cae.

Es muy raro que las raíces mueran debido a una helada, pero es más frecuente en suelos arenosos, en los cuales el frío penetra fácilmente. Las afecciones por heladas suelen degenerar en chancros (bacterias) u hongos parásitos, dado que las heridas causadas por el frío facilitan la penetración de estos microorganismos.

Las heladas tardías o heladas de primavera son las que causan, en zonas templadas, mayores daños a las plantas cultivadas. Vides, árboles frutales, fresas y patatas tempranas son las que más sufren, particularmente los tejidos jóvenes de los brotes y flores, en ese momento turgentes de agua. La sensibilidad de los árboles frutales a las heladas primaverales está en estrecha correlación con la especie y la variedad, así como con su estado de desarrollo. Las yemas todavía cerradas aguantan relativamente bien las bajas temperaturas, pero son extremadamente sensibles cuando han eclosionado, siendo sus partes más afectadas las sexuales. Es corriente ver ovarios y estilos ennegrecidos y muertos aunque, a menudo, la corola permanece intacta.

En las hojas de varios vegetales, los fríos primaverales producen alteraciones muy características: el limbo aparece arrugado, abollado en su cara superior, mientras que la epidermis inferior resulta tirante y a menudo desgarrada. Por último, en manzanas y peras, la helada puede alterar solamente los tejidos superficiales y determinar zonas suberificadas que se presentan frecuentemente en forma de una banda circular que rodea todo el fruto.

Los frutales de especies y variedades precoces son especialmente sensibles a las heladas de primavera, particularmente los tejidos jóvenes de los brotes y las flores.



• El granizo

Causa verdaderos destrozos en los vegetales, principalmente en las flores y frutos y, también en las hojas y ramas, disminuyendo ostensiblemente las cosechas. Sus daños, esencialmente mecánicos, son im-



Una capa de nieve en los pastos y campos cerealistas preserva las semillas de las bajas temperaturas externas.



En ciertos hábitats del planeta, el cultivo de las plantas no es posible debido al exceso de luz y calor conjuntamente a la falta de agua. En los desiertos, además, la gran oscilación térmica entre el día y la noche los hace todavía más inhóspitos para la vida vegetal

portantes en la vid, frutales y hortalizas; heridas y caídas de los frutos, pérdida del follaje, desgarramiento de los tallos, desprendimiento de trozos de corteza y rotura de brotes y ramas son los daños más usuales.

1.1.1.4. Rayos

Los daños causados por rayos son raros y afectan principalmente a los grandes árboles aislados. En general, las partes superiores del árbol, en buen estado de savia, conducen fácilmente la electricidad dividiendo la carga. De esta forma, los desgarros y las hendiduras causadas por la descarga eléctrica sólo suelen verse por debajo de la copa, sobre las ramas gruesas y el tronco, que son relativamente malos conductores. En alguna ocasión pueden encontrarse cultivos de vid alcanzados por rayos, donde se ven afectadas de 20 a 100 cepas sin orden particular. En plantaciones frutales o vinícolas cultivadas en espaldera, los rayos pueden seguir los hilos de hierro y quemar las plantas de toda una línea. Los síntomas de los daños por acción de las tormentas eléctricas suelen ser variados pero inconfundibles.

1.1.1.5. Fotopatía y sequía

La palabra fotopatía engloba las afecciones vegetales causadas por la luz y el calor, tanto si se trata de su defecto como de su exceso. A menudo, el exceso de luminosidad va acompañado de un calor excesivo. La unión de los dos agentes suele provocar un determinado tipo de alteraciones fisiológicas en los vegetales. La luz es necesaria para las plantas verdes, pues es la que suministra la energía necesaria para que se efectúe la síntesis clorofílica. Los tejidos formados en la oscuridad presentan una coloración blanco-amarillenta. El ahilamiento de los vegetales se caracteriza por el alargamiento de los tallos, que producen entrenudos largos, mientras que las hojas son pequeñas y se hallan reducidas al estado de escamas. Un ejemplo lo tenemos en los brotes que se desarrollan en las patatas almacenadas en una cámara oscura.
Muchísimas afecciones de los vegetales se deben a una iluminación insuficiente, por ejemplo la endeblez de las plantas en las siembras demasiado densas, las ramas enclenques y débiles de los árboles muy frondosos y no podados, el achaparramiento de los vegetales debajo de los árboles, etc.). El encamado de los cereales debe atribuirse frecuentemente a siembras muy densas, pues las plantas jóvenes, al desarrollar sus hojas, se sombrean recíprocamente. De ello resulta una alargamiento demasiado marcado en los tallos (en una semioscuridad) y una debilidad de las paredes de las células, que no adquieren la resistencia necesaria. Más adelante, bajo la influencia de la lluvia o del viento, el peso de la espiga provocará la rotura de la planta en su base.
El caso contrario lo tenemos en el exceso de luminosidad y calor. De una manera general, las plantas soportan bastante bien las temperaturas elevadas y una fuerte luminosidad, pero a condición de que su adaptación sea progresiva. La mayor parte de los accidentes comprobados no provienen de una temperatura demasiado elevada, sino de un paso demasia-

do brusco del frío al calor, de la sombra o de la penumbra al sol. A un accidente de este tipo puede atribuírsele el desecamiento de las plantas delicadas salidas de los invernaderos y sometidas bruscamente a un fuerte sol. El caso más acusado de lo explicado lo ejemplarizan las plantas ornamentales de origen tropical cuyo hábitat natural es el sotobosque de las selvas tropicales: cultivadas en invernaderos con las mallas de sombreo adecuadas, pueden sufrir fuertes fotopatías si son expuestas directamente al sol un día de verano.

El accidente se conoce como quemadura del tronco o de la corteza y también como golpe del sol de verano. Así, los árboles frutales jóvenes o los barbados de vid, sacados del vivero donde se sombreaban recíprocamente, son sometidos a un fuerte calor y a una intensa luminosidad cuando son trasplantados a su ubicación definitiva, puesto que su corteza, demasiado delgada y formada a la sombra, es insuficiente para proteger el *cambium* de una fuerte insolación. Las plantas herbáceas sufren en mayor medida, si cabe, las fotopatías. Se habla, en tales casos, de chamuscado o quemado del follaje, de escaldado de las uvas, de golpes de sol en manzanas, peras, tomates, etc. Este accidente afecta los órganos ordinariamente sombreados y que, a continuación de una poda, de un desmoche o de un aclareo, quedan expuestos súbitamente al calor solar. También ocurre el chamuscado de las hojas después de una tormenta o fuerte viento, debido a que estos agentes climáticos cambian las hojas de orientación, lo que facilita que el sol incida en partes que hasta el momento estaban a la sombra.

Las fotopatías originadas por un exceso de luminosidad o calor se ven agravadas, a menudo, si las plantas sufren sequía por una falta de agua en el suelo (afecciones edáficas). En efecto, una fuerte luminosidad acompañada de calor provoca en las plantas una gran transpiración; el agua perdida por las hojas debe ser repuesta con la que absorben las raíces del suelo, pero en períodos de sequía, las raíces no disponen de agua, lo que provoca un desecamiento del vegetal, posterior necrosis y, finalmente, la muerte si la sequía persiste.

Diversos compuestos contaminantes de azufre y su particular dinámica en la atmósfera. Nótese la formación de ozono, fruto de la combinación de SO_2 con el O_2 atmosférico.

$$SO_2 \xrightarrow{\text{radiaciones U.V.}} SO_2^+$$

Con las radiaciones ultravioletas el SO_2 se ioniza originando SO_2^+

$$SO_2^+ + 2O_2 \longrightarrow SO_3 + O_3$$

El SO_2^+ ionizado se combina con el oxígeno atmosférico originando SO_3 y ozono

$$SO_2 \underset{\text{pH bajo}}{\overset{\text{pH elevado}}{\rightleftharpoons}} SO_4H_2$$

Cuando la atmósfera tiene un carácter básico, por ejemplo cuando se dan altas concentraciones de contaminantes nitrogenados en forma de óxidos, el SO_2 se combina con el hidrógeno de la troposfera originando ácido sulfúrico.

1.1.1.6. Aire salino

La sensibilidad de los vegetales al aire salino por su proximidad al mar depende de su adaptación. Así, ciertas plantas cuyo hábitat está cerca de la costa tienen una menor sensibilidad al aire salino y se adaptan mejor a las proximidades marítimas. Ejemplos de plantas de este tipo son los aloes, las palmeras, los cactos, etc., que viven bien a primera línea de mar, así como otras especies como los pinos, el algarrobo, la adelfa, el olivo y otros, que se desarrollan correctamente cerca de la costa en una segunda o tercera línea de mar. Las plantas de hábitat continental, como los bosques de árboles caducifolios, sufren con la proximidad del aire salino. En el tema de Suelos de esta obra, en el capítulo que trata sobre la salinidad, se ofrece al lector una relación de plantas clasificadas en función de su tolerancia a la salinidad. Esta tolerancia se mide en términos de elevada, media y baja.

1.1.1.7. Contaminación atmosférica

Los gases, humos y polvos que escapan de las fábricas y la contaminación de las grandes ciudades ocasionan frecuentemente en la vegetación de los alrededores suciedades en el follaje y quemaduras de hojas y brotes, provocando a menudo hasta la depresión vegetativa total. Los estudios de los contaminantes atmosféricos y su incidencia en las plantas son de factura relativamente reciente. Investigaciones de distintos autores permiten determinar qué planta o plantas son más sensibles a un determinado contaminante. Esta sensibilidad vegetal nos permite disponer de unos indicadores (los vegetales) fiables y baratos para determinar ciertas concentraciones nocivas de agentes contaminantes en la atmósfera. Se ofrecen al lector dos tablas. La primera es una lista de vegetales especialmente sensibles a cada contaminante. La segunda detalla la composición estándar de la troposfera seca con sus componentes y sus porcentajes. Veamos ahora los contaminantes más importantes y sus efectos directos e indirectos sobre las plantas.

• **Polvos industriales.** Cuando tienen una reacción alcalina o neutra, no suelen ser demasiado tóxicos para las plantas. Su acción deprimente suele ser de tipo mecánico, puesto que si el polvo es muy fino, puede obturar los estomas y perjudicar las funciones de respiración, transpiración y asimilación de las hojas.

• **Gases fluorados.** Los emanaciones fluoradas son, entre todas las poluciones de la atmósfera causadas por gases o humos, las que provocan los daños más graves en cultivos y bosques. Las fábricas causantes de este tipo de polución son las de aluminio, las fundiciones de hierro, las de productos cerámicos y las de abonos fosfatados. Los tejidos jóvenes son los que más acusan este tipo de polución, que afecta principalmente las hojas de las puntas de las ramas y sus terminaciones. La fitotoxicidad provocada se hace más patente cuando a un período de sequía le sigue una fina lluvia, puesto que entonces el agua diluye los gases y éstos penetran dentro de la planta por los estomas, provocando en los tejidos, quemaduras que avanzan con el transcurso del tiempo. Es-

Relación de vegetales especialmente sensibles a cada contaminante, según diversos autores

Especie vegetal	Contaminante	Estudio de referencia
Achicoria (*Cichorium endivia*) Cebada (*Hordeum vulgare*) Alfalfa (*Medicago sativa*) Trébol (*Trifolium pratense*)	Dióxido de azufre SO_2	Ormond y Adedipe, 1974 Posthumus, 1976
Tabaco (*Nicotiana tabacum*) Espinaca (*Spinacia oleracea*)	Ozono O_3	Heggestad y Darley, 1969 Posthumus, 1976
Ortiga (*Urtica urens*) Espiguilla (*Poa annua*) Haba (*Vicia faba*)	Nitratos de peroxiacetileno (PAN)	Heggestad y Darley, 1969 Posthumus, 1976
Gladiolo (*Gladiolus gandavensis*) Tulipán (*Tulipa gesneriana*) Freesia	Ácido fluorhídrico (HF)	Reinert, 1975 Posthumus, 1976 Van Ray, 1969
Petunia (*Petunia nyctaginiflora*) Patata (*Solanum tuberosum*)	Etileno (C_2H_4)	Posthumus, 1976
Espinaca (*Spinacia oleracea*) Tabaco (*Nicotiana rustica*)	Dióxido de nitrógeno (NO_2)	Posthumus, 1976

pecies sensibles como el pino, la vid, el iris, el gladiolo, el tulipán y la avena forrajera contrastan con las menos sensibles como el manzano, el sauce, el diente de león, el trébol blanco y el crisantemo. Estas últimas y aquéllas cuyas hojas son glabras o céreas soportan bien determinadas cantidades de flúor.

• **Gases sulfurosos**. El gas sulfuroso, o dióxido de azufre (SO_2), resulta de la combustión del azufre o de productos que lo contienen: gasolinas, fuel-oil y otros subproductos de la combustión de los petróleos y de su industria. Citaremos, por ejemplo, las quemadoras de productos petrolíferos, las fábricas de ácido sulfúrico, las refinerías, además de la combustión de maquinaria móvil, como los coches, camiones, etc. Unas condiciones favorables para las plantas, tales como una humedad relativa alta, una fuerte intensidad luminosa y una temperatura moderada, favorecen la penetración del gas dentro de la planta a través de los estomas.

Se admite de una manera general que las plantas pueden soportar una concentración media de 0,2 cm^3 de dióxido de azufre por m^3 de aire (≈ 0,2 ppm). Cuando la concentración sobrepasa este valor las afecciones se hacen visibles. Entre las especies más sensibles a la acción del gas sulfuroso se pueden citar la alfalfa, la cebada, la avena, el trigo, la lechuga, la endivia, la espinaca y el tabaco; entre las más resistentes al SO_2 cabe citar el manzano, el albaricoquero, la vid, los gladiolos y las lilas. La acción de los gases sulfurosos es más intensa cuando la exposición del vegetal ocurre durante un período largo de tiempo que si se trata de una alta concentración en un corto espacio de tiempo. Sus efectos en los tejidos vegetales se traducen normalmente en la formación de necrosis blancuzcas o en la decoloración de los tejidos periféricos; a veces se producen coloraciones amarillentas y parduzcas. A menudo, estos síntomas se parecen a los producidos por las carencias de nutrientes, aunque en este caso, los síntomas son más simétricos.

Los compuestos de azufre liberados a la atmósfera, como el dióxido de azufre SO_2, suelen experimentar una serie de transformaciones hasta convertirse, bajo determinadas circunstancias, en ácido sulfúrico (H_2SO_4). El ácido sulfúrico en la troposfera da lugar a las conocidas lluvias ácidas. En efecto, grandes extensiones boscosas de Europa sufren el efecto de estas lluvias. Las afecciones que producen en las plantas se muestran como clorosis amarillas internerviales primero, que se convierten luego en zonas blancas que posteriormente se secan y mueren.

• **Cloro y ácido clorhídrico**. El cloro en la atmósfera procede principalmente de fábricas productoras de sosa. Podemos encontrarlo como gas libre (Cl) o en combinación con el hidrógeno (H) formando ácido clorhídrico (HCl). Este ácido se considera tres veces más fitotóxico que el SO_2, aunque sus daños no son frecuentes, puesto que las concentraciones elevadas de este ácido en la atmósfera suelen ser debidas a accidentes. El saúco, el cerezo, el ciruelo, el melocotonero, la vid, la judía, el trébol y la alfalfa son los vegetales considerados más sensibles al cloro y al ácido clorhídrico.

Composición en porcentaje de los elementos del aire seco de la troposfera. (Tomado de Queney, 1974)

Constituyente	Símbolo químico	Porcentaje en volumen
Nitrógeno	N_2	78,0840000
Oxígeno	O_2	20,9460000
Argón	Ar	0,9340000
Dióxido de carbono	CO_2	0,0330000
Neón	Ne	0,0018180
Helio	He	0,0005240
Metano	CH_4	0,0002000
Criptón	Kr	0,0001140
Hidrógeno	H	0,0000500
Óxido nitroso	N_2O	0,0000500
Xenón	Xe	0,0000087

• **Alquitrán y asfalto.** Los humos de alquitrán son nocivos para las plantas por los compuestos volátiles fenólicos que contienen. Estos productos determinan lesiones superficiales en las hojas jóvenes, que toman un aspecto muy barnizado, con un enrollamiento de los bordes más o menos pronunciado. Tales vapores se desprenden de las fábricas productoras de electrodos y en las instalaciones de impregnación de maderas y, eventualmente, también en los alrededores de las fábricas de gas. Los vapores que se desprenden al asfaltar los firmes urbanos suelen provocar daños análogos a los descritos.

• **Gas de alumbrado.** Los escapes de gas que provienen de roturas o fisuras en los conductos pueden ocasionar daños a las plantas por asfixia de las raíces. Esta intoxicación trae consigo la caída de las hojas, la desecación de las ramas y la muerte de los árboles. La coloración azulada en las raíces de los árboles es, a menudo, signo de una intoxicación por los gases; esta coloración no es más que un síntoma de asfixia por falta de oxígeno.

1.1.2. Alteraciones humanas

Las alteraciones humanas pueden dividirse en dos grandes grupos: aquellas afecciones mecánicas humanas producidas directamente por los trabajos de poda, paso de maquinaria, etc. y aquéllas debidas a una mala utilización de los productos fitosanitarios.



Cuando la dosis de un determinado pesticida es demasiado elevada, puede provocar fitotoxicidad y destruir, como en el caso de la fotografía, la capa herbácea que protegía los frutales de las heladas.

1.1.2.1. Heridas mecánicas

Las heridas causadas por la acción del hombre tienen parecidas consecuencias a las descritas en el primer apartado (aquéllas causadas por animales o por los agentes climáticos). Así, las consecuencias directas de estas heridas, como la reducción de la cosecha en calidad y cantidad, la creación de puertas de entrada para los organismos parásitos, la inhibición de la circulación de la savia producto de las afecciones en los tejidos vasculares, la disminución de las funciones de asimilación y respiración por una pérdida total o parcial de los órganos fotosintéticos, la disminución del poder absorbente, etc., son las consecuencias de las heridas causadas por la intervención del hombre.

En general, las heridas pequeñas, como por ejemplo las de la poda, no necesitan ningún tratamiento. Por el contrario, las heridas transversales o longitudinales del tronco o de las ramas principales, así como las producidas al quebrarse las ramas, deben ser tratadas con cuidado. Es necesario igualar, por medio de un instrumento cortante, la superficie dañada y recubrirla con un mástic o un bálsamo adecuado.
En los árboles frutales de hueso, las heridas provocan a menudo la producción de goma (gomosis) y de tílides (tylosis), que obstruyen los vasos conductores de la savia. Estos accidentes, si son generalizados, pueden entrañar la destrucción de todo el árbol.

1.1.2.2. Uso indebido de pesticidas

La mayoría de afecciones vegetales después de un tratamiento antiparasitario se deben a descuidos humanos. Así, una confusión en la elección del producto, un error en su dosificación, una aplicación incorrecta, una insuficiente limpieza de los recipientes de preparación, ciertas mezclas de productos fitosanitarios insecticidas y fungicidas químicamente incompatibles, las aplicaciones realizadas con mucho viento (en especial herbicidas muy volátiles que pueden ser trasladados a cultivos colindantes), etc., son ejemplos claros de errores humanos causantes de alteraciones fisiológicas en los vegetales.
Los tratamientos aportan al vegetal una sustancia que les es extraña. De una manera general, la mayor parte de los vegetales soportan los tratamientos a las dosis recomendadas por los fabricantes. Sus indicaciones se basan en ensayos previos y en un control por parte de las estaciones experimentales oficiales, pero a pesar de ello se producen accidentes, puesto que surgen elementos imponderables que escapar al control de los ensayos, como la temperatura, la velocidad del viento, la higrometría del aire, la naturaleza del suelo y del portainjerto, la edad de los vegetales, etc. Todos estos elementos pueden potenciar o disminuir la sensibilidad de la planta a los productos antiparasitarios.
Los pesticidas más antiguos son los más estudiados y, especialmente en frutales y vid, sus posibles efectos fitotóxicos muy determinados. Pero en productos de reciente factura, las alteraciones fisiológicas que pueden producir son poco calibradas, por lo que se recomienda encarecidamente que el agricultor realice una serie de pruebas previas a su utilización generalizada. Éste es el caso de los fungicidas orgánicos y de los insecticidas de síntesis, cuyas acciones secundarias sólo han podido observarse en los últimos tiempos. En los capítulos correspondientes, el lector encontrará la descripción de estos productos y sus características generales de aplicación. Sin embargo, corresponde a este apartado la relación somera de posibles daños causados por los pesticidas. Como norma general, el agricultor deberá mirar en la etiqueta del producto cuáles son los vegetales más sensibles al producto en cuestión y los posibles efectos fitotóxicos de cada unos de ellos.

• **Fitotoxicidad de los fungicidas.** Existen dos familias de productos fungicidas: los derivados de compuestos cúpricos y los azufrados. Tanto en vides como en árboles frutales y, en especial, en las variedades

des híbridas, un exceso en la dosificación de estos productos produce una inhibición del crecimiento y quemaduras en los órganos vegetales jóvenes. Si las hojas de los árboles presentan heridas o la aplicación de fungicida se realiza justo antes de una lluvia, el producto penetra en la planta a través de la cutícula y los estomas, originando quemaduras más o menos vivas que se traducen en necrosis netamente delimitadas en las hojas y en la formación de una piel rugosa, acorchada y resquebrajada en los frutos.

• **Fitotoxicidad de los insecticidas**. Los insecticidas clorados, compuestos químicos del cloro, ejercen un efecto fitotóxico sobre el vegetal a dosis claramente superiores a las prescritas. Esta fitotoxicidad se traduce en una fuerte clorosis acompañada de epinastía en los vegetales más sensibles como las cucurbitáceas. De los compuestos clorados, el lindano actúa sobre los núcleos de los tejidos de crecimiento, favoreciendo la poliploidía o aumento del número de cromosomas del núcleo de las células vegetales. Los insecticidas fosforados o ésteres fosfóricos, como los parationes y muchos insecticidas sistémicos, provocan en los vegetales deformaciones parecidas a las causadas por los herbicidas fitohormonales como el 2,4 D. Estas anomalías acontecen en especial en los cultivos forzados bajo vidrio: lechugas, tomates, ornamentales, etc., aunque también se dan casos de fitotoxicidad en las plantas cultivadas al exterior, como el tabaco, el lino y la remolacha. Al igual que con el lindano, los ésteres fosfóricos provocan, en especial en los tejidos de crecimiento, perturbaciones en los fenómenos de la división celular.

• **Fitotoxicidad de las mezclas de productos**. En la mayoría de los casos en los cuales es apropiada la mezcla de dos productos, por ejemplo un fungicida y un insecticida, las especificaciones técnicas del fabricante orientan sobre qué familias de productos pueden mezclarse y cuáles no. En cualquier caso, las recomendaciones para realizar estas mezclas suelen indicar la necesidad de incorporar un coadyuvante. Un **coadyuvante** no es más que un disolvente orgánico análogo, en propiedades, al jabón, que permite una mayor adherencia del producto fitosanitario a la planta o a los insectos a combatir. Los coadyuvantes suelen recibir vulgarmente el nombre de mojantes o adherentes. Si se aumenta demasiado la mojabilidad de un caldo (por exceso de dosis del coadyuvante), éste pierde su resistencia al lavado por la lluvia y la materia activa no queda bien repartida por el vegetal, resultando insuficientemente protegidas algunas de sus partes, mientras que otras se queman como consecuencia de la acumulación del producto en una superficie demasiado pequeña.

Con los caldos mixtos insecticidas-fungicidas se comprueban más accidentes cuando se emplean los insecticidas en forma de emulsión que en forma de suspensión. En efecto, si se añade un insecticida emulsionado, el fungicida será más tóxico y más peligrosas sus quemaduras. Esta regla no es exclusiva de los ésteres fosfóricos y se aplica también para los insecticidas clorados y los acaricidas.

• **Fitotoxicidad de los herbicidas**. Los herbicidas son preparados químicos destinados a matar a las plantas. Como se verá en el capítulo de las malas hierbas y su eliminación, los herbicidas son productos muy fitotóxicos y entre los que cabe distinguir dos grupos fundamentalmente: los que actúan por contacto y los que penetran en las plantas. Estos últimos, al penetrar en la planta, desorganizan todo su metabolismo. Algunos herbicidas son considerados totales, puesto que afectan a todas las plantas, mientras que otros son selectivos y sólo afectan a ciertas malas hierbas, respetando las plantas del cultivo. El agricultor expone a los herbicidas su cultivo y las plantas de cultivos colindantes, por lo que la precaución principal a tener en cuenta en su aplicación es la de no tratar cuando hace mucho viento. Una descripción de estos productos, así como las precauciones necesarias para la prevención de accidentes se verán ampliamente en su correspondiente capítulo. Los daños causados por un uso inadecuado de los herbicidas en función de la dosis empleada originan deformaciones en las hojas y en los tallos, causando la desecación de los brotes y el corrimiento de las flores y, finalmente, la caída de los frutos.



Manzano. Variedad Golden. Familia de las Rosáceas

1.1.3. Alteraciones edáficas

Las alteraciones edáficas son todas aquellas afecciones que afectan a las plantas por defectos en el suelo. En efecto, la estructura del suelo, su fertilidad, el exceso o la falta de humedad, etc., son algunas de las causas que originan los daños causados por problemas edáficos. El lector puede encontrar una descripción de esta problemática en el tema de Suelos de esta obra, donde se detallan ampliamente las distintas carencias de nutrientes de un suelo, sus efectos en las plantas y las posibles correcciones a efectuar. Además, encontrará la información necesaria para paliar los defectos crónicos de un suelo debido a una estructura inconveniente y sus consecuencias como la sequía, la excesiva humedad, etc.

1.1.3.1. Estructura física del suelo

Un suelo demasiado arenoso o muy arcilloso origina problemas en las raíces de las plantas y, por extensión, a toda la planta. Un suelo demasiado arenoso retiene poca agua y pocos nutrientes, lo que con frecuencia da lugar a la sequía de la planta y a su desnutrición. Un suelo arcilloso tiene una buena retención de nutrientes y de agua, pero a menudo se encharca y provoca la asfixia radicular por falta de oxígeno en las raíces. La materia orgánica es la solución para los terrenos con problemas crónicos de estructura. En efecto, en los terrenos arcillosos, la M.O. tiene una acción parecida a la de una esponja, dotando al suelo de suficiente espacio poroso para contener el oxígeno necesario para la respiración de las raíces. Por contra, en los arenosos actúa formando agregados que aumentan la fertilidad del suelo y su retención de agua, con lo que se consigue que la planta no muera por sequía.

1.1.3.2. Exceso de humedad

A menudo, un terreno demasiado arcilloso provoca hidropatías debido a la compactación del suelo sobre las raíces. Esta problemática recibe el nombre de **asfixia de las raíces por compactación**. Pero además, un terreno arcilloso retiene demasiada agua de riego o de lluvia en toda su porosidad, lo que provoca la escasez de oxígeno en el suelo y la consiguiente asfixia radicular por falta de respiración. Para el estudio de la problemática de los suelos pesados y sus posibles correciones, debe consultarse el tema de Suelos de esta obra. El exceso de humedad o el estancamiento de agua en el suelo producen en el follaje coloraciones amarillas, rojas o púrpuras, idénticas a las producidas por una deficiencia de nitrógeno o fósforo, o también clorosis análogas a las producidas por una carencia de hierro o manganeso. Ocurren también necrosis marginales como las que aparecen por una deficiencia de potasio.

En suelos excesivamente húmedos, los árboles frutales y las vides se achaparran y decaen, mostrando signos de una marcada clorosis. Las raíces mueren por asfixia, y con la falta de oxígeno ocurren fermentaciones anaeróbicas que dan lugar a compuestos azufrados tóxicos (ácido sulfhídrico). En las raíces con alto contenido en glucosa, como las del manzano, suceden fermentaciones anaerobias que dan lugar a radicales alcohólicos. Si después de una gran sequía hay fuertes lluvias, los frutos próximos a madurar se agrietan puesto que, al absorber gran cantidad de agua, se hinchan y hacen reventar la piel del fruto.

1.1.3.3. Sequía

Al igual que las hidropatías o asfixias por excesiva humedad, la sequía también es una fisiopatía debida a una irregularidad hídrica, pero en este caso por una falta de agua. Una sequía del suelo no afecta por igual a todas las plantas, sino que son más sensibles aquéllas de raíces superficiales. Por contra, los vegetales de raíces pivotantes, las cuales colonizan el suelo a más profundidad, tardan más en sufrir sus efectos. Es conocida la resistencia de ciertos árboles centenarios a largos períodos de sequía. En contraposición, ciertas plantas de raíces superficiales, como los cereales, resisten muy mal la sequía. Parece evidente que la profundidad y la estructura de un suelo son factores determinantes para que los vegetales acusen un determinado período de sequía; así, en terrenos poco profundos y arenosos, la fisiopatía será mucho más patente que en aquéllos profundos y de textura franco-arcillosa. En años muy secos, los frutos de vides y frutales devienen pequeños y a menudo caen prematuramente. Las coloraciones amarillas, rojas o púrpuras, parecidas a las provocadas por las carencias de nitrógeno y fósforo, son los síntomas más comunes para la identificación de una fisiopatía debida a la sequía, llegando incluso a la necrosis de las hojas si la sequía persiste.

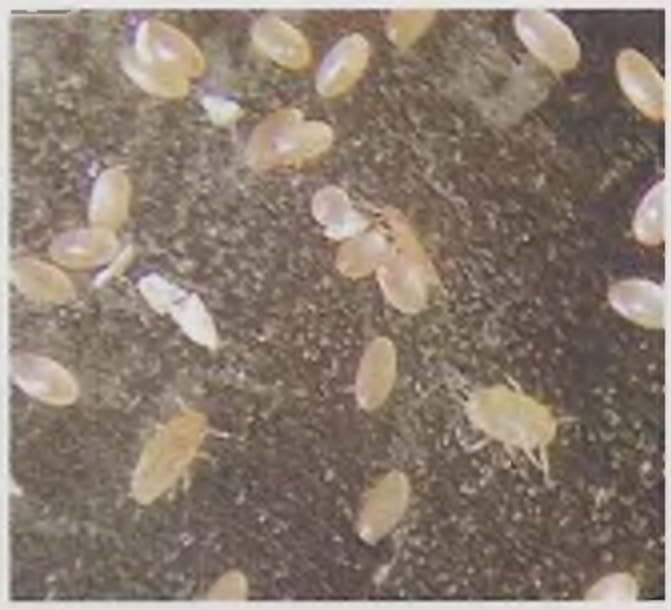
Una extrema sequía permite a ciertos parásitos animales aprovechar la debilidad de la planta e infectarla. Éste es el caso de ciertos insectos como pulgones, psilas, cochinillas, etc., y de algunos hongos que viven a expensas de las excreciones de los insectos citados. El caso más conocido es el de la cochinilla del olivo (*Saissetia oleae Bern*), parásita de ciertos vegetales como el olivo, los cítricos y las adelfas, y a la cual vive asociado un hongo vulgarmente conocido como negrilla (*Capnodium Sp.*).

1.1.3.4. Carencia de nutrientes

Es conocida la forma de nutrición vegetal. En efecto, las plantas absorben los iones disueltos en la fase lí-

***Distintas fotografías que muestran diferentes estados metahólicos de la cochinilla del olivo* Saissetia oleae Bern.**
1/ Adulto y puesta.
2/ Huevos y larvas.
3/ Adultos en fase de desarrollo.
4/ Hojas con ataque de negrilla (Capnodium sp.).
5/ Tallo con larvas y adultos (obsérvese un ligero ataque de negrilla).
(Fotos cedidas por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya)


1


2


3


4


5

quida del suelo, los transportan a las hojas y, gracias a la luz del sol y al dióxido de carbono de la troposfera, sintetizan materia orgánica. Esta materia orgánica proporciona a la planta sustento para su existencia y material para su formación. En el tema de Suelos de esta obra se enumeran los nutrientes necesarios para los vegetales, así como las manifestaciones externas que originan sus carencias. No insistiremos por ello sobre este particular, aunque sí conviene recordar que los principales elementos que componen la nutrición vegetal son el hidrógeno, el oxígeno y el carbono como elementos libres y abundantes en la atmósfera, el nitrógeno, el fósforo y el potasio, considerados los macroelementos que deben ser tomados en disolución de la fase líquida del suelo, los elementos secundarios como el calcio, el magnesio y el azufre, y los microelementos, cuyas necesidades son muy pequeñas pero esenciales para las plantas, como el boro, el cobre, el hierro, el manganeso, el molibdeno y el cinc.

Recordaremos que, a menudo, la carencia de un elemento puede resultar de una ausencia efectiva en el suelo o bien de un antagonismo entre nutrientes. Así, a veces las plantas presentan clorosis férrica, lo cual en principio es un síntoma de falta de hierro en el suelo, aunque a menudo existe suficiente hierro en el terreno para abastecer a la planta. Pero este hierro queda bloqueado por un exceso de calcio o bien por un pH del suelo demasiado alcalino. Finalmente, comentaremos que los síntomas externos de las carencias nutricionales pueden distinguirse de otras afecciones producidas por parásitos debido a que las primeras presentan una distribución simétrica en las hojas y las parasitarias no.

1.1.3.5. Salinidad

Puede darse el caso contrario al anterior. Así, un exceso de nutrientes en el suelo puede originar ciertas fisiopatías de distinta índole. Un exceso de un cierto elemento puede producir no sólo el bloqueo de otro nutriente en el suelo sino que, a menudo, presenta en sí mismo una clara fitotoxicidad para la planta. Esto ocurre principalmente con los microelementos. Tal es el caso del boro, elemento cuyo límite inferior provoca una carencia y cuyo límite superior condiciona una intoxicación, situándose estos dos límites dentro de un margen muy estrecho. Un exceso de boro en la vid, por ejemplo, se manifiesta mediante una disminución notable de la actividad vegetativa. Las hojas terminales se encogen y los bordes de los limbos se oscurecen y encorvan hacia la cara inferior, aparecen necrosis intercostales que se unen a continuación y las hojas acaban por desecarse completamente.

El caso más frecuente, y también el más temido por los agricultores, es el de un exceso de salinidad debido al ion sodio o al cloro. Existe una extensísima bibliografía sobre el estudio y posterior corrección de los suelos salinos. Para su consulta, el lector puede remitirse a los apartados del tema de Suelos sobre suelos salinos, sódicos y sódico-salinos. Los excesos de sodio y cloro causan quemaduras en las raíces y necrosis en los bordes foliares. La cuantía de los daños dependerá de las cantidades de sales existentes en los suelos y de la sensibilidad intrínseca de la especie vegetal en cuestión.

1.1.3.6. Fatiga del terreno

Reciben el nombre de fatiga del terreno diversas causas parcialmente ya descritas, y otras de origen orgánico que se verán más adelante, que pueden ocurrir juntas o por separado. Hablamos de fatiga de un terreno o de que un terreno está fatigado cuando éste produce plantas depauperadas, con una vegetación netamente deprimida y con producciones muy bajas en cantidad y calidad. La imposibilidad de obtener las mismas cosechas que en años anteriores sin saber exactamente cuál es la causa, conduce al agricultor a una confusión comprensible contra la que le resulta imposible luchar. Los métodos disponibles para la recuperación de terrenos fatigados vienen explicados en los capítulos cinco y seis de este tema, donde se describen las medidas preventivas y curativas de todas las afecciones citadas hasta ahora.

Puede ocurrir que al cultivar la misma especie vegetal año tras año, ésta haya agotado las reservas de nutrientes del suelo o, quizá por ser especialmente ávida, de uno solo de ellos. Puede ocurrir también que el suelo tenga unas poblaciones exageradas de un cierto microorganismo especialmente nocivo para un determinado cultivo. Es posible también que el suelo haya perdido su estructura, con lo que habrá perdido también su riqueza nutricional, su capacidad de retención de agua y su drenaje natural. Estas dificultades se presentan con más fuerza, si cabe, en suelos artificiales. En cultivos en contenedor, dentro de los invernaderos, los suelos pierden con frecuencia su estructura y su poder nutricional, debido principalmente a que se trabaja con suelos artificiales que pierden pronto sus propiedades físico-químicas.

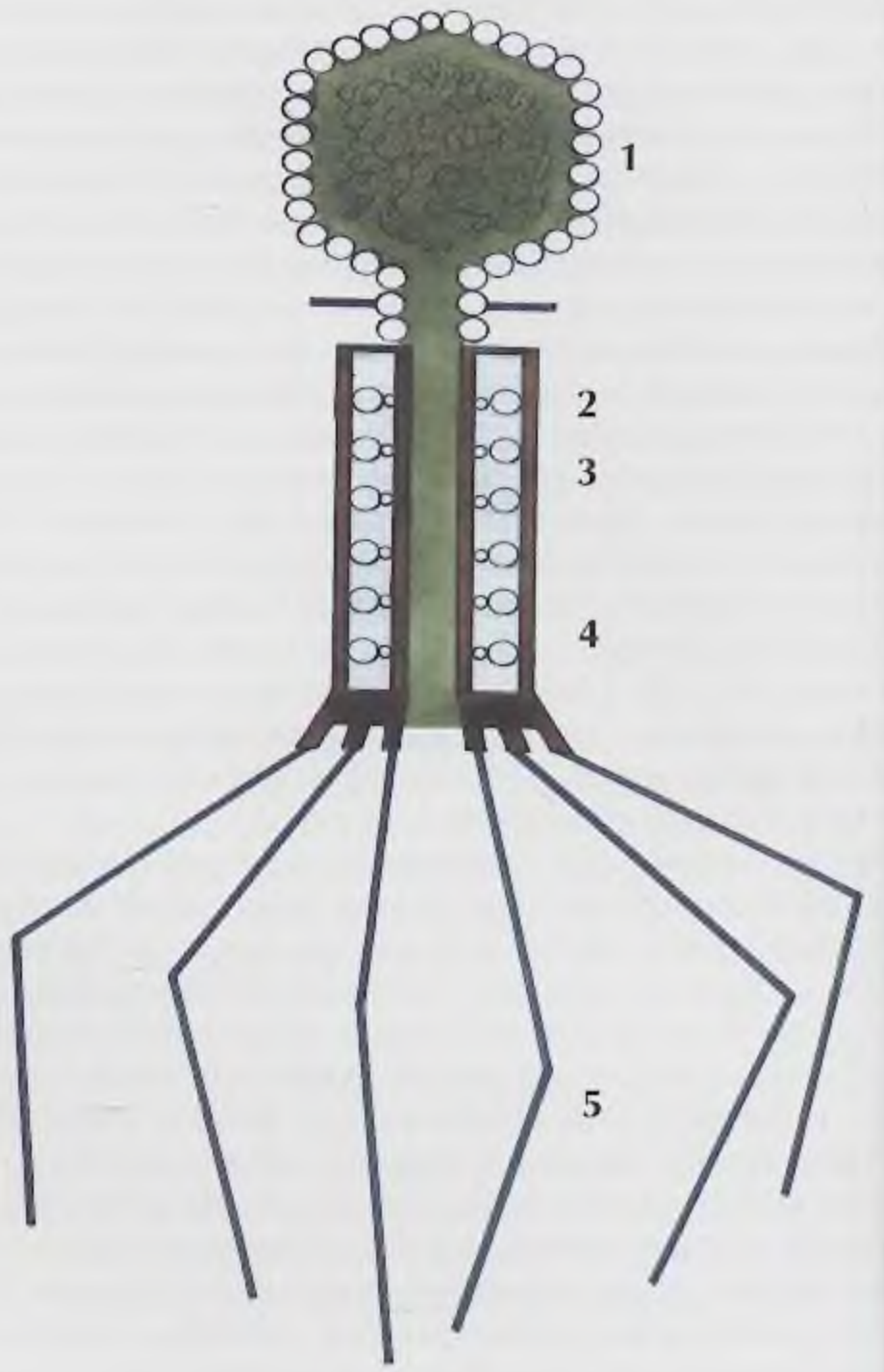
1.1.3.7. Acidez y basicidad

La acidez y basicidad quedan ampliamente descritas en el tema de Suelos de esta obra donde se habla de este tipo de suelos así como de los efectos que causan en los vegetales y de las posible soluciones para ellos. Recordaremos someramente que existen terrenos ácidos, como los de bosques de climas continentales y praderas de alta montaña, y otros básicos o alcalinos, más frecuentes en zonas costeras y prelitorales. A menudo, la naturaleza de la roca madre de donde proviene el *solum* determina la acidez y la basicidad originaria del suelo. Pero también son importantes otras causas como la cantidad de materia orgánica en el suelo, la influencia de las precipitaciones, etc.

La acidez o basicidad de un suelo determinan la dinámica nutricional de los vegetales. Así, en suelos ácidos, ciertos elementos serán más aprovechables por la planta que otros. Tal es el caso del hierro y de la mayoría de microelementos. Por lo contrario, en suelos básicos o alcalinos, ciertos elementos, como el calcio o el magnesio, ocupan los sitios de intercambio y excluyen a menudo las posibilidades de absorber el hierro por parte de la planta. Finalmente, comentaremos que existen plantas acidófilas que viven bien en suelos ácidos, como las azaleas o los rododendros. Por lo contrario, la mayoría de especies hortícolas como los tomates, cebollas, puerros, melones, etc., viven mejor en medios alcalinos.

2. PARÁSITOS DE ORIGEN VÍRICO

Ciertos virus, quizá los más estudiados, son parásitos de bacterias. Dibujo esquemático del bacteriófago T2:
1/ Cápside (950Å × 650Å).
2/ Cola (950Å).
3/ Núcleo de la cola (80Å de diámetro).
4/ Placa basal (200Å).
5/ fibra caudal (1500Å).



La forma más simple conocida de vida son los virus. Estos entes poseen características propias de los seres vivos pero también de la materia inerte. Por lo general, su estructura es extremadamente simple: un envoltorio en forma de cápsula constituida principalmente por proteínas y lípidos y, dentro del mismo, una cadena de información genética compuesta por ADN o ARN, que no es más que un conjunto de bases nitrogenadas, ácido fosfórico y azúcares (desoxirribosa y ribosa) dispuestas helicoidalmente. Por sus características, los virus sólo pueden ser parásitos de otros seres vivos. Así encontramos virus parásitos de bacterias como los bacteriófagos *T2, T4, T6,* etc. que infectan a la *Escherichia coli*, virus causantes de enfermedades en los vegetales, como el del mosaico del tabaco y de los animales, como el virus *Leporipoxvirus-mixomatosis,* causante de la mixomatosis de los conejos y liebres. Finalmente, citaremos los virus humanos, como el causante de la gripe humana y el tristemente célebre causante del síndrome de la inmunodeficiencia humana adquirida (SIDA) o virus *V.I.H.*

Cadena de ADN o ácido desoxirribonucleico esquematizado según Watson & Crick. Cada una de las cadenas helicoidales está formada por una sucesión alternada de desoxirribosa y ácido fosfórico. Mediante puentes de hidrógeno, se unen las moléculas de desoxirribosa con las bases nitrogenadas. Éstas a su vez se unen a otra base nitrogenada, que a su vez se une a la segunda cadena helicoidal. Las cuatro bases nitrogenadas existentes, adenina, citosina, guanina y timina sólo pueden formar conjunto apareadas de la siguiente manera: la adenina con la timina y la citosina con la guanina.



En líneas generales, los virus son incapaces de ejercer ningún tipo de acción metabólica por ellos mismos, ni presentan reacción alguna a los estímulos externos. Sólo se reproducen, o sería más apropiado decir se duplican, gracias a los órganos y compuestos (ribosomas y compuestos enzimáticos) de la célula huésped, por lo cual, sin tener ningún tipo de metabolismo propio, tienen las tres características básicas de los genes: reproducción idéntica en las células del huésped, transmisión de sus características y capacidad de mutación. Común también para todos los virus es su especificidad. En efecto, por lo general un virus es específico de una especie y no suele infectar a las otras. Esta cuestión, que parece una ventaja, tiene la contrapartida de que las cadenas genéticas de los virus sufren mutaciones con facilidad. El virus de la gripe es un claro ejemplo de estas mutaciones víricas. En efecto, la gran problemática mundial para combatir el virus de la gripe es que éste, en el transcurso de un año, sufre una mutación genética, con lo que las vacunas del año anterior no surten, ya, ningún efecto.

Finalmente, comentaremos, dentro de esta introducción, que al penetrar un virus dentro de un organismo animal, éste reacciona fabricando una proteína llamada **interferón** que inhibe, de manera específica, la multiplicación de otros virus que pudieran llegar posteriormente a la célula, aunque a menudo no impide que los virus existentes en el interior se desarrollen. Es decir, el interferón actúa a modo de vacuna natural en previsión de otros ataques. Por lo visto hasta ahora, se deduce que, al no tener el virus un metabolismo propio, los métodos de lucha de los que se disponen son más bien limitados.



2.1. NATURALEZA DE LOS VIRUS

los virus que infectan a las plantas se multiplican en el seno de la planta huésped, sufren transformaciones hereditarias y se subdividen en razas o estirpes. Algunos forman cristales, otros partículas, pero todos aparecen en el microscopio electrónico (son invisibles con el óptico) como grandes moléculas proteicas. Los distintos tipos de microscopios electrónicos nos ofrecen un aumento que oscila entre unas 500.000 y 2.000.000 veces, y que permite determinar la morfología vírica como filamentos, partículas esféricas o bastoncillos. Sus dimensiones oscilan entre las 15 y 30 mμ de diámetro de las partículas víricas esféricas, que en realidad son poliedros, hasta las 200 a 700 mμ de longitud de los bastoncillos o filamentos.

Dada la incapacidad metabólica de los virus, éstos no pueden "sobrevivir" en el exterior. Su hospedaje dentro de las plantas es forzoso y su transmisión de unas a otras debe ser mediante otros organismos llamados vectores. Los organismos **vectores** son los causantes de la extensión de las infecciones víricas. Heridas, picaduras o mordeduras de insectos u otros animales, son las puertas de entrada por las que se introducen los virus. Una vez dentro de las células vegetales, los virus inyectan su código genético dentro del núcleo de la célula infectada y ésta se encarga de reproducirlos. A medida que su población aumenta, pasan de una célula a otra a través de los orificios intercelulares, los plasmodesmos, y circulan libremente por los vasos del líber y a veces por los del leño, extendiéndose por toda la planta.

Muchos estudios ratifican su especificidad. Así, por lo general, cada virus infecta solamente a una especie determinada vegetal. Esto ocurre por su particular manera de reproducirse: cuando el ARN o ADN del virus penetra en el interior del núcleo celular, las cadenas de bases nitrogenadas sólo pueden intercalarse en el ADN de la planta huésped si coinciden sus bases nitrogenadas.

2.1.1. Mutaciones

Como ya se apuntó al hablar de las características generales de los virus, éstos presentan una gran tendencia a la mutación. Es decir, las cadenas de ARN o ADN existentes dentro de la cápsula vírica sufren mutaciones genéticas. Ocurre con frecuencia que dentro de un cultivo infectado por un determinado virus, ciertas plantas muestren una sintomatología distinta a las demás. Si este cambio se transmite en sucesivas plantas infectadas, puede hablarse de una nueva raza o estirpe del virus. Es posible, mediante ingeniería genética, seleccionar y aislar este virus mutado para su estudio. Los virus, como todos los vegetales y animales, evolucionan con las circunstancias, adaptándose al medio en el que vive la planta huésped y a las posibilidades de transmisión de una planta a otra.

También se da el caso, dentro de un cultivo infectado por una enfermedad vírica, que aparezcan plantas no afectadas. Estas plantas se consideran resistentes al virus y también pueden seleccionarse para su estudio y posterior multiplicación. Nos encontramos entonces con plantas resistentes a un virus concreto que pueden ser comercializadas como resistentes. Este tipo de lucha, de la que vamos a hablar más adelante, recibe el nombre de **selección** o **mejora genética** con fines fitosanitarios.

Los genetistas consiguen variedades resistentes a los virus.



En los laboratorios se seleccionan plantas libres de virus.

2.1.2. Transmisión

Como el lector podrá comprobar en el capítulo dedicado a la lucha preventiva de las enfermedades víricas, el conocimiento de los procesos de transmisión y propagación de éstos es fundamental.

• **Transmisión por inoculación mecánica.** Algunos virus se transmiten por contacto de una planta a otra. A menudo, el mismo roce entre las plantas de un cultivo origina heridas superficiales suficientes para que el virus se transmita de una planta a otra. Así ocurre con el virus del mosaico del tabaco en cultivos de tabaco y tomate, y con el virus de la patata.

• **Transmisión por insectos y otros vectores.** La mayoría de los virus no pueden subsistir al aire libre, debido a que no poseen un metabolismo propio. Así, muchos de los virus desaparecerían si no fueran transmitidos y propagados por diversas especies de animales que se denominan vectores de virus y que pertenecen a varios grupos zoológicos. Por orden creciente de importancia, cabe citar los nematodos, los ácaros y los insectos. Los insectos, siendo los más numerosos y también los vectores con mayor incidencia, son representados por los órdenes siguientes: homópteros (pulgones), coleópteros (escarabajos), ortópteros (langostas y grillos) y tisanópteros (trips). Por lo general, el insecto o animal vector, al alimentarse de una planta enferma, retiene parte de la savia infectada en su aparato chupador-masticador y la desprende posteriormente al alimentarse de una segunda planta, esta vez sana. Este tipo de virus, llamado **virus no persistente,** muere al poco tiempo de quedar en el exterior y el animal no se vuelve infeccioso. Pero existe otro tipo de virus, llamados **virus persistente**, que es ingerido por el insecto con los alimentos. Posteriormente atraviesa la pared del estómago del insecto y, a través de su sangre, se distribuye por todo el cuerpo, llegando a las glándulas salivares. Este insecto se vuelve infeccioso hasta su muerte, puesto que infectará a todas las plantas de las que se alimente.

• **Transmisión por la semilla y por el polen.** Es infrecuente que la planta madre infectada transmita a su decendencia el virus, pero ocurre con algunos de ellos, como el virus del mosaico de la judía y el del mosaico de la lechuga. La transmisión del virus por el polen es muy rara y sólo se da en contadísimas especies vegetales y con ciertos virus sin interés agrícola.

• **Transmisión por la reproducción vegetativa.** Los injertos, esquejes, acodos, hijuelos, estolones, tubérculos, bulbos, rizomas y otros órganos de reproducción vegetativa tienen una gran importancia en el cultivo de la vid, de los árboles frutales, de la fresa, del frambueso, de la patata y de la cebolla. En muchos casos, el cultivador es el principal agente de propagación de virosis al tomar el material de reproducción vegetativa de las plantas infectadas.

Las heridas de poda pueden ser puertas de entrada para las enfermedades víricas



2.1.3. Identificación

La identificación y detección de los virus por parte del agricultor mediante técnicas simples sólo puede realizarse con la visualización de los síntomas que el virus produce en sus plantas. A diferencia de otros parásitos que pueden apreciarse con una simple lupa, los virus sólo pueden verse con los microscopios electrónicos. La mayoría de laboratorios agrarios no disponen de estos aparatos tan sofisticados y recurren a menudo a otras prácticas para su determinación. Para determina-

dos virus de síntomas poco visibles, suelen emplearse plantas huésped especialmente elegidas, cultivadas en invernadero, y a las que se les inocula el virus: éstas son las **plantas test** o **indicadoras**. La transmisión experimental del virus a estas plantas recibe el nombre de **diagnóstico**.

2.2. CLASIFICACIÓN

El descubrimiento de los virus llegó a principios de siglo con el invento del microscopio electrónico, puesto que estos aparatos permitieron determinar la morfología del parásito, su forma, estructura poliédrica, etc. Por este motivo, no existe todavía una unificación de criterios de cómo deben clasificarse. Parece que el sistema binomial latino de sistemática no es aceptado mundialmente. Se han adaptado, en esta obra, los nombres comunes en español y, a veces, los ingleses, que son los más aceptados internacionalmente.

Las afecciones de muchos de los virus originan unas manchas amarillas en forma de mosaico sobre las hojas. Esta característica da nombre a muchos virus vegetales como el virus del mosaico de tabaco, el mosaico amarillo de la vid, el virus del mosaico amarillo del nabo, etc.

2.3. CICLOS

A diferencia de los animales, las plantas no producen interferón, es decir que no pueden producir anticuerpos especiales contra los virus. Por esta razón, una planta infectada raramente se cura y permanece portadora del virus hasta su muerte. Además, toda su descendencia por vía vegetativa suele estar infectada. Así, los tubérculos, los rizomas, los bulbos, estolones, acodos, esquejes e injertos llevan en sí mismos la enfermedad.

Ciertas condiciones climáticas son decisivas para la acción del virus. Las bajas temperaturas, por ejemplo, ejercen una acción deprimente en la acción del virus. En efecto, el virus de la patata sólo actúa alrededor de los 16°C, puesto que su actividad se detiene por encima de los 20°C, desapareciendo incluso las afecciones producidas. Decimos entonces que el virus está latente o **enmascarado**. Las variaciones termométricas van estrechamente ligadas a las lumínicas. Eso explica que en ciertas épocas la acción vírica sea mucho más fuerte que en otras. Así, en épocas de temperaturas medias, como primavera y otoño, la actividad vírica se manifiesta con mayor intensidad, en contraposición a las épocas de verano e invierno en las cuales apenas es apreciable. El caso más conocido es el del virus que ocasiona el matizado de las hojas de la vid: el mosaico se manifiesta en primavera con intensidad, para desaparecer en agosto, para luego reaparecer en otoño.

Otras condiciones como el estado sanitario del cultivo para evitar los vectores infectantes, una situación óptima del vegetal en cuanto a nutrición, un suelo adecuado para el cultivo, la inexistencia de malas hierbas que puedan provocar competencia, etc., son las que permiten a la planta soportar mejor la acción vírica.



Detalle de una plántula reproducida por el sistema de cultivo in vitro. La selección genética de plantas resistentes a los virus es la mejor medida preventiva contra ellos. (Foto cedida por RHÔNE POULENC)

2.4. SÍNTOMAS

Los síntomas producidos por los virus de los vegetales varían mucho en función del vegetal, del virus y de los factores ambientales. Se producen principalmente anomalías en la formación y crecimiento de los órganos, así como en su funcionamiento. Otros síntomas son las malformaciones generales o localizadas, o las necrosis y clorosis que también pueden ser localizadas o generalizadas en toda la planta. Especialmente afectadas resultan las hojas de las plantas, al producirse un enrojecimiento de las mismas y epinastía, además de anomalías de tipo general en el vegetal, como el enanismo. A menudo aparecen manchas amarillas o blancas distribuidas como si fueran un mosaico en las hojas de los vegetales.

Los síntomas que provocan los virus a las plantas pueden clasificarse por su grado de afección. Este grado de afección lo determina la mayor o menor sensibilidad del vegetal a un determinado virus. Así, por ejemplo, podemos encontrar, dentro de la misma especie, plantas resistentes o plantas sensibles a una determinada afección vírica. Pueden darse casos de inmunidad total. Hablamos entonces de **plantas inmunes**. También hay plantas en las que el virus tiene escasa incidencia (**plantas tolerantes**). Finalmente, cuando el vegetal, o alguna de sus partes, muere antes de que el virus se haya extendido a toda la planta, hablamos de **plantas hipersensibles**. Cuando el virus se extiende a toda la planta, hablamos de **infección sistémica**, pero cuando sus afecciones son localizadas, las clasificamos como **lesiones locales**.

3. PARÁSITOS DE ORIGEN VEGETAL

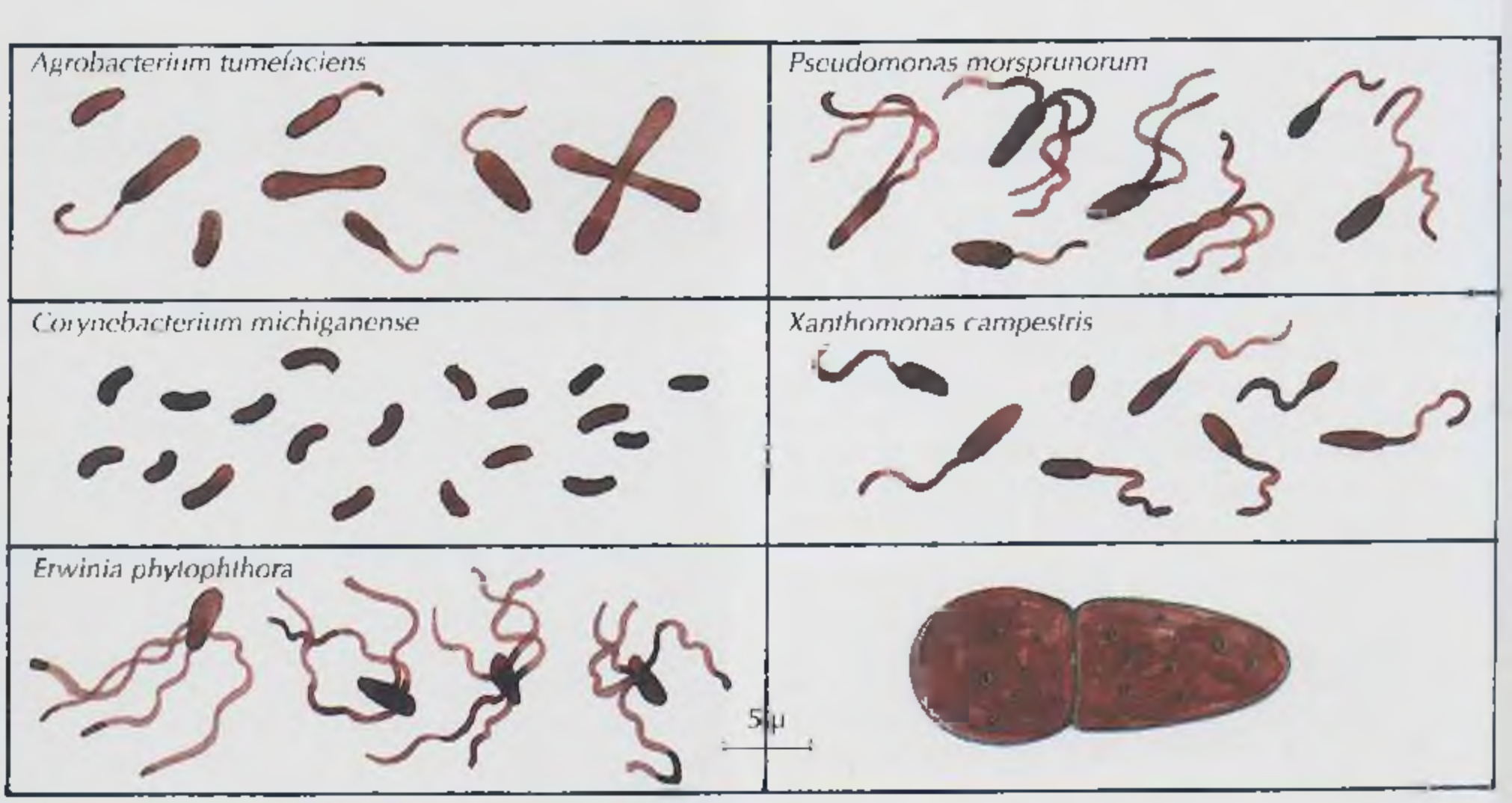
Los agentes de origen vegetal que pueden causar daños a las plantas cultivadas pueden dividirse en dos grandes grupos: las malas hierbas y los microorganismos vegetales estrictamente parásitos. Las malas hierbas ejercen una acción de simple competencia con el cultivo por los elementos de producción y su estudio requiere un capítulo aparte (ver apartado 7). Por lo que se refiere a los microorganismos de origen vegetal, éstos son **los hongos** y **las bacterias,** objeto de este capítulo. Hongos y bacterias viven, total o parcialmente, a expensas de otros vegetales. Su parasitismo es debido principalmente a su incapacidad de realizar la función clorofílica, por lo cual deben vivir a costa de otras plantas para su sustento y formación.

En el mundo vegetal, la relación parásita de unas plantas a expensas de otras es simplemente una cuestión de alimentación. Aquellas plantas que pueden realizar la función clorofílica se denominan **autótrofas** y aquéllas que deben alimentarse a expensas de otros vegetales, o incluso de animales, reciben el nombre de **heterótrofas**. Existen determinadas plantas superiores que devienen también parásitas de otras plantas. Tal es el caso de algunas fanerógramas como la cuscuta (*Cuscuta europaea*), las orquídeas (*Corallorhiza trifida*) o el muérdago (*Viscum album*). El parasitismo de estas plantas superiores suele ser parcial. Se han especializado en vivir a expensas de otros vegetales, a pesar de poder realizar la función clorofílica por sí mismas, y toman de ellos el alimento por medio de **haustorios** que se ponen en estrecho contacto anatómico, sobre todo con el sistema conductor del hospedante. Este tipo de plantas, cuya alimentación no es enteramente autótrofa y otras, como las carnívoras, son especímenes muy raros y su estudio se aparta del objetivo de esta obra. En los próximos apartados seguiremos con el estudio de hongos y bacterias que son, propiamente, los parásitos vegetales que pueden causar graves afecciones a las plantas cultivadas.

3.1. BACTERIAS

Las bacterias, o **bacterios**, son vegetales microscópicos, muchos de los cuales carecen de clorofila, por lo que no pueden realizar la actividad fotosintética. No poseen núcleo típico y sus dimensiones varían de 1 a 3,5 μ de longitud y de 0,5 a 1 μ de anchura, siendo sus dimensiones muy inferiores a los hongos, como se aprecia en el dibujo bajo estas líneas. Morfológicamente, presentan formas esféricas (**cocos**), bacilares (**bacilos**) o retorcidas en hélice (**vibriones** y **espirilos**). Algunas de ellas presentan flagelos o cilios que les permiten moverse en un medio líquido. En el laboratorio suelen permanecer aglutinadas en grandes colonias, lo que permite su identificación a simple vista, ofreciendo un aspecto de masa opaca, amarillenta o a veces rojiza, y generalmente viscosa. Por ser carentes de clorofila y no poder realizar la fotosíntesis, las bacterias son **parásitos forzosos** cuando viven a expensas de un organismo vivo, y **saprófitas** cuando lo hacen sobre restos orgánicos muertos. Existe, no obstante, un tercer caso muy interesante en agricultura, que consiste en una especie de relación mutua -entre vegetal y bacteria- en la cual los dos organismos consiguen algo del otro y ninguno de los dos sucumbe. Este tipo de alimentación se llama **simbiosis**. Un claro ejemplo es el caso de las bacterias *Rhizobium* que viven a expensas de las leguminosas. Las bacterias consiguen materia orgánica o savia ya elaborada de las leguminosas y, como contrapartida, las leguminosas aprovechan el nitrógeno fijado de la atmósfera por estas bacterias. Este tipo de simbiosis lo constituyen casos muy puntuales, puesto que la mayoría de las bacterias parásitas son nocivas para las plantas cultivadas. Las bacterias exclusivamente saprófitas permiten que la materia orgánica muerta se descomponga y reviertan sus elementos minerales en el suelo, completando el ciclo biológico.

Las bacterias son a su vez atacadas por virus, los bacteriófagos, que provocan la rotura de la célula bacteriana y la dispersión de su contenido en el cual



Morfología de distintas bacterias. A modo comparativo, observamos una ascospora del moteado del manzano (Venturia inaequalis Wint.) a la misma escala.

se desarrollan nuevos bacteriófagos. Como los virus no pueden parasitar más de una especie de bacterias, debido a su especificidad, suelen ser útiles para la determinación de especies y razas bacterianas.

3.1.1. Clasificación

Las bacterias se clasifican en función de su morfología y de sus necesidades nutritivas por lo que se refiere al nitrógeno y a los hidratos de carbono. Desde el punto de vista de la fitopatología vegetal, sólo presentan interés las bacilares o en forma de bacilo (pequeños bastoncillos), que son las que provocan mayores afecciones a las plantas cultivadas. Los principales bacilos son:

- **Agrobacterium.** Pequeños bastoncillos móviles, frecuentemente con un solo flagelo. El *Agrobacterium tumefaciens* de la vid y los frutales es el ejemplo más significativo.
- **Corynebacterium.** Bastoncillos encorvados e inmóviles, como la bacteria causante del marchitamiento en los tomates *(Corynebacterium michiganense).*
- **Erwinia.** Pequeños bastoncillos móviles y con muchos flagelos. Una claro ejemplo de esta bacteria es la *Erwinia phytophthora,* causante de la enfermedad del "pie negro" en la patata.
- **Pseudomonas**. Pequeños bastoncillos rectos, con movilidad o sin ella, con flagelos o sin ellos. Forman frecuentemente un pigmento fluorescente. Entre otras, encontramos la bacteria responsable de la "quemazón" del tabaco *(Pseudomonas tabaci).*
- **Xanthomonas**. Bastoncillos con flagelo y móviles, como por ejemplo la *Xanthomonas campestris,* causante del ennegrecimiento de la col.

3.1.2. Ciclos

La temperatura óptima para su desarrollo es considerablemente alta, entre los 25 y 37°C. Suelen encontrase en gran número entre los desechos de todas las materias orgánicas en descomposición. Algunas tienen la facultad de formar **esporas** como una forma de resistencia a las condiciones adversas de la climatología. Su reposo invernal se desarrolla en las semillas infectadas, los tubérculos y en los detritos de las plantas enfermas.

Las bacterias presentan dos tipos de reproducción, siendo la más frecuente la simple bipartición celular. Esta división, o **esquizogénesis,** origina dos células que resultan idénticas. En casos muy especiales, cuando las condiciones ambientales les son adversas, las bacterias pueden desarrollar una forma de reproducción auténticamente sexual, que consiste en el intercambio de material genético entre ellas. Se llama **transformación** el transporte de genes a un bacterio receptor efectuado con ADN libre extraído de otro bacterio donador. Esta verdadera renovación del material genético permite a la población bacteriana la adaptación al medio, tal y como se describe en los procesos de selección natural postulados por Darwin.

Las afecciones causadas por las bacterias, en comparación con las de los hongos, son muy pequeñas en número, debido principalmente a que no pueden perforar la epidermis que recubre las plantas, sino que deben penetrar en el vegetal por sus heridas o por los estomas de las plantas, lo que reduce mucho su posible actividad.

3.1.3. Síntomas

Las enfermedades bacterianas se propagan a otras plantas a partir de gotitas cargadas de bacterias que supuran de los estomas o a través de las grietas de los tejidos afectados. Estos exudados se extienden por medio de agentes climáticos como la lluvia, el viento o bien por contacto directo, y también mediante la transmisión de animales vectores como insectos, limacos y otros. La misma actividad humana puede trasladar la enfermedad bacteriológica de unas plantas a otras mediante los pinzamientos, desyemados, transporte de plantas, semillas o frutos infectados, y poda.



Detalle de una hoja de melocotonero afectada por* Taphrina deformans. *Su rugosidad y color rojizo son características. (Foto gentileza de SHELL)

Los síntomas producidos por enfermedades bacterianas en los vegetales pueden dividirse en tres tipos:

- **Agallas o tumores.** La acción bacteriana provoca desórdenes en el metabolismo vegetal, causando una hipertrofia de los tejidos debido a un crecimiento desordenado de las células. Este crecimiento se asocia vulgarmente al cáncer humano y se habla frecuentemente del cáncer de las plantas, que origina tumores en el cuello y raíces de la vid y frutales producidos por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens.*
- **Infecciones vasculares.** Cuando las bacterias invaden los vasos de los vegetales, ocasionan un entorpecimiento de la circulación de la savia, lo cual se traduce en un marchitamiento general de la planta. Así ocurre en las enfermedades bacterianas del tomate y de la col o en la bacteriosis anular de la patata.



Los dos tipos de micelios fúngicos. A la izquierda, micelio tabicado (cada célula tiene su núcleo). El de la derecha posee distintos núcleos, pero las células no están diferenciadas.

• **Manchas oleosas**. Estas manchas parecidas a las del aceite aparecen cuando las bacterias se multiplican en las células del parénquima o entre estas últimas. Estos síntomas son característicos de la enfermedad bacteriana del tabaco, de la judía, del ciruelo, de la patata y de la zanahoria, enfermedades todas ellas en que las bacterias producen enzimas que provocan la podredumbre húmeda y fétida de los tejidos invadidos.

3.2. HONGOS

Los hongos pertenecen al reino vegetal, integrados como organismos eucariotas heterótrofos, que pueden ser saprófitos o parásitos de los seres vivos, pero que se distinguen de las plantas por sus características muy particulares. Los más interesantes, desde el punto de vista de la fitopatología vegetal, son los parásitos; éstos no tienen clorofila, no pueden realizar la fotosíntesis y, por lo tanto, son vegetales heterótrofos obligados a ser parásitos forzosos de otros seres vivos. Muchos de ellos pueden alternar su alimentación entre el parasitismo y el saprofitismo. Tal es el caso, por ejemplo, del moteado del manzano y del hongo que produce el mal del pie del trigo. Empiezan parasitando a la planta viva. Cuando ésta muere, los hongos siguen viviendo a expensas de los rastrojos muertos, convirtiéndose entonces en saprófitos. Por este motivo se considera a estos hongos **parásitos facultativos**.

Además de las formas parásitas y saprófitas fúngicas, existen ciertos hongos muy interesantes por su forma de alimentación: son los **simbióticos**. Cada uno de los dos seres aporta algo a la mutua convivencia, sin que ninguno de los dos llegue a perecer. Es el caso, por ejemplo, de los hongos micorrizas que viven asociados a las raíces de las orquídeas. Por un lado, las micorrizas consiguen de la orquídea la materia orgánica ya elaborada y, por otro, las orquídeas consiguen una mayor extensión de raíces, lo que les permite obtener mayor cantidad de agua.

La mayoría de los hongos son pluricelulares, pero los más primitivos son unicelulares. Su aparato vegetativo se compone de **hifas,** que son un conjunto de filamentos microscópicos. El conjunto de hifas recibe el nombre de **micelio**. Dentro de los micelios, podemos encontrar los **tabicados** y los **continuos** o no tabicados, según sea la estructura de formación de hongos superiores o primitivos, respectivamente. En los micelios tabicados, cada parte constituye una célula, pero en los primitivos, sin tabiques, puede considerarse una sola célula polinucleada en una larga cadena. En cualquier caso, cada porción de micelio puede originar un nuevo hongo. Las hifas fúngicas pueden adoptar distintas formaciones según el tipo de hongo y las condiciones ambientales. Así, éstas toman la apariencia de raíces, recibiendo el nombre de **rizomorfas**, siendo las causantes, por ejemplo, del mal blanco de las raíces. Otras veces, en condiciones ambientales poco favorables, se aglutinan en grupos compactos adquiriendo un color negro. Estas aglomeraciones reciben el nombre de **esclerocios** y permiten al hongo sobrevivir durante largos períodos desfavorables de sequía o de bajas temperaturas.

3.2.1. Parasitismo

Existen diversos factores por los cuales un hongo puede desarrollarse a expensas de una planta: la sensibilidad de la planta, la virulencia del hongo y otros factores de tipo externo. Veamos todos ellos:

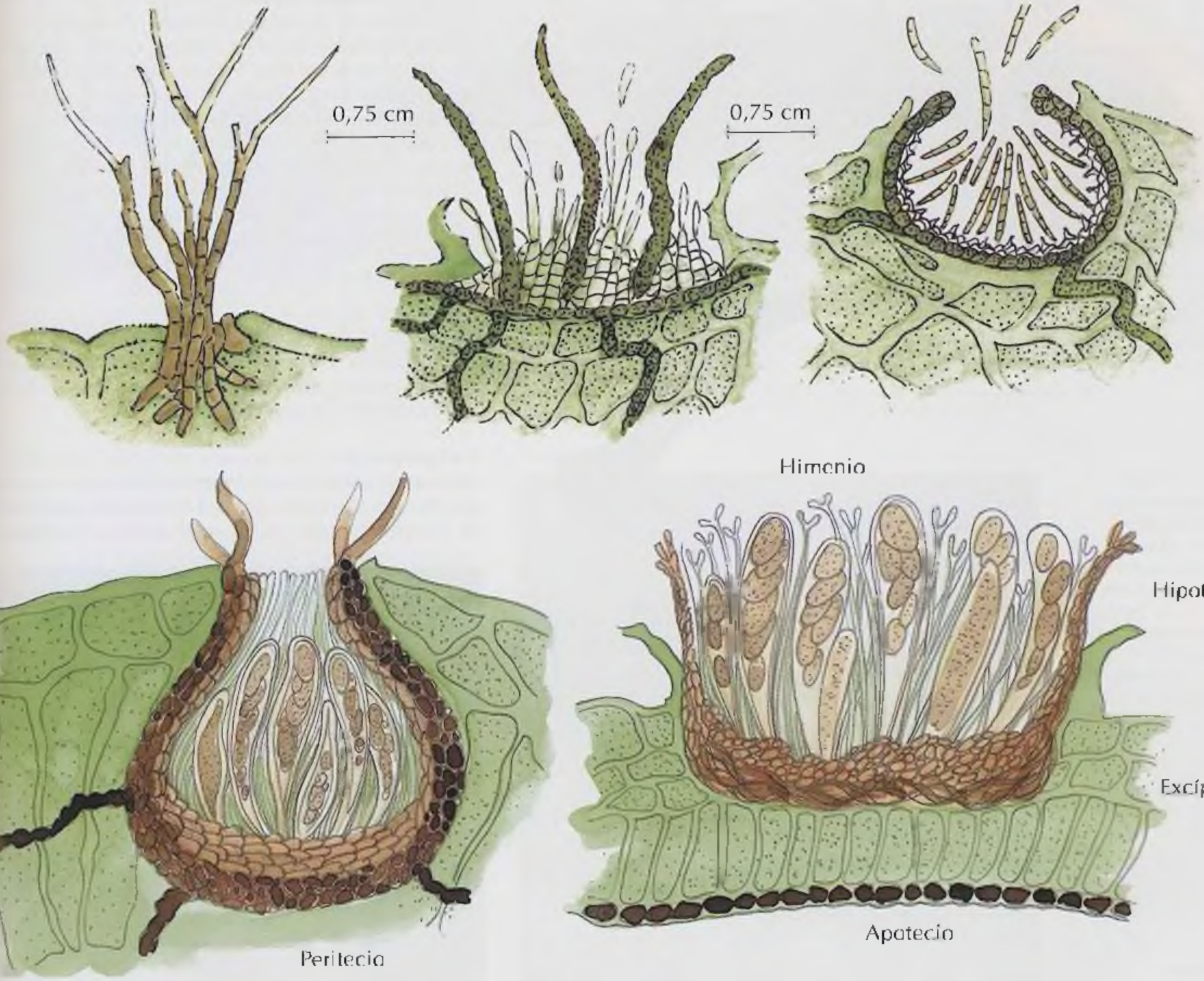
• **Sensibilidad del huésped.** El estado sanitario de la planta, su constitución genética y su grado de desarrollo condicionan al hongo para que éste pueda penetrar y vivir a expensas del vegetal. A menudo, las variedades de una misma especie tienen también distintas sensibilidades; tal es el caso de ciertas variedades de vides americanas, que son menos sensibles a sus homólogas europeas por lo que se refiere al mildiu. De una manera general, las sensibilidades de las plantas oscilan desde las más sensibles o de extrema sensibilidad hasta las resistentes o con resistencia total.

• **Virulencia del hongo.** El hongo debe tener un poder patógeno, es decir, una cierta virulencia que le permita atacar los tejidos vivos y provocar la enfermedad pese a la defensa del huésped.

• **Factores externos.** Los factores climatológicos como la temperatura y la humedad, son factores limitantes para el crecimiento de los hongos. La mayoría de ellos presentan un buen desarrollo de hifas y micelios con temperaturas altas y un alto grado de humedad. Estas condiciones se presentan en primavera en los climas templados, aunque también se dan en otoño. Es entonces cuando los mildios del viñedo alcanzan su máxima virulencia. En años especialmente secos, cuando la acción del rocío es mínima, el desarrollo de los hongos puede ser imperceptible y sus daños resultar poco importantes. Algunas especies escapan de estos parámetros y se observa su máximo desarrollo con bajas temperaturas. Tal es el caso del *Fusarium nivale,* cuya acción se desarrolla durante el invierno.

3.2.2. Ciclos generales

Los hongos se reproducen por **esporas**, las cuales se desprenden de la hifa madre y son arrastradas por la lluvia o por el viento. Las esporas son órganos minúsculos que contienen una o varias células, siendo su procedencia producto de los dos tipos de reproducción que poseen los hongos: la **asexual**, también llamada vegetativa, conídica o imperfecta, y la **sexual** o perfecta. La reproducción vegetativa se realiza por la escición de una célula originando otra idéntica; en el caso de la reproducción sexual, el organismo o célula resultante es el producto de la fusión genética de dos núcleos distintos del micelio del hongo.



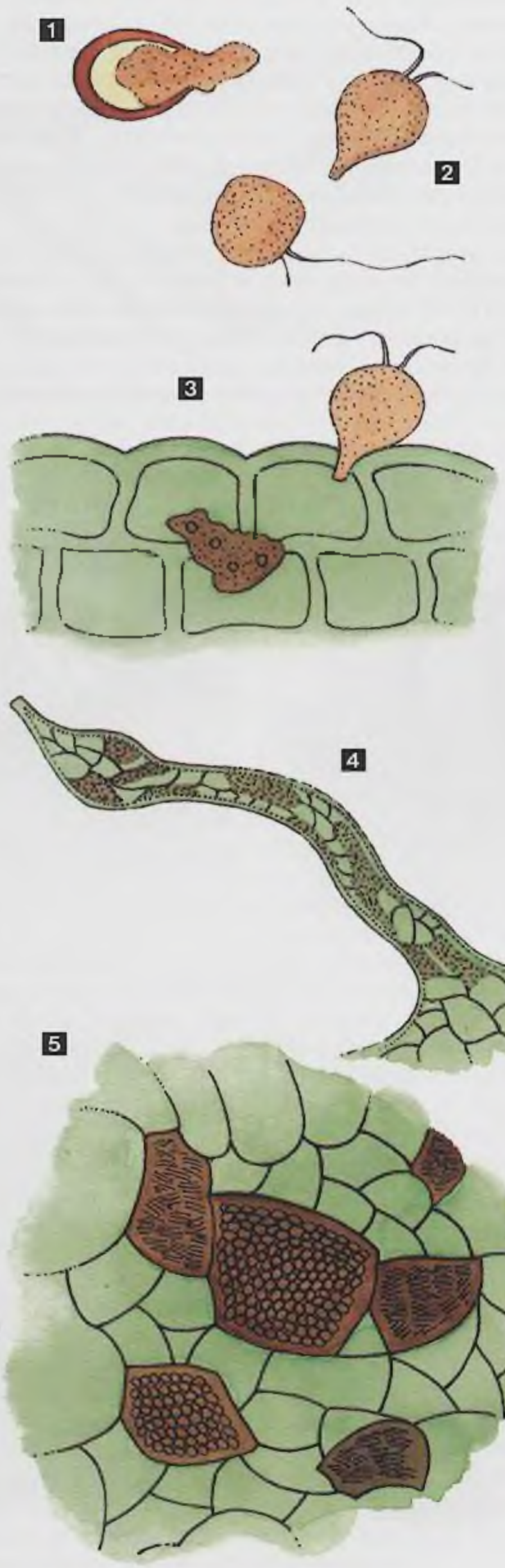
Diversos tipos de fructificaciones de la fase asexual de los basidiomicetos y ascomicetos

Los dos tipos de reproducción se asocian, en los climas templados, a la climatología. Así, la reproducción asexual se asocia al verano y tiene un carácter simple de expansión del organismo. En el caso de la reproducción sexual, suele acaecer a finales de otoño y va ligada a la perpetuación de la especie en circunstancias especialmente adversas. Por esta razón se considera a la **espora** o **cigoto** una verdadera cápsula inexpugnable que puede resistir perfectamente las condiciones ambientales más adversas y que fructificará con la llegada del buen tiempo. En primavera, las esporas son liberadas y provocan las primeras infecciones. Entonces la enfermedad se propaga por la forma asexual, caracterizada por un ritmo de vida acelerado y la abundancia de esporas. Algunas esporas pueden efectuar todo su ciclo evolutivo sobre un mismo huésped; otras, por lo contrario, tienen necesidad de dos huéspedes, uno para la forma sexual y otro para la asexual.

Para su germinación, la espora precisa de unas condiciones de temperatura y humedad concretas. Cuando éstas se dan, la espora emite un tubo germinativo, penetrando en los tejidos del huésped a través de los estomas, heridas, lenticelas o incluso perforando la epidermis. A partir de este momento, si se encuentra en un medio adecuado, el micelio progresa, se ramifica e invade las células o los espacios intercelulares, alimentándose a expensas de su huésped. Al principio, en la fase de incubación, no se aprecian afecciones externas, pero a medida que ésta avanza, aparecen éstas si las condiciones meterológicas son propicias.

La multiplicación sexual resulta de procesos biológicos extremadamente complejos. Así, en las especies inferiores o polinucleadas, la fecundación se realiza

Fructificaciones carnosas de la fase sexual de un hongo superior. En el interior de estas fructificaciones de ascomicetos o basidiomicetos maduran las esporas.



Detalles de los distintos estados evolutivos de los hongos más primitivos o arquimicetos. En este caso, se trata de la hernia de la col (Plasmodiophora brassicae).
1/ Espora
2/ Zoosporas
3/ Penetración de una zoospora
4/ Pelo absorbente con jóvenes esplasmodios
5/ Raíz de col con células llenas de esporas
(Plasmopara viticola)
Según Bovey, R.

El peritecio del moteado del manzano y el apotecio de la viruela de las hojas de la vid son ejemplos de los órganos complejos sexuales formados por los hongos superiores. Dentro de los basidiomicetos, encontramos las setas gastronómicamente más apreciadas, que no son más que los órganos sexuales donde maduran las esporas de los hongos superiores. Citaremos, por ejemplo, setas como el *Lactarius sanguifluus*, el *Boletus edulis* y el *Cantharellus cibarius*.

La reproducción asexual o vegetativa da lugar a las esporas de verano, o conidias, que se desarrollan generalmente en el extremo de hifas fértiles llamadas conidióforos. En algunos grupos, las conidias se forman en el interior de una fructificación ampliamente abierta (el acérvulo), o cerrada y en forma de pera (el picnidio). En este último caso, las esporas reciben la denominación de picnidioesporas. Para resistir el frío o la desecación, algunos hongos emiten unas esporas con la cubierta muy espesa llamadas clamidosporas. En períodos climáticos favorables, los hongos pueden producir cantidades importantes de esporas de verano. Tal es el caso del mildio del tabaco, capaz de formar hasta un millón de conidias por cm^2, o también las 200.000 esporas que produce la roya negra del trigo, cada una de las cuales puede originar, a los diez días, una pústula idéntica.

3.2.3. Clasificación

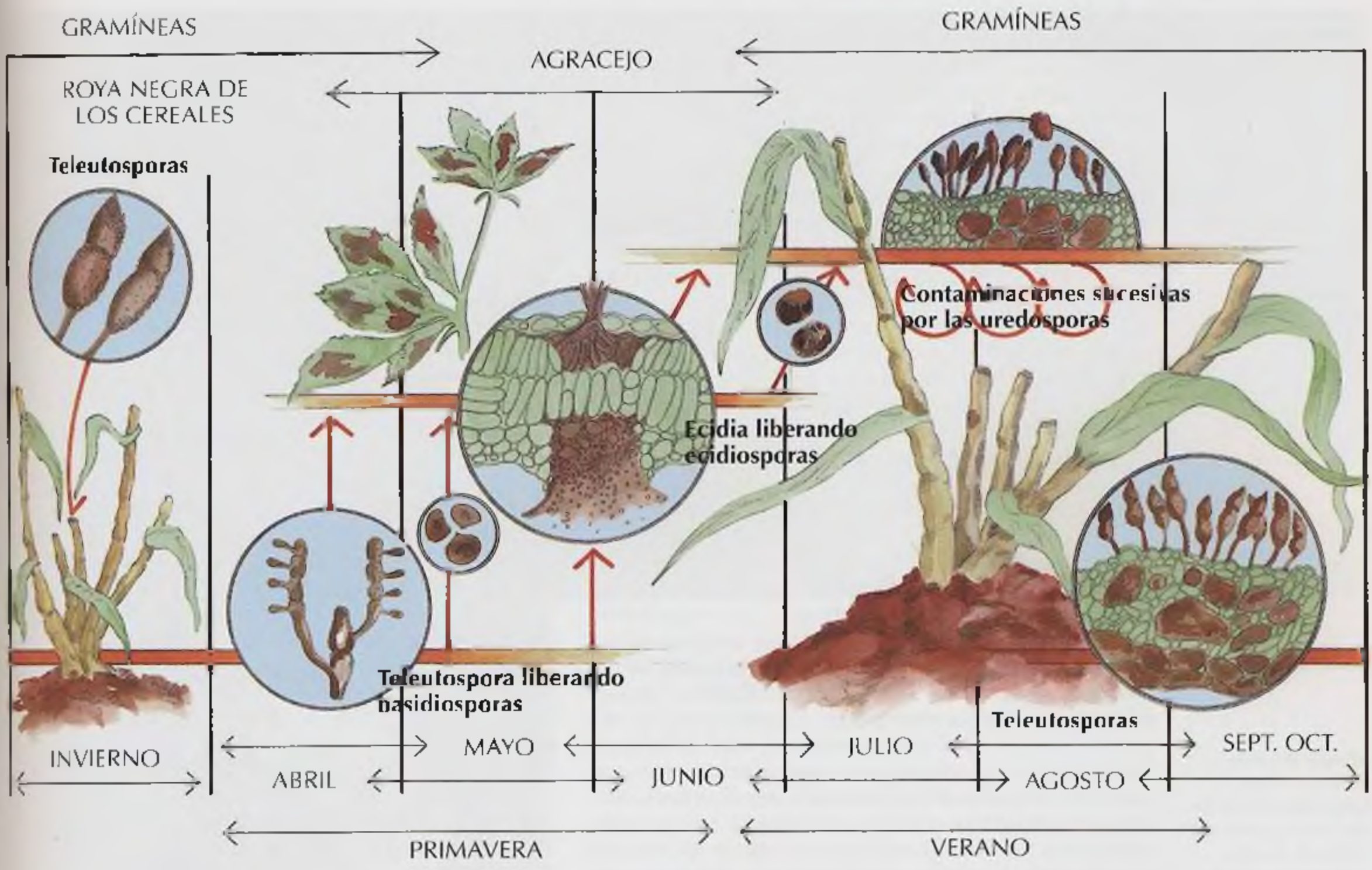
La clasificación biológica de los hongos suele venir sistematizada en función del tipo de multiplicación fúngica. Según su reproducción, los hongos pueden clasificarse en los siguientes grupos:

• **Arquimicetos.** Son hongos inferiores cuyo desarrollo es muy particular. La espora típica de estos hongos es una zoospora, la cual recibe este nombre por su movilidad; en efecto, esta espora flagelada se



Los hongos comestibles más conocidos, como los níscalos (Lactarius sanguifluus), pertenecen al grupo de los basidiomicetos. (Gentileza del Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya).

en el seno del micelio y las esporas que resultan son libres, aunque protegidas por una membrana espesa. Así ocurre, por ejemplo, con las oosporas de invierno de los mildios. En los hongos más desarrollados, la reproducción sexual va unida a la formación de órganos complejos, más o menos carnosos, llamados peritecios, apotecios y carpóforos, en cuyo interior maduran las esporas de la fase sexual: ascoesporas para los ascomicetos y basidioesporas para los basidiomicetos.



constituye como una escición de la masa protoplasmática sin membrana y consigue perforar las células del huésped; se multiplica rápidamente provocando una excitación de crecimiento de las partes infectadas del vegetal. La reproducción se efectúa en el seno del huésped mediante la formación de una masa de esporas rodeadas de una envoltura bastante resistente (quiste). Finalmente, dichas esporas son puestas en libertad por la descomposición de los tejidos (hernia de la col y sarna verrugosa de la patata).

• **Ficomicetos**. Estos hongos tienen un micelio generalmente no tabicado. El huevo de invierno recibe el nombre de oospora y se desarrolla dentro de la planta con la llegada del buen tiempo. Posteriormente, ocurre la reproducción asexual o vegetativa, multiplicándose el micelio a través de los conidióforos. Este tipo de reproducción es propia de los mildius y de las royas blancas.

• **Ascomicetos**. Los hongos más superiores que los ficomicetos disponen ya de micelio tabicado. Por fusión de los filamentos sexuales, se forman receptáculos huecos llamados peritecios, como el moteado y el oídio, o bien apotecios, como la viruela de las hojas de la vid. En estos receptáculos maduran las ascas que contienen los cigotos o ascosporas. La reproducción asexual, en primavera, sucede por la germinación de esporas de verano; éstas pueden madurar superficialmente, como las cercosporas, dentro de receptáculos especiales como los picnidios (*Septoria*) o bien en los esclerocios (*Botrytis*). El cornezuelo del centeno, las lepras, las antracnosis, los oídios, etc., son ejemplos de ascomicetos.



Evolución de un basidiomiceto. Los basidiomicetos se consideran los hongos más evolucionados de todos los existentes; en este caso, se trata de la roya negra del trigo (Puccinia graminis). Según Bovey, R.

Oídio sobre drupácea

Calidad y productividad son los factores clave en la agricultura actual.

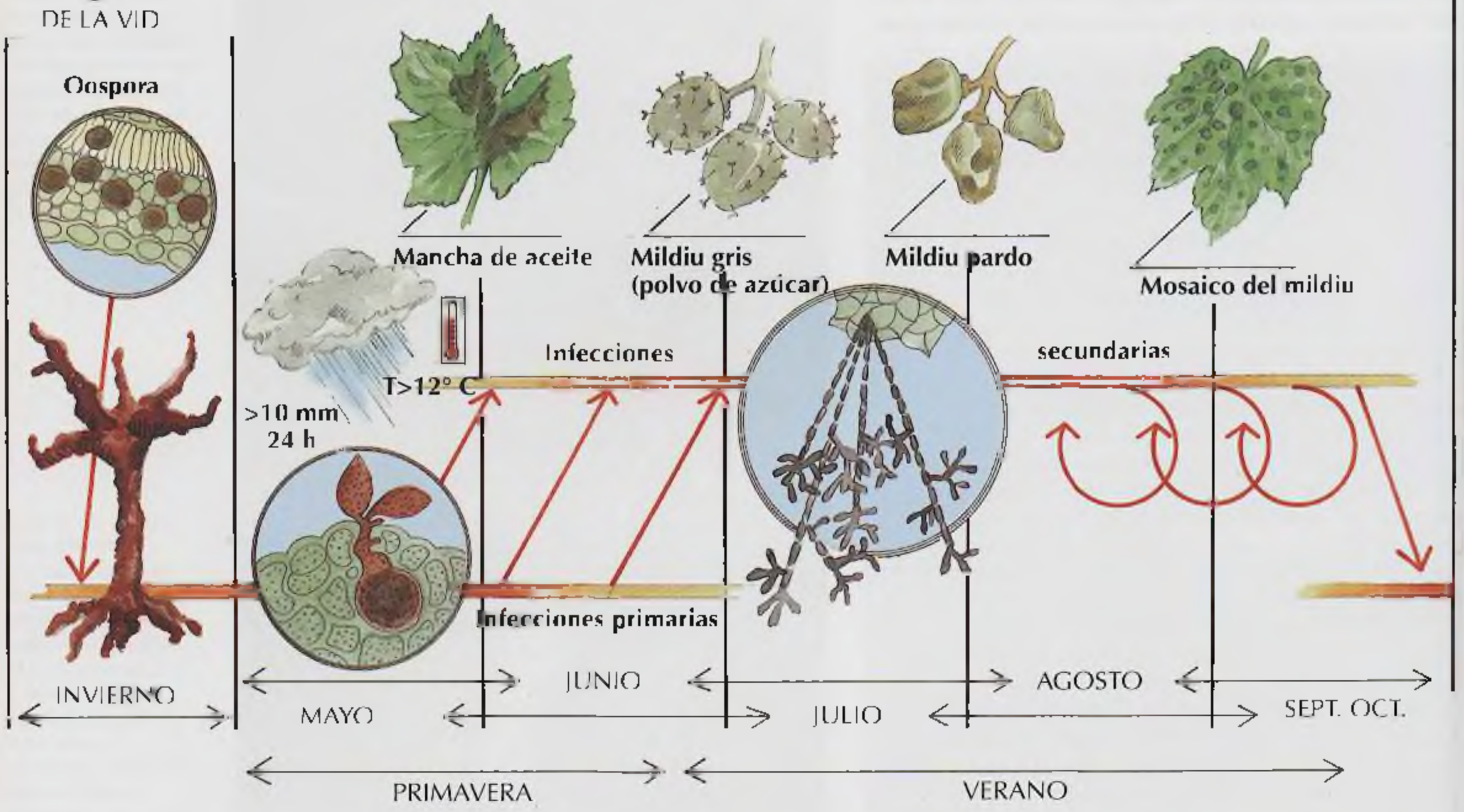
• **Basidiomicetos.** Se consideran hongos superiores y tienen, como los ascomicetos, micelios tabicados. En la fase sexual, las basidioesporas maduran en los basidios, órganos homólogos a las ascas. Además de las setas conocidas como el níscalo y los boletus, pertenecen a este grupo ciertas royas, carbones y caries. Ciertas royas pertenecientes a los hongos basidiomicetos tienen la particularidad de desarrollarse, a lo largo de su ciclo, sobre dos huéspedes distintos. Estas royas reciben el nombre de **heteroicas** y sus representantes más conocidos son la roya parda y la roya negra del trigo, y la roya del peral, del grosellero negro y del ciruelo. Otras royas, como las **autoicas**, viven a expensas de un solo huésped. Este grupo comprende, entre otras, las royas de la remolacha, de la judía y del frambueso. Las royas heteroicas presentan hasta cinco estados de fructificación. El ejemplo más representativo de este tipo de basidiomicetos lo constituye la roya negra del trigo (*Puccinia graminis*). A través de ella ilustraremos el ciclo completo de este tipo de hongos.

Durante el verano, la roya se desarrolla vegetativamente a expensas del cereal, produciendo una primera forma de esporas llamadas **uredosporas.** Éstas producen en el trigo pústulas pardas que desprenden un polvillo de igual color. Germinan originando un micelio que penetra en los tejidos de la planta parasitada a través de los estomas, produciendo nuevas pústulas y nuevas uredosporas. Cuando el ciclo del cereal llega a su fin, lo que ocurre a finales de agosto, aparecen fructificaciones negras en las mismas pústulas, llamadas **teleutosporas** o esporas bicelulares. Éstas presentan una gran resistencia que les permite pasar los fríos invernales. Las teleutosporas son propiamente el cigoto producto de la reproducción sexual. En primavera, cada célula de la teleutospora



Ejemplo del ciclo evolutivo de un hongo ficomiceto. En este caso, se trata del mildiu de la vid o Plasmopara viticola. Según Bovey, R.

MILDIU
DE LA VID





emite un **promicelio**, o **basidio**, que se dilata en su vértice y lleva consigo cuatro basidioesporas. Una vez las basidiosporas están maduras, se separan de su soporte, pero son incapaces de penetrar en los tejidos del trigo. La fructificación sólo puede realizarse sobre un segundo huésped, esta vez sobre una mala hierba llamada agracejo (*Berberis vulgaris*), sobre la que aparecen dos nuevas formas de fructificación: en la cara superior **espermogonios** con **espermacios**, que desempeñan un notable papel en los fenómenos sexuales del hongo y, en la cara inferior, **ecidios** con las **ecidiosporas**. El tubo germinativo de la ecidiospora es incapaz de penetrar en el agracejo, pero en cambio puede vivir en el trigo y dará lugar a las **uredosporas**. Así se completa el ciclo de la roya negra de los cereales. Otros basidiomicetos son considerados imperfectos, puesto que no se conoce todavía su ciclo total, siendo su forma perfecta o sexual todavía no observada.

3.2.4. Síntomas

Las enfermedades o afecciones producidas por hongos a las plantas cultivadas reciben frecuentemente el nombre de **enfermedades criptogámicas**. Las zonas vegetativas invadidas por el micelio fúngico pronto se vuelven amarillas. Son zonas constituidas por células enfermas que viran a colores marronosos cuando mueren. En hongos especialmente nocivos, como los *Fusarium sp.* y *Verticillium sp.*, acontece una obstrucción del sistema vascular que impide la circulación de la savia, lo que provoca el marchitamiento de la planta, que muere más o menos rápidamente. Algunas especies de hongos segregan sustancias citolíticas que, a partir de una fermentación sobre las células de los huéspedes, descomponen los tejidos. Tal es el caso de los hongos de la madera, o lignícolas, que provocan la descomposición de la madera, o de aquéllos que producen una podredumbre seca o húmeda en los frutos. Ciertos hongos provocan afecciones similares a las que causan algunas bacterias. La planta infectada reacciona entonces localmente con una hipertrofia de los tejidos, lo que conduce a la formación de tumores o agallas.

Con la excepción de los hongos vasculares, la mayoría de los hongos producen afecciones localizadas en las plantas cultivadas y que son perfectamente visibles, como peritecas, esporas, apotecios, conidias, etc. El vegetal reacciona entonces formando una barrera de súber o de lignina que se opone a la extensión del parásito. En ciertas ocasiones, la reacción de la planta cultivada es la fabricación de goma (gomosis) o resina. Éste es el caso de los árboles frutales o forestales. Algunas plantas son capaces de generar sustancias tóxicas ante el avance del hongo, aunque estos fungicidas naturales son a menudo de acción muy localizada y de corta duración. El mejor sistema de que disponen los vegetales contra los hongos es el espesor de su cutícula o el revestimiento de una capa cerosa. Son los llamados **factores externos de resistencia.** Como ocurría con las bacterias, los vegetales poseen una mayor o menor tolerancia a las afecciones de los hongos en función de su sensibilidad hacia estos parásitos. Se da el caso paradójico de que los vegetales más sensibles a su ataque a menudo son los menos dañados, puesto que las células de sus tejidos mueren tan rápidamente, que el hongo no puede infectar a otras plantas, lo que impide su propagación.

El producto comercial SAPROL, comercializado por SHELL, contiene un 19% de triforina. Este fungicida preventivo es muy eficaz contra la Monilosis de la manzana. (Foto cedida por SHELL)



4. PARÁSITOS DE ORIGEN ANIMAL

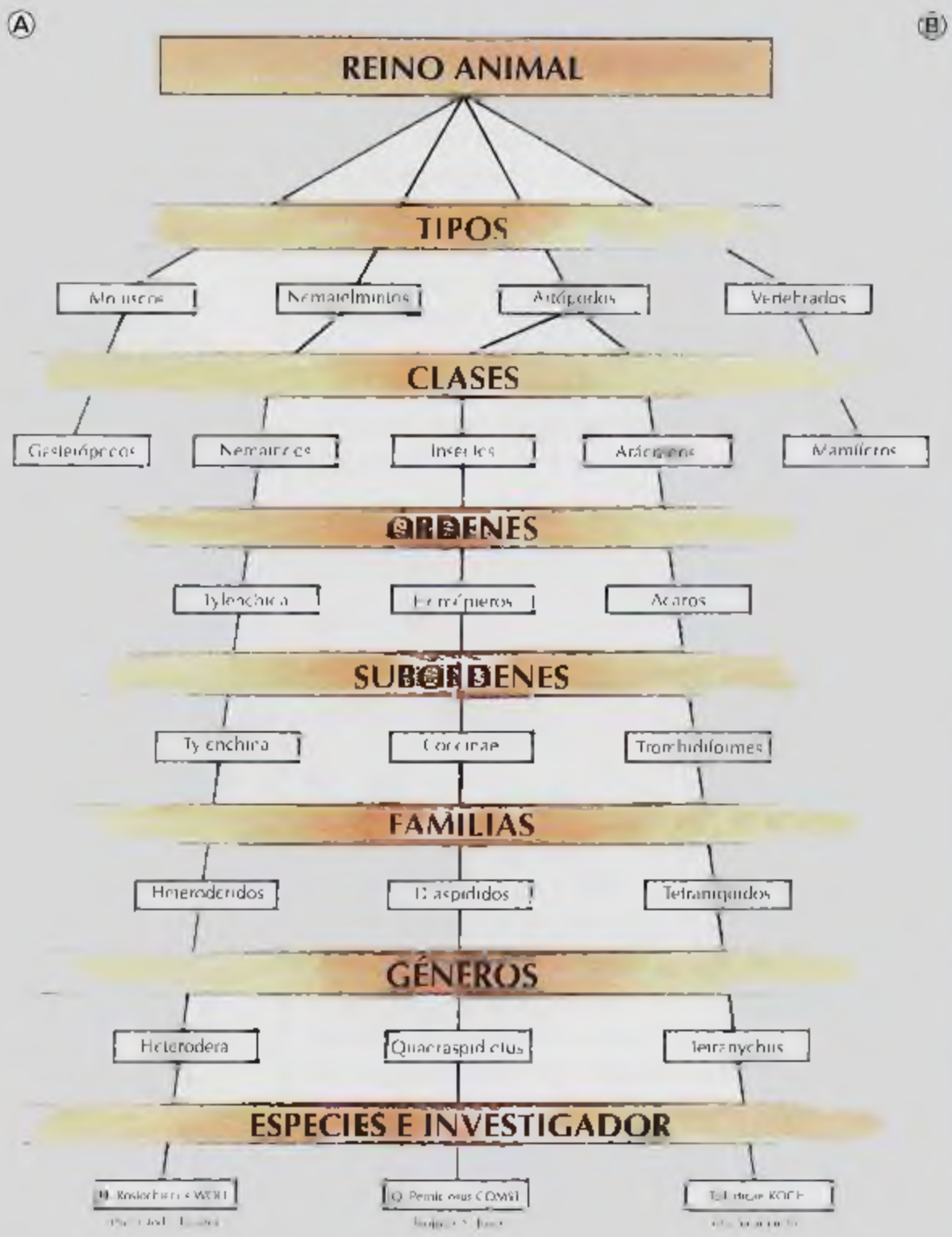
Definidos los agentes patógenos vegetales como los virus, hongos y bacterias, este capítulo se ocupa de la descripción de los agentes animales que producen enfermedades y plagas en las plantas cultivadas. La teoría de la evolución de las especies de Charles Robert Darwin, en 1858, con su famoso "*On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*", postula que las especies animales y vegetales, desde los albores de la vida, sufren un proceso continuado de selección natural, mediante el cual los seres vivos que se adaptan al medio externo, por razones puramente genéticas de resistencia, perduran, mientras que los demás sucumben. Así, los seres microscópicos unicelulares de reproducción asexual se adaptaron al medio gracias a las mutaciones en su material genético que los diferenciaba unos de otros. Con el tiempo, éstos formaron otros organismos con reproducción sexual, lo que les permitía una gran diversidad debido a la recombinación genética. A partir de ahí, se formaron seres pluricelulares más complejos, que siguieron evolucionando dando lugar a los dos reinos conocidos, el vegetal y el animal, y a todas sus especies actuales.

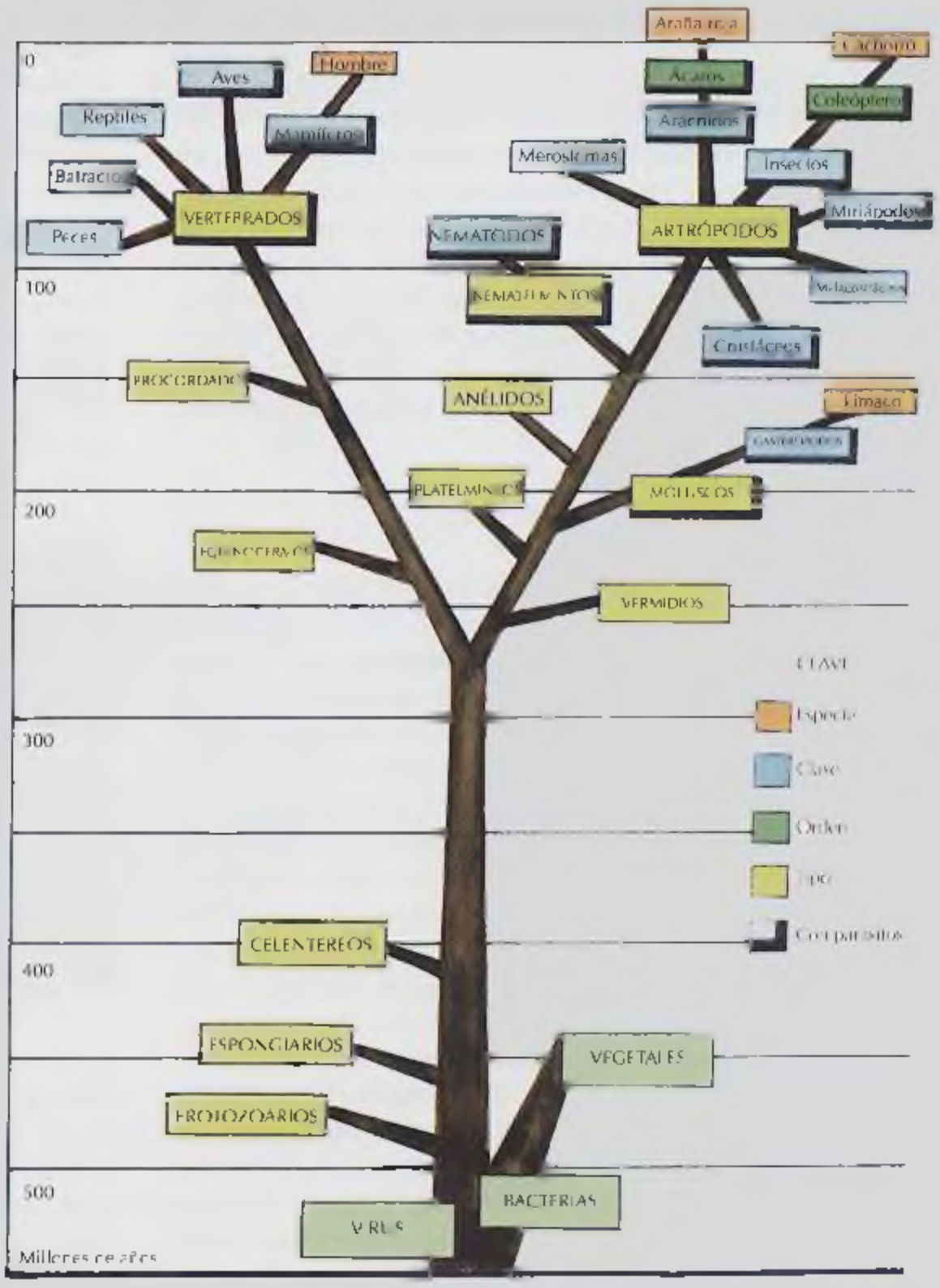
Bajo estas líneas se ofrecen al lector dos diagramas de referencia. En el primero viene expresada, esquemáticamente, la clasificación de los seres vivos pertenecientes al reino animal. En este último, en función de sus características, los animales quedan jerarquizados en **tipos, clases, órdenes, subórdenes, familias, géneros** y **especies**. Así, el nombre latino de un animal se compone de dos palabras. La primera indica el género y la segunda la especie. De esta manera, por ejemplo, el insecto conocido vulgarmente como piojo *perniciosus* recibe el nombre científico de *Quadraspidiotus perniciosus Comst.*, donde *Quadraspidiotus* es el nombre del género, *perniciosus* el de la especie y *Comst.* el nombre del investigador. A menudo se encuentra la notación *Quadraspidiotus sp.* o bien la de *Quadraspidiotus spp.* Tienen significados parecidos y engloban a todas las especies del género *Quadraspidiotus*. El segundo es un esquema de la sistemática de todos los seres vivos, donde se hallan incluidos desde los seres más primitivos, como los virus y los bacterios, hasta los más evolucionados, como los vertebrados y, dentro de ellos, el hombre.

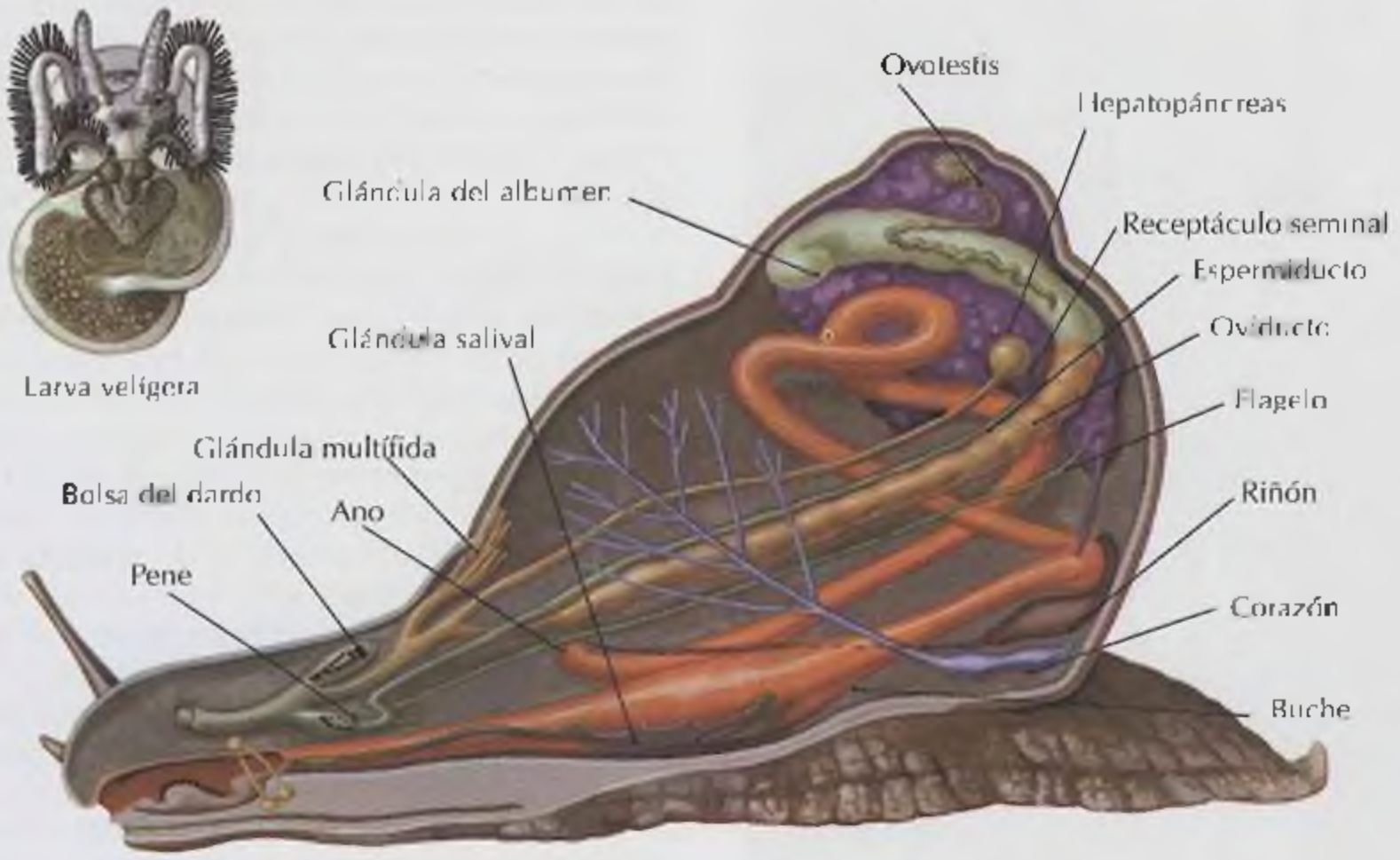
De todos los tipos que aparecen en el diagrama, los más interesantes desde el punto de vista de la patología vegetal son: los moluscos, los nematelmintos, los artrópodos y los vertebrados. Seguidamente vamos a profundizar en el estudio de los tipos citados, ordenados de forma creciente según su situación en la escala evolutiva, aunque cabe reseñar que, por su número y por las afecciones que producen, los parásitos animales más impor-

A/ Clasificación taxonómica del reino animal. Los animales quedan jerarquizados en tipos, clases, órdenes, subórdenes, familias, géneros, especies y variedades. El nombre de cada organismo viene notado por la especie y la variedad y, por lo general, por la abreviación del nombre del investigador.

B/ Esquema de la clasificación taxonómica evolutiva de los seres vivos, donde quedan incluidos desde los seres más primitivos, como los virus y los bacterios, hasta los más evolucionados, como los vertebrados.







Anatomía del caracol terrestre

lantes desde el punto de vista de la sanidad vegetal están dentro de las clases insectos y arácnidos.

4.1. TIPO MOLUSCOS

El tipo de los moluscos comprende, dentro de la clase de los gasterópodos, muchas especies que pueden llegar a ser muy nocivas si abundan en los cultivos. Especies como los **caracoles** (*Helix* y *Cepæa sp.*) y los **limacos** (*Limax, Agriolimax, Milax, Daroceras, Limnæa* y *Arion sp.*), según tengan concha o no la tengan respectivamente, pertenecen a esta clase. El cuerpo de estos animales se compone de tres partes: el **pie**, masa musculosa que les sirve para la locomoción; la **cabeza**, que lleva cuatro tentáculos retráctiles dotados de ojos y de una boca provista de una maxila y de un órgano destinado a recortar los alimentos, llamado **rádula**, y la masa **visceral**, recubierta por el **manto**, especie de túnica muscular asurcada y parcialmente protegida por la concha en el caso de los caracoles. En los limacos, la concha es rudimentaria y se oculta bajo los tegumentos.
La sequía acarrea una reducción sensible de los daños causados por babosas y caracoles. Parece que el desplazamiento de estos animales está condicionado a la existencia de una tenue película de agua en la superficie del suelo. Una precipitación muy tenue puede permitir una circulación masiva de estos animales, que son menos activos durante la precipitación que después de ella. Las temperaturas elevadas no parecen tener una acción inhibidora directa sobre sus movimientos. Sólo influyen si van acompañadas de una gran sequedad producto de una gran evaporación.

4.1.1. Clasificación

Dentro de la clase de los gasterópodos encontramos las siguientes familias: *Testacellidæ, Limacidæ, Milacidæ, Arionidæ, Limnæidæ, Ferussaciidæ* y *Helicidæ*. De todas ellas, las familias *Limacidæ, Milacidæ, Arionidæ* y *Limnæidæ* son las que comprenden todos los limacos existentes en las zonas templadas. Los caracoles son representados por la familia *Helicidæ*. Las caracolas pequeñas y alargadas, que también causan daños a las plantas cultivadas, vienen representadas por la familia *Ferussaciidæ*.

4.1.2. Ciclos

Son animales **hermafroditas**, estando los dos sexos reunidos en cada individuo. Los huevos, puestos en el suelo, se desarrollan entre las dos y las cuatro semanas, dando individuos que crecen más o menos rápidamente, en función de la especie, a tenor de seis semanas a más de un año.
Su actividad varía según la estación (es máxima en primavera y, sobre todo, en el otoño para casi todas las especies) y la hora del día. La mayoría se alimenta desde dos horas después de la puesta del sol hasta dos horas antes de la salida del mismo. Por debajo de los 4,5°C, la mayoría de caracoles y limacos detienen su actividad y no la recobran hasta que las temperaturas aumentan. Es entonces cuando se alimentan y se reproducen hasta la llegada del nuevo invierno.

4.1.3. Síntomas

Los caracoles y babosas afectan a todo tipo de plantas, causando los daños económicos más acusados en las hortalizas que se cultivan por sus hojas, como la lechuga, la col, el brócoli, etc. En otras plantas, como los frutales, el ataque de los gasterópodos puede provocar un rendimiento menor en las cosechas, tanto por el hecho de causar una disminución del área foliar -menor rendimiento fotosintético-, como por el ataque que sufren directamente las hojas y algunos frutos, lo que provoca una depreciación de la calidad del producto. Entonces sólo pueden destinarse éstos al mercado de las industrias agroalimentarias de transformación.
Los síntomas son característicos: grandes zonas foliares roídas por las rádulas de los gasterópodos, destrucción parcial o total de los órganos foliares,



La concha calcárea permite a los caracoles terrestres resistir la sequedad.

consecuente reducción del área vegetativa, reducción de la calidad y cantidad del producto agrícola, etc. Las distintas especies de la familia *Ferussaciidæ* se caracterizan por atacar las raíces carnosas de las plantas cultivadas como el espárrago; sus mordeduras permiten el desarrollo de hongos, bacterias y nematodos saprófitos, provocando un retraso en el crecimiento vegetal e incluso un desecamiento de sus partes aéreas. A menudo se detectan, sobre las plantas afectadas y en el suelo próximo, rastros brillantes de baba seca, signo de sus desplazamientos. Por lo general, sus daños se limitan a las afecciones mecánicas, aunque estos animales pueden ser también vectores de enfermedades víricas y bacteriológicas. Las poblaciones de caracoles y limacos se contienen a niveles aceptables cuando las condiciones climatológicas son normales, pero en primaveras extremadamente lluviosas, las poblaciones pueden experimentar un crecimiento casi exponencial y causar gravísimos daños en los cultivos.

4.2. TIPO NEMATELMINTOS

El tipo de los nematelmintos comprende diversas clases, pero sólo la de los **nematodos** encierra especies perjudiciales para las plantas cultivadas. Los nematodos son animales **vermiformes** de simetría bilateral, generalmente de pequeño tamaño, muy a menudo fusiformes y de sección circular, raramente sacciformes o piriformes. Poseen generalmente una **abertura bucal** bordeada por los **labios** portadores de los **órganos sensoriales**, y a continuación de la cual se encuentra la **cavidad bucal** o **estoma**, un **esófago**, un **intestino** y un **recto** que termina en un **ano ventral**. El cuerpo se halla cubierto por una **cutícula**, no poseyendo casi nunca apéndices externos. Por lo general, los sexos se hallan separados, destacando su **dimorfismo sexual** (los nematodos hembra suelen ser mayores que los machos). Existen cerca de 40.000 especies de nematodos en la naturaleza, aunque sólo una sexta parte ha sido estudiada y descrita. La mayoría de ellos viven en el mar, otros son parásitos de animales invertebrados (Vr. gr. *Mermithidæ*) y también de vertebrados (Vr. gr. *Trichenella, Filarioidea, Oxyuroidea, Strongyloidea, etc.*). Incluso ciertos nematodos son saprófitos y se nutren a expensas de materia orgánica en descomposición. Los que viven en el suelo son los llamados nematodos libres o fitófagos. Son éstos los más conocidos y estudiados, puesto que son los causantes de las afecciones a las plantas cultivadas. A diferencia de otros nematodos, presentan en su cavidad bucal un **estilete** accionado por músculos y mediante el cual los nematodos perforan las paredes de las células radiculares de los vegetales. Presentan una longitud que oscila entre 1 y 3 mm, se alimentan por lo general de las raíces de las plantas y su densidad de población en el suelo depende del grado de humedad de éste último. En circunstancias normales, se encuentran de 50 a 400 millones de nematodos libres por hectárea, aunque en condiciones de gran humedad, se han hallado hasta 6 millones por m^2.

• **Nutrición**. Los nematodos parásitos de los vegetales se alimentan del contenido de las células cuyas membranas perforan con ayuda de su estilete. Al mismo tiempo inyectan su saliva, la cual licua los contenidos celulares y prepara su posterior digestión. De esta manera, destruyen progresivamente los tejidos de las plantas, aunque los mayores daños causados por los nematodos son, si cabe, las deformaciones producidas en el vegetal debido a su saliva tóxica que provoca necrosis y deformaciones en los tejidos radiculares. Además, los nematodos son los vectores más activos para la transmisión de enfermedades víricas y bacteriológicas.

• **Parásitos de los nematodos**. Ciertos nematodos muy específicos son, a su vez, parásitos de otros nematodos. Pero por lo general, sus enemigos más comunes son los micelios de los hongos, que los aprisionan en el suelo, reduciendo su movilidad, y algunas bacterias que viven a sus expensas.

• **Movilidad**. Su poder para desplazarse en el suelo es muy limitado. Eso explica que, a menudo, los rodales de plantas infectadas por nematodos sean muy localizados. Ocasionalmente, logran desplazarse por acciones mecánicas de otros elementos como el viento, las pezuñas de los animales, transporte de maquinaria, aperos de labranza, traslado de partes radiculares como los bulbos, rizomas, estolones, etc.

• **Especificidad**. Algunas especies de parásitos están capacitadas para desarrollarse sobre un gran número de especies vegetales, a menudo de familias taxonómicas muy alejadas entre sí. En otras circunstancias, ciertos nematodos parásitos de una familia vegetal concreta poseen una incapacidad congénita para atacar a una especie determinada de la misma familia. Tal es el caso del nematodo *Ditylenchus dipsaci*, que se desarrolla sobre el trigo, el centeno y la avena, pero que no causa afecciones a la cebada. Se admite, generalmente, que los nematodos altamente polífagos, como *Ditylenchus dipsaci* y *Heterodera schachtii*, comprenden,

de hecho, tres categorías: las razas **polífagas**, que pueden atacar un gran número de especies vegetales, las razas **oligófagas**, que sólo se desarrollan sobre un número reducido de plantas, y las razas **monófagas**, que sólo pueden desarrollarse sobre una o dos especies de plantas. En cualquier caso, la determinación y el estudio de cada especie no es fácil, puesto que una especie vegetal puede albergar no sólo una de estas especies, sino dos o incluso más.

4.2.1. Clasificación

Desde un punto de vista de la sanidad vegetal, los nematodos fitófagos se clasifican en función de su tipo de parasitismo. En efecto, los nematodos pueden causar afecciones a las plantas desde el interior o desde el exterior del vegetal. Los primeros reciben el nombre de **nematodos endoparásitos** y los segundos son los llamados **nematodos ectoparásitos**.

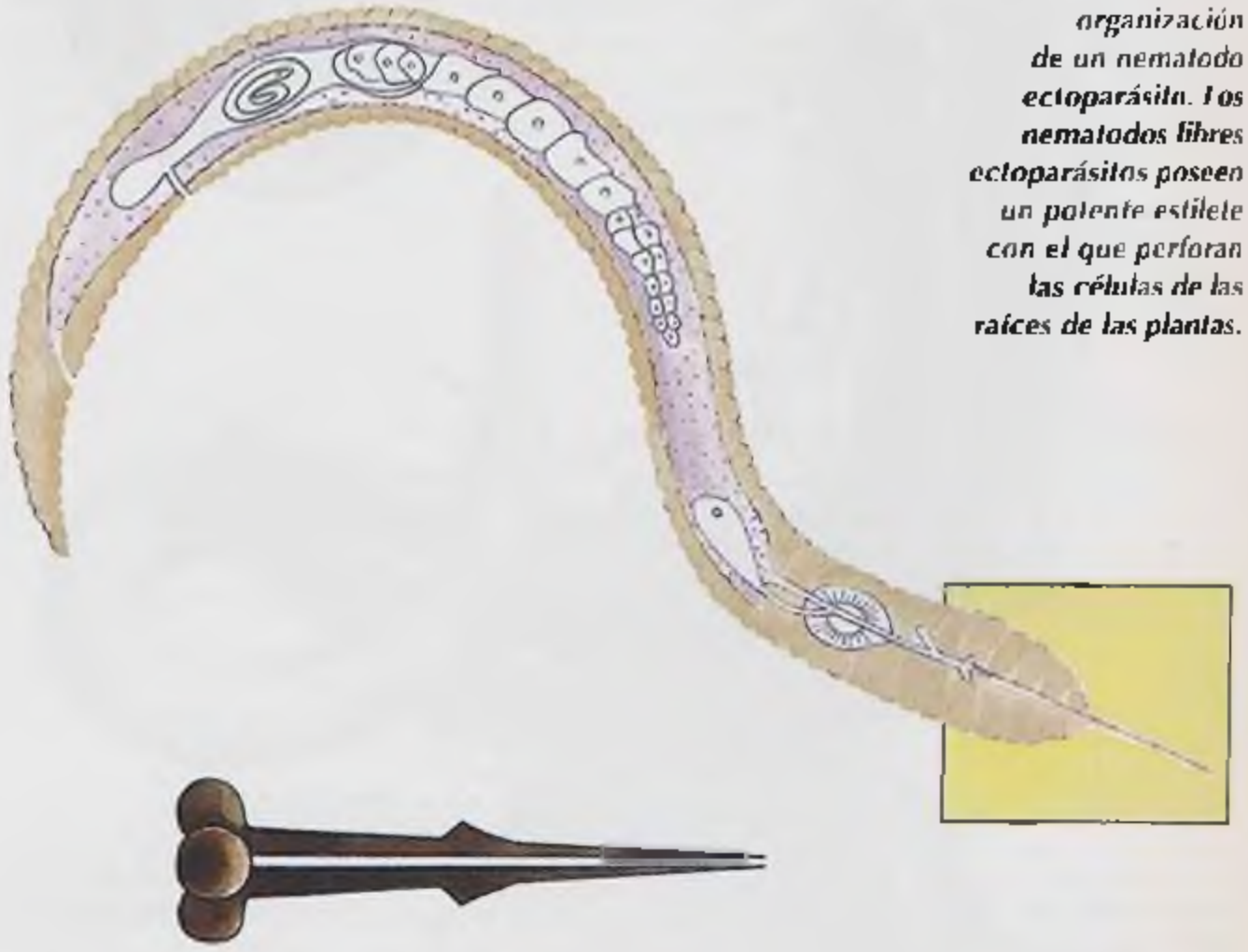
• **Nematodos endoparásitos**. La denominación engloba aquellos animales que se desarrollan durante la mayor parte de su vida dentro de la planta huésped. Los nematodos de tallos, bulbos y raíces están representados por dos especies: *Dytilenchus dipsaci* y *Dytilenchus destructor*. La primera es muy polífaga y ataca a más de 150 especies vegetales (cultivadas o salvajes). Además, esta especie se subdivide en un cierto número de razas biológicas caracterizadas por su afinidad con un determinado número de plantas. Los nematodos de las hojas están incluidos en el género *Aphelenchoides*. Morfológicamente, se parecen al grupo anterior, distinguiéndose sin embargo por su biología y por la naturaleza de los daños. Los nematodos de las semillas pertenecen al género *Anguina*. Los nematodos que forman quistes en las raíces pertenecen al género *Heterodera*. Este género se caracteriza por el aspecto de la hembra adulta, cuyo cuerpo inflado adquiere una forma esférica u ovoide. Los nematodos cecidógenos, que forman agallas en las raíces, son las especies del grupo llamado *Meloidogyne sp*. Los nematodos radicícolas están representados principalmente por el género *Pratylenchus*. Pasan la mayor parte de su existencia en el interior de las raíces y sólo las abandonan cuando éstas empiezan a pudrirse.

• **Nematodos ectoparásitos**. Estos fitófagos viven en el suelo, en el exterior de los tejidos vegetales. Se mueven siempre cerca de las zonas radiculares, llamadas **rizosferas**, y reciben el sobrenombre de **nematodos libres**. Este grupo comprende numerosas especies y la mayoría de ellas son las responsables, por ser animales vectores, de otras enfermedades bacteriológicas y víricas de las plantas.

4.2.2. Ciclos

Su reproducción es generalmente **sexual** y la fecundación es indispensable para su multiplicación, pero en algunas especies existe la llamada **partenogénesis** o el **hermafroditismo**, según el cual los dos sexos coexisten en un mismo individuo. Los huevos son de forma ovalada o redondeada y por lo general están provistos de una membrana resistente. El desarrollo embrionario del huevo comienza inmediatamente después de la puesta, que se efectúa en los órganos infectados de las plantas o en el suelo. Las larvitas desarrolladas en el interior del huevo miden poco menos de una décima de milímetro de longitud, y por su forma se parecen a la adulta. Su crecimiento se efectúa por **mudas** sucesivas en las que el animal se desprende de su cutícula. Se han contabilizado hasta cinco estados entre las cuatro mudas aunque, en algunas clases de nematodos, el crecimiento se complica con el fenómeno de la metamorfosis.

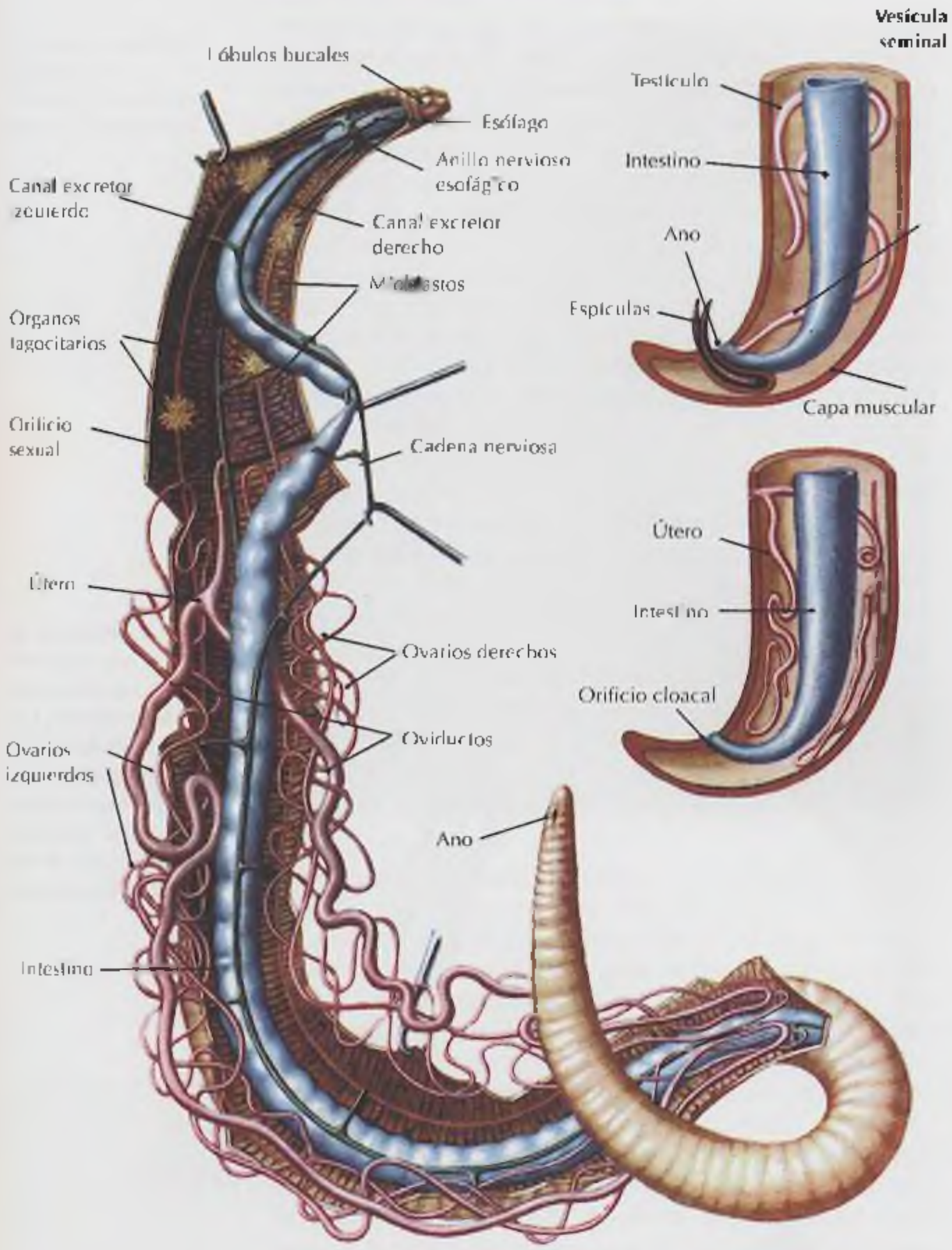
Cuando las condiciones climáticas no acompañan, la humedad del suelo se reduce mucho y las plantas huésped se secan; ocurre entonces que las larvas -de cualquier estadio- tienen la capacidad de enquistarse, quedando protegidas con la cutícula precedente. Este tipo de protección contra las adversidades, llamada **anabiosis**, les permite a menudo resistir durante años en el suelo antes de volver a actuar. Cuando las condiciones de humedad son las idóneas o bien las plantas huésped vuelven al cultivo, los nematodos enquistados reinician su metabolismo. Esta necesidad hídrica de los nematodos explica porque éstos se encuentran, por lo general, a una cierta profundidad del suelo y no suelen habitar en los cinco primeros centímetros superficiales.



Esquema de la organización de un nematodo ectoparásito. Los nematodos libres ectoparásitos poseen un potente estilete con el que perforan las células de las raíces de las plantas.

4.2.3. Síntomas

Los síntomas causados por el ataque de nematodos varían mucho en función de la especie vegetal afectada y del tipo de parásito que la afecta. Estas afecciones reciben vulgarmente la denominación de **enfermedades vermiculares**. Por lo general, las afecciones se exteriorizan en forma de necrosis, deformaciones y podredumbre de raíces, tallos y hojas. El fenómeno de la "fatiga" del suelo descrito en el primer capítulo tiene en los ne-



Anatomía de los nematodos. Ascaris lumbricoides

matodos su máximo exponente. En efecto, el "agotamiento" de un suelo es, a menudo, un problema de nematodos, los cuales, a través de generaciones continuadas parásitas de la misma especie de planta, han aumentado considerablemente su población, provocando una incapacidad del terreno para seguir produciendo. Veamos seguidamente algunas de las afecciones más conocidas causadas por los nematodos sobre determinadas especies vegetales.

• *Pratylenchus pratensis* ataca a muchas especies entre las que se cuentan las familias siguientes: Salsoláceas, Papaveráceas, Crucíferas, Rosáceas, Leguminosas, Umbelíferas, Solanáceas y muchas Gramíneas. Las raíces de los jóvenes cereales parasitados se oscurecen rápidamente, las partes invadidas enrojecen y mueren, las hojas se vuelven amarillentas, y posteriormente blanquecinas y blandas. Una gran proporción de plantas mueren o son detenidas en su crecimiento.

• *Pratylenchus penetrans*. Este nematodo causa la llamada enfermedad vermicular de la convallaria. Además de atacar la flor de mayo o convallaria, el nematodo se ceba en otras bulbosas como jacintos, gladiolos, tulipanes, etc. El crecimiento se retarda y las plantas se secan cuando los nematodos son muy numerosos. Las mordeduras permiten la penetración de un hongo (*Cylindrocarpon radicicola*) que provoca el enrojecimiento de las raíces.

• *Dytilenchus dipsaci*. Se alimenta de un gran número de plantas cultivadas distintas, siendo por eso muy temido por los agricultores. En los cereales provoca deformaciones foliares, un ensanchamiento del tallo con lo cual queda corta la planta; las espigas se desarrollan difícilmente y a veces abortan. La avena es atacada fuertemente y su base experimenta una hinchazón. Las pequeñas plantas de centeno parasitadas presentan una peculiar característica: el parénquima foliar se hipertrofia y se abarquilla; los tallos quedan cortos y la planta emite numerosos tallos. El maíz es fuertemente atacado en su base, que resulta hinchada y de consistencia blanda, lo que acarrea el vuelco de la planta. Las plantas jóvenes del trigo sarraceno, que también son atacadas, desarrollan una coloración amoratada debido a la formación de una antocianina.

Este nematodo ataca también las cebollas, los ajos y los puerros. Las cebollas pueden resultar parasitadas desde su nacimiento, se hinchan en su base y acaban por explotar, lo que permite el desarrollo de hongos y bacterias. Muchas plantas ornamentales resultan también afectadas. Tal es el caso de las hortensias, jacintos, gladiolos, etc. En los jacintos, la presencia de parásitos se manifiesta por la aparición de círculos negruzcos concéntricos alternando con zonas sanas en el bulbo. En el tabaco, la enfermedad se manifiesta en sus primeros estadios mediante pequeñas protuberancias circulares de un diámetro de algunos milímetros y de coloración más clara de lo normal; éstas ascienden luego hacia la parte superior de la planta. En plántulas jóvenes de menos de dos meses de existencia, las hojas se secan y la planta mucre; cuando la invasión resulta en plantas en un estado de crecimiento más avanzado, las plantas se vuelcan.

• *Meloidogyne incognita*. Además de atacar otras especies cultivadas como la patata, el tomate, la endivia, la zanahoria, la lechuga, etc., este nematodo provoca afecciones a la vid. Muchas variedades de *Vitis vinifera* son muy sensibles a esta enfermedad vermicular. Los pies atacados desarrollan ramas poco numerosas, delgadas y cortas, las raíces principales son destruidas, se forman entonces raíces más superficiales que son atacadas a su vez y que presentan pequeñas nudosidades. Al final, la cepa muere.

4.3. TIPO ARTRÓPODOS

El tipo artrópodos representa a ciertos animales invertebrados con el cuerpo segmentado y de simetría bilateral. Las distintas clases de artrópodos, a pesar de que pueden presentar diferencias muy grandes entre ellos, poseen comúnmente una serie de características que los engloba dentro del mismo tipo. Su cuerpo, constituido por segmentos interdependientes, posee apéndices articulados (de ahí su nombre). Por lo general, en el cuerpo puede distinguirse una **región cefálica**, una **torácica** y una **abdominal**. Según las clases de artrópodos,

las tres regiones corporales pueden sufrir variaciones y reciben distintos nombres. En el caso de los insectos, encontramos la **cabeza**, el **tórax** y el **abdomen**; por contra, en los arácnidos, que poseen la región cefálica y torácica fusionada, se distinguen dos partes: el cefalotórax o **prosoma** y el **opistosoma.** En muchos artrópodos existe un cuarto segmento corporal sin apéndices situado después del ano; su forma es laminar o de aguijón. Recibe el nombre de **telson.**

Cada segmento comprende, por lo general, un par de apéndices. Seguramente, al principio de la evolución, todos los segmentos debían tener características parecidas, pero con la selección natural, su especialización conllevó una diferenciación morfológica debido a las distintas funciones que desempeñan. Los **apéndices cefálicos** son sensoriales y masticadores o prensores. Los **torácicos** son apéndices locomotores adaptados a la marcha, al salto o a la natación, según las especies. Los **apéndices abdominales**, en el caso de que existan, suelen estar muy transformados, como por ejemplo los copuladores.

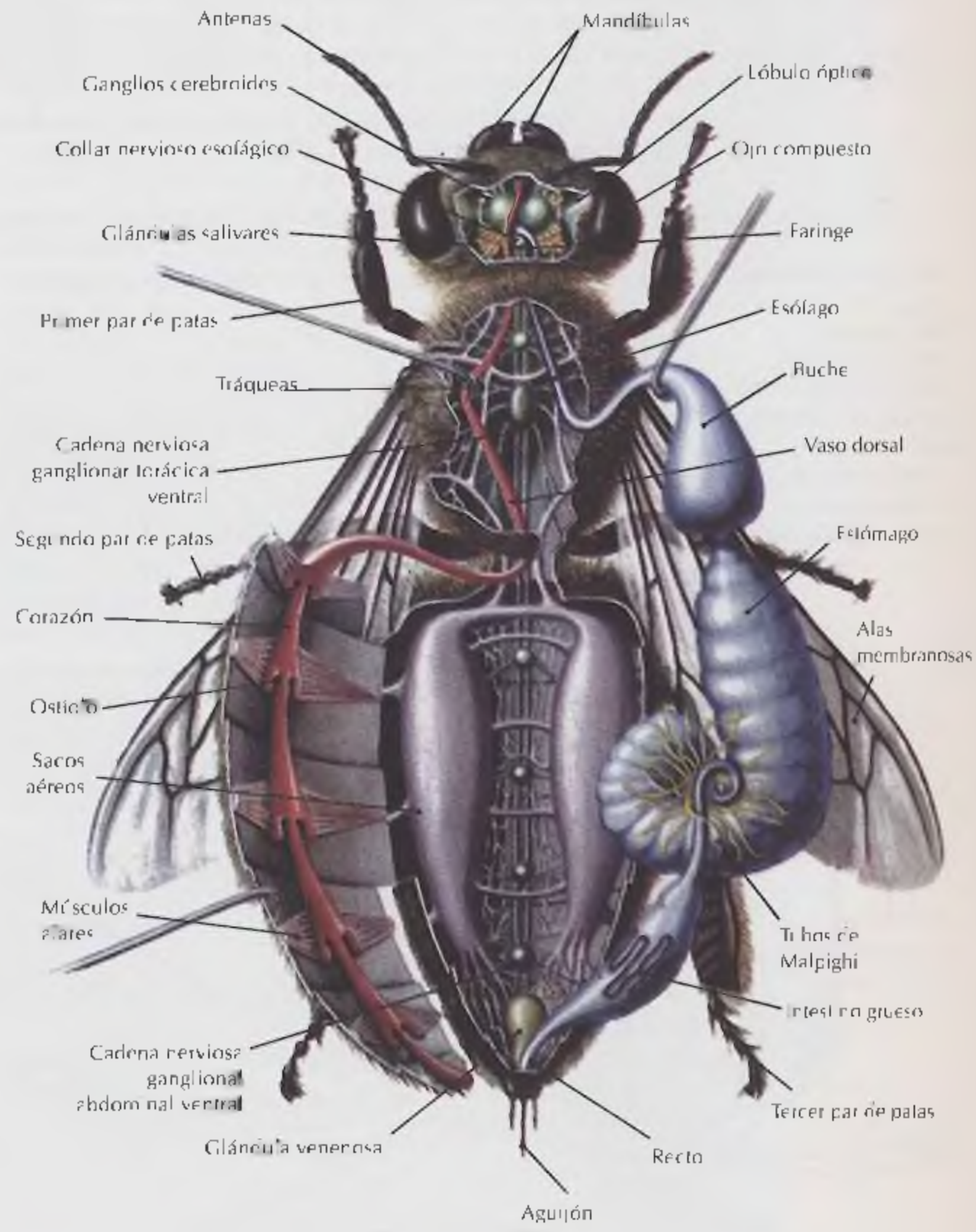
Los artrópodos son animales recubiertos por un esqueleto externo o **exoesqueleto** quitinoso. Esta cutícula presenta dos partes: la **epicutícula**, delgada y externa, y la **endocutícula**, interna y gruesa. A menudo este exoesqueleto está enriquecido por otras sustancias distintas a la quitina, como, por ejemplo, el carbonato cálcico, que contribuye a aumentar su dureza. A la endocutícula se adhiere la musculatura interna que permite a los artrópodos su movilidad. El exoesqueleto de los artrópodos es rígido y no permite el crecimiento del animal, con lo que éstos sufren diversas transformaciones llamadas mudas. Cada vez que el artrópodo sufre una metamorfosis, se fabrica un nuevo exoesqueleto mayor que le permite seguir desarrollándose. Según las clases de artrópodos, su **metamorfosis** puede ser **sencilla**, sin cambios sustanciales entre la larva y el adulto, o **complejas,** como en el caso de los lepidópteros, que son orugas en la fase larvaria y mariposas de adultos.

El proceso de desarrollo de un artrópodo (y de la mayoría de animales invertebrados y vertebrados) conlleva una serie de estados metamórficos desde el huevo hasta el adulto. En los insectos de metamorfosis compleja, estados como el **huevo**, la **larva** u oruga, la **ninfa** o pupa, y el **imago** o adulto son corrientes en muchas especies. A menudo los animales presentan una vida larval más prolongada que la del adulto, puesto que la fase de imago sólo representa la madurez sexual del individuo, mientras que la larvaria se asocia a la fase vegetativa activa.

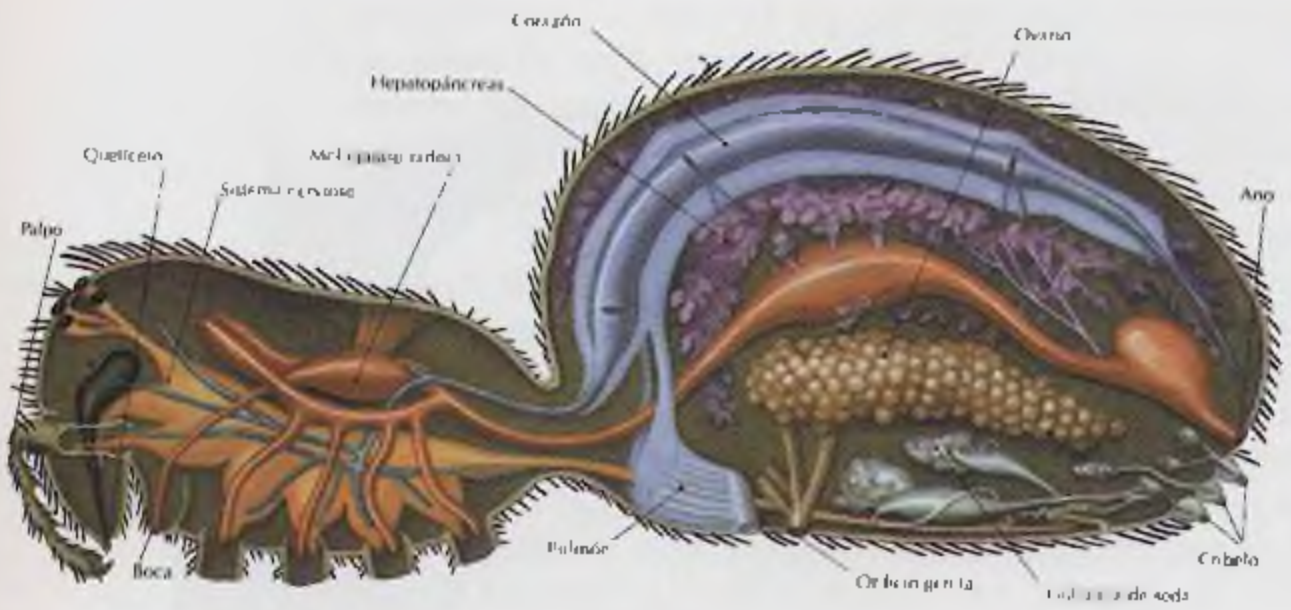
El sistema respiratorio de los artrópodos varía mucho en función de la clase a que pertenecen. En los acuáticos encontramos las **branquias,** y entre los terrestres los hay de **respiración cutánea**, **pulmonar**, **pseudotraqueal** o **traqueal**. Su sistema nervioso consta de una masa encefálica o **cerebro**, de un **sistema simpático** y de una **cadena nerviosa** situada ventralmente respecto al tubo digestivo. Los artrópodos tienen ciertos sentidos bien desarrollados. Tal es el caso del tacto, localizado en las antenas y en los pelos sensoriales repartidos por todo el cuerpo, en especial en las extremidades de los apéndices. Los órganos de la vista varían mucho según la clase. Algunos tienen ojos simples y otros, compuestos. Es importante mentar las secreciones hormonales. Éstas regulan funciones tan importantes como el crecimiento, las mudas y la reproducción.

En cuanto a su reproducción, cabe decir que la mayoría son **unisexuales** (individuos sexualmente diferenciados), dándose en muchos casos un marcado **dimorfismo sexual** (morfología muy distinta entre machos y hembras). La **partenogénesis** es usual entre los artrópodos, siendo el hermafroditismo muy raro. La mayoría son ovíparos (ponen huevos de los cuales salen las **larvas**). En el caso en que la larva sea parecida a sus progenitores, su posterior metamorfosis recibe el nombre de **metamorfosis simple.** Cuando ésta es muy diferente de los adultos, se trata de **metamorfosis compleja.**

De entre todos los artrópodos existentes, los más interesantes, desde el punto de vista de la patología vegetal, son los pertenecientes a las clases arácnidos, miriápodos e insectos, y de ellos, esta última es, desde luego, la más importante.



Morfología y anatomía de Apis mellifica o abeja común. Es un animal característico de la clase insectos.



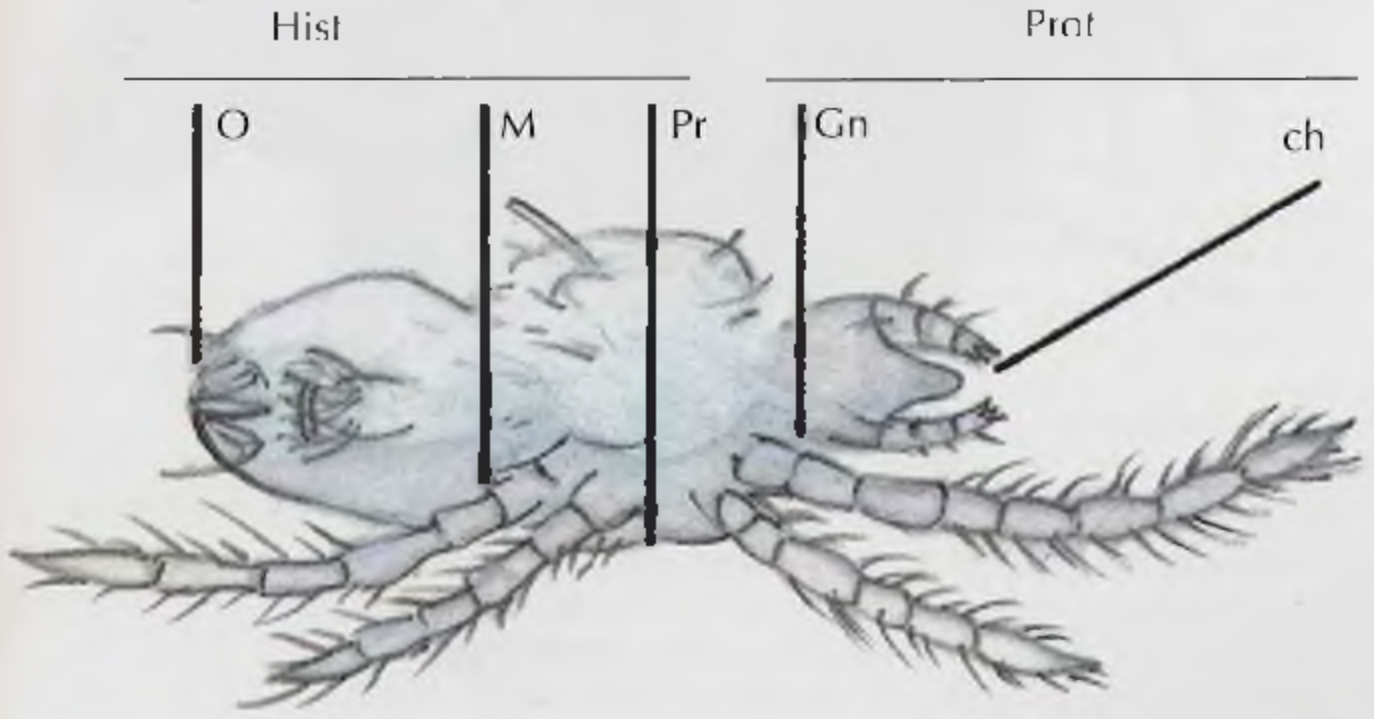
Corte sagital de una araña

4.3.1. Clase arácnidos

Pertenecen a esta clase las **arañas**, los **escorpiones** y una infinidad de "arañas" minúsculas llamadas **ácaros**. Los arácnidos son artrópodos aéreos en cuyo cuerpo se distinguen dos partes: una anterior o **prosoma**, constituida, en principio, por la fusión de la cabeza y del tórax, y una posterior u **opistosoma**. En los adultos, el prosoma presenta ojos simples y seis pares de apéndices que comprenden: un par de **quelíceros** situados delante de la abertura bucal y que terminan en pinzas (quelos) o ganchos, un par de patas-maxilas o **pedipalpos** situados generalmente a ambos lados de la boca, y cuatro pares de patas locomotoras. En el opistosoma o tórax se sitúan el orificio genital (delante) y el ano (detrás). Su cuerpo, en general, presenta señales de segmentación que son difícilmente perceptibles en el orden de los ácaros.

Son animales mayoritariamente terrestres, aunque algunos ácaros son semi-acuáticos. La respiración es generalmente traqueal: los **estigmas respiratorios** están vulgarmente ubicados en el abdomen, pero se encuentran algunas veces en la región torácica o bien en las proximidades del orificio bucal. En la inmensa mayoría de los ácaros, la **respiración es cutánea**. La nutrición de los arácnidos presenta las formas comunes ya vistas: la mayoría se alimentan de presas vivas (carnívoros), otros se alimentan de cadáveres (saprofitismo) y muchos de ellos son parásitos de plantas, de invertebrados e incluso de vertebrados. A excepción de algunos ácaros que tienen la facultad de reproducirse partenogenéticamente, la mayoría presenta sexos diferenciados machos y hembras. Son animales **ovíparos** puesto que, después de la cópula, la hembra pone los huevos que darán lugar a nuevos seres.

Anatomía externa del cuerpo de un ácaro. Vista ventral
Prot: *proterosoma*
Gn: *gnatosoma*
Pr: *propodosoma*
Hist: *histerosoma*
M: *metapodosoma*
O: *opistosoma*
Ch: *quelíceros*





Tetranychus urticae
Clase Arácnidos



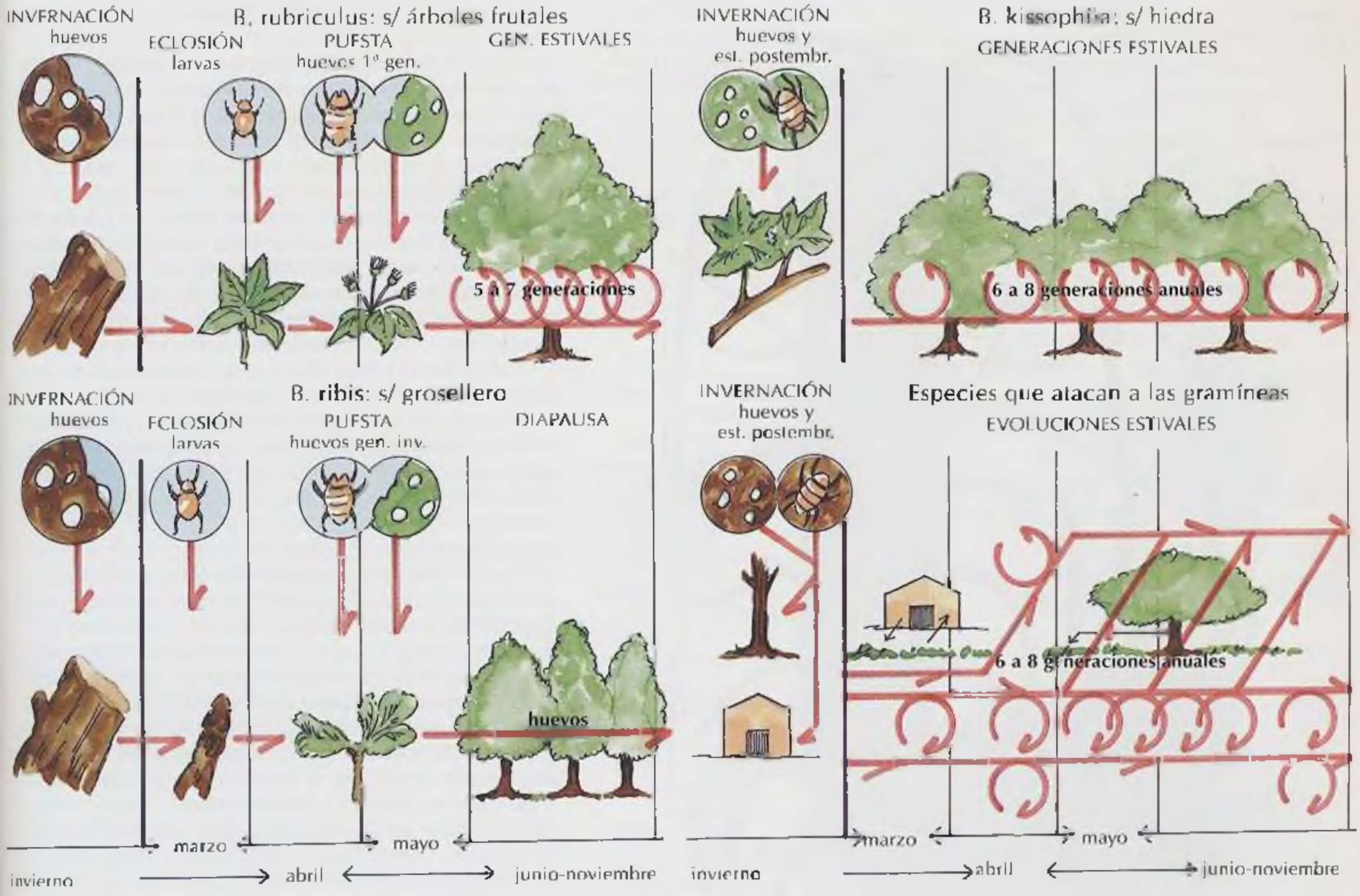
Ácaro Oribátido con cisticercoides de Anoplocefálido

La clase arácnidos comprende nueve órdenes que son: **escorpiones, pseudoescorpiones, solífugos, palpígrados, pedipalpos, arañas, rinicúlidos, opiliones** y **ácaros**. De todos ellos, los más importantes, desde el punto de vista de la fitopatología vegetal, son los ácaros. Éstos serán objeto de estudio en los próximos apartados.

Los **ácaros** son arácnidos de pequeños tamaño, no sobrepasando el milímetro de ancho. Poseen en general cuatro pares de patas en el estado de ninfa y adulto, y solamente tres pares de patas en el estado larvario. El cuerpo suele ser muy corto, siendo tan largo como ancho, de una sola pieza, con formas ovoides o vermiformes. A menudo posee un surco transversal que pasa detrás del segundo par de patas. Toda la parte anterior, incluidas las piezas bucales y los dos primeros pares de patas, forman el **proterosoma**. La parte posterior, con los dos pares de patas y el abdomen, constituye el **histerosoma**. En el proterosoma, según la especie, pueden encontrarse órganos oculares en número de cero a cinco, juntamente con uno o tres pares de pelos sensoriales. Existe tal variedad de ácaros que es difícil dar unas características generales que los englobe a todos. Así, existen ácaros de múltiples tamaños y de morfologías distintas, de distintos colores, de formas y ciclos de reproducción muy dispares, etc.

4.3.1.1. Clasificación

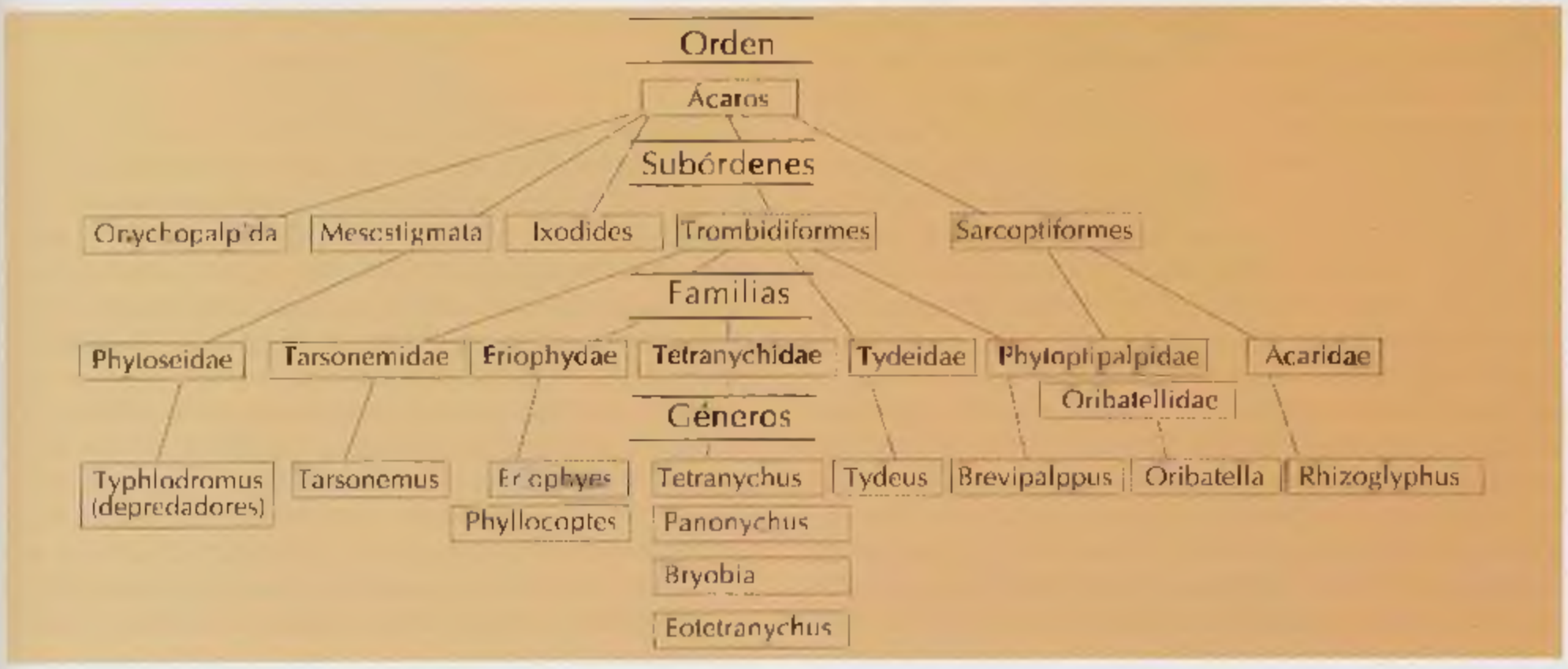
La clasificación esquematizada de los ácaros se describe en el cuadro de la página siguiente. Los subórdenes en los que se divide el orden de los ácaros son *Onychopalpida, Mesostigmata, Ixódidos, Trombídidos* y *Sarcóptidos*. Cada uno de éstos queda subdividido en superfamilias, subfamilias y familias las cuales, a su vez, originan los géneros. Los géneros comprenden las distintas especies de ácaros. Como se puede comprobar, la sistemática de los ácaros es extremadamente complicada y su descripción no es el objetivo de este tema. De entre todos ellos, los **ácaros fitófagos** más importantes por sus afecciones a las plantas cultivadas se



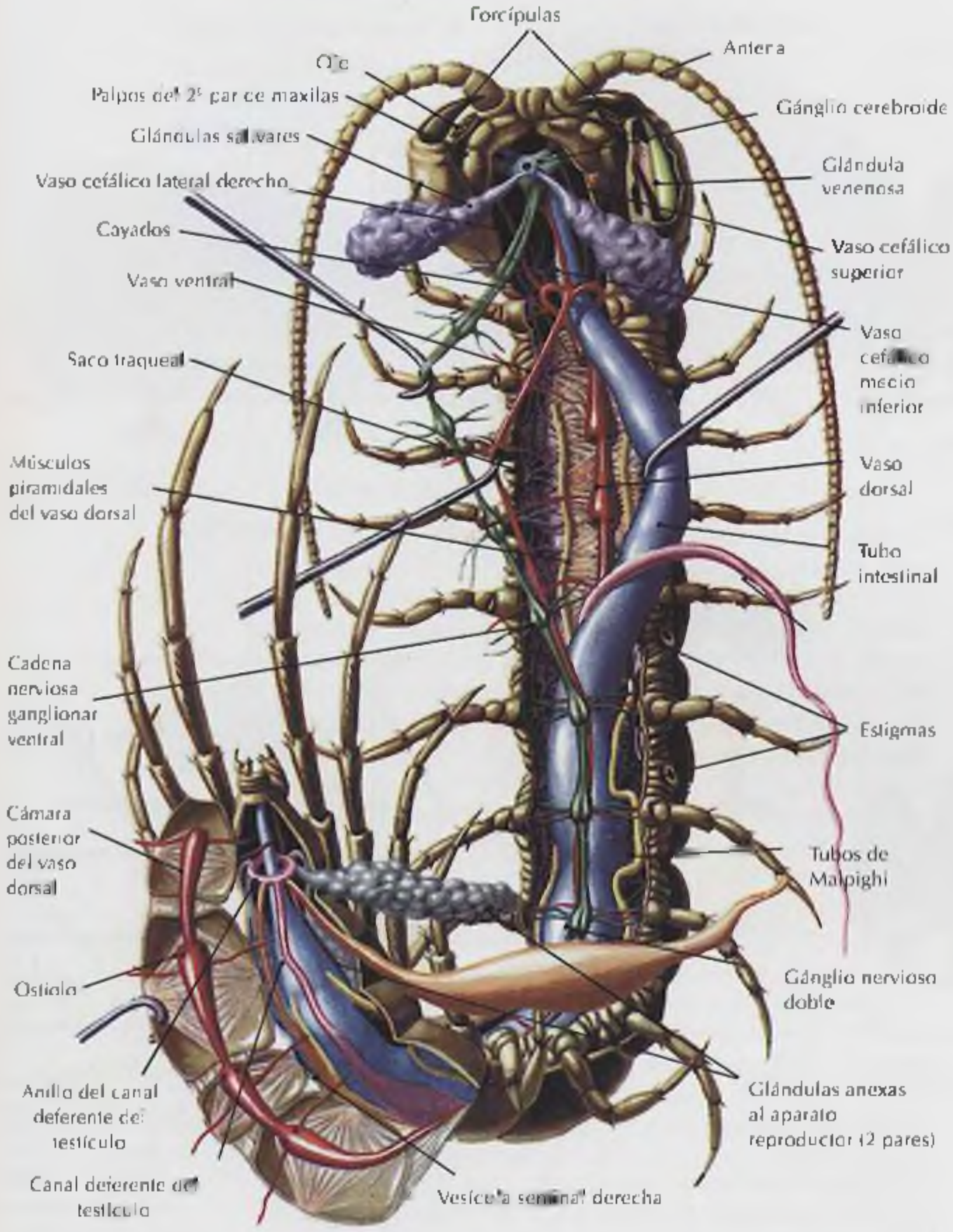
Diversos ciclos biológicos de los ácaros de las distintas especies Bryobia sp. (Según Mathys)

encuentran en los subórdenes *Trombidiformes* y *Sarcoptiformes*. Veamos someramente las especies que comprenden.

• *Trombidiformes*. Los trombídios o trombidiformes poseen un par de estigmas, a veces ausentes, sobre o en la proximidad del proterosoma. Palpos generalmente libres y bien desarrollados, modificados en forma de pinzas o en órganos sensoriales. En aquellas especies no fitófagas que son depredadoras, se encuentran quelíceros usualmente modificados y que permiten apresar o inmovilizar a las presas. Los trombidiformes se subdividen en varias familias que engloban a las especies de alimentación vegetal. Entre las especies más conocidas y estudiadas, cabe citar las siguientes: *Eriophyes vitis,* causante de la sarna de la vid, *Eriophyes piri* o ácaro de la sarna del peral, la erinosis del tilo y de las lilas *(Eriophyes tiliæ* y *E. löwi*), la acariosis de la vid *(Phyllocoptes vitis)*, la acariosis seca de los tomates *(Vasates licopersici)*



Clasificación taxonómica de los ácaros



Morfología y anatomía de Lithobius forfictus o ciempiés, animal prototipo de la clase miriápodos

y el tarsonémido de las fresas (*Tarsonemus pallidus*). En la página anterior se ofrecen al lector unos diagramas de los ciclos evolutivos de varios ácaros de la subfamilia *Bryobiinæ*, los cuales atacan principalmente los frutales de pepita (*Bryobia rubrioculus*), el grosellero (*Bryobia ribis*), la hiedra (*Bryobia kissophila*) y las gramíneas (*Bryobia prætiosa, cristata* y *graminum*). Otra subfamilia muy interesante desde el punto de vista de la fitopatología engloba los géneros *Panonychus* y *Tetranychus*: la araña roja de los frutales (*Panonychus ulmi*) y la muy polífaga araña amarilla (*Tetranychus urticæ*) son especies muy dañinas para las plantas. La descriptiva de todas las especies de ácaros se aparta en mucho de las pretensiones de esta obra. El lector interesado en profundizar en esta disciplina deberá recurrir a bibliografías más especializadas sobre taxonomía de ácaros.

• *Sarcoptiformes*. No poseen estigmas, o bien hay un sistema traqueal que desemboca en los estigmas y áreas porosas situadas en diferentes partes del cuerpo. Mandíbulas casi siempre en forma de quelíceros. Palpos simples y ventosas anales a menudo presentes. Dentro de este suborden, encontramos especies dañinas como el tiroglífido de la harina (*Acarus siro*), el ácaro del queso (*Tyrolychus casei*) o el ácaro de los bulbos (*Rhyzoglyphus echinopus*).

4.3.1.2. Ciclos

Los ácaros se reproducen por vía sexual o por partenogénesis. La mayoría son **ovíparos,** aunque algunas especies son **ovovivíparas** e incluso unas pocas **vivíparas**. De los huevos, esféricos u ovoides, nacen unas larvas dotadas de tres pares de patas, o en ciertos grupos fitófagos, de dos pares solamente. La evolución subsiguiente se caracteriza, en las formas más corrientes, por una serie de mudas y de estados móviles llamados **ninfas**. Se producen así cuatro estados postembrionarios móviles: la **larva**, dos estados de **ninfa** y el **adulto** o imago. No obstante, la evolución puede complicarse con un tercer estado ninfal o, por lo contrario, por la ausencia de éste. En los ácaros fitófagos, el número de generaciones anuales es variable pero, en general, suele ser elevado y, juntamente con una gran fecundidad, da a estas especies nocivas un elevado poder de multiplicación. La invernación se hace en distintos estados, según la especie.

La multiplicidad de los ácaros, en cuanto se refiere a su reproducción, imposibilita ofrecer al lector un ciclo único reproductivo. Para ilustrar este apartado, tomaremos el ejemplo de un ácaro muy estudiado y conocido que afecta principalmente a los árboles frutales. Se trata de la araña roja, que afecta a los manzanos pero también a frutales dispares como los melocotoneros, groselleros, vides, fresas, etc. Su invernación se realiza bajo la forma de **huevos de invierno**, a veces extraordinariamente numerosos, que son depositados bajo la corteza del tronco y de las ramas, sobre todo en los sitios abrigados. La eclosión empieza a mediados de abril y dura unos veinte días. Las **larvas**, que miden unos 0,2 mm, pican la cara inferior de las hojas y tardan en desarrollarse entre 18 y 20 días. En las generaciones sucesivas, el período de desarrollo se acorta o alarga en función de la temperatura. Así, en verano sólo dura de 7 a 8 días y en otoño, de 20 a 25. Los primeros **adultos** aparecen a primeros de mayo. Las hembras son fecundadas desde la eclosión y comienzan a poner 3 días más tarde. Hay, pues, un pequeño período de tiempo durante el cual no existen huevos sobre los vegetales: han eclosionado los huevos de las puestas de invierno sin haber aparecido todavía las primeras puestas de verano.

4.3.1.3. Síntomas

Las larvas, las ninfas y los adultos se alimentan succionando el jugo de las células del vegetal previamente cortadas con ayuda de las piezas bucales que tienen forma de **estilete**. Bajo el efecto de innumerables picaduras, el metabolismo de la planta se perturba y los tejidos en empalizada se destruyen. En consecuencia, se produce un cese del crecimiento, deformaciones, oscurecimiento o pardeado de las hojas, clorosis y excrecencias de diversas formas (agallas) que pueden llegar a producir la caída de las hojas y la depresión vegetativa del sujeto afectado. Como los nematodos y moluscos, los ácaros son animales vectores de virus y bacterias debido a sus picaduras, con lo que pueden provocar, además de su afección filófaga, enfermedades víricas o bacteriológicas.

Debido a la gran cantidad de ácaros distintos existentes, los síntomas de las afecciones que causan son múltiples y variados. Así, por ejemplo, la sarna de la vid causada por el ácaro *Eriophyes vitis* causa agallas de color rojizo o verdoso en la cara superior de las hojas, y otras de color blanco, y posteriormente marrones o rojizas, en la cara inferior. Estas agallas, inicialmente aisladas, pueden confluir cuando la presencia de los ácaros es importante. La sarna de las hojas del peral, producida por otro ácaro, invade las hojas jóvenes aún enrolladas, produciendo pequeñas protuberancias, primero de color verde claro y luego rojizas o marrones, y cuya cara inferior se halla recubierta de pelos hipertrofiados que abrigan los adultos. Los tejidos afectados se necrosan y las hojas se secan y caen. A menudo los frutos también son alacados, dando lugar a su caída prematura. Las afecciones producidas por esta familia de ácaros (*Eriophyinæ*), como la erinosis de las hojas del tilo, de las lilas, del frambueso, del tulipán, del nogal, del avellano, del grosellero y de los crisantemos, presentan una sintomatología parecida.

Otra familia, como la *Tetranychinæ*, afecta principalmente al manzano, peral, ciruelo, melocotonero y cerezo, así como a la vid, al grosellero, a la fresa y a diversos árboles y arbustos ornamentales. Los síntomas de sus afecciones son parecidos en todas las especies atacadas: el ácaro se sitúa en el envés de las hojas, que toman un aspecto grisáceo y satinado característico; el rendimiento resulta fuertemente disminuido como consecuencia de la reducción de la actividad clorofílica y de la caída prematura de las hojas. De un modo general, el tiempo cálido y seco de verano y, sobre todo, de agosto, favorece la pululación del ácaro; una fuerte lluvia suele acarrear un lavado de los animales, por lo que la planta suele recuperarse.

Las distintas especies de la familia de los *Acaridiæ* engloban ácaros fitófagos de productos agrícolas como la harina, el queso, granos de cereales, bulbos, etc. El ácaro de los bulbos (*Rhyzoglyphus echinopus*), por ejemplo, se desarrolla sobre los bulbos de tulipanes, jacintos, gladiolos, narcisos, etc., provocando un mal desarrollo de la planta: las flores resultan deformadas, siendo los bulbos heridos los más propensos a ser atacados. Además, este ácaro presenta un gran poder vector, transmitiendo esporas de hongos y también de bacterias.

4.3.2. Clase miriápodos

Los **miriápodos** o **mil pies** son artrópodos terrestres que poseen un par de antenas y cuyo cuerpo está formado por segmentos parecidos, llevando cada uno de los mismos uno o dos pares de patas.Están desprovistos de alas y presentan los sexos en individuos separados. La clase de los miriápodos comprende cuatro órdenes: los **quilópodos**, los **sínfilos**, los **paurópodos** y los **diplópodos**. Cada uno de ellos presenta unas características tan distintas entre sí, que resulta difícil englobarlos dentro de una descriptiva común.

De un modo general, los miriápodos no son numerosos ni perjudiciales más que en terrenos húmedos o, por lo menos, frescos. Se introducen en las profundidades del suelo cuando la tierra está seca. Desde el punto de vista de su alimentación, pueden ser **carnívoros** o **fitófagos**, según las especies. Los fitófagos sólo atacan los tejidos vegetales que son ricos en agua, siendo los diplópodos y los sínfilos los que pueden causar mayores daños cuando la germinación de la remolacha y cereales de otoño y primavera se retrasa a consecuencia del tiempo frío o húmedo.

Morfología y anatomía de la clase arácnidos



Detalle de un palpo maxilar y designación de sus artejos



Cara ventral de la araña de jardín



Anatomía de la *Epeira diademata* o araña de jardín, en un corte longitudinal



Detalle de la glándula venenosa de una araña



Extremo de una pata de araña

4.3.2.1. Clasificación

• **Orden quilópodos.** Presentan antenas filiformes, el cuerpo más o menos aplanado y formado por numerosos segmentos, llevando cada uno de ellos un par de apéndices. Las piezas bucales son fuertes y comprenden, después del labio, un par de poderosas mandíbulas denticuladas y dos pares de maxilas; las patas del primer segmento corporal están transformadas en potentes ganchos, llamados **forcípulas**, que inoculan un veneno destinado a paralizar a las presas. El orificio genital está en la proximidad de la



Scolopendra: alcanza gran tamaño y los huevos son incubados por la hembra.



Scutigerella immaculata vista por su cara ventral.



Decapauropus cuenoti



Iulus mostrando sus numerosos apéndices locomotores



Polydesmus, de cuerpo frágil.



Pedura aquatica



Japyx



Acerentomon doderoi

Diversos miriápodos

parte posterior del cuerpo. La especie más común es la escolopendra (*Scolopendra sp.*), que habita en los climas templados, preferiblemente áridos, y cuya mordedura suele ser dolorosa.

• **Orden diplópodos**. Tienen antenas bastante cortas, con siete u ocho artejos muy separados; el cuerpo es más o menos cilíndrico, formado por 11 a más de 100 segmentos y su cutícula está frecuentemente impregnada de sales cálcicas. Las piezas bucales se hallan reducidas a un par de mandíbulas levemente esclerosadas, protegidas por el labro y un labio inferior. El primer segmento del cuerpo no tiene patas; los otros, a excepción de la extremidad caudal, están formados por la unión de dos segmentos y llevan cada uno dos pares de patas. Los dos orificios genitales desembocan en el tercer segmento, detrás del segundo par de patas. La mayor parte de los diplópodos llevan una serie de poros repugnatorios que desembocan en la parte lateral de los arcos dorsales de los segmentos.

• **Orden síntilos**. Estos miriápodos son muy pequeños y de color blanquecino. Presentan un número reducido de segmentos y el orificio genital se halla situado delante.

• **Orden paurópodos**. Miden menos de 2 mm de largo y poseen antenas ahorquilladas; poseen pocos segmentos y patas; el orificio genital está situado en la base del segundo par de patas.

4.3.2.2. Ciclos

Por lo que respecta a su reproducción, los miriápodos son animales unisexuales, ovíparos, con fecundación interna, y su metamorfosis es simple. Sus ciclos reproductivos son distintos en función de su orden. A modo de ilustración, describimos aquí el ciclo evolutivo de la *Scutigerella immaculata*, miriápodo fitófago causante de daños importantes en una gran variedad de vegetales.

Los huevos son de color blanco perla y se hallan recubiertos de minúsculas crestas. La puesta se realiza en paquetes de 4 a 12, y a veces hasta de 25, desde el mes de marzo hasta el mes de agosto, teniendo su mayor intensidad en los meses de mayo y junio, siendo su período de incubación de 15 días. Los individuos poseen siete estados larvarios. Los adultos pueden vivir más de cuatro años y mudan en varios estados más de 50 veces. El número y la frecuencia de las mudas depende de los factores genéticos, de la alimentación, de la temperatura y de la humedad. Los adultos aguantan temperaturas muy bajas durante mucho tiempo; se ha comprobado que algunos individuos soportan temperaturas de sólo 2°C durante mucho tiempo.

4.3.2.3. Síntomas

Los **quilópodos** se alimentan de otros miriápodos, insectos, arácnidos y gusanos, aunque algunas especies puntuales atacan también a los vegetales. El *Geophilus longicornis* labra galerías en los tubérculos de las patatas. Otros miriápodos fitófagos, como el *Geophilus carpophagus*, penetran en los frutos caídos al suelo como ciruelas, albaricoques y melocotones. Los fitófagos de hortalizas, como el *Haplophilus subterraneus*, que roe el cuello de las lechugas, apio y cebolla, son también muy comunes.

Los **síntilos** presentan, juntamente con los diplópodos, el mayor de número de especies perjudiciales para la agricultura. La *Scutigerella immaculata* causa graves destrozos en el maíz germinado, aunque a menudo ataca también la haba, veza, pepino, habichuela, trébol, tomate, espárrago, guisante y césped, pudiendo afectar, en los casos en que la población sea muy numerosa, a plantas adventicias como el senecio, la avena silvestre, el ranúnculo, etc.

El orden de los **diplópodos** tienen también sus representantes fitófagos, entre los cuales cabe enumerar al *Polydesmus angustus*, llamado vulgarmente polidesmo aplanado, que perjudica a las semillas de trigo, guisantes y habichuelas, aunque también es parásito de las raíces de la zanahoria, cebolla, pensamiento y anémonas y de las partes aéreas de alcachofas, fresas y patatas, o el cardador manchado (*Blaniulus guttulatus*) que ataca las plantas de fresa, los tubérculos de la patata, calabaza, pepino, guisante, coliflor, etc. Otros, como *Cylindroiulus teutonicus*, *C. frisius* y *Schizophyllum sabulosum*, son nocivos para ciertos cultivos como las lechugas.

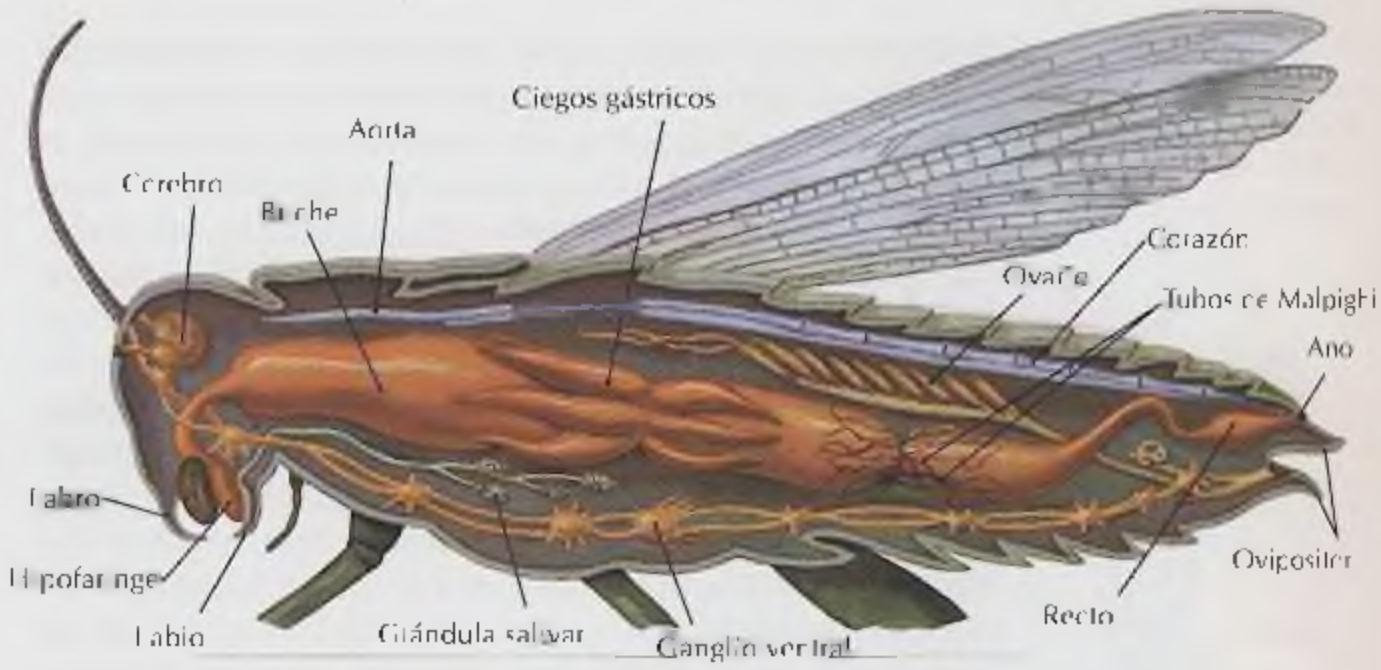
tubérculos de patatas, alfalfa, zanahoria y remolacha.

4.3.3. Clase insectos

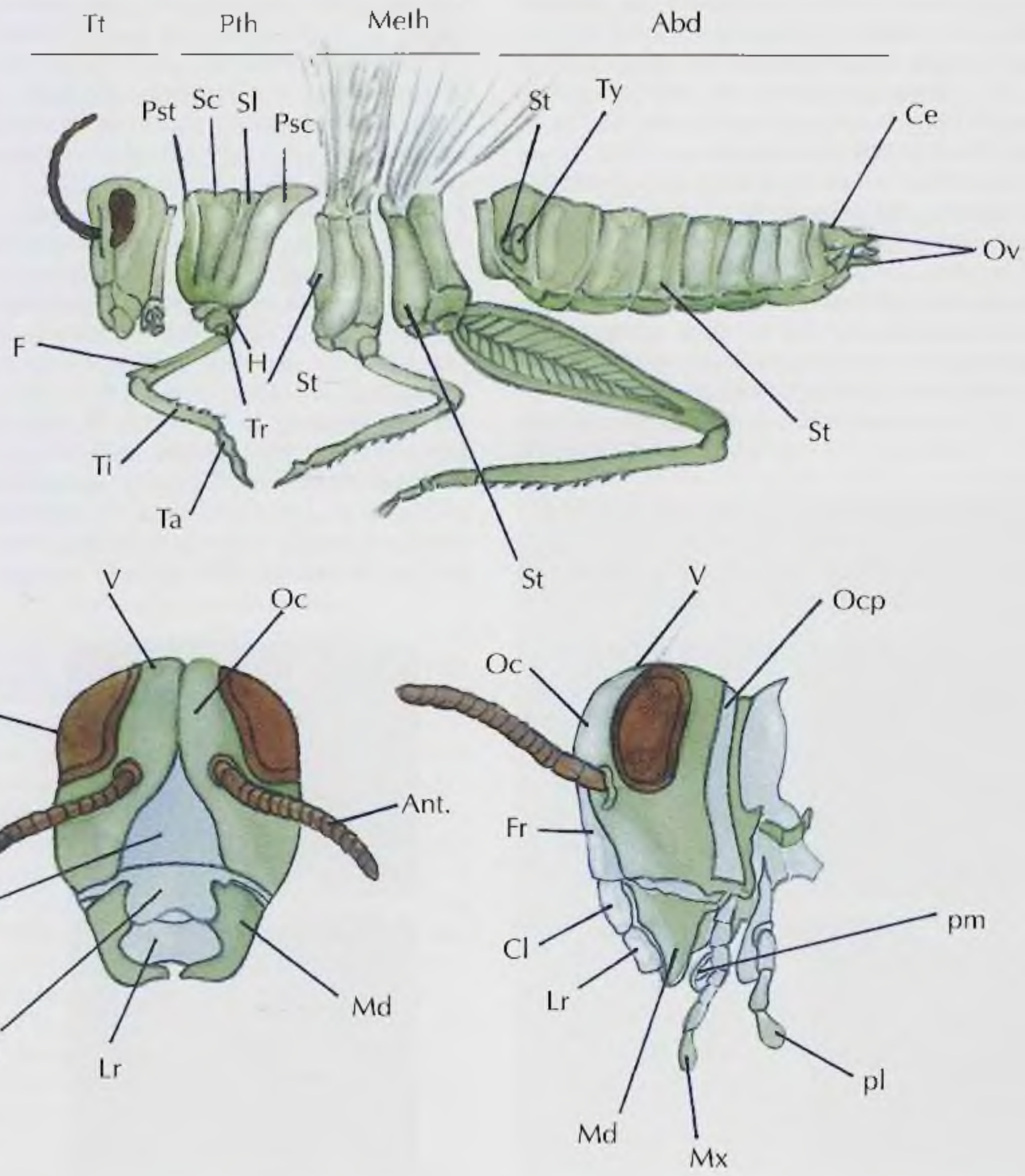
Por su importancia en la parasitología vegetal, vamos a dedicar a este capítulo una extensión inusual. Para el lector poco avezado en lecturas técnicas, la extensión temática de la morfología y fisiología de los insectos puede parecer, al principio, larga y tediosa, pero su estudio y conocimiento es fundamental para la correcta aplicación posterior de los medios disponibles para su lucha.

La clase insectos constituye casi el 70% de las especies conocidas de todo el reino animal. Han sido descritas en todo el mundo más de 700.000 especies que comprenden grandes animales, como la mariposa *Erebus agrippina*, cuya envergadura puede alcanzar los 280 mm, o extremadamente pequeños, como algunos coleópteros de la familia *Ptillidæ* con longitudes inferiores a los 0,25 mm. Los insectos son artrópodos de respiración traqueal cuyo cuerpo se divide en tres partes completamente diferenciadas: la **cabeza**, el **tórax** y el **abdomen**. La cabeza lleva sólo un par de antenas, un par de mandíbulas y dos pares de maxilas, estando fusionado el segundo par; el tórax presenta tres pares de patas y generalmente 1 o 2 pares de alas.

Sólo algunos de estos insectos se alimentan de plantas. Son los llamados **fitófagos**, por lo que sólo éstos son interesantes desde el punto de vista de la fitopatología. Otros muchos no son económicamente interesantes para el hombre y su importancia se reduce sólo al ámbito biológico. Algunos insectos tienen interés humano, como es el caso de las abejas, sin las cuales la polinización de ciertos frutales no sería posible. Otros insectos,



Fisiología interna de un insecto



Anatomía externa del cuerpo de un ortópero. *Tt: cabeza; Pth: protótorax; Meth: metatórax; Abd: abdómen; Aa: ala anterior; Ap: ala posterior; Ce: cercos; F: fémur; H: coxa; Ov: oviscapto; Pst: prescutum; Sc: scutum; Scl: scutellum; Pscl: postscutellum; St: estigma; Ta: tarso; Ti: tibia; Tr: trocánter; Ty: tímpano. (Según Herms)*

Dos detalles de la cabeza de un insecto típico con aparato bucal masticador. *En la vista frontal de la cápsula cefálica (izquierda) se distinguen un par de antenas (ant), un par de ojos compuestos (O), un clipeus (Cl), una frente (Fr), el vértex (V) y tres ocelos u ojos simples (oc). En la vista lateral se muestran con más detalle las partes de su aparato bucal: un par de mandíbulas (Md), un par de maxilas (Mx), un palpo maxilar (pm), un labium (pl), un labro (Lr) y la parte posterior de la cabeza llamada occipucio (Ocp). (Tomado de Snodgrass)*

mayormente carnívoros, son parásitos de otros fitófagos perjudiciales para las plantas, lo que permite su utilización contra estas especies dañinas sin tener que recurrir a pesticidas químicos.
Vamos a estudiar someramente la morfología externa e interna de los insectos, aunque para mayor precisión, el lector deberá recurrir a literaturas específicas sobre fisiología animal.

• Morfología externa

El **tegumento** tapiza toda la superficie exterior del insecto, la cavidad bucal, el intestino anterior y el posterior, las tráqueas, los conductos de los órganos genitales y de las glándulas que desembocan en el exterior. Comprende tres partes: la **cutícula**, las **células epidérmicas**, la **hipodermis** y la **membrana basal**. La cutícula se divide en dos partes: una **epicutícula** externa, generalmente incolora, de un espesor inferior o igual a 4 μ y una **procutícula**. La procutícula es segregada por las células hipodérmicas y es de estructura homogénea.
El principal compuesto del tegumento es la quitina. Esta sustancia es incolora y sólo es soluble en ácidos concentrados. La cutícula presenta en su composición, además de quitina, ciertos lípidos, polifenoles y proteínas; este caparazón confiere al insecto una auténtica armadura contra los agentes externos. Esta cuestión es muy importante al hablar de insecticidas químicos de contacto, puesto que éstos, para llegar al cuerpo del animal, deberán ser liposolubles o estar disueltos en algún líquido capaz de disolverse en grasas, ceras y agua.
El tegumento forma un **exoesqueleto**, más o menos rígido, constituido por una serie de anillos o **segmentos** articulados por las **membranas intersegmentarias** flexibles.
La **cabeza** engloba generalmente la **cápsula cefálica**, un par de **antenas**, un par de **ojos compuestos** de numerosas facetas, 3 ocelos o **ojos simples** y las **piezas bucales**. Las cápsulas cefálicas de los insectos primitivos, corresponden a la típica cápsula craneana del orden de los ortópteros. Las antenas pueden presentar formas muy diversas. Ampliamente provistas de órganos sensoriales, juegan un papel muy importante en la vida del insecto. Comprenden tres partes: el primer artejo, o **escafo,** es generalmente grueso; el segundo, o **pedicelo**, es de forma muy variable; los demás artejos forman el **flagelo**.
El estudio de las piezas bucales de los insectos adultos es muy importante para su clasificación y en el estudio de la fitopatología vegetal. Así, los insectos, según el tipo de piezas bucales, pueden ser: **masticadores**, **lamedores**, **picadores** y **chupadores.**
• **Masticadores.** El tipo masticador es el más primitivo. Lo poseen los órdenes ortópteros (langosta) y coleópteros (escarabajo) y engloba: un par de **mandíbulas**, grandes piezas movidas por potentes músculos y que sirven para cortar y triturar los alimentos; un par de **maxilas** que facilitan la masticación, llevando cada una un **palpo maxilar**; un **labium**, o labio inferior, formado por la fusión de dos piezas análogas a las maxilas, y dos piezas internas: la **epifaringe** y la **hipofaringe.** Todas estas piezas bucales se hallan protegidas en su parte anterior por el **labro**.
• **Picadores.** Este tipo es característico de los heterópteros (chinches) y de los homópteros (pulgones). Las mandíbulas y maxilas son muy alargadas. Se encuentran transformadas en **estiletes** afilados y estrechamente aplicados unos contra otros, formando dos canales de diámetro desigual; el insecto emite la saliva por el canal más estrecho (**canal salivar**) a través de la herida y aspira la mezcla de saliva y de jugo celular por el **canal alimenticio.** En los tisanópteros (trips), sólo existen la mandíbula izquierda (la mandíbula derecha está ausente o reducida a vestigios) y un par de maxilas que están alojadas en un cono bucal triangular soldado a la cápsula cefálica.
• **Lamedores.** Es el tipo característico de los dípteros. Su aparato bucal recibe el nombre de **trompa.** En las moscas, el labium se ensancha en su extremidad y forma una especie de ventosa que permite al insecto succionar los líquidos o aspirar partículas alimenticias muy pequeñas. En los tábanos, el labium es alargado y en forma de canal alojando las demás piezas bucales. El labro soldado a la epifaringe constituye una laminilla perforante.
• **Chupadores.** Es el tipo de pieza bucal de los lepidópteros (mariposas). Las mandíbulas y el labium se encuentran atrofiados; las maxilas, muy largas, se hallan aplicadas la una contra la otra y

Diversas especies de insectos picadores (Gentileza de KOPPERT B.V.)



Frankliniella occidentalis



Aphis gossypii



Macrosiphum euphorbiae



Myzus persicae



Adulto de Cacyreus marshalli o barrenador del geranio. La oruga de esta mariposa excava galerías en los troncos de los geranios ornamentales, causando graves destrozos. (Fotos cedidas por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya).

forman un tubo que puede enrollarse sobre sí mismo, y que recibe el nombre de **espiritrompa**.

El **tórax** de los adultos está formado por tres segmentos, a saber: **protórax, mesotórax y metatórax**. En casi todos los insectos, cada segmento es portador de un par de patas. En la mayor parte de los insectos alados, el **térgum** comprende una gran placa, o **notum**, y una placa posterior y estrecha, o **postnotum**, que se halla en contacto con la membrana intersegmentaria. La pleura está formada por un esclerito anterior o **episternum**, y un esclerito posterior o **epímero**, cuya unión forma la **sutura pleural**.

Las **patas** comprenden la cadera o **coxa**, el **trocánter**, el **fémur** o muslo, la **tibia** y el **tarso**, típicamente formado por cinco artejos y una o dos **uñas**, también llamadas garras o **onychia**; a menudo, existen en la proximidad de las uñas pequeños órganos de formas muy variadas; el **arolium** es una pequeña pieza de forma redondeada situada entre las uñas; los **pulvilos**, a veces muy estrechos, se hallan situados debajo de los ganchos y a uno y otro lado del arolium o de un gran pelo; el **empodium** es un pequeño nódulo esclerosado o un gran pelo situado en la prolongación del tarso.

Las **alas** son expansiones membranosas de la región dorso-lateral del tórax, y pueden o no existir en los diversos órdenes de insectos. Aquellos desprovistos de alas reciben el nombre de **apterigotas** en oposición a los **pterigotas** que poseen alas o que provienen de formas aladas. Las alas están surcadas por nerviaciones longitudinales más o menos fuertemente esclerosadas; existen también nerviaciones transversales u oblicuas que delimitan las celdas. Las alas presentan una forma más o menos triangular; el borde anterior recibe el nombre de **borde costal**, el borde posterior es el **borde interno**, distal o vannal, y el borde lateral es el **borde externo**. A menudo los insectos alados poseen dos pares de alas: las anteriores y las posteriores. En reposo, las alas posteriores se doblegan más o menos, pudiéndose incluso plegarse totalmente, tanto longitudinal como transversalmente, con el fin de quedar enteramente protegidas por las alas anteriores.

Las alas son determinantes en el estudio de los insectos. Ciertos insectos presentan los sexos masculinos alados en oposición a las hembras, que son ápteras; otros órdenes carecen de alas posteriores, como en el caso de los dípteros, transformados éstos en **balancines**; en las hormigas, por ejemplo, sólo poseen alas ciertos estados del insecto, en otros las alas anteriores no sirven para volar y sólo representan una cubierta dura de protección para las alas posteriores.

El **abdomen** comprende, como máximo, once segmentos llamados **urómeros**, a los cuales se une la región terminal o telson. En los órdenes inferiores, el onceavo **terguito** forma la placa o **lóbulo supraanal,** también llamado **epiprocto**, y el onceavo **esternito** forma los **paraproctos**. La mayor parte de los insectos tienen 10 segmentos o menos. Los últimos pueden invaginarse unos dentro de otros; el primer segmento, principalmente esternito, se llama atrofiado o auserte. El abdomen presenta apéndices en algunos órdenes: los más importantes son un par de **cercos**, que forman los **fórceps** en los *Japidigæ* y en los *Dermápteros*, y que están situados en el onceavo segmento. La **armadura genital** está formada por apéndices que reciben el nombre de **gonópodos**, en el octavo y noveno segmentos en la hembra, y en el noveno en el macho. Un gonópodo completo contiene una pequeña coxa que termina en un **estilete distal** y una prolongación interna llamada **gonapófisis**; el orificio genital está frecuentemente colocado en la membrana situada a continuación del octavo o del noveno segmento. En la mayor parte de los insectos, los machos sólo se diferencian de las hembras por la armadura genital. En un cierto número de especies, existen entre los dos sexos diferencias que reciben el nombre de **caracteres sexuales secundarios**, a diferencia de los verdaderos órganos de reproducción que constituyen los **caracteres sexuales primarios**. Los machos pueden presentar un aspecto muy diferente del de las hembras. Se habla



Panorpa



Parnassius apollo



Oruga de Phyllocnistis citrella o minadora de los cítricos. Esta larva excava galerías en las hojas de los cítricos, provocando fuertes daños en las plantaciones. (Fotos cedidas por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya).

Colonia de larvas de la psila del peral (Psylla piri). Se trata de un insecto fitófago picador, cuyas larvas y adultos provocan deformaciones en las hojas de los perales y, cuando el ataque es muy fuerte, defoliaciones importantes en las plantaciones. (Fotos cedidas por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya).

entonces de **dimorfismo sexual**. El dimorfismo sexual puede apreciarse en los órganos más variados: las piezas bucales de los machos pueden estar más desarrolladas que en las hembras; los ojos compuestos son más grandes en los machos de algunos dípteros que en las hembras; las antenas de los mosquitos no presentan la misma forma en los dos sexos. Las hembras de varias especies de mariposas se hallan desprovistas de alas o sólo poseen alas atrofiadas, mientras que los machos presentan alas normales; las hembras de cochinillas y de luciérnagas no poseen alas y no tienen ningún parecido con los machos. En las mariposas, la coloración de las alas es a menudo más viva en los machos que en las hembras. Según las condiciones ambientales bajo las cuales se efectúa el desarrollo larvario, la coloración de los adultos puede ser diferente y entonces se dice que existe **dimorfismo estacional**.



Lucha biológica. (Gentileza de KOPPERT B.V.) Dos avispas parásitas de los minadores de hojas como la Liryomiza bryoniae

• Anatomía interna

El **aparato digestivo** es de una longitud muy variable: a veces es rectilíneo y otras veces presenta numerosas circunvalaciones. Comprende tres partes: el intestino anterior o **stomodeum**, el intestino medio o **mesenteron**, y el intestino posterior o **proctodeum**. Los intestinos anterior o posterior se hallan revestidos interiormente por quitina; la digestión sólo se verifica en el intestino medio. El alimento, desde su entrada por la boca hasta su expulsión por el ano, pasa por diversas partes parecidas, en esencia, a las de la anatomía humana. Así, las partículas alimentarias pasan a través de la **boca** al **esófago** y al **estómago** y, finalmente, a la **molleja**. Tienen su tránsito por el intestino medio que se constituye como una cavidad más o menos amplia y que, a veces, presenta ramificaciones, y donde se realiza la verdadera digestión. En el último tramo, el alimento penetra en el intestino posterior hasta alcanzar el ano. Diversas especies de insectos disponen en el interior del tubo digestivo de microorganismos que facilitan la digestión y parecen indispensables para las especies huésped. Suelen englobarse dentro del grupo de las bacterias y hongos.

Dacnusa sibirica



Dyglyphus isaea

El **aparato excretor** en los insectos se verifica a través de órganos específicos que varían en función del orden a estudio. Así, encontramos los **tubos de Malpighi**, porciones de intestino adaptadas a la excreción, o glándulas labiales que realizan idéntica función. Los tubos de Malpighi desembocan en el punto de unión del intestino medio con el intestino posterior, con bastante frecuencia al lado de la **válvula pilórica**. El número de estos tubos oscila, entre los ordenes de insectos, entre los dos de los tisanópteros hasta los 200 de los ortópteros. Estos tubos se constituyen como grupos de células, llamadas **nefrocitos** que funcionan a modo de riñones de acumulación. Dentro del aparato excretor, encontramos también glándulas especiales secretoras de seda y glándulas venenosas.

El **aparato circulatorio** está formado por el vaso dorsal y los órganos pulsátiles accesorios. El **vaso dorsal** es una pieza muy larga que se extiende desde la cabeza hasta la extremidad caudal del cuerpo; la parte anterior, o torácica, se conoce con el nombre de **aorta**. La parte posterior es el **corazón**, a menudo dividido en cavidades; la pared del corazón está perforada por los **ostiolos**. El corazón se contrae de forma rítmica y el número de pulsaciones, según el orden del insecto, varía entre 12 y 150. También puede variar en función del estado larvario, del grado de actividad, la edad, el estado fisiológico y la temperatura. Los pulsátiles, o corazones accesorios, están situados en la base de las alas, las antenas y las patas. La sangre, o **hemolinfa**, tiene por misión transportar las sustancias alimenticias a los diferentes órganos del cuerpo y recoger las sustancias de excreción; contienen diversos tipos de **células hemáticas** que tienen como misión principal la fagocitosis.

El **aparato respiratorio** está notablemente desarrollado y constituido por las **tráqueas**, que se ramifican en **traqueolas** repartidas por todo el cuerpo; las tráqueas y las traqueolas permanecen constantemente abiertas gracias a una **capa epitelial** que segrega una cutícula, a menudo dispuesta en espiral. Algunas especies poseen sacos aéreos que son dilataciones del sistema respiratorio, presentando gruesas tráqueas, o son el resultado de la fusión de varias de ellas. Las tráqueas se comunican con el exterior por los **estigmas** que están dispuestos por parejas a lo largo del tórax y del abdomen. Se distinguen varios tipos de aparatos respiratorios: el **sistema holopnéustico**, el más primitivo, donde todos los estigmas son funcionales, hay uno en cada lado del meso y del metatórax, así como sobre los 8 primeros segmentos abdominales, formando 10 pares en total; el **sistema hemipnéustico**, en el cual uno o varios pares de estigmas ya no son funcionales; el **sistema apnéustico** se caracteriza porque todos los estigmas están cerrados o han desaparecido y la respiración tiene lugar por difusión a través de los tegumentos o, en el caso de los insectos acuáticos, por medio de branquias; éstas son excrecencias de los tegumentos cuya pared muy delgada permite el paso del oxígeno bajo el agua. Las branquias están situadas en el interior del recto en muchas de las larvas.

El **sistema muscular** comprende la musculatura necesaria para el movimiento de los insectos. Suele tener un color grisáceo o traslúcido, a excepción de la



Apis mellifica

musculatura de las alas que es amarilla, naranja o marrón. La mayoría de los músculos de un insecto son del **tipo estriado** y se dividen en dos grupos: los **músculos del esqueleto,** que son muy numerosos y se insertan sobre las apófisis correspondientes, y los **músculos viscerales,** que son circulares o longitudinales.

El **sistema nervioso** queda estructurado a partir de las células nerviosas. Estas células, o **neuronas,** presentan un cuerpo muy voluminoso con finas prolongaciones muy ramificadas, llamadas **dendritas,** y un largo filamento o **axón**; los nervios están constituidos por el conjunto de axones. Existen dos categorías de neuronas: las **sensoriales** y las **motoras**. El sistema nervioso está constituido, como en los vertebrados, por cadenas de neuronas dispuestas de un extremo a otro del cuerpo. La conexión entre dos neuronas consecutivas se lleva a efecto por el axón de la una y las dendritas de la otra; no hay continuidad, sino solamente contacto entre las dos neuronas. Se llama **sinapsis** el punto donde una neurona (su axón) está en conexión con las dendritas de la neurona siguiente. El sistema nervioso se divide entre partes que están en estrecha relación unas con otras: el sistema nervioso central, el sistema simpático y el sistema nervioso periférico.

El **sistema nervioso central** está formado por una doble cadena de ganglios unidos entre sí por fibras longitudinales llamadas **conectivas**, y por fibras transversales llamadas **comisuras**. El sistema nervioso central comprende tres partes: el **cerebro**, los **ganglios subesofágicos** y la **cadena nerviosa central**.

El **sistema simpático**, o nervioso visceral, se divide en tres partes: el sistema **estomato-gástrico** que, en conexión directa con el cerebro, actúa directamente sobre el intestino anterior, el medio y el corazón; los **nervios ventrales impares** que inervan los estigmas y el **sistema simpático caudal**, formado por nervios que tienen su origen en el último ganglio abdominal, inervando los órganos reproductores y la parte posterior del intestino. Varias glándulas de secreción interna se hallan en relación con el sistema estomato-gástrico: un par de **ganglios esofágicos**, también llamados cuerpos **faríngeos** o **córpora cardíaca**, se hallan situados bajo el esófago y detrás del cerebro. Los **córpora allata** están ligados a los córpora cardíaca y juegan un importante papel en el inicio de la muda y en la metamorfosis.

El **sistema nervioso periférico** está formado por neuronas bipolares o multipolares que se hallan en relación con pelos sensoriales o bien dispuestos en la superficie de los músculos e intestino.

El **aparato reproductor** se encuentra situado en la parte inferior del abdomen. El **aparato reproductor masculino** comprende un par de **testículos**, más o menos ovoides, desprovistos de filamentos suspensores y compuestos por folículos; en muchos de los insectos, el revestimiento **peritoneal** de los folículos está muy desarrollado y forma una envuelta común a los dos testículos, llamada **escroto**. Los espermatozoides son vertidos en los **canales deferentes**, de longitud muy variable, que desembocan cada uno en una **vesícula seminal**, particular o común, después en el conducto **eyaculador común** y, finalmente, en el órgano copulador, o **ædeago**, que puede presentar diferentes formas y que frecuentemente se utiliza para la diferenciación de las especies.

El **aparato reproductor femenino** está formado por dos ovarios, conteniendo cada uno más de 2.400 ovariolos. Un **ovariolo** es, por lo general, un tubo alargado que presenta un **filamento terminal** o **ligamento suspensor**, que se inserta en la pared interna del tegumento, el tejido adiposo o el diafragma pericardial; el **germarium** encierra las células primordiales y a veces también las células nutricias; el **vitellarium** contiene los huevos en período de desarrollo y, a veces, las células alimenticias. Los huevos que han llegado a la madurez son vertidos en el oviducto y, a continuación, en la **vagina**, que a veces está provista de una bolsa **copulatriz**; existe, además, una **espermoteca** o **receptáculo seminal** en donde se acumulan los espermatozoides, y uno o dos pares de glándulas **colaterales** o **accesorias** que vierten el producto de su secreción en la vagina. Esta sustancia viscosa, insoluble en el agua, envuelve los huevos y los protege de los agentes desfavorables; tiende frecuentemente a fijar los huevos en los tejidos sobre los cuales han sido depositados. En algunos insectos, la sustancia engloba completamente varios huevos, formando un conjunto conocido con el nombre de **ooteca**.

Lucha biológica (Gentileza de KOPPERT B.V.)



***Scolia flavifrons,** uno de nuestros grandes himenópteros*

Adulto de Zeuzera pirina o barrenador del tronco de las pomáceas. Por lo general ataca a los perales pero son también frecuentes los daños en manzanos y otros frutales. La oruga de esta mariposa excava galerías en los troncos y ramas de las plantaciones causando a menudo la muerte del árbol (Fotos cedidas por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya).



• Biología

Los insectos invernan en el estado de huevo, de larva, de pupa o de imago en la superficie o en el interior del suelo, bajo las hojas muertas, las piedras, sobre o bajo la corteza de los árboles, etc. Los adultos hacen su aparición en primavera, más o menos temprano, según las especies y las condiciones climatológicas; cada especie de insecto no reemprende su actividad hasta que el ambiente en que se encuentra haya alcanzado una determinada temperatura, llamada **temperatura umbral de desarrollo**. Los adultos se alimentan generalmente durante algunos días y después tiene lugar el apareamiento; la hembra deposita sus huevos sobre las plantas y suele morir poco tiempo después del final de la puesta.

La duración del período de incubación será más o menos largo según las condiciones climatológicas; por debajo de una temperatura, que difiere según las especies, llamada **temperatura mínima**, el huevo no se desarrolla; a medida que la temperatura se eleva, la duración de la incubación se hace más corta, pero llega un momento en que la temperatura muy elevada retrasa el crecimiento del embrión; este crecimiento cesa por encima de una temperatura llamada **máxima** y el embrión muere si la temperatura aumenta todavía más (**temperatura máxima letal**). La temperatura a la cual se hace más corto el período de desarrollo se llama **temperatura óptima.** Otros factores también intervienen: la humedad, la luz, etc.

Las larvas son muchas veces capaces de abandonar por sí solas el vegetal sobre el cual están situadas y marchar a otras plantas; su desarrollo depende, como el del huevo, de las condiciones climatológicas. Llegadas al término de su desarrrollo, se hacen ninfas y llegan a adultos. Hay insectos que sólo tienen una generación anual. La mosca de las cerezas, por ejemplo, inverna en el suelo en estado de pupa; el adulto aparece a principios del mes de mayo, se alimenta y se aparea; la puesta se realiza en las cerezas en vías de madurez; las larvas se desarrollan en el interior del fruto y llegan al final de su crecimiento 20 o 25 días después, por término medio; después se dejan caer sobre la tierra y pupan a una profundidad de 3 a 5 cm; permanecen en este estado hasta el mes de mayo del año siguiente.

Otros insectos presentan varias generaciones por año. La *Pieris brassicae* o mariposa de la col pasa el invierno bajo la forma de crisálida; las mariposas aparecen en el curso de la primera quincena de mayo y la puesta se realiza sobre las crucíferas silvestres o cultivadas; las orugas roen las hojas de estas plantas para hacerse crisálidas a finales del mes de junio. Estas crisálidas dan nacimiento, algunos días más tarde, a una nueva generación de mariposas, que ponen a lo largo de todo el mes de julio; con temperaturas elevadas, las orugas se desarrollan rápidamente, y pasan a crisálidas en el transcurso del mes de agosto en las zonas templadas. Las diversas generaciones empiezan a contarse a partir del huevo y no del adulto; en el caso de la *Pieris* de la col, las mariposas que aparecen en primavera pertenecen a la generación invernante; sus huevos constituyen el punto de partida de la primera generación.

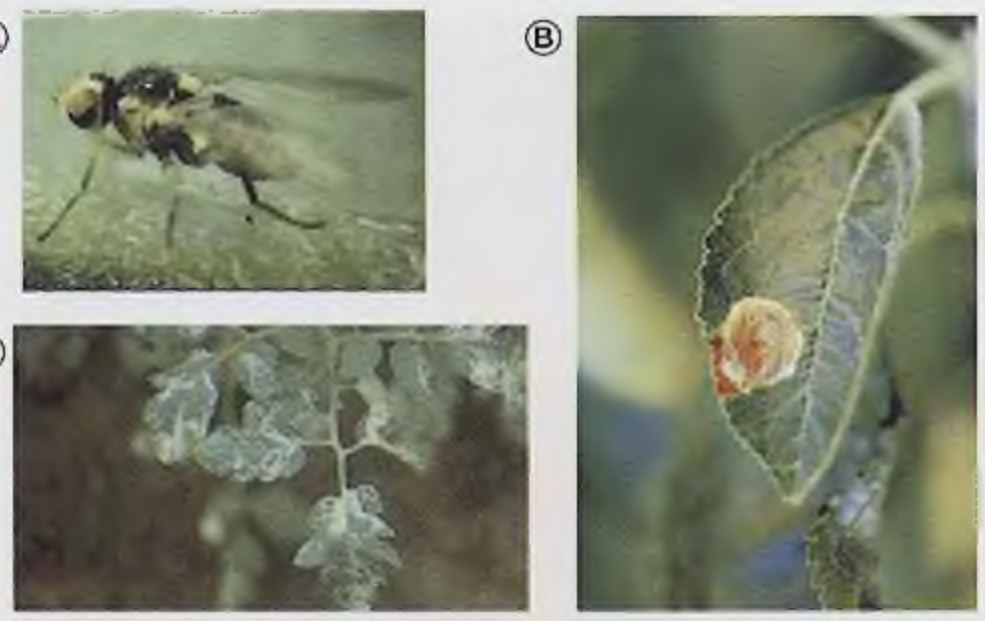
La *Melolontha melolontha L.* es un insecto que ataca las masas forestales de caducifolios pero también

Ejemplos	Orden y tipo de piezas bucales del estado adulto	Características	
		Alas anteriores	Alas posteriores
	*DÍPTEROS* Chupadores o aptos para picar y chupar	membranosas	transformadas en apendices o balancines
	*HETEROPTEROS* Chupadores	endurecidas en su parte basilar y membranosas en su parte terminal	membranosas
	*HOMOPTEROS* Chupadores	generalmente membranosas y transparentes	membranosas
	*TISANÓPTEROS* Chupadores	estrechas con largos flecos (pueden faltar)	estrechas con largos flecos
	*NEURÓPTEROS* Masticadores	en general muy reticuladas y membranosas	en general muy reticuladas y membranosas

* Insecto cuyo dibujo figura en los ejemplos

Representantes			Representantes		Características principales			Orden y tipo de piezas bucales del estado adulto	Ejemplos
Meta-morfosis	Útiles	Nocivos	Nocivos	Útiles	Meta-morfosis	Alas posteriores	Alas anteriores		
completa	sírfidos, taquínidos	cecidomias, mosca de la col, ceratitis*	grillotropos, langosta*, cucarachas	grillos	incompleta	membranosas y plegadas en abanico	endurecidas y que recubren las alas posteriores	*ORTÓPTEROS* Masticadores	
incompleta	antocóridos, míridos	chinches de los cereales*, tigre del peral	«gusanos blancos», escarabajo de la patata*, antonomo	carábidos, coccinelidos	completa	membranosas y únicas funcionales membranosas; las alas faltan en las obreras de ciertos grupos	élitros quitinosos que protegen las alas posteriores	*COLEÓPTEROS* Masticadores	
incompleta		pulgones*, cochinillas, psyllas	sirex, tentredínidos	calcídidos, bracónidos*, icneumónidos, ápidos	completa	membranosas y cubiertas de escamas	membranosas, más grandes que las posteriores	*HIMENÓPTEROS* Masticadores cuyas maxilas inferiores forman con los labios una trompa del tipo lamedor-chupador	
incompleta		trips*	mariposa carpocapsa*, noctuidos	gusano de seda	completa		membranosas y cubiertas de escamas	*LEPIDÓPTEROS* Chupadores	
completa	crisopas *Raphidia**								

Clasificación y características de los principales tipos de insectos. Nótese la diferenciación entre insectos útiles e insectos nocivos.



A/ Las minadoras de hojas de plantas ornamentales como el insecto Liryomiza bryoniae, *constituyen un problema importante en casi todos los cultivos. Sus larvas producen galerías típicas en las hojas de los vegetales parasitados. (Gentileza de KOPPERT B.V.)*





B/ Síntomas típicos en hoja de manzano de las galerías causadas por los minadores de hojas (Cemiostoma). *El Nomolt® (15% teflubenzuron) es el líquido que nos recomienda SHELL.*
C/ Daños causados por Liryomiza bryoniae *en una planta ornamental.*
D/ Dentro del orden de los homópteros, los pulgones son los más conocidos y polífagos de las plantas. Detalle de un tallo herbáceo afectado por una invasión de pulgones. (Gentileza de BASF, S.A.)
E/ SCHERING comercializa el OLFANOL 83 DE VERANO. Se trata de un aceite blanco o mineral de verano, muy apto para el tratamiento contra las cochinillas de los cítricos.

puede afectar a ciertos frutales. Sólo tiene una generación cada tres años, apareciendo los adultos dentro de la segunda quincena del mes de abril. Las hembras realizan la puesta en el suelo; los huevos avivan en julio y se alimentan de las raicillas de las plantas; su primera muda tiene lugar entre setiembre y octubre; se hunden en el suelo y no vuelven a aparecer hasta el mes de abril del siguiente año. Vuelven a alimentarse de las raíces de las plantas cultivadas, manteniendo esta alternancia durante tres años. En la primavera del tercer año vuelven a nutrirse de las raíces hasta el mes de julio, cuando se entierran a una profundidad de 30 cm y se convierten en ninfas; el adulto estará formado a finales del mes de agosto, pero no sale de la tierra hasta la primavera del cuarto año.

La conducta de los animales inferiores está condicionada por los **tropismos** o **taxias.** Con estos términos se designa la reacción del sistema nervioso del animal a una fuente de excitación física, química o biológica, que se traduce primero en la orientación, y posteriormente, en un desplazamiento. Este desplazamiento puede ser positivo, (**tropismo positivo**), acercando al animal a la fuente de excitación, o bien puede ser negativo (**tropismo negativo**), alejándolo de la fuente. Ciertos autores reservan el término "tropismo" para los vegetales y el de "taxias" o "tactismos" para los animales. Como ejemplo ilustrativo, cabe citar a la mosca común (*Musca domestica*), en la cual el adulto tiene un fototropismo positivo (se dirige hacia la luz) y su larva sufre un fototropismo negativo (huye de la luz). Existen, entre los insectos, otros tipos de tropismos en función de la fuente excitante; así, el **termotropismo** o excitación debido a la temperatura, el **geotropismo** debido a la gravedad, el **anemotropismo** frente a una corriente de aire y el **quimiotropismo** frente a una sustancia química. Todos ellos pueden, a su vez, ser positivos o negativos, en función del animal y del estado de su desarrollo.

El ciclo biológico de los insectos es extremadamente variado. Esto es debido a que el crecimiento es más o menos rápido en función de las especies y también al hecho de que el desarrollo se detiene a veces durante un período de tiempo más o menos largo, a consecuencia de un fenómeno particular llamado **diapausia.** Existen insectos cuyos estados biológicos se suceden sin interrupción si están situados en condiciones ambientales satisfactorias. Si la temperatura, la humedad y la luz resultan inferiores al **nivel mínimo** o por lo contrario son superiores al **dintel máximo** de crecimiento, o si la alimentación resulta insuficiente, el crecimiento se detiene; pero se reemprende cuando los factores vuelven a ser convenientes. En este caso, se habla de una **detención del desarrollo**.

En otros animales, el desarrollo puede detenerse bruscamente a pesar de que las condiciones de crecimiento sean las óptimas. Esta parada recibe el nombre de **diapausia** y puede acaecer en cualquier momento del año y en cualquier estado de crecimiento. Encontramos paradas en los huevos (**diapausia embrionaria**), en las larvas (**diapausia larvaria**), en las ninfas (**diapausia ninfal**) e incluso en los adultos (**diapausia imaginal**). Los insectos que presentan este tipo de pausas reciben el nombre de **heterodinamos**, en oposición a los que no la presentan, llamados **homodinamos**. Diversos factores pueden inducir a las diapausias, como por ejemplo la duración del fotoperíodo, un exceso de temperatura, la calidad alimentaria, la disponibilidad de agua y, en definitiva, la variación de cualquier factor externo que pueda alterar el crecimiento del insecto.

4.3.3.1. Clasificación

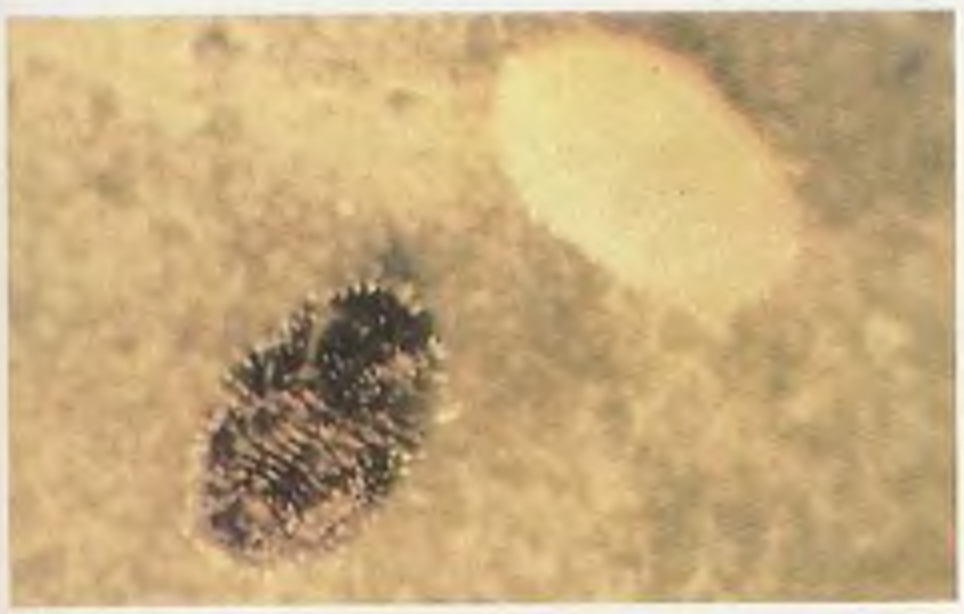
La sistemática de los insectos los agrupa por sus alas, por su posición y por sus nerviaciones. Así, aquéllos





La mosca blanca de los invernaderos
1/ Adulto
2/ Puesta
3/ Pupa normal (blanca) y pupa parasitada por Eucarsia formosa
***4/** Infestación en tomate*
***5/** Fumagina en fruto*
(Fotos cedidas por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya).

1



3



4

2



5

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Octubre	Nov.	Dici.
		+	++	++	++	+++	+++	+++	++	++	+
o	o	oo	oo	oo	ooo	ooo	ooo	ooo	oo	oo	o
–	–	– –	– –	– –	– – –	– – –	– – –	– – –	– – –	– –	–
•	•	•	••	••	•••	•••	•••	•••	•••	••	•

Adultos +
Huevos o
Larvas –
Pupas •

Ciertos insectos son fitófagos de los árboles ornamentales de pueblos y ciudades. La* Corythuca ciliata Say, *es un pequeño heteróptero que ataca los plataneros de sombra.
1/ Adultos y colonias de larvas en el envés de la hoja
2/ Adultos en la diapausia invernante
3/ Adulto
4/ Larva
5/ Síntomas sobre hoja
(Fotografías cedidas por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya)



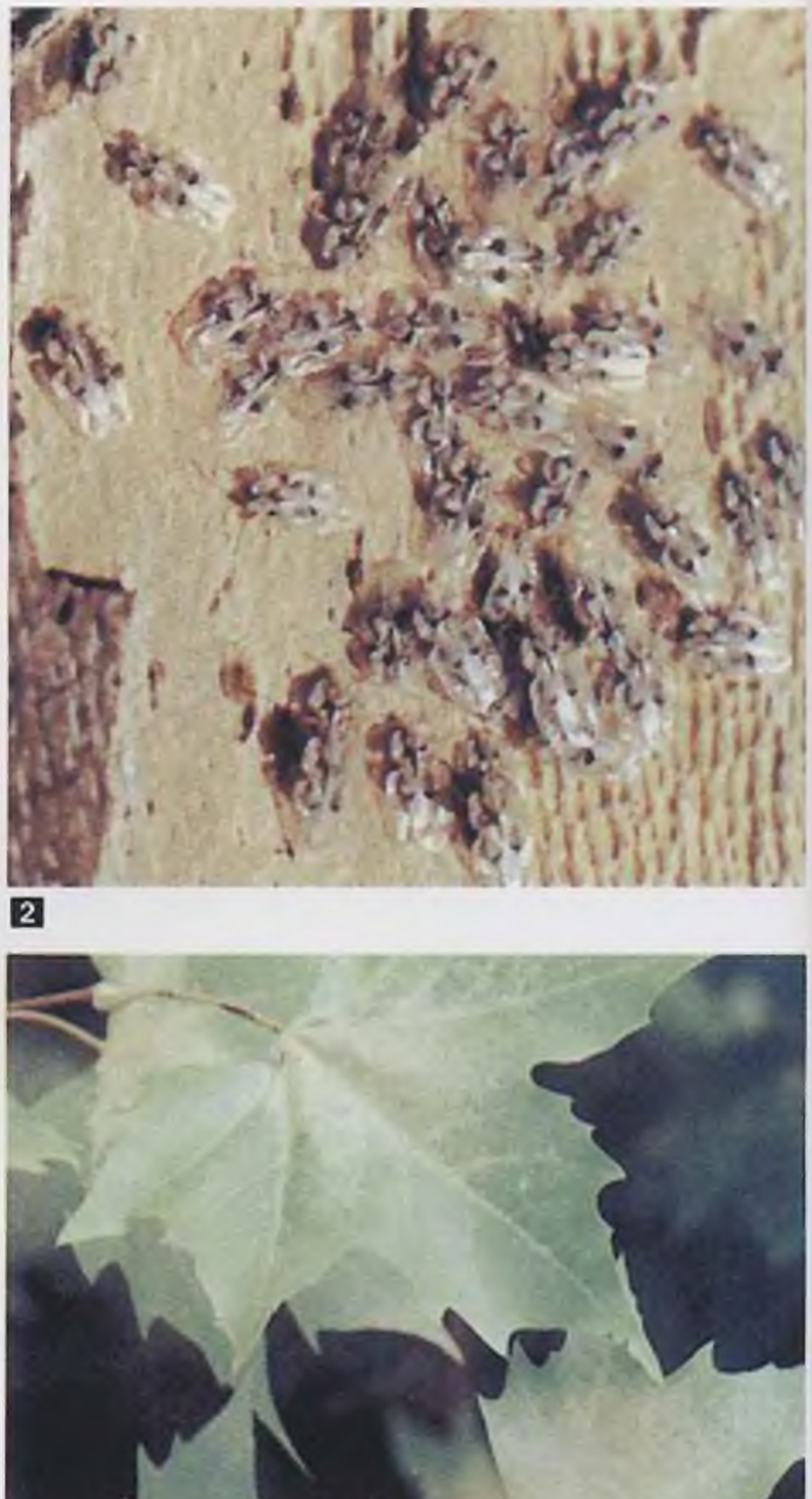
1



3



4



2



5

no alados forman una subclase diferenciada. Son los más primitivos y reciben el nombre de **apterigotas.** Los insectos alados, o **pterigotas,** son los más evolucionados y engloban la mayoría de insectos fitófagos y parásitos vegetales objeto de este estudio.

La taxonomía de los insectos es muy compleja, comprendiendo múltiples taxones o grupos taxonómicos que no existen en otros seres vivos. Así, son frecuentes divisiones no usuales como la **subclase, sección, suborden, superfamilia** y **subfamilia.** Bastará con tener conocimiento de los órdenes más importantes para la agricultura, y que son: **ortópteros** (langosta), **coleópteros** (escarabajo), **himenópteros** (hormiga), **lepidópteros** (mariposa), **dípteros** (mosca), **heterópteros** (chinches), **homópteros** (pulgón) y **tisanópteros** (tijereta). En la página 311, se ofrece al lector una tabla de estos grupos con las características más importantes de cada uno de ellos y un dibujo representativo del insecto.

4.3.3.2. Ciclos

• Ciclos reproductivos.

Para su estudio son necesarias unas notas preliminares sobre los diversos modos de reproducción de los insectos. La mayor parte de los insectos son **ovíparos**, o sea que ponen huevos, aislados o en paquetes, pero existen algunos modos de reproducción especiales: las reproducciones que son propias de los órdenes de insectos que causan daños en los cultivos, como la viviparidad y la partenogénesis, y las que se dan en otros insectos no interesantes desde un punto de vista fitopatológico, como la pedogénesis, la poliembrionia y el hermafroditismo.

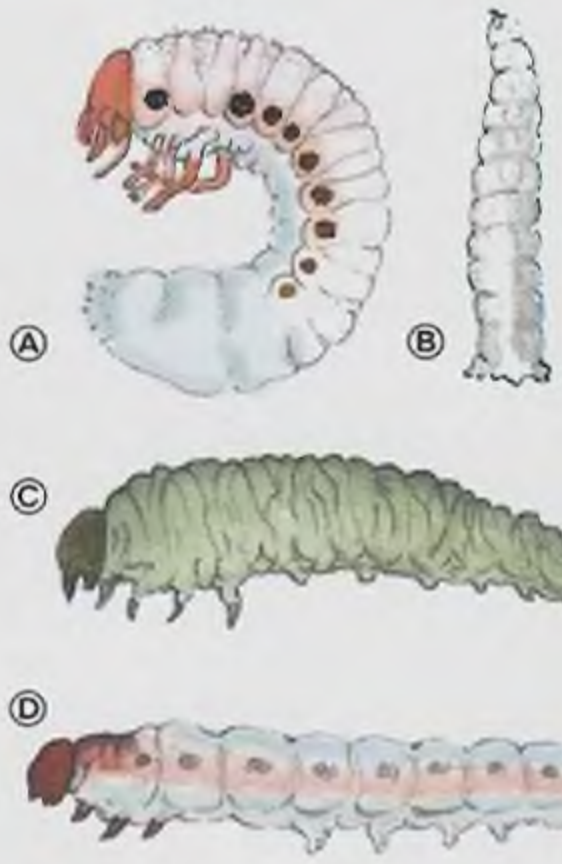
• **Viviparidad**. Existen tres tipos de viviparidad, a saber: la **ovoviviparidad**, en la cual los huevos avivan poco tiempo después de la puesta; ha sido observada en órdenes como los tisanópteros, blátidos y coleópteros. La **viviparidad adenotrófica**, en la cual las larvas avivan en el interior del útero y su crecimiento prosigue en el interior de éste, gracias a una secreción producida por glándulas especiales, hasta el desarrollo completo o casi total de las larvas; este tipo sólo se ha observado en algunos dípteros en los cuales el estado de larva es muy corto, pasando rápidamente al estado de pupas. La **viviparidad pseudoplacentaria**, en la cual el embrión se desarrolla en un ensanchamiento de la vagina de la madre a partir de un huevo desprovisto de vitelo y, casi siempre, de corión; el embrión se alimenta por medio de un órgano especial que recuerda la placenta de los mamíferos. Este tipo existe en los áfidos, en ciertos blátidos y en los psocópteros.

• **Partenogénesis**. Se designa bajo el nombre de partenogénesis el desarrollo de un huevo no fecundado por el sexo masculino. Por lo general, los huevos fertilizados son diploides (2n), lo que significa que llevan una doble dotación cromosómica, que han recibido a partes iguales del padre (en el espermatozoide haploide) y la madre (en el huevo sin fecundar, también haploide). Los huevos producto de partenogénesis reciben su dotación entera de la madre y son diploides. Existen tres tipos:

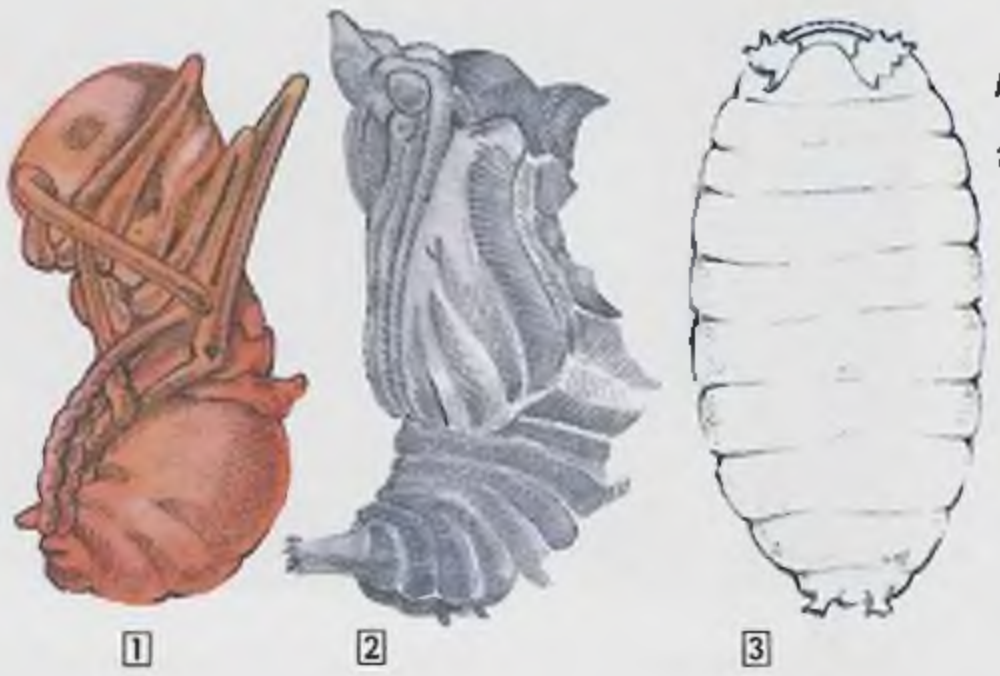
• La **partenogénesis facultativa arrenotoca,** en la cual las hembras ponen dos tipos de huevos: huevos fecundados que tienen una constitución cromosómica diploide y dan lugar a hembras, y huevos no fecundados y haploides que producen machos. Entre otros, cabe citar, dentro de este grupo, a los himenópteros y tisanópteros.

• La **partenogénesis telitoca obligatoria**. Los machos no existen o son extremadamente raros; los huevos son diploides. La encontramos en algunos tisanópteros y fásmidos.

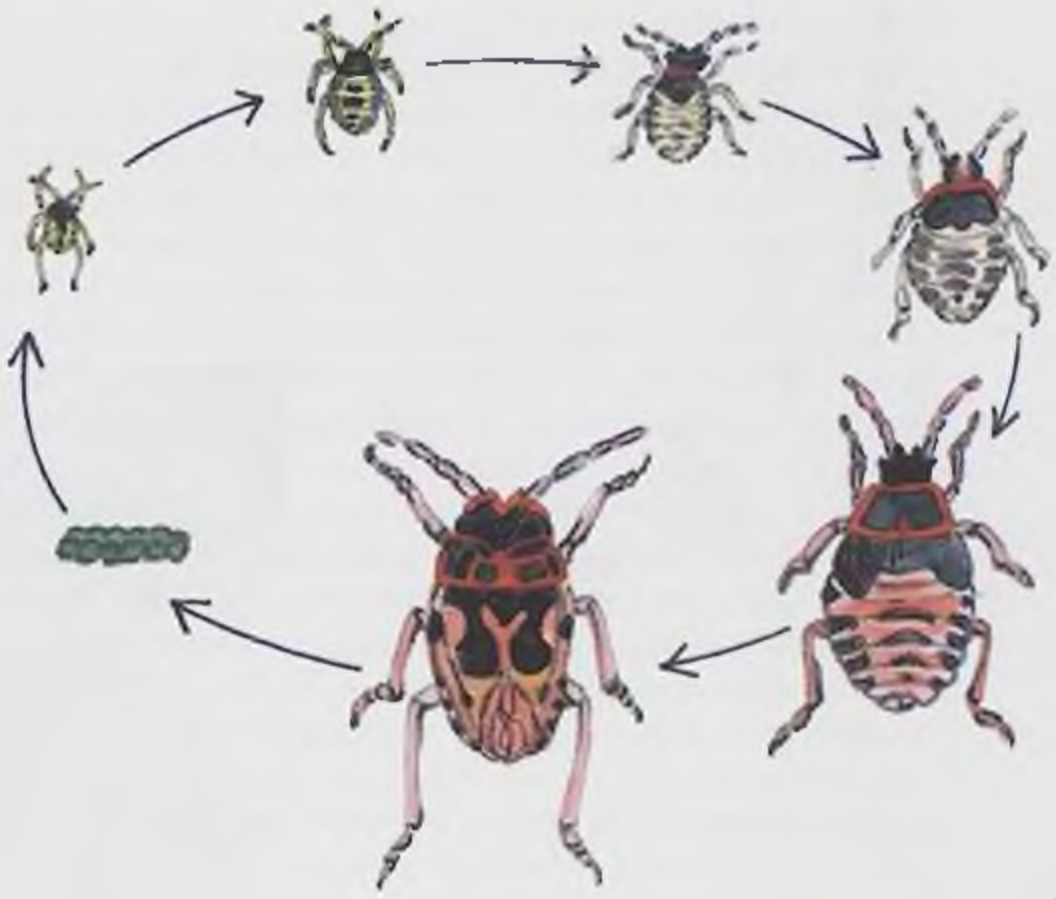
• La **partenogénesis cíclica**. Es frecuente en los áfidos (pulgones). Se da una alternancia de la reproducción partenogenética y de la reproducción sexuada bajo la influencia de diversos factores. En la mayor parte de los casos, varias generaciones partenogenéticas se suceden durante la primavera; la generación sexuada aparece en otoño con la disminución del período fotosintético.



Distintas larvas de insectos holometábolos
A) Coleópteros
B) Dípteros
C) Himenópteros
D) y E) *Lepidópteros*
(Según Rovey)



Los tres tipos principales de ninfas o pupas
1/ Ninfa o pupa libre
2/ Pupa obtecta o crisálida
3/ Puparium o pupa coartada
(Según Ceballos)



Ciclo de un heteróptero heterometabólico (Horcias nobilellus Berg)

• Desarrollo embrionario

La puesta tiene lugar generalmente poco después del apareamiento, pero también pueden transcurrir varias semanas, e incluso varios meses después del coito. La puesta puede acaecer en una o dos veces o distribuirse en varias semanas. La fecundidad de los insectos es extremadamente variable: las hembras sexuadas de algunos pulgones no dan más que un solo huevo, pero los lepidópteros ponen casi siempre más de un centenar, las avispas de 20 a 30.000 y las termitas de los países cálidos varios cientos de millares. La fecundidad es generalmente muy grande al principio del período de puesta, disminuyendo gradualmente. El ritmo de puesta depende de la alimentación, de la humedad y de la luz.

Los **huevos** son a veces depositados encima de la tierra o en la superficie del agua; más a menudo son adheridos a la superficie de la planta, merced a la sustancia segregada por las glándulas colaterales, sea aisladamente o en grupos, e incluso reunidos en una ooteca. Algunos insectos poseen órganos especiales que les permite la introducción de los huevos en el suelo (langosta), en los tejidos vegetales (tisanópteros) o dentro de otros animales (himenópteros parásitos). Los huevos son, a menudo, ligeramente alargados, pero pueden tener forma de tonel o ser esféricos, cónicos o discoidales. Después de un cierto tiempo de incubación, que depende principalmente de la temperatura, el huevo aviva, dando lugar al nacimiento de la larva.

Las **larvas**, minúsculas en el momento de nacer, crecen progresivamente experimentando un cierto número de **mudas**. Su piel, que no tiene la facultad de dilatarse más que mínimamente, hace que el animal deba mudarla para poder crecer. Este proceso se repite, por lo general, 4 o 6 veces y reciben el nombre de **estados** los intervalos que las separan. Las larvas del primer estado pueden presentar aspectos muy distintos:

1) Pueden parecerse mucho a la forma del adulto; en la última muda, los órganos genitales maduran y su morfología se hace patente a la vista; el adulto está siempre desprovisto de alas. Las especies que presentan estas características son los insectos **apterigotas**.

2) Los demás insectos, llamados **pterigotas**, tienen el adulto con alas (con la excepción de ciertas especies parásitas), lo que da lugar a dos situaciones distintas: la larva del primer estado se parece al adulto, pero está desprovista de alas; éstas se desarrollan progresivamente en el curso de las últimas mudas. Al final del último estado larvario, el animal sufre una transformación más profunda llamada **metamorfosis** y se convierte en adulto. Las larvas poseen el mismo tipo de piezas bucales y tienen la misma biología que el adulto; antes de la aparición del mis-



Ciclo de un lepidóptero holometábolo (Pieris brassicae L.)







A/ Larvas del escarabajo de la patata (Leptinotarsa decemlineata) (Gentileza de SHFIT)
B/ Entre los animales de sangre caliente existen también fitófagos. En este caso se trata del topillo campesino
C/ Adulto de escarabajo de la patata (Foto cedida por SHFIT)

mo, no existe ningún largo período de inactividad en el animal. No hay, por tanto, una verdadera metamorfosis, sino más bien una **metamorfosis incompleta**. Los insectos de este tipo son llamados **heterometábolos**.

También puede ocurrir que la larva difiera completamente del adulto, no posea el mismo tipo de piezas bucales, esté generalmente desprovista de ojos compuestos e incluso su existencia no posea ningún carácter común con el adulto. Este tipo de larva alcanza su pleno desarrollo, por lo general, después de 5 o 6 mudas. Entonces cesa de alimentarse, pasa a estado de ninfa y se transforma en una pupa, casi siempre inmóvil. En el interior de la pupa, los tejidos de la larva son destruidos y son utilizados para la formación de los futuros órganos del adulto. Esta metamorfosis recibe el nombre de **metamorfosis completa** y los insectos que la desarrollan son llamados **holometábolos**; las alas sólo aparecen en el adulto. Las larvas de los insectos holometábolos pueden identificarse a grandes rasgos con la ayuda del dibujo adjunto. Éste permite la ubicación del parásito dentro de alguno de los órdenes importantes, consiguiendo, de esta manera, conocer de qué parásito se trata y qué método de lucha debe llevarse a cabo.

En los insectos holometábolos, la última muda antes de convertirse en imago comprende un estado particular en el cual el insecto es muy vulnerable. Este estado recibe el nombre de **ninfa** o **pupa**. Antes de la ninfosis, la larva busca generalmente los lugares que le aseguran cierta protección contra sus enemigos o contra las inclemencias meteorológicas. Ciertos insectos sufren la ninfosis en el suelo o en el interior de un cascarón confeccionado con una mezcla de tierra y saliva. Otros construyen **capullos** formados únicamente por hilos de seda, como es el caso de los lepidópteros e himenópteros. Dentro de las ninfas o pupas, encontramos principalmente tres tipos: la ninfa o **pupa libre**, ninfa más o menos móvil en la cual son visibles todas las partes del cuerpo del adulto; es el caso de los himenópteros y de los coleópteros. En la **pupa obtecta** o **crisálida**, las partes del cuerpo del imago son visibles pero se encuentran estrechamente aplicadas contra el cuerpo de la crisálida por una envuelta común. Algunos órdenes como los dípteros, lepidópteros y coleópteros, pertenecientes a la familia de los coccinélidos, tienen este tipo de ninfa. El *puparium*, o **pupa coartada**, la presentan ciertos dípteros en los cuales la larva queda encerrada en la última muda larvaria, la cual presenta forma de tonelete.

4.3.3.3. Síntomas

Debido a la gran cantidad de insectos existentes, es extremadamente difícil dar unas notas generales sobre los síntomas que sus afecciones producen. En efecto, existen especies de insectos que, viviendo a expensas de los órganos foliares de las plantas, causan defoliaciones masivas caracterizadas por mordeduras, más o menos grandes, en los vegetales. Tal es el caso de un pequeño lepidóptero fitófago (*Tortrix viridiana L.*) de encinas y robles, que puede causar defoliaciones importantes, afectando incluso a las bellotas del roble y a las capas de corcho de la encina, o de otros insectos pequeños, cuyas larvas se alimentan de las hojas de plantas ornamentales, como las gerberas y los crisantemos, excavando galerías en el parénquima foliar, como el díptero *Liriomyza trifolii Burgess*, vulgarmente llamado minadora americana de las gerberas.

Otros se instalan en las raíces y se alimentan de las células radiculares, provocando que el aspecto general de la planta se vea seriamente mermado. Los insectos de este tipo, como el alacrán cebollero (*Gryllotalpa gryllotalpa Lat.*) que afecta a numerosas raíces de plantas hortícolas o la *Melolontha melolontha L.* que afecta a las raíces de frutales y cultivos silvícolas, son muy comunes.



La mosca blanca de los invernaderos y de las hortalizas cultivadas en el exterior representa una de las plagas más temibles con que se enfrenta el agricultor actual. BASF nos recomienda para su control el Lancord, mezcla de las materias activas metomilo y cipermetrina.

La Grapholita molesta es un lepidóptero que causa graves daños en brotes y frutos del melocotonero y otros frutales.
1/ Adultos 2/ Orugas 3/ Orificio de penetración 4/ Huevos 5/ Daños en brotes (Fotografías cedidas por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya



1



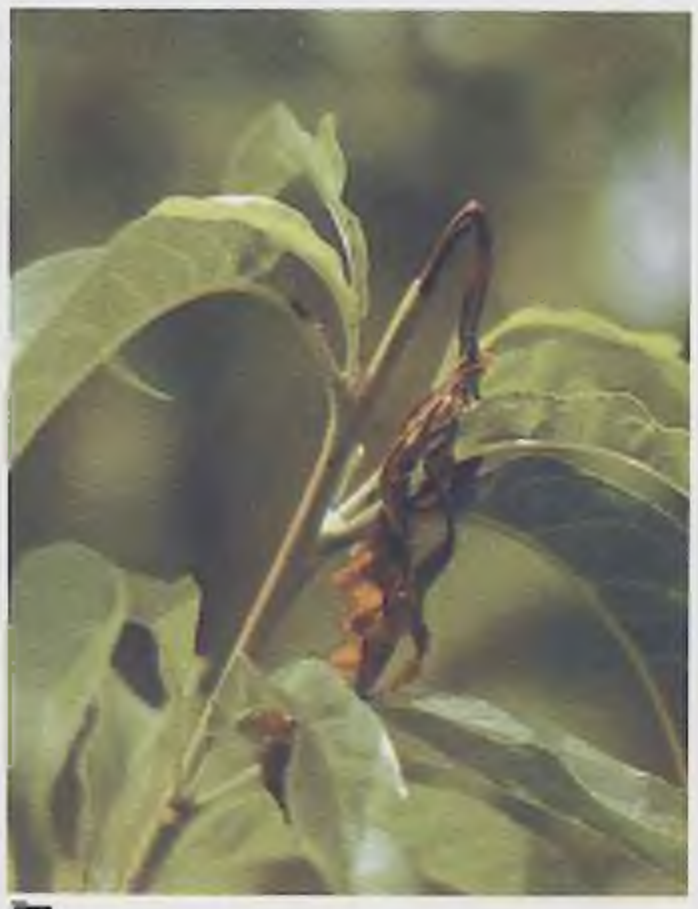
2



3



4



5

En otros casos, las larvas de numerosos insectos excavan galerías en el tronco de los vegetales, causando la destrucción total de la planta. Un buen ejemplo es el lepidóptero de los perales (*Zeuzera pyrina L.*), la oruga de la cual excava una galería ascendente por el interior del tronco de los perales hasta su total destrucción. En plantas hortícolas, encontramos al perforador del tallo de la alcachofa (*Hidroecia xanthenes Germar*). Otros insectos fitófagos perforadores de árboles forestales como los pinos son a veces de pequeño tamaño, pero muy numerosos. Tal es el caso de los escolítidos: *Tomicus piniperda L., T. minor Hart.* y *T. destruens Woll.*, que causan galerías en los troncos. Sus agujeros de penetración son visibles a simple vista y, por lo general, se detectan pequeñas aglomeraciones de gomosis producidas como medio de defensa por los árboles. Estos insectos, que tienen la particularidad de pasar parte de su desarrollo en el interior de la planta, reciben el nombre de **endófitos.**

Otros insectos producen en las frutas de los frutales afecciones más o menos graves desde un punto de vista económico aunque, en el mejor de los casos, la depreciación de la calidad del fruto es inevitable. Es el caso de la *Grapholita molesta Busk*, cuyas larvas atacan principalmente los melocotones, o la carpocapsa de peras y manzanas (*Cydia pomonella Linneaus*) que penetra en los frutos, alimentándose de ellos. En la vid es común la polilla de las uvas (*Lobesia botrana Schiff*), las larvas de la cual penetran en el interior de los granos de la uva a través de pequeñas heridas que causan con su aparato bucal. A menudo, este insecto es el vector de otros parásitos que logran introducirse en la fruta a través de las heridas. Tal es el caso de determinados hongos que causan la podredumbre de la uva como la *Botrytis cinerea P.*

El lector encontrará mayor información sobre los insectos y las afecciones que causan en el capítulo 8 de este tema, donde se repasan someramente los parásitos, clasificados por las plantas que afectan, según éstas sean frutales, cultivos extensivos o intensivos. También puede encontrarse a lo largo de esta obra en las fotografías, dibujos y gráficos, información interesante sobre los insectos y las distintas afecciones que causan.















Entre los vertebrados, las aves constituyen un grupo de animales polífagos que tanto se alimentan de insectos como de granos o frutos, por lo que su clasificación como animales beneficiosos o perjudiciales desde un punto de vista agrícola es difícil.
1/ Alondra (Alauda arvensis)
2/ Cuervo (Corvus corax)
3/ Oropéndola (Oriolus oriolus)

4.4. TIPO VERTEBRADOS

Dentro de los vertebrados, las clases que causan daños realmente importantes en las plantas cultivadas son las **aves** y los **mamíferos**. Los demás (peces, anfibios y reptiles) son carnívoros o no pueden afectar a los vegetales, como es el caso de los peces.

Aves y mamíferos corresponden a los llamados animales **homeotermos** o de sangre caliente, lo que les confiere una alta especialización fisiológica que les permite una gran independencia con relación al medio en que viven. Por su relativa importancia en las afecciones de los cultivos, puesto que a menudo provocan problemas localizados, no vamos a describir sus características generales morfológicas ni fisiológicas.

En el caso de las **aves**, se comprueba verdaderamente la extraordinaria dificultad en establecer una línea divisoria entre animales perjudiciales y beneficiosos. En el caso, por ejemplo, del estornino (*Sturnus vulgaris*), es beneficioso para la agricultura en tanto que consume cantidades ingentes de insectos, pero es perjudicial si se atiende a su alimentación primaveral u oloñal, pues se alimenta entonces de frutos como cerezas y uvas. Muchas aves son **omnívoras**, lo que las faculta para alimentarse, en función de la época del año, de animales o de plantas. El gorrión (*Passer domesticus*), por poner otro ejemplo, se alimenta también de insectos, pero puede ser muy perjudicial cuando se alimenta de las semillas recién sembradas y de los frutos. Otras aves, como las garzas (*Ardea sp.*), se alimentan de pequeños mamíferos, lo cual es beneficioso para la agricultura, puesto que eliminan las poblaciones de roedores que afectan al cuello y raíces de ciertas plantas. Ciertas aves de comportamiento gregario pueden acentuar las afecciones que producen si su número es muy elevado.

También los **mamíferos** tienen sus representantes dentro de los fitófagos. Los encontramos englobados en el orden de los **roedores**. Estos animales, por su régimen alimenticio casi exclusivamente vegetal, están provistos de potentes incisivos con los que cortan los tejidos y son los causantes de daños en los más diversos cultivos. Además de estos daños, cabe destacar que los roedores, y en especial las ratas y ratones, viven en el mismo hábitat que el hombre y a menudo se alimentan de productos alimenticios vegetales almacenados, como la harina, el arroz, las leguminosas, etc. Una de las características más notables de los roedores es su alta fertilidad, aunque ésta sufre, con el transcurrir del tiempo, fluctuaciones irregulares en el número de individuos. Así, por ejemplo, para el topillo campesino (*Microtus arvalis*), se ha observado que su población aumenta o disminuye en función de unos ciclos predeterminados que oscilan, en este caso, entre 10 y 12 años. Cuando esto ocurre, las invasiones y las afecciones en los cultivos constituyen un verdadero azote para la agricultura. Estas variaciones cíclicas han sido poco estudiadas y no se han podido determinar, todavía, sus causas.

Otro roedor, el topo (*Talpa sp.*), se alimenta de insectos que encuentra en el subsuelo excavando galerías con sus potentes garras. Se trata de un animal no fitófago, pero que perjudica los cultivos por la red de galerías que excava en busca de larvas e imagos de los que se alimenta. Sin embargo, por lo general, se le considera un animal útil para la agricultura por la gran cantidad de insectos nocivos que destruye y por el efecto de aireación que causa en el suelo al removerlo. Ocurren situaciones parecidas con otros roedores como las liebres (*Lepus sp.*) y los conejos (*Oryctolagus cuniculus*).

Dentro de los grandes mamíferos, encontramos animales que causan afecciones puntuales en los cultivos, sobre todo en zonas despobladas cercanas a los bosques. Estos animales, como el jabalí (*Sus scrofa*), el ciervo (*Cervus elaphus*), el corzo (*Capreolus sp.*) o el tejón (*Meles taxus*), causan sensibles pérdidas en la agricultura, pero su interés ecológico y su importancia como animales de caza recomiendan que se mantenga su población a un nivel compatible con las actividades agrícolas.

Entre los mamíferos encontramos animales insectívoros, y por lo tanto beneficiosos, como el erizo (Erinaceus europeus). ***Otros, fitófagos, como rebecos, conejos, liebres y jabalíes, constituyen una fauna rica y sus niveles de población deben estar en equilibrio con las necesidades agrícolas.***



Dibujo de un "cuentahilos". Esta pequeña lupa nos permite controlar la aparición de las plagas vegetales.

5. MEDIDAS PREVENTIVAS

Vistos los agentes causantes de afecciones a las plantas, desde las fisiológicas o no parasitarias, hasta las producidas por organismos vivos vegetales y animales, pasando por los virus, se plantea el problema de su erradicación. Por lo general, y para todas las cuestiones agrícolas, las soluciones preventivas suelen resultar más económicas que las curativas. Así, las distintas maneras de actuación contra los parásitos y las afecciones no parasitarias pasan por una primera fase de **métodos preventivos** y por una segunda fase de control, o curativa, llamada **métodos curativos**. La primera fase tiene por objeto evitar que ocurran tales afecciones; en la segunda, acaecidas ya las mismas, se pretende la erradicación de sus causas o su posible solución.

Este capítulo se ocupa de las medidas preventivas que pueden utilizarse con la finalidad de tener, llegado el momento, el menor número posible de preocupaciones a la hora de solventar una cuestión fitosanitaria, dejando para el próximo capítulo los medios disponibles para el control y curación de las plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. A veces, la línea divisoria entre métodos preventivos y curativos es difícil de establecer pero, de forma general, es aceptado que, cuando las afecciones no existen o son insignificantes, el tipo de lucha que se emplea para su control recibe el nombre de **preventiva**. Cuando las plagas y enfermedades sobrepasan un cierto nivel, llamado **crítico**, estamos frente a una lucha **curativa** o **de control**.

La mejor forma de prevenir las plagas y enfermedades en un cultivo suele ser la simple inspección visual y periódica del mismo. A menudo el agricultor desarrolla trabajos innecesarios, que podría ahorrarse –en tiempo y en dinero–, de protección de los vegetales controlando su cultivo periódicamente. En líneas generales, existe actualmente una tendencia a la no utilización de productos químicos si no es estrictamente necesario. Por contra, sí se recomienda controlar a diario las poblaciones de parásitos mediante simple inspección visual.

Las casas comerciales de productos fitosanitarios suelen regalar a sus clientes, de forma promocional, unos pequeños artilugios llamados **cuentahilos**, que se emplean normalmente en el mundo textil pero que en agricultura tienen una gran aplicación. Se trata de un pequeño instrumento óptico formado por un soporte plegable o fijo y por una lente de aumento que sirve para contar los hilos de una determinada tela. Esta pequeña lupa puede servir para inspeccionar meticulosamente las partes vegetativas de las plantas con la finalidad de determinar la presencia o no de parásitos.

Es quizá el método preventivo más eficaz, puesto que es capaz de detectar el principio de la presencia de los agentes nocivos. Una vez detectados éstos, el agricultor debe decidir qué tipo de lucha óptima necesita para la erradicación en sus primeros estados, no cuando la infestación es tan evidente que su lucha puede representar un problema muy costoso económicamente y, a menudo, irresoluble.

En otro orden de cosas, la administración pública, desde los correspondientes servicios oficiales agrícolas, suele publicar periódicamente unos boletines informativos que determinan cuál es el momento óptimo para la lucha contra un determinado parásito, con los correspondientes productos para su tratamiento. Esta cuestión, que podría haber sido tratada dentro del próximo capítulo, se incluye en éste como medida preventiva por su carácter intrínseco de antelación.

Según el potencial utilizado, los métodos preventivos de lucha pueden dividirse en medidas **culturales**, **biológicas**, y **físicas** o **mecánicas**. Las culturales son las prácticas ancestrales transmitidas de padres a hijos y que comprenden métodos eminentemente mecánicos o físicos. Las biológicas, mediante la resistencia natural de ciertas especies a ciertos parásitos, utilizan un potencial biológico, y las físicas o mecánicas suelen ser maneras lógicas y sencillas de protección de cultivos.

5.1. MEDIDAS CULTURALES

Reciben el nombre de medidas culturales, o prácticas culturales, aquéllas que se transmiten de padres a hijos, muchas de las cuales son propias de la región o comarca y vienen desarrollándose desde tiempos ancestrales. Muchas de ellas se desarrollaron antiguamente sin tener ningún fundamento científico, sólo avaladas por la experiencia. Sin embargo, actualmente ha podido ser demostrada su validez, y su práctica es más que recomendable.

• **Alternancia de cultivos.** Es conveniente citar, en primer lugar, la rotación o **barbecho** de los cultivos. Ésta es una práctica común en los cultivos extensivos cerealísticos y consiste en no cultivar la misma

especie en la misma parcela más de un año seguido. Al cultivar año tras año un mismo cultivo, los parásitos específicos de un vegetal, como los hongos, las bacterias y los nematodos, tienen alimento suficiente para que sus poblaciones puedan crecer de forma casi exponencial. Esta cuestión, entre otras, acarrea la llamada **fatiga del terreno**, el cual, a partir de un cierto momento, es incapaz de seguir produciendo o bien produce plantas raquíticas y depauperadas. Además, el cultivo de una misma especie vegetal en un suelo puede acarrear un empobrecimiento de un determinado elemento nutritivo, apareciendo, cada vez más frecuentemente, carencias. En los microelementos es donde más acusada se constata esta cuestión, puesto que sus variaciones mínimas pueden acarrear fácilmente una deficiencia, principalmente si el cultivo en cuestión es especialmente ávido de tal o cual microelemento.

El barbecho deja que la tierra "descanse" por un período determinado, provocando que las poblaciones de bacterias, hongos y nematodos no sobrepasen un cierto límite crítico.

Esta práctica no suele ser común en los cultivos hortícolas, lo que representa para el agricultor unos gastos importantes en el capítulo de los fitosanitarios dado que, cada año y con mayor virulencia, los problemas de plagas y enfermedades se incrementan, lo que obliga a realizar muchos más tratamientos pesticidas de los que serían necesarios en una rotación; con el inconveniente añadido, además, de que muchos parásitos desarrollan líneas resistentes a los pesticidas, lo que obliga a cambiar los productos químicos de lucha periódicamente, debiendo escoger anualmente nuevos productos que, a menudo, por ser novedades dentro del mercado, son mucho más caros.

• **Desherbaje.** Las plantas adventicias permiten que ciertos parásitos de las plantas cultivadas completen su ciclo biológico. Tal es el caso de ciertos hongos, como la roya negra del trigo, que necesita del agracejo para completar su ciclo. Otros animales, como los insectos y, en concreto, los pulgones, se sirven de las malas hierbas como huéspedes secundarios. El desherbaje por medios mecánicos o químicos rompe los ciclos de estos animales e impide que sus poblaciones aumenten. Además de la eliminación de las malas hierbas, es conveniente la quema y eliminación de rastrojos, puesto que en ellos invernan multitud de insectos en sus diversos estados.

• **Labores.** Los diferentes aperos de labranza permiten combatir los estados subterráneos de ciertos insectos tales como los gusanos blancos (*Plyphylla fullo L.*) y gusanos de alambre (*Agriotes sp.*). Su acción no es solamente directa por la destrucción mecánica de los parásitos, sino que pueden tener también una acción indirecta al modificar la estructura del suelo, su porcentaje de humedad o su temperatura, en un sentido desfavorable para los organismos en cuestión.

• **Abonado**. Una buena práctica cultural consiste en abonar correctamente las plantas. De esta manera se consigue que los vegetales cultivados tengan un buen estado de salud y sean menos sensibles a los ataques de los parásitos. El abonado debe ser equilibrado, con las proporciones correctas entre nitrógeno, fósforo, potasio, elementos secundarios y microelementos adecuados a cada vegetal. Se ha demostrado, por ejemplo, que un exceso de nitrógeno y potasio en la planta provoca un incremento de la fecundidad de los ácaros fitófagos. Por extensión, todas las medidas culturales que contribuyen a conseguir un óptimo estado sanitario vegetal contribuyen asímismo a la defensa de estas últimas contra los daños de la plagas y enfermedades, puesto que una planta sana es más resistente. También son más resistentes las plantas sanas y bien abonadas a las afecciones debidas a agentes climatológicos como las heladas, el granizo, los golpes de frío o calor, etc.



Un buen abonado garantiza plantas más sanas y resistentes a las enfermedades. (Gentileza de SCHERING)

5.2. MEDIDAS BIOLÓGICAS

Un medio de lucha preventivo contra las enfermedades del suelo producidas por virus, bacterias, hongos y nematodos, es la utilización de porta-injertos o pies resistentes en los frutales. Asímismo pueden emplearse especies y/o variedades resistentes para prevenir ciertos ataques de insectos, como es el caso de la filoxera (*Phylloxera vastatrix*) de la vid, la cual afecta mucho más a las cepas europeas que a las especies americanas. Vamos a definir brevemente estos conceptos.

Existen dos tipos de plantas desde un punto de vista agrícola: las monobiontes y las dibiontes. Las **monobiontes** son aquéllas formadas por un solo **bionte** u organismo. Tal es el caso de muchas especies hortícolas y sus variedades, como por ejemplo la veza (*Vicia sativa*) y la haba (*Vicia fava*). Estas dos plantas pertenecen al mismo género pero son especies distintas. Su notación conjunta sería *Vicia sp.* Las plantas **dibiontes** están formadas por dos organismos distintos unidos por un injerto con la finalidad de aprovechar las características interesantes de las dos. La mayoría de frutales y algunas ornamentales son seres dibiontes. Por lo general, el injerto debe realizarse entre la misma especie y sus distintas variedades, o entre plantas del mismo género y de distintas especies, pues en caso contrario no son biológicamente viables. En los frutales, por ejemplo, el género *Prunus* sirve de **porta-injerto o pie** para distintas **variedades** de las especies melocotonero (*P. persicae*), albaricoquero (*P. armeniaca*), ciruelo (*P. domestica*), etc. El objetivo del injerto es la elección de **pies resistentes** a enfermedades (nematodos, bacterias y hongos) sobre los cuales pueden injertarse las

A menudo, los parásitos se vuelven resistentes a un determinado producto químico, plaguicida (por simple selección natural, sobreviven los individuos más adaptados). Aparecen entonces las llamadas líneas resistentes a un determinado producto. La única solución, entonces, es cambiar de producto.

variedades económicamente interesantes que se deseen. En el tema segundo de esta obra, donde se habla extensamente de los frutales, el lector encontrará más información sobre los injertos, las especies empleadas, sus variedades y las resistencias particulares de cada uno de ellos.

Como ya se apuntó en los capítulos anteriores, no todas las plantas ofrecen la misma resistencia a las afecciones de los parásitos. Esto es debido a las diferencias genéticas de cada especie y variedad. Estas diferencias se originan, como en el resto de los seres vivos y de los virus, a partir de las mutaciones genéticas y a la variabilidad que ofrece la reproducción sexual. Así, la **resistencia** de las plantas puede ser definida por la suma de cualidades hereditarias poseídas por la planta y que intervienen, en último término, en los destrozos ocasionados por el animal parásito. En las condiciones de la práctica agrícola, esto representa la capacidad que tiene una variedad para producir la cosecha más grande y de mejor calidad que las variedades ordinarias, con una misma densidad de población de los insectos.

En los laboratorios biológicos se cultivan plantas in vitro con métodos de selección y mejora genética con la finalidad de encontrar plantas resistentes a los virus, hongos, nematodos, etc. (Gentileza de SCHERING)



Existe toda una **gradación de resistencias** de las variedades de una especie o de un grupo de especies de plantas huésped en relación con un insecto. Estas diferencias no provienen en exclusiva de sus diferencias genéticas sino que, a menudo, los factores ambientales pueden modificar la clasificación de su resistencia. Recibe el nombre de **inmune** una variedad cuando no ha sido nunca atacada, no importa en qué condición, por una especie de parásito que pueda desarrollarse en otras variedades de la misma especie de planta. Se llama **altamente susceptible** a una planta cuando ésta es mucho más atacada que el promedio de sus variedades. Entre estos dos extremos puede ser adoptada la terminología siguiente: **resistencia elevadas** o alta, **resistencia mediana**, **débil** y **susceptible**.

El término **pseudoresistencia** se utiliza para designar una resistencia aparente, resultado de caracteres transitorios en las plantas-huésped susceptibles; puede ser debida a una población de insectos inferior a la media, a un desfasado entre la presencia de una alta densidad de población del insecto y el estado vegetativo sensible (por ejemplo, variedades de madurez precoz), a un vigor anormal de la planta debido a las condiciones climatológicas o a una gran fertilidad del suelo.

Finalmente, cabe decir que en los laboratorios biológicos de **cultivo in vitro** y mediante procesos de ingeniería genética y selección, se obtienen plantas resistentes a tal o cual enfermedad o plaga. Estas plantas se comercializan bajo el nombre de híbridos y tienen certificadas unas características determinadas. Suelen ser mucho más caras que las variedades autóctonas clásicas de cada región, pero en determinadas circunstancias merecen la pena, especialmente cuando el cultivo tradicional ha entrado en una fase de declive, sea por su falta de resistencia frente a determinadas afecciones, sea por su menor producción frente a las híbridas.

5.3. MEDIDAS FÍSICAS O MECÁNICAS

• **Medidas contra heladas.** En ciertos casos, es conveniente conservar una capa vegetal de malas hierbas en el cultivo. En el caso de los frutales, se utiliza como medida preventiva contra las heladas. En efecto, una cubierta vegetal siempre tiene una temperatura superior en uno o dos grados que el mismo cultivo sin ella. Cuando se teme una helada tardía o de primavera estando el fruto próximo a la maduración, el método más antiguo de prevención es el de elevar la temperatura del cultivo mediante la quema de serrín, madera o, actualmente, aceites e incluso queroseno que alimenta a quemadores o calentadores. Otro sistema es impedir que la temperatura de las plantas descienda por debajo de un **punto crítico** mediante aspersión por agua, directamente sobre el cultivo. En efecto, el agua depositada sobre las hojas, debido a las bajas temperaturas, se congela liberando energía. Un gramo de agua, al congelarse, libera una 80 calorías. Parte de ellas son aprovechadas por la planta aumentando su temperatura, y parte de ellas se pierden por irradiación.

• **Medidas contra golpes de sol.** Si los partes meteorológicos indican una fuerte insolación y subida de las temperaturas después de un frío intenso en invier-



Campo de girasoles secos y en el fondo una barrera de chopos que impide parcialmente que el viento afecte a la cosecha.

no, pueden salvaguardarse ciertos frutales jóvenes colocando una protección de paja o papel en el lado expuesto al sol naciente. Es posible también el encalado de los troncos, consiguiéndose con ello efectos parecidos.

• **Medidas contra el granizo**. Se han utilizado, sin demasiado éxito, cañones antigranizo que actúan dispersando la tormenta o trasladándola fuera de los cultivos.

• **Medidas contra el viento y el aire salino**. En lugares muy ventosos, pueden implantarse barreras vegetales en los lindes del cultivo para impedir parcialmente que el viento afecte a las plantas cultivadas. Estas barreras suelen ser de árboles altos tales como cipreses, chopos, etc. En cultivos cercanos al mar, pueden desarrollarse el mismo tipo de barreras con la finalidad de que el aire salino afecte lo menos posible a las plantas cultivadas.

• **Medidas preventivas contra un mal uso de los fitosanitarios**. El cuidado meticuloso en el manejo, dosis, mezclas, elección y aplicación de cualquier producto fitosanitario evita posteriores efectos fitotóxicos en las plantas cultivadas. El lector debe remitirse a los apartados correspondientes de este tema donde se precisan los cuidados que deben observarse con cada pesticida, sea éste herbicida, bactericida, fungicida, etc.

• **Medidas preventivas contra posibles carencias**. Antes de que ocurran los síntomas por las deficiencias de algún elemento nutritivo, es conveniente el abonado sistemático de las plantas cultivadas, procurando la aportación de todos los elementos en la proporción y cantidad necesarias adecuadas al cultivo.

• **Medidas contra enfermedades debidas a la poda**. La poda de frutales que se realiza comúnmente en invierno, produce en los árboles heridas de distinta categoría. Para las pequeñas heridas, son innecesarias más precauciones, puesto que la misma planta se encarga de cicatrizarlas. Sin embargo, de manera preventiva, y para las heridas de mayor diámetro, es conveniente aplicar un mástic o bálsamo especial para que no queden al descubierto y no sean focos de entrada para bacterias y hongos. Existen en los comercios preparados especiales que suelen ser compuestos mercuriales bactericidas fungicidas listos para su aplicación.

• **Medidas preventivas contra virus**. Los elementos de reproducción vegetativa como los injertos, esquejes, acodos, hijuelos, estolones, tubérculos, bulbos, rizomas, etc., deben ser tomados de plantas sanas con objeto de no propagar las enfermedades, principalmente víricas, a otras plantas sanas. Además, se recomienda, como medida preventiva, la destrucción de las plantas afectadas, con la finalidad de que ciertos animales vectores no afecten al resto de vegetales.

• **Medidas preventivas contra nematodos**. Con la finalidad de no contaminar zonas libres de nematodos, deben observarse unas normas simples de fácil aplicación. Sucede que los nematodos pueden ser transportados con la tierra adherida a las raíces de las plantas, a los tubérculos, a las semillas, al calzado humano, a las pezuñas de los animales o con la tierra adherida a las ruedas de la maquinaria. Una buena práctica preventiva consiste en lavar cuidadosamente todos los elementos que se supone puedan estar infectados antes de introducirlos en nuestros cultivos.

• **Medidas contra enfermedades en invernaderos**. Como medidas preventivas contra enfermedades y plagas en invernaderos, cabe citar la **desinfección del suelo**, de **macetas** y **herramientas**. En cultivos de alto rendimiento, como las hortalizas y, sobre todo, las ornamentales, pueden repetirse en invernadero las mismas cosechas año tras año si se desinfecta convenientemente el suelo. Los productos de desinfección del suelo son ampliamente explicados en el tema de Suelos que habla del suelo y del bromuro de metilo como el más eficaz contra bacterias, hongos, nematodos y plantas adventicias, su modo de actuación, sus características y las precauciones que deben tenerse en cuenta para su uso. En cierta manera, la desinfección del suelo evita la "fatiga" del terreno y permite cultivos sucesivos de la misma especie y en el mismo suelo, siempre y cuando se realicen convenientes abonados. Aparte de la desinfección de suelo, cabe citar también la **desinfección** necesaria de **macetas** y **herramientas**, cuestión tratada en el tema de Cultivo en invernadero de esta obra.



Las heridas de poda de un cierto tamaño obligan a la aplicación de un bálsamo o mástic para que no queden al descubierto y sean puertas de entrada de enfermedades.





En los hábitats tropicales, las altas temperaturas, junto con una elevada humedad, permiten el crecimiento de un gran número de plantas.



En las zonas áridas, con una humedad relativa muy baja y una alta temperatura, sólo logran sobrevivir un número limitado de especies vegetales.



En las cumbres nevadas, las bajas temperaturas impiden la vida vegetal.

6. MEDIDAS DE CONTROL O CURATIVAS

Como se comentó en el capítulo anterior, la línea divisoria entre métodos de lucha preventivos y curativos es muy relativa y, a menudo, es difícil determinar cuándo una medida deja de ser preventiva para pasar a ser curativa. Este capítulo pretende definir los medios de lucha y control de los que se dispone, aunque, probablemente, el lector encontrará en este capítulo métodos de lucha que podrían estar perfectamente englobados en las medidas preventivas.

Las medidas de control o los medios de que se dispone para la lucha contra plagas y enfermedades pueden clasificarse en función de su naturaleza. Así, reciben el nombre de **medios abióticos** aquéllos cuyo origen no es orgánico, y pueden dividirse en **meteorológicos**, **físicos o mecánicos**, y **químicos**. La lucha contra plagas utilizando organismos vivos o sistemas biológicos recibe el nombre de lucha con **medios bióticos**. En éstos se incluyen, fundamentalmente, las feromonas y la lucha biológica. En un tercer apartado, bajo la denominación **concepto de lucha integrada**, se pretende dar al agricultor unos parámetros válidos para que, interrelacionando todos los medios de lucha, pueda confeccionar un calendario ajustado a sus necesidades.

6.1. MEDIOS ABIÓTICOS

Los medios abióticos comprenden tres tipos de medios de lucha: los **meteorológicos** y **físicos**, en oposición a los **químicos**. A partir de la mitad del siglo XIX, cuando empezaron a utilizarse insecticidas sintetizados en los laboratorios, se pensó que la lucha química sería la panacea y, durante muchos años, se potenciaron los productos fitosanitarios en detrimento de otras medidas no tan espectaculares, como las culturales preventivas, las físicas o mecánicas y las climáticas. Pero con el tiempo ha podido comprobarse que los medios químicos tienen sus inconvenientes.

Muchos insectos y ácaros, que antaño no representaban más que pequeñas molestias en los cultivos, actualmente han pasado a ocupar un lugar prominente en los destrozos que causan en los vegetales, debido principalmente a que han sido eliminados sus parásitos naturales con la utilización de fitosanitarios poco específicos. Otro efecto inconveniente de los pesticidas ha sido el haber creado líneas de resistencia genética entre los parásitos (selección natural y adaptación al medio), lo que ha provocado que ciertos insecticidas, que antaño resultaban eficaces, tengan hoy una acción marcadamente mediocre. Su efectividad se ha visto reducida porque

los insectos que pretendía combatir han desarrollado líneas de resistencia. Esta cuestión desemboca en que la industria fitoquímica debe lanzar al mercado con periodicidad nuevos productos para contrarrestar la ineficacia de los anteriores. Los productos nuevos o de **última generación** suelen ser mucho más caros que los tradicionales, con lo que el dispendio que debe realizar el agricultor en el capítulo de los fitosanitarios crece, a menudo, por encima del rendimiento económico del cultivo.

Como contrapartida, cabe decir que los medios de lucha no químicos son por sí solos incapaces de proteger las producciones de bienes agrícolas, necesarias para una población cada día más numerosa. Como se verá en el apartado de **lucha integrada**, las nuevas tendencias en el campo de la lucha fitosanitaria están orientadas hacia una comunión de medios de lucha junto con un uso racional de los productos químicos. Actualmente se han desarrollado, con cierto éxito, otros medios de lucha de **tipo biológico**, cuyo futuro puede ser prometedor.

6.1.1. Medios meteorológicos

Estos medios, cuyo control escapa del hombre, pueden tener una cierta eficacia si las condiciones climatológicas acompañan. Su acción se produce de forma accidental, irregular y puntual, eliminando una gran cantidad de insectos, aunque su eficacia como único método de lucha dista mucho de ser verdaderamente eficaz. Los fríos rigurosos, por ejemplo, matan a ciertos insectos y ácaros mal protegidos o invernantes bajo una forma activa (larva o imago). Sin embargo otros, como la oruga de *Cossus cossus L.*, pueden soportar temperaturas de hasta -20°C. En cuanto a la mariposa de la polilla del ajo (*Acrolepia assectella Zell.*), inverna al aire libre en el sur de Suecia. Por lo general, unas temperaturas puntuales de 40 a 50°C durante unos pocos minutos son bien soportadas por muchos animales aunque, si esta temperatura perdura más allá de treinta minutos, muchos insectos y ácaros son destruidos.

En cualquier caso, las muy bajas o las muy altas temperaturas aletargan el metabolismo de los animales, reduciéndose considerablemente las afecciones que provocan. Un período estacionario de diapausia en insectos y ácaros puede representar una reducción de dos o más generaciones dentro del período activo, lo que representa una considerable reducción de los daños causados anualmente. Reciben el nombre de **temperaturas letales mínimas** o **máximas** las temperaturas que acarrean la muerte del parásito en un tiempo bastante corto. Por lo general, las temperaturas extremas no tienen el mismo efecto si sobrevienen de golpe (más nocivas) que si experimentan una evolución gradual.

Las lluvias violentas despegan los huevos de ciertos dípteros (*Pegomyia sp.*) fijados sobre el follaje de las plantas. Ciertos adultos son despegados de las hojas de los frutales cuando acaecen las primeras tormentas violentas de finales de agosto en la zona mediterránea, que afectan a muchas especies del orden de los homópteros, como los pulgones y a la araña roja del manzano (*Panonychus ulmi Koch*). Estos animales, si la lluvia es suficientemente intensa, se ahogan en el agua encharcada del suelo cuando caen.



Ciertos agentes atmosféricos, como una fuerte lluvia, permiten limpiar los árboles de ácaros, pulgones y otros parásitos. (Foto cedida por SCHERING)

Las condiciones climatológicas anormales ocasionan, a veces, una gran mortandad de un modo indirecto: una primavera fría que aparece después de la puesta puede, retardando el principio de la vegetación, ocasionar la muerte de las larvas por inanición. Si el verano es anormalmente caluroso o frío, puede producirse un desplazamiento en la fecha de aparición de las generaciones, lo que acarreará la exposición al frío de estados que no suelen estar expuestos (por ejemplo, la oruga en lugar de la crisálida) y, en consecuencia, una gran mortandad.

Otro factor no estrictamente climático, pero sí medioambiental importante, es la humedad. Como se comentó en la descripción de los nematodos, éstos se desarrollan en condiciones de una cierta humedad del suelo. En períodos estivales muy secos, su acción fitófaga puede verse muy minimizada. Otros animales, como los caracoles y limacos, pueden llegar a ser muy devastadores en primaveras muy lluviosas, pero su presencia puede ser apenas perceptible en condiciones de sequedad. En el caso de ciertos insectos y ácaros, cuando la humedad ambiental es excesivamente alta o cuando, por lo contrario, hay una fuerte sequía, pueden entrar en período de diapausia, lo que puede suponer para el agricultor el ahorro de uno o más tratamientos fitosanitarios.

6.1.2. Medios físicos o mecánicos

Quizá sea en este apartado donde los medios preventivos y los curativos sufren mayor confusión. El lector encontrará los métodos que se exponen poco actuales, pero debe tenerse en cuenta que durante muchos años fueron los únicos disponibles y que, desgraciadamente, en muchas zonas del planeta económicamente deprimidas todavía se utilizan. En los países más desarrollados, los procedimientos mecánicos de destrucción directa son cada vez menos utilizados debido a la carestía de la mano de obra.

- **Métodos contra virus, bacterias y hongos**. Para ciertas enfermedades víricas y bacteriológicas que se transmiten por semillas, su desinfección por inmersión en agua caliente puede ser útil. Si se han detectado plantas enfermas (inspección periódica visual) que se presuponen debidas a la acción de virus o bacterias, pueden arrancarse éstas y proceder a su destrucción. Se evita de esta manera que afecten por transmisión a todo el cultivo. En el caso de los hon-

gos, que se desarrollan bajo condiciones de cierta humedad, cualquier acción encaminada a bajar la humedad relativa del aire o del suelo puede frenar su acción. Éste es el caso de terrenos propensos al encharcamiento, en los cuales pueden adoptarse medidas mecánicas de drenaje con la finalidad de que el agua fluya hacia otros lindes. En otros casos de hongos parásitos, como la roya negra del trigo (*Puccina graminis*), pueden sanearse las semillas mediante inmersión en agua caliente.

▪ **Métodos físicos contra nematodos y moluscos.** Los nematodos son sensibles a la temperatura. Esta característica sirve para desinfectar semillas, semilleros y mantillos que estuvieran infectados. También es posible la **termoterapia** en bulbos de ornamentales y en los estolones de las fresas. Para ciertas plantas de vivero, en el momento de reposo invernal es posible también una actuación de este tipo. Los moluscos pueden ser detectados, sustraídos de las plantas y destruidos. Aunque este procedimiento, poco ortodoxo, es impensable en grandes extensiones, sí es viable para pequeños huertos familiares cuya extensión no sobrepase unas decenas de áreas.

▪ **Métodos físicos contra insectos.** Los medios mecánicos de lucha utilizados antiguamente contra los insectos nocivos (recogida manual, trampas o cebos diversos, descorchado de la corteza del tronco, destrucción mecánica de las puestas, barreras y fosos de protección, etc.) sólo presentan, actualmente, un interés muy limitado y sólo son viables en el caso de pequeñas superficies cultivadas. Siguen vigentes, no obstante, los métodos térmicos contra los gorjogos del trigo y del arroz (*Sitophilus sp.*), los cuales afectan a los granos de gramíneas almacenados con destino al consumo directo o a las panificadoras.

▪ **Métodos físicos contra vertebrados.** Los medios físicos o mecánicos sí son todavía muy utilizados contra los vertebrados. Cabe citar, por ejemplo, las trampas para pequeños roedores, la protección de las cosechas contra los estorninos, con redes de alambre o de fibras sintéticas, la de los sembrados de maíz contra las grajas por medio de redes colocadas encima del suelo y, por último, la de los troncos de los árboles frutales contra las mordeduras de las liebres por medio de celosías o alambreras.

6.1.3. Medios químicos

Los productos químicos sintetizados inicialmente en los laboratorios y, actualmente, en grandes fábricas de síntesis química, reciben genéricamente el nombre de **antiparasitarios, pesticidas, fitosanitarios** o **plaguicidas**. En España existe una cierta tendencia, actualmente, a la utilización del vocablo fitosanitarios o el de antiparasitarios, pero en ciertas zonas de influencia anglosajona, se sigue utilizando el término primogénico de pesticida. El término plaguicida se utilizó en España en los inicios del empleo de los productos químicos, aunque en este momento está francamente en desuso.

Existen dos tipos de productos: los fitosanitarios y los nutricionales. Estos últimos, los nutricionales, comprenden todas las formulaciones existentes en productos nutricionales: sólidos granulados o en polvo, solubles para fertirrigación, aplicación foliar, con microelementos o sin ellos, etc. La cuestión de los abonos está ampliamente tratada en el tema de Suelos de esta obra y no vamos a insistir más sobre ello. Por lo que hace referencia a los fitosanitarios, éstos comprenden: los **bactericidas,** los **fungicidas**, los **helicidas**, los **nematicidas**, los **acaricidas**, los **insecticidas** y los **herbicidas**, según éstos eliminen las bacterias, hongos, caracoles o limacos, nematodos, ácaros, insectos o malas hierbas respectivamente. El término **fitoquímico** hace referencia al grupo de fitosanitarios que provienen de síntesis química.

Los productos fitoquímicos, bajo determinadas circunstancias, pueden causar afecciones diversas, llamadas **fitotoxicidades**, a las plantas. Cuando se comete un error en la dosis, usualmente por exceso, de ciertos productos fitosanitarios, la planta puede presentar afecciones o fitoxicidades debidas al producto. También son frecuentes los síntomas de fitotoxicidad debidos a una mezcla inadecuada de productos incompatibles, al uso de maquinaria poco limpia o al error de utilizar la maquinaria destinada a los herbicidas para otros tratamientos.

En la etiqueta de cualquier producto fitoquímico, el fabricante tiene la obligación de incluir el porcentaje de su componente activo o **materia activa**, siendo su notación usual **m.a.** o **a.i.** (del inglés *active ingredient*). Además, debe especificarse el tipo de formulación del producto, para qué cultivos está autorizado, qué plagas combate, su toxicología, el plazo de seguridad prescrito y otras características de interés. Veamos seguidamente todos estos conceptos acompañados de un ejemplo práctico.

▪ El **nombre del producto**. El nombre comercial del producto, que lo identifica y lo distingue de los demás que existen en el mercado, debe encabezar la explicación técnico-comercial de la etiqueta de cualquier fitosanitario.

Relación de siglas más comunes según el tipo de formulación de los productos fitosanitarios (Vademécum. Liñán)

Siglas	Definición
CE	Concentrado emulsionable
CG	Cebo granulado
CrS	Cristales solubles
FCA	Emulsión cera agua
FCD	Emulsión cera disolvente
FH	Fitohormonas
GD	Granos ultradispersibles
GR	Gránulo
GrS	Gránulo soluble
LA	Líquido autosuspensible
LC	Líquido en suspensión concentrada
LE	Líquido emulsionable
LF	Líquido fumigante
LO	Líquido oleoso
LS	Líquido soluble
LX	Otras formulaciones líquidas
MC	Microencapsulado
ME	Microemulsión
MGr	Microgránulo
PE	Polvo emulsionable
PA	Polvo adherente
PM	Polvo mojable
PS	Polvo soluble
PX	Otros tipos de polvo
SC	Suspensión coloidal
SCr	Sólido cristalino soluble
SS	Suspensión sobresaturada
TB	Tabletas solubles
TF	Tabletas fumigantes
TS	Pastillas solubles
UBV	Ultra bajo volumen
ULV	Líquido para aplicación en UBV

Nombre comercial: **Casa comercial:**
DOMINEX 10 BASF Española, S.A.
Materia activa y tipo de formulación:
10% de alfa-cipermetrina líquido emulsionable (LE).
Descripción del producto:
Insecticida de contacto
Características y aplicaciones autorizadas:
- Frutales de hoja caduca: contra Psilas, pulgones, Carpocapsa y orugas minadoras.
- Cítricos: contra pulgones y prays.
- Olivar: contra prays, (solamente generación antófaga).
- Hortícolas como fresales, tomate, patatas y otras: contra pulgones, escarabajo, heliotis, plusia y otras orugas.
- Algodonero y cartámo: contra pulgones, heliotis, earias, gusano rosado y otras orugas.
- Cultivos florales y ornamentales: contra pulgones, heliotis y otras orugas.
- Olmos y plátano de sombra: contra galeruca, escolíticos, corituca y como cebos en madera cortada de pino, contra escolítidos.
- Chopos, álamos, sauces y alisos: contra parantrene.
- Frutales: contra langosta.
- Pinares: en tratamientos dirigidos al bolsón contra procesionaria.
Dosis y modo de empleo:
Aplicar en pulverización normal al 0,01-0,015% en frutales, cártamo, olmo, contra procesionaria y parantrene; 0,03-0,04% en otros cultivos y 0,1% para madera cortada.
Toxicología:
Hombre: Nocivo Xn. Terrestre: A. Acuícola: C. Apícola: C.
Plazo de seguridad:
Para la recolección o entrada del ganado: 2 días.

Ejemplo de etiqueta de un producto fitosanitario (Vademécum. Liñán)

• La **casa comercial**. El fabricante y/o la casa comercial es la responsable, en último término, de la cantidad, calidad, especificaciones técnicas, dosis y modo de empleo recomendados del producto contenido en el interior del envase.

• La **materia activa** es el principio activo del producto, es decir la sustancia realmente eficaz contra las enfermedades o plagas que queremos combatir. Un producto fitoquímico nunca está formulado al cien por cien de riqueza de la materia activa. Así, junto al nombre químico de la materia activa debe figurar el porcentaje al cual está formulado. Podemos encontrar un producto comercial, por ejemplo, donde en la etiqueta venga reseñada la siguiente leyenda: *10% de alfa-cipermetrina*. Eso significa que tiene una riqueza del 10% de alfa-cipermetrina, considerándose el 90% restante como excipiente.

• El **tipo de formulación** específica el estado físico-químico del producto (materia activa más excipiente). Su notación suele expresarse con siglas de letras mayúsculas y los tipos más usuales en España vienen reflejados en la tabla de la página anterior. En países de tradición anglosajona, las siglas pueden variar, no así su significado ni su concepción.



• La **descripción del producto** nos especifica si se trata de un insecticida, un acaricida, un herbicida, etc. y su forma de actuación. Desde el punto de vista de la planta, un producto puede ser de contacto o sistémico. Un producto de **contacto** es aquél que actúa por contacto sobre el animal o vegetal que se quiere eliminar, pero que no penetra en la planta. Los productos **sistémicos** son aquéllos que penetran en la planta y desde ella destruyen a los agentes nocivos. Desde el punto de vista del agente patógeno, un producto puede actuar por: **ingestión**, cuando el parásito lo asimila por vía digestiva y el producto causa su muerte; **inhalación**, cuando el producto penetra por vía respiratoria para causar su efecto; **contacto**, cuando el fitosanitario actúa atravesando el exoesqueleto quitinoso del parásito.
Además, los productos pueden ser **polivalentes** o **específicos**. Un producto es muy polivalente para combatir plagas y enfermedades cuando actúa sobre un amplio abanico de parásitos o, lo que es lo mismo, cuando elimina o controla a muchos de ellos. La polivalencia puede radicar en organismos de una misma especie (fungicidas clásicos de cobre o azufre) o de muchos tipos taxonómicos (como el bromuro de metil que actúa contra hongos, nematodos, insectos, vertebrados y malas hierbas). Los productos específicos son aquéllos que limitan su acción a un sólo organismo o a un reducido grupo de ellos.
• Los **cultivos** y las **plagas** o **enfermedades** sobre los cuales el Ministerio de Agricultura de cada país ha autorizado el empleo de una determinada materia activa formulada a un determinado porcentaje.
• La **dosis** y el **modo de empleo** recomendados por la casa comercial y autorizados por el Ministerio de Agricultura. En determinadas ocasiones, se especifica en la etiqueta el estado fenológico de la planta en el cual debe aplicarse el producto. En fruticultura, se utilizan ciertos productos contra formas invernantes de insectos y ácaros que sólo pueden aplicarse cuando el frutal, sin hojas, está en la parada invernal, puesto que el producto es fitotóxico para las partes verdes de las plantas. Reciben el nombre de **estados fenológicos** las distintas etapas de desarrollo de una planta a lo largo de un año y se notan mediante las primeras letras mayúsculas del abecedario. En el caso de los manzanos, por ejemplo, los estados fenológicos se determinan a partir de la observación de las yemas: las yemas de invierno pertenecen al primer estado, o **A**; los estados **B** y **C** corresponderían a las yemas hinchadas, con la llegada de la primavera; los estados C_3 y **D** corresponden a la aparición de los botones florales y, finalmente, los estados **E** y E_2 se adjudican cuando los sépalos permiten ver los pétalos. Ciertos autores designan otras letras sucesivas hasta la consecución del fruto.
• La **toxicología**. Los herbicidas, al igual que los acaricidas, insecticidas, helicidas, etc., al ser inscritos en el *Registro Oficial de Productos Fitosanitarios* de cada país reciben una clasificación toxicológica. Esta clasificación varía con el tiempo a medida que nuevos productos aparecen en el mercado. La información relativa a este asunto deberá encontrarse en las publicaciones periódicas oficiales de cada país y en las etiquetas que acompañan cada producto del fabricante. Por regla general, la clasificación toxico-

a: Yema en reposo invernal
b: Yema hinchándose (superior)
c: Yema hinchada (inferior)
c: Yema en crecimiento (superior)
c_3: Yema hinchada (inferior)
c_3: Yema en crecimiento
d: Aparición del botón floral
d_1: Emergencia del botón y apertura del cáliz
e: Corola roja hinchándose
f: Corola rosa hinchada
f_2: Plena floración
g: Frutos cuajados y caída de pétalos
h: Frutos en crecimiento







Estados fenológicos del MEMBRILLERO

Según R. Dolcet





















lógica viene dividida en tres partes: la primera suele referirse a la toxicología para el ser humano, la segunda a la que afecta a la fauna o flora del suelo, y la tercera se refiere a la toxicología para la fauna y flora acuáticas. Actualmente se incluye una cuarta, que hace referencia a la toxicología del producto para los insectos útiles o fauna apícola. Es decir, se incluye un baremo de peligrosidad para las abejas. En España, la toxicidad suele notarse de menor a mayor con las letras mayúsculas **A**,**B**,**C** y **D**.



Hojas de manzano fuertemente atacadas por* Venturia inaequalis *(moteado).
(Foto cedida por SHELL)

• **Plazo de seguridad**. En la etiqueta debe venir anotado el plazo de seguridad o tiempo que debe transcurrir entre la aplicación del producto, a la dosis y en las condiciones autorizadas, y la recolección o la entrada del ganado.

• **Otras informaciones de interés**. Además se especifican otras consideraciones importantes, como pueden ser la inflamación del producto, su grado de higroscopicidad, si es muy volátil, si es explosivo, si es corrosivo o si es muy irritante. En otro orden de cosas, cabe decir que es frecuente que el agricultor mezcle en un mismo caldo dos o más productos con la finalidad de ahorrarse un segundo tratamiento. Éste es el caso habitual de la mezcla de un insecticida y de un fungicida. En estos casos, es muy importante tener en cuenta que no todas las materias activas pueden mezclarse, puesto que ciertas combinaciones pueden ser la causa de fitotoxicidades sobre las plantas cultivadas. En la etiqueta del producto deben venir especificadas las precauciones a este respecto, es decir con qué productos puede mezclarse y con cuáles no.

Como ilustración de todas las características que debe contener una etiqueta de un producto fitosanitario, el lector puede remitirse a la tabla de la página 327 donde se ofrece un ejemplo de etiqueta de un producto de empleo cotidiano, con todas sus peculiaridades definidas.

Ciertos productos insecticidas son también acaricidas o bien ejercen un cierta acción deprimente en los ácaros. Otros, como las piretrinas, han sido los causantes de que los ácaros haya desarrollado líneas resistentes y deben ser empleados con cautela, sobre todo cuando las plagas de insectos y ácaros coexisten. Se describen a continuación los principales fitosanitarios que se encuentran en el mercado. Se trata de una lista somera puesto que el agricultor, al unísono con los nuevos productos, deberá ponerse al día de los avances técnicos, bien consultando directamente el servicio técnico de la casa comercial, bien consultando los boletines oficiales de las distintas administraciones, bien realizando por su cuenta pequeños ensayos con los nuevos productos o quizá mejor, actuando conjuntamente de las tres maneras.

6.1.3.1. Antivirus

Desgraciadamente, no existe ningún producto químico que elimine las enfermedades víricas de las plantas cultivadas. Sólo puede recurrirse a la lucha preventiva. Deben escogerse plantas libres de virus y después, en el cultivo, evitar su infección. La mayoría de agentes patógenos de origen vírico no se transmiten por semillas, por lo que cualquier planta cultivada a partir de semilla se presupone libre de ellos. La judía (*Phaseolus vulgaris*) y algunos frutales del género *Prunus sp.* constituyen una excepción a esta norma y para su reproducción deben escogerse semillas de plantas libres de virus.

Los órganos vegetativos que utilizamos para la reproducción de las plantas (injertos, esquejes, acodos, etc.) son los principales responsables de la transmisión vírica de los vegetales. En los laboratorios especializados de reproducción vegetal y selección genética, se logran plantas libres de virus certificadas mediante prácticas de reproducción **in vitro**.

Suelen ser más caras, pero su rendimiento, su vigorosidad y producción son también mayores aunque, con el tiempo, los virus experimentan mutaciones genéticas que los facultan para atacar plantas que en principio eran genéticamente inmunes.
En ciertos casos, cuando no es posible encontrar plantas exentas de virus, puede recurrirse a la termoterapia. Ésta consiste en mantener durante varias semanas plantas infectadas a 37-38°C, consiguiendo no sólo la desaparición de los síntomas, sino también la de muchos virus. La mejor protección para los cultivos sanos frente a los virus consiste en eliminar al máximo los organismos vectores, mediante un producto nematicida en el suelo en el caso de que los vectores sean nematodos, o en el caso de insectos o ácaros, con el empleo de un insecticida-acaricida.

6.1.3.2. Bactericidas

Los medios de lucha química de que se disponen contra las enfermedades bacterianas son muy reducidos. La mejor manera de combatirlos, como en el caso de los virus, son las medidas preventivas, el empleo de variedades resistentes, la eliminación de los vectores y el tratamiento por termoterapia en el caso de las semillas.
Ciertos productos químicos han dado un cierto resultado satisfactorio como bactericidas. Hidróxidos, oxicloruros, oxinatos y sulfatos de cobre consiguen un buen efecto bacterioestático. Son productos tradicionalmente fungicidas que se comercializan como bactericidas-fungicidas. También se han empleado con éxito productos de reciente factura, parecidos en su esencia a los antibióticos humanos. Tal es el caso de la **Kasugamicina**. Comercializada como fungicida-bactericida de acción sistémica, ofrece buenos resultados preventivos y curativos contra hongos endoparásitos y bacterias.

6.1.3.3. Fungicidas

Las afecciones producidas por hongos reciben comúnmente el nombre de **enfermedades criptogámicas** y su lucha debe comprender, en primer lugar, las medidas preventivas que se describieron en el capítulo anterior además de las acciones mecánicas. Remarcaremos que en el capítulo de lucha preventiva contra hongos, ocupa un lugar destacado el cultivo de variedades resistentes. En primaveras muy lluviosas o bajo determinadas circunstancias, esas medidas no son suficientes y es obligado el uso de productos químicos o fungicidas.
Los productos fungicidas pueden dividirse en dos categorías distintas. Los **fungicidas de contacto**, como los compuestos de cobre o azufre, pueden ser aplicados disueltos en forma de **caldos** sobre las plantas y sus frutos o directamente espolvoreados sobre los vegetales. Son productos de índole preventiva, puesto que eliminan el hongo cuando sus esporas germinan, antes de que el micelio pueda penetrar en las plantas. Este tipo de productos puede aplicarse en el suelo para su desinfección, o bien sumergiendo las semillas, bulbos u otros elementos de reproducción vegetativa en caldos preparados para tal fin. El tratamiento con estos productos debe repetirse periódicamente a medida que las plantas y





Detalle de planta de tomatera tratada con un compuesto de cobre como medida preventiva contra hongos. La pátina azul que se observa sobre hojas y frutos es característica de los compuestos cúpricos. (Gentileza de BASF, S.A.)

Moteado del peral **Venturia pirina.** ***Síntomas característicos sobre el fruto, (Gentileza de ICI-CELTIA)***

sus frutos crecen, con la finalidad de prevenir los ataques fúngicos.
Los **fungicidas sistémicos** estrictos no existen. Se dispone de productos con una cierta acción sistémica capaz de eliminar el hongo justo después de que su micelio haya penetrado en el parénquima foliar. Estos fungicidas reciben también el nombre de **curativos** o de **erradicación**, aunque esta definición es un tanto engañosa, puesto que todavía no se han desarrollado en los laboratorios fungicidas sistémicos estrictos. Ciertos estudios han demostrado que estos productos aumentan la resistencia de la epidermis foliar frente a los ataques del micelio, lo cual impide que el hongo se multiplique y siga infectando a la planta; pero aquellas hojas que han sido atacadas no se recuperan jamás.
Eso es especialmente importante en el caso de aquellas plantas ornamentales que se cultivan por su follaje. Tal es el caso de los evónimos (*Euonymus sp.*), que son altamente propensos a ser atacados por el oídio (*Oidium euonymi-japonici Sacc.*). El **oídio** causa unas manchas blanquecinas en las hojas del evónimo, depreciando económicamente la planta. Estas manchas, aunque se realice un tratamiento con el mejor **antioídio** del mercado, nunca desaparecen de las hojas. Los **productos cúpricos** aumentan sensiblemente el espesor del tejido foliar, el **captan** lo hace débilmente, mientras que el **maneb** y el **zineb** no lo aumentan en absoluto. Veremos a continuación los principales grupos de fungicidas comercializados.

• **Compuestos de azufre**. El azufre se presenta comercialmente como **azufre puro** formulado con distintas granulometrías, suele utilizarse en espolvoreo y es eficaz contra los hongos del grupo de los oídios si se aplica por encima de una temperatura de 16 a 18°C. Otros productos derivados del azufre, como la **mixtura sulfocálcica**, los **azufres mojables**, los **azufres coloidales** y los **polisulfuros alcalinos** y el **polisulfuro de bario** son aptos contra el oídio, el moteado y el cribado de los árboles frutales. Mientras no se mezclen con insecticidas tóxicos, resultan inofensivos para las abejas y permiten los tratamientos incluso en la floración. Los azufres mojables y los coloidales se aplican en disolución en caldos de tratamiento, y suelen permitir la mezcla con otros antiparasitarios.



Detalle de una hoja de vid atacada por el hongo **Plasmopara viticola** *(**mildiu de la vid**)*
(Gentileza de SCHERING)

• **Compuestos de cobre**. El **caldo bordelés** ha sido, y sigue siendo, el caldo típico de los tratamientos cúpricos. Se obtiene con la mezcla de una solución de sulfato de cobre con una lechada de cal o una suspensión de cal apagada. El sulfato de cobre, que utilizado sólo provocaría graves quemaduras en los vegetales debido a su acidez, mezclado con un compuesto cálcico puede transformarse en una solución muy poco soluble en agua, alcalina, adherente y coloidal. Aunque es posible fabricarse el caldo bordelés uno mismo, recomendamos que, por la diferencia de precio no muy acusada, se compren directamente los preparados ya formulados que existen en el mercado. El caldo bordelés es el fungicida típico utilizado contra el mildio de la vid (*Plasmopara viticola*), pero también se emplea contra los hongos sensibles al cobre en cultivos extensivos y hortícolas.
Los **oxicloruros de cobre** fueron creados por la industria química hace ya muchos años para solventar los inconvenientes del caldo bordelés. Estos inconvenientes, debidos a su alcalinidad, son: paradas o disminución del crecimiento en los vegetales tratados o incluso quemaduras en los órganos foliares. Los oxicloruros de cobre de naturaleza neutra que existen en el mercado pertenecen a dos grupos: los **oxicloruros tetracúpricos**, cuyas preparaciones comerciales contienen hasta el 50% de cobre metal, y los **oxicloruros cuprocálcicos**, que sólo tienen el 35% de su contenido en cobre.
Los oxicloruros se utilizan en arboricultura, en viticultura, en cultivos extensivos y en cultivos hortícolas contra los hongos sensibles al cobre, como el cribado de los frutales de hueso (*Stigmina carpophila*), el moteado de los frutales (*Venturia sp.*), la lepra del melocotonero (*Taphrina deformans*), el mildiu de la vid (*Plasmopara viticola*) y de la patata (*Phytophthora infestans*). Los oxicloruros cuprocálcicos se emplean principalmente para luchar contra el mildiu de la patata y la cercosporosis de la remolacha (*Cercospora beticola Sacc.*). Existen en el mercado otros compuestos de cobre como el **óxido cuproso**, los **carbonatos** y **sulfatos básicos de cobre y los productos cúpricos para espolvoreo**. Los sulfatos de cobre son formulados en los cuales el cloruro ha sido sustituido por el sulfato, lo que representa un menor peligro de toxicidad (el cloro puede ser fitotóxico). Los productos cúpricos para espolvoreos se destinan a espolvoreos intercalares en viticultura y a la lucha contra las enfermedades criptogámicas en los huertos. Están formados por diversas combinaciones cúpricas a las que se ha añadido materia inerte y coadyuvantes. Suelen completarse con azufre elemental mezclado para combatir simultáneamente el oídio.

• **Fungicidas orgánicos**. Los fungicidas orgánicos tienden a sustituir los viejos compuestos de azufre y cobre y cada vez son más numerosos en los comercios. Aunque raramente son más efectivos que los fungicidas clásicos, sí presentan la ventaja de que producen menos fitotoxicidades y, al mismo tiempo, son compatibles con la mayoría de antiparasitarios del mercado. Comercialmente se encuentran también fungicidas mixtos, compuestos de una mezcla de productos orgánicos y de productos cúpricos o azufrados: son los fungicidas **órgano-cúpricos** u **órgano-azufrados**. Se citan aquí sólo los más conocidos, aunque su número aumenta anualmente y el

agricultor debe seguir con atención los avances técnicos en este campo.

El **captan** se conoce también con el nombre de orthocide. Tiene una gran estabilidad como fungicida, es poco soluble en agua, no es volátil y posee una gran persistencia. Tiene buena compatibilidad con la mayoría de productos fitoquímicos, es poco tóxico para el hombre y para los animales de sangre caliente, pero puede ser muy tóxico para los peces. Es eficaz contra los moteados, el mildiu, la podredumbre blanca o el granizo de las uvas (*Coniella diplodiella*), el momificado de los frutos de pepita y hueso (*Monilia sp.*), la cilindroesporiosis del cerezo (*Blumeriella jaapii*), el cribado de los árboles frutales de hueso, la antracnosis de las manzanas (*Pezicula alba*) y las cerezas (*Apiognomonia erythrostoma*), y la podredumbre gris de ciertas hortícolas y de la vid (*Botrytis cinerea*).

El **dinocap** o **karathane** se utilizaba en un principio como acaricida, pero más tarde se reveló como un excelente fungicida anti-oídio. Poco soluble y poco volátil, es, además, escasamente tóxico para el hombre y los animales, no debiendo mezclarse con productos alcalinos. Tiene muy buen efecto contra el oídio del manzano y del albaricoquero (*Podosphaera sp.*), del melocotonero y del rosal (*Sphaerotheca pannosa*), de la vid (*Uncinula necator*), del groselle-ro (*Microsphaera grossulariae*) y del pepino (*Erysiphe cichoracearum*). Es un buen sustituto del azufre para el tratamiento de aquellas variedades que son sensibles.

El **mancozeb** es una mezcla del zineb y del maneb, puesto que en su fórmula química posee iones de cinc y manganeso. Es eficaz contra el moteado del manzano (*Venturia inaequalis*) y del peral (*Venturia pirina*), el mildiu de la patata y el del tabaco (*Peronospora tabacina*).

El **maneb** tiene la misma fórmula química que el zineb, pero el cinc está sustituido por el manganeso. Las propiedades fúngicas y modo de acción son muy parecidas al zineb (descrito más adelante), pero el maneb tiene una mejor eficacia contra el mildiu de la patata y del tabaco. Este producto sustituye cada vez más a los productos cúpricos en la lucha contra las enfermedades criptogámicas en cultivos extensivos.

El **phaltan** se conoce también con el nombre de **folpet**. Existen en el mercado muchos compuestos cúpricos formulados a diversos porcentajes con folpet. Es muy parecido al captan, tanto por su composición química como por sus propiedades fungicidas.

El **tiram** se conoce también con las siglas **TMTD**. Este carbamato no contiene ion metálico, a diferencia del zineb, maneb y mancozeb. Si bien es poco tóxico para el hombre y las abejas, sí puede provocar afecciones alérgicas a ciertas personas. Es eficaz contra los moteados, la podredumbre gris, el momificado, la lepra del melocotonero y el cribado, pero hay que evitar su aplicación sobre los frutos destinados a conserva. Puede emplearse como fungicida desinfectante de las semillas de diversas plantas hortícolas y de cultivos extensivos.

El **zineb** es un fungicida orgánico que pertenece al importante grupo de los tiocarbamatos. Químicamente, se trata de una sal de cinc, muy insoluble en agua. Es poco fitotóxico y poco tóxico para el hombre. Utilizado sólo, es eficaz contra la mayor parte de las enfermedades criptogámicas como moteados, royas, mildius, momificados y cribado. Puede formularse mezclado con sales de cobre, lo que le confiere una buena acción contra el mildiu de la vid y el de la patata. Si se mezcla con sales de níquel, se convierte en un fungicida ideal contra las royas (*Puccinia sp.*) de los cereales.

El **ziram** se emplea sobre todo para combatir la lepra del melocotonero y diversos moteados como el del peral, manzano y melocotonero.



Los caracoles pueden consumir una gran cantidad de materia vegetal si las condiciones climatológicas acompañan.

6.1.3.4. Helicidas

Los productos químicos que se utilizan para el control de los gasterópodos como caracoles y limacos reciben el nombre técnico de **helicidas**. La materia activa principal utilizada en los helicidas es el **metaldehído**. La mayoría de productos existentes en el mercado son formulados como granulados de aplicación al suelo con un 5% de metaldehído. Se trata de un producto tóxico para el hombre, para los animales terrestres y para la fauna acuícola, por lo que se aconseja una cierta precaución al manipularlo. Este producto actúa por contacto y por ingestión, y

posee una marcada actividad insecticida contra ortópteros (*Gryllotalpa gryllotalpa, Locusta migratoria, etc.*). Se presenta en forma de cebos y se aconseja distribuirlo por toda la superficie cultivada, aunque de forma más contundente en aquellos lugares más frecuentados por los caracoles, como sitios húmedos y próximos a paredes y maleza.

6.1.3.5. Nematicidas

La mejor forma de lucha contra los nematodos no reside en los productos químicos, sino que deben utilizarse las ya comentadas prácticas culturales como el barbecho, la rotación, la desinfección de órganos vegetativos reproductivos mediante termoterapia, evitar el transporte de tierra infectada, utilizar especies y variedades resistentes a ciertos nematodos, etc. Todos estos métodos consiguen que las poblaciones de nematodos del suelo no sobrepasen unos niveles determinados, pero sus resultados son suficientes, aunque estos animales no se erradiquen totalmente.

Todos los productos químicos **nematicidas** existentes, algunos muy efectivos, se pueden clasificar más como **fumigantes** o **desinfectantes** de suelos que como nematicidas. La mayoría de ellos son fitotóxicos, por lo que no pueden aplicarse cuando el cultivo está implantado. Además, muchos de ellos poseen una acción insecticida, helicida, e incluso herbicida aparte de la nematicida. Sus formulaciones se presentan comercialmente en forma de sólidos, líquidos o gaseosos, siendo estos últimos los más efectivos, puesto que consiguen penetrar en todos los poros del suelo.

El metam-sodio es un desinfectante de suelos pra el control de nematodos; además tiene una buena acción contra insectos y hongos e incluso contra malas hierbas si se aplican dosis altas. Su aplicación debe ser, preferentemente, en invernadero y el suelo debe ser cubierto inmediatamente después de la aplicación. (Es un producto fabricado por BASF, S A.)



Las larvas de ciertos coleópteros y lepidópteros causan gravísimos destrozos en las plantas hortícolas. (Foto cedida por gentileza de DOW ELANCO)

En función de su estado físico, existen tres tipos principales de aplicación de los nematicidas: mediante inyección en el suelo, disuelto con el agua de riego, o mediante una lona de plástico bajo la cual se insufla el producto en forma de gas. Su utilización requiere una cierta humedad del terreno y una temperatura ambiente determinada y, a menudo, después de su aplicación debe realizarse un riego para sellarlo. Algunos de estos productos, realmente muy tóxicos, requieren personal especializado para su empleo, puesto que su uso suele estar prohibido a los particulares a menos que se obtenga el correspondiente permiso de la administración.

Por regla general, los más débiles (químicamente hablando) son los que actúan peor, pero al mismo tiempo son los que desestabilizan menos el suelo. Los más efectivos, es decir de más amplio espectro y también más tóxicos, suelen tener un gran poder desestabilizador para el suelo. Consideraremos por último que los nematicidas son productos caros y que su utilización queda reducida en el ámbito de la horticultura y floricultura, en especial cuando estos cultivos se realizan dentro de los invernaderos. En el tema de Suelos de esta obra, dentro del apartado de desinfecciones del suelo, se ofrece una relación de los productos nematicidas o desinfectantes más importantes, su tipo de acción, su forma de utilización y los organismos vivos que combate. A modo de recordatorio, solamente citaremos el **bromuro de metilo** y la **cloropicrina**, el **dicloropropano** o DD, el **dicloropropeno**, el **dazomet** y el **metam-sodio** o VAPAM.

6.1.3.6. Insecticidas y acaricidas

Estos productos se utilizan en la lucha química contra las plagas de insectos, ácaros y, en menor medida, miriápodos. Los ácaros e insectos representan los parásitos más numerosos, en cuanto a población y afecciones, de las plantas cultivadas y, consecuen-



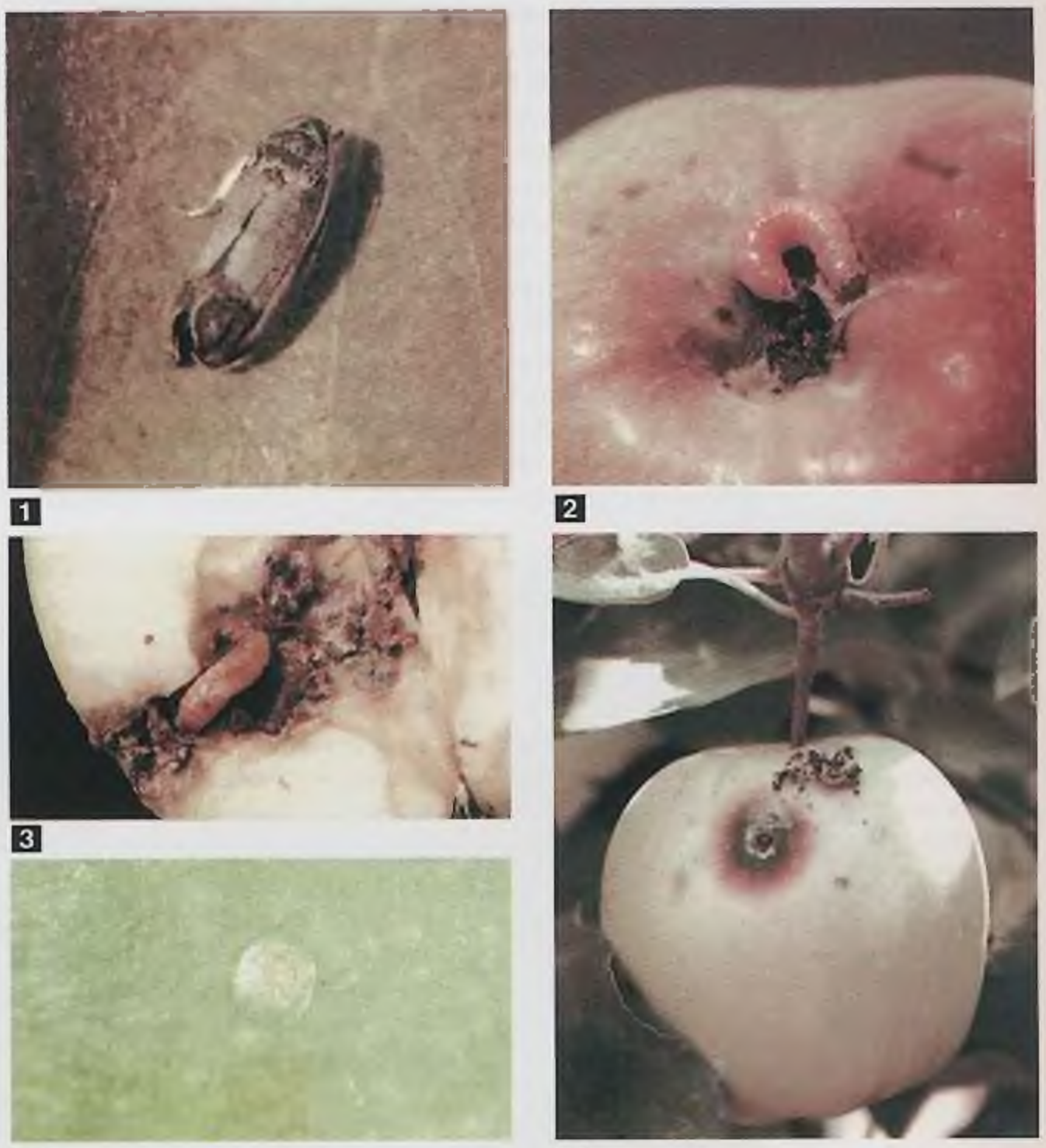
temente, son los que causan mayores problemas a los agricultores. Como ya se comentó, estos animales tienen un gran poder de multiplicación debido a las múltiples generaciones anuales que desarrollan. Existe una gran diversidad de especies, de las cuales no todas son patógenas para las plantas puesto que, a menudo, ciertas especies de insectos se vuelven parásitas o depredadoras naturales de otras.

Debido a la gran diversidad de insectos y ácaros existentes, los laboratorios de investigación agraria han desarrollado distintas formulaciones que abarcan todos los casos posibles de lucha contra dichos parásitos. Encontramos en el mercado productos líquidos (en emulsión o suspensión) y más raramente en polvo para los tratamientos de la parte aérea del vegetal. Para los tratamientos de parásitos en el suelo, existen sustancias líquidas, granuladas o en polvo de aplicación directa. Para invernaderos, desinfección de bulbos, semillas y almacenes en general, tenemos productos gaseosos en forma de aerosoles, y otros sólidos dedicados al espolvoreo o a la disolución, para desinfecciones preventivas de semillas. Por su modo de acción, los encontramos eficaces por inhalación, por contacto o por ingestión. A veces se utiliza, para describir la acción de un producto, el término "**de choque**". Así, nos encontramos con expresiones del tipo: "Éste es un buen **insecticida de choque**" o "Tiene muy buena acción como **acaricida de choque**". Estas expresiones indican que tal o cual producto tiene una acción rápida, eficaz y hasta cierto punto espectacular, contra una determinada plaga, pero su persistencia y posterior acción suelen ser de poca envergadura, puesto que se trata de productos que se descomponen muy rápidamente en contacto con el suelo o la planta.

Dependiendo de su forma de nutrición, los parásitos pueden ser sensibles a categorías totalmente diferentes de productos. En el caso de los insectos cuyas piezas bucales son del tipo masticador, suele ser suficiente un insecticida depositado encima de las hojas. En cambio, para insectos cuyo aparato bucal es del tipo lamedor, suelen dar mejores resultados los insecticidas sistémicos, los cuales penetran en las células vegetales, son transportados por la savia y, tarde o temprano, son absorbidos por el insecto. Los insecticidas y acaricidas pueden ser clasificados por familias químicas o, lo que es lo mismo, divididos por características químicas análogas. La descripción de todos los insecticidas-acaricidas existentes en el mercado excede en mucho las pretensiones de esta obra, por lo se ha realizado una selección de los más representativos de cada familia, sea por considerarse ya productos clásicos de probada eficacia, sea por ser de rabiosa actualidad y haber dado los ensayos resultados muy esperanzadores.

• **Insecticidas naturales**. Los insecticidas naturales fueron los primeros que se utilizaron, puesto que provienen de sustancias u organismos que se encuentran en la naturaleza. Entre los insecticidas naturales más conocidos tenemos la **nicotina** y las **piretrinas naturales**. La nicotina es un alcaloide que se extrae de la planta del tabaco, considerándose un buen insecticida de choque contra pulgones y orugas minadoras, aunque posee también una buena acción polivalente. Es poco persistente en el ambiente, por lo que se considera que no modifica el equilibrio ecológico. Las flores de ciertas especies de piretro, principalmente *Chrysanthemum cinerariaefolium*, contienen sustancias insecticidas, las piretrinas naturales, que ejercen su acción por contacto y provocan una parálisis rápida en el agente patógeno. Estas piretrinas tienen una duración muy limitada, puesto que se descomponen rápidamente, tanto en el cuerpo del insecto como en la planta tratada.

• **Aceites de origen mineral**. Los más comunes son los **aceites de petróleo** o **aceites minerales**, **aceites de antraceno**, **dinitrocresol** o DNOC, **dinitrobutilfenol**, **aceites amarillos** y otros aceites de petróleo formulados con insecticidas del grupo de los **ésteres fosfóricos**; éstos proceden de la destilación fraccionada del petróleo bruto. En el mercado se preparan fundamentalmente dos tipos de aceites: **aceites de invierno**, más viscosos y con mayor proporción de hidrocarburos no saturados que los llamados **aceites de verano** que, al contrario de los anteriores, son menos viscosos y poseen una mayor proporción de hidrocarburos saturados. Los **aceites de invierno** (**aceites amarillos**) aplicados en fruticultura sólo pueden ser utilizados cuando el frutal está en parada invernal para combatir estados invernantes de insectos y ácaros, porque tienen un marcado efecto fitotóxico. Los aceites de verano (**aceites blancos**) se aplican en primavera, siendo muy polivalentes contra larvas de ácaros e insectos. Tanto los unos como los otros actúan formando una película encima de la corteza de los árboles, eliminando por asfixia los huevos de ácaros, insectos y



El monocrotofos es un insecticida organofosforado muy adecuado para la lucha contra la carpocapsa (Cydia pomonella) de las manzanas y peras.
1/ Adulto
2/ Oruga sobre fruto
3/ Oruga dentro del fruto
4/ Huevo
5/ Orificio de penetración
(Fotografías cedidas por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya)

otras formas invernantes. El DNOC tiene un gran poder herbicida, es muy tóxico para el hombre y se utiliza para aclareo químico floral en ciertos frutales. Los aceites de origen mineral pueden ser formulados con otros insecticidas como los ésteres fosfóricos. En estas formulaciones combinadas, el aceite potencia la acción y persistencia del insecticida añadido.

• **Insecticidas y acaricidas orgánicos de síntesis**. Existen dos grandes grupos de antiparasitarios de síntesis: los **clorados** y los **ésteres fosfóricos**. Dentro de los fosfóricos se encuentran los llamados **insecticidas sistémicos**, puesto que éstos tienen la facultad de penetrar en la planta, circular por su savia y extenderse por todo el vegetal.



Hojas de col totalmente atacadas por las larvas de* Pieris brassicae *(oruga de la col). Una piretrina sintética como la cipermetrina permite controlar este lepidóptero. (Gentileza de SHELL)



Ataque de araña roja en hoja de manzano (Gentileza de SHELL)

• **Productos clorados**. Fueron cronológicamente sintetizados mucho antes que los fosforados. Contienen varios átomos de cloro en su molécula y aunque probablemente son menos tóxicos que los fosforados, son más persistentes en el suelo. En muchos países, se ha reducido mucho su uso debido a su persistencia en el suelo y en la planta, y a su tendencia a acumularse en el tejido adiposo de los vertebrados. Las principales materias activas que se comercializan son: endosulfán y lindano. El **endosulfán** es un compuesto clorado y azufrado relativamente volátil a temperatura ordinaria, pero menos que el lindano. Actúa especialmente como insecticida de contacto como los demás insecticidas clorados, pero también tiene poder tóxico por ingestión. Posee, además, una buena acción acaricida contra el ácaro o tarsonémido de la fresa y ciertos eriófidos. Debe emplearse cuando la temperatura supera los 16°C, consiguiendo de esta manera sus mejores resultados. Es un producto prácticamente inocuo para las abejas. El **lindano** es un insecticida polivalente que, por su gran estabilidad, confiere una gran protección a las plantas tratadas. Penetra con facilidad a través de la cutícula de los insectos y actúa por contacto y por ingestión. Se utiliza también en los tratamientos del suelo contra los gusanos blancos de la huerta (*Phyllopertha horticola*) y los gusanos de alambre (*Agriotes sp.*). Conviene remarcar que el lindano tiene una gran persistencia en el suelo, por lo que aquellas hortalizas que se utilizan por sus raíces, como las zanahorias, no deben plantarse hasta después de tres años de su aplicación. Su toxicidad para las abejas, muy alta, lo hace desaconsejable como insecticida.

• **Ésteres fosfóricos**. Se designan corrientemente bajo este epígrafe los derivados del ácido fosfórico, tiofosfórico o ditiofosfórico, recibiendo el nombre genérico de **organofosforados**. Actúan bloqueando los impulsos nerviosos de los insectos, o mejor de la colinesterasa, sustancia que interviene en la actividad del sistema nervioso de los insectos. Además, es considerado un veneno muy activo para los anima-



INSEGAR es un producto insecticida fabricado por BASF, S.A., de los llamados inhibidores de crecimiento o IGR. Actúa impidiendo que las larvas accedan a su estado adulto inhibiendo su metamorfosis.

les de sangre caliente, incluido el hombre, por sus efectos parecidos a los que causa en los insectos. Entre muchas otras, las materias activas que se englo-ban en este grupo son: **metil azinfos**, **clorfenvinfos**, **clorpirifos**, **diazinón**, **diclorvos** o DDPV, **fenitrotión**, **fonofos**, **malatión**, **paratión**, **metilparatión**, etc.

- **Clorfenvinfos**. Este insecticida organofosforado actúa por contacto y por ingestión. Se emplea en pulverización o granulado en el suelo y está especialmente indicado para el control de la mosca de la col (*Hylemya brassicae*), el escarabajo de la patata (*Leptinotarsa decemlineata*) y las cochinillas de los agrios (*Pseudococcus citri*).

- **Diclorvos**. También se le conoce por las siglas **DDPV**. Este insecticida se empleó anteriormente para el control de la mosca doméstica, pero actualmente tiene una gran aceptación contra numerosos parásitos de las legumbres y frutales.

- **Paratión**. Este insecticida es uno de los organofosforados más antiguos. Es casi insoluble en agua y persiste varios días en los vegetales. Además de una acción de contacto contra insectos, tiene una cierta acción sistémica, pues penetra ciertamente en las células de los tejidos vegetales. Deben realizarse los tratamientos por encima de los 15°C, siendo recomendable cierta cautela cuando coexisten problemas de araña roja, dado que este insecticida crea desequilibrios entomológicos que tienden a favorecer la proliferación del ácaro. Deben extremarse las precauciones en sus aplicaciones, puesto que el paratión tiende a acumularse en las grasas de los vertebrados de sangre caliente, incluido el hombre.

• **Ésteres fosfóricos de acción sistémica**. Es en este grupo donde la acción sistémica alcanza su mayor grado y el producto es capaz de disolverse en la savia y, a través de los vasos leñosos y liberianos, ser traslocado por toda la planta. Esta propiedad presenta evidentes ventajas en el momento de tratar insectos del tipo chupador, como los pulgones y las psilas, puesto que el producto, a pesar de tener una buena acción como insecticida de contacto e inhalación, desarrollará su máximo potencial como antiparasitario por ingestión. Eso es especialmente interesante en los pulgones, puesto que estos insectos, a menudo cobijados en el envés de las hojas, son difíciles de alcanzar con los insecticidas de contacto estrictos.

El producto, dentro del vegetal, puede permanecer activo un cierto tiempo hasta que se descompone; a veces incluso se transforma en un derivado más efectivo, si cabe, que la materia activa inicial. Por lo general, la absorción del producto es más elevada en las hojas viejas que en las nuevas, más en su envés que en su haz y en tiempo cálido más que con temperaturas bajas. Muchas materias activas se encuentran en el mercado bajo este epígrafe y seguramente aparecerán más en años venideros. Quizá los más conocidos sean el **acefato**, el **dimetoato** y el **monocrotofos**.

- **Acefato**. El acefato es un insecticida organofosforado sistémico que actúa sobre todo por ingestión. Es particularmente eficaz contra las orugas de los lepidópteros y presenta una eficacia excelente contra la capua (*Adoxophyes reticulana*) y otras orugas. También es muy eficaz contra ciertos pulgones, como el pulgón verde del melocotonero y del lúpulo (*Myzus sp.*), pero resulta poco eficaz contra los pulgones del manzano (*Aphis sp.*). Es un insecticida muy tóxico para las abejas.

- **Dimetoato**. No siendo un insecticida extremadamente tóxico, sus primeros componentes, que se forman después de su degradación dentro de la planta, son más tóxicos que el producto inicial. Da excelentes resultados contra insectos chupadores, hoplocampas, carpocapsa, arañuelo (*Yponomeuta sp.*), mosca del cerezo (*Ceratitis capitata*) y la mosca de la remolacha (*Pegomyia betae*). Exige un período de seguridad de seis semanas antes de la recolección.

- **Monocrotofos**. De características similares a los dos anteriores. Se trata de un insecticida organofosforado, de acción sistémica y altamente persistente. Es eficaz contra la carpocapsa (*Cydia pomonella Linneaus*) y las orugas de la piel, aunque debe evitarse su uso en variedades de manzana sensibles a este insecticida, como *Golden Delicious*, *Red Delicious*, *Reineta Ananas* y *Miagold*, en las que provoca fitotoxicidades en forma de manchas rojas. Asímismo debe evitarse su uso en la floración y cuando las abejas tienen una gran actividad, puesto que es tóxico para estos insectos.

• **Carbamatos**. Forman un grupo aparte de insecticidas de gran efectividad, entre los que se incluyen el **aldicarb**, **carbaril**, **carbofurano**, **dioxacarb**, **etiofencarb** y **metomilo**, entre otros.

- **Aldicarb**. Este insecticida provisto de buenas propiedades insecticidas, acaricidas y nematicidas suele formularse comercialmente en forma de granulado. En aplicación al suelo, posee una buena absorción radicular, considerándose mucho más tóxico que el paratión.

- **Etiofencarb**. Pertenece al grupo de los carbamatos. Se trata de un insecticida sistémico muy específico contra los pulgones, aunque es poco eficaz contra el pulgón lanígero del manzano (*Eriosoma lanigerum Hausm.*). De acción sistémica, actúa por ingestión, aunque también puede hacerlo por contacto e inhalación, siendo su toxicidad para la fauna relativamente baja.

- **Metomilo**. Sintetizado inicialmente en los laboratorios americanos, es un insecticida de contacto, con cierta acción sistémica, siendo además un nematicida de cierta eficacia. Se emplea contra las orugas, los pulgones, la piral de la vid (*Sparganothis pilleriana Schiff.*) y la capua. Su toxicidad es muy elevada, aunque se degrada rápidamente dentro de la planta.

• **Acaricidas**. Varios de los productos citados como insecticidas tienen una buena actividad contra los ácaros, aunque las líneas resistentes de ácaros que han aparecido por la utilización de los esteres fosfóricos ha obligado a la industria fitoquímica a la síntesis de nuevos productos. Algunos de estos nuevos productos han originado ya nuevas líneas resistentes. No pueden darse unas pautas generales de utilización de los acaricidas, puesto que la eficacia de unos y otros depende de las especies de ácaros (en especial de las arañas rojas), de las zonas geográficas y de las especies vegetales a tratar. Las principales materias activas que se comercializan son: **amitraz, bromopropilato, cihexastán, dicofol, fenbutestán, propargita y tetradifón**, entre otras.

- **Bromopropilato**. Actúa sobre todo por contacto, aunque tiene una mejor acción por inhalación. Con poca acción ovicida, da buenos resultados contra las larvas y los adultos. Tiene un efecto lento pero duradero, siendo eficaz contra las arañas rojas y eriófidos en fruticultura y viticultura. Respeta parcialmente a la fauna apícola y presenta poca toxicidad para la fauna terrestre, permaneciendo sobre los tejidos tratados durante un largo período.

- **Cihexastán**. Este acaricida presenta una buena acción contra los ácaros amarillos y rojos resistentes. Tiene una buena persistencia, aunque no tiene acción ovicida ni es peligroso para la fauna útil. Con la finalidad de solventar su carencia ovicida, se formula comercialmente con dicofol o con tetradifón.

- **Tetradifón**. Es un buen ovicida y larvicida en aplicaciones de verano, provocando además la esterilización de los adultos sin afectar a la fauna útil. Tiene la particularidad de ser absorbido levemente por el parénquima foliar, lo que le confiere una cierta acción contra los ácaros que se encuentran en el envés de la hoja.

• **Varios**. En este grupo se engloban tres materias activas que, por su importancia, no pueden ser omitidas, pero que no quedan comprendidas en los grupos anteriores. La primera de ellas es el **bromuro de metilo** formulado junto con la **cloropicrina**. Este desinfectante del suelo, ampliamente tratado en el tema de suelos de esta obra, se considera un buen nematicida, aunque su acción insecticida no es despreciable. En efecto, en los terrenos desinfectados con bromuro de metilo, los insectos, en todos sus estados biológicos, son eliminados.

- **Diflubenzurón**. Este insecticida actúa por ingestión, incidiendo en el metabolismo formativo de la quitina de los artrópodos, perturbando así las sucesivas mudas de sus larvas. No tiene efectos sobre los

Cochinilla algodonosa



huevos ni los adultos, sólo incide en las larvas. Éste y otros productos de parecida índole son los llamados **inhibidores del crecimiento** o **IGR**. No son específicos, por lo cual afectan a todos los insectos alcanzados. Utilizado sobre todo en arboricultura contra la carpocapsa, minadoras de las hojas y la psila del peral (*Psylla piri L.*).

- **Piretroides**. Los piretroides son un grupo de materias activas insecticidas actualmente en expansión. Son modificaciones sintéticas de las piretrinas naturales citadas anteriormente, con la ventaja sobre las naturales que su persistencia es mayor y que no se descomponen tan fácilmente. Actúan por contacto y son extremadamente polivalentes, es decir que destruyen a la mayoría de insectos a los que alcanza. Tienen la ventaja de que son muy poco tóxicos para el hombre y para la fauna terrestre, siendo, además, muy apreciados por su acción de choque y por el hecho de no presentar efectos residuales. Tienen la desventaja de ser muy tóxicos para la fauna acuícola, y además se les presupone una acción favorable a la proliferación de los ácaros, en especial de la araña roja. Suele hablarse de dos generaciones de piretrinas sintéticas según el año de fabricación. Así, las piretrinas de la primera generación comprenden, entre otras, las materias activas de cipermetrina, fenvalerato y permetrina. Dentro de la segunda generación se encuentran la alfacipermetrina, deltametrina y esfenvalinato.

6.1.3.7. Productos contra vertebrados

Los productos que se utilizan para evitar los daños producidos por vertebrados pueden dividirse en dos grupos: aquéllos que sirven para ahuyentar o matar a las aves y aquéllos otros contra los mamíferos roedores.

• **Aves**. Por lo general, se tiende a la utilización de métodos para ahuyentar a los pájaros más que en los métodos que causan su muerte, puesto que los productos químicos letales para las aves no respetan las especies perjudiciales de las que no lo son. Debe tenerse en cuenta que muchas especies son protegidas por las distintas legislaciones, leyes y convenciones internacionales por constituir una valiosa fauna. Muchos métodos de prevención, como barreras mecánicas para la protección de cultivos, espantapájaros, lentejuelas metálicas que despiden destellos, siluetas de depredadores, bandas de plástico extendidas sobre el cultivo, etc., dan resultados más que aceptables. Actualmente se han utilizado con cierto éxito ahuyentadores electroacústicos para alejar a estorninos y cuervos.

No existen actualmente productos químicos para eliminar a las aves. Antiguamente existían productos realmente mortíferos que no distinguían especies perjudiciales de las que no lo eran. En la actualidad, estos productos están totalmente prohibidos por la legislación de la C.E.E. (Comunidad europea) y de muchos otros países. Sólo están autorizados productos repelentes para mezclarlos con las semillas antes de la siembra, con la finalidad de que no sean atractivas para las aves granívoras. Citaremos la **antraquinona**, producto **corvífugo** que se comercializa como repelente para las aves y, en especial, para los córvidos. Normalmente se formula en forma de polvo,





Ahuyentador de pájaros y animales

Preparación y colocación de cebos raticidas STORM®, cuya materia activa es el flnohenzurón. Es un producto raticida distribuido por SHELL

que puede ser añadido a las semillas junto con los desinfectantes por vía seca. Caso de emplear un desinfectante por vía húmeda, primero se aplicará éste, después se dejará secar la semilla y, por último, se aplicará el producto con antraquinona.

• **Mamíferos.** Como ya se comentó, son los topillos de campo los que causan mayores daños en los cultivos, mientras que otras especies como los jabalíes, el ciervo, el corzo y el tejón, causan sensibles pérdidas en la agricultura, aunque su interés ecológico y su importancia como animales de caza recomienda que se mantengan sus poblaciones a un nivel compatible con las actividades agrícolas. El combate contra topos, topillos y otros roedores presenta una serie de dificultades intrínsecas con su naturaleza biológica. El hecho de sus fluctuaciones poblacionales, la dificultad de encontrar productos que no sean nocivos para la fauna terrestre ni para la cadena trófica, sus distintas costumbres y formas de vida que obligan a buscar una solución para cada especie en particular, son factores que complican la forma de eliminarlos o, por lo menos, de conseguir que sus poblaciones puedan mantenerse a niveles soportables para la agricultura.

Los métodos disponibles pueden clasificarse en tres grupos: los productos **fumigantes**, los **venenos** y las **trampas**. Aquellos productos químicos venenosos contra los roedores para la preparación de trampas y caldos fumigantes reciben técnicamente el nombre de **rodenticidas**. Existen en el mercado rodenticidas inorgánicos, como el **fosfuro de cinc**, y orgánicos, como los derivados de la **cumarina**. Estas sustancias actúan como anticoagulantes en los roedores, y se formulan frecuentemente como polvo, bloques parafinados, bloques de grasa coloreados, etc. Entre otros formulados, cabe destacar el **cumacloro**, la **difacinona** y la **warfarina**, los cuales constituyen la base de la gran mayoría de formulados rodenticidas.



Feromona de confusión sexual contra Grapholita molesta en melocotonero. En este caso, la estrategia consiste en lanzar a la atmósfera tal cantidad de feromona sexual que los machos son incapaces de encontrar a las hembras, evitando así el acoplamiento. (Foto cedida por BASF, S.A.)

6.2. MEDIOS BIÓTICOS

Vistos los medios de lucha abióticos curativos como los meteorológicos, físicos o mecánicos, y químicos, cabe prestar atención a los medios de lucha bióticos de los que se dispone. En ellos intervienen, de alguna manera u otra, los organismos vivos que nos pueden servir para el control de las afecciones parasitarias que nos ocupan. Los medios de lucha bióticos pueden ser clasificados en dos grandes grupos. En el primero, se utilizan las **taxias** o **tropismos** positivos o negativos que se describían en el capítulo cuatro, en la descripción de los insectos. En el segundo, nos servimos de los **depredadores naturales** específicos de ciertos parásitos de nuestros vegetales.

6.2.1. Tropismos o taxias

Si se acepta que el comportamiento de los insectos y, en general, de todos los animales responde a ciertas excitaciones externas como la luz, temperatura, gravedad, sustancias químicas, etc., pueden aprovecharse éstas para influir sobre el comportamiento de los agentes patógenos y cambiarlos en beneficio de la agricultura. Los cebos luminosos, que utilizan el efecto de la luz artificial sobre numerosos insectos crepusculares o nocturnos, son muy provechosos y suministran útiles informaciones sobre las fechas de aparición y sobre la actividad de ciertas especies como la carpocapsa. El comportamiento de los insectos diurnos puede estar influido por los colores. Así, el amarillo atrae a los pulgones y a ciertos parásitos de la colza, lo que permite cazarlos para seguir su evolución y determinar el momento idóneo para los tratamientos.

El empleo de los tropismos y su éxito en la lucha contra los parásitos había sido muy limitado hasta el descubrimiento de las feromonas. Las **feromonas** son sustancias olorosas que desprenden los insectos con la finalidad de comunicarse entre ellos. Existen varios tipos de feromonas, entre las que cabe destacar las de **agregación**, las de **dispersión**, las de **alarma** (se comunican un peligro eminente y se organizan para huir o para adaptar posturas de defensa), las de **pista** (normalmente para señalar los caminos para la localización de fuentes alimentarias) y las **sexuales**, que inducen al apareamiento de organismos de distinto sexo.

Las **feromonas sexuales** son sustancias químicas que desprenden las hembras de los insectos con la finalidad de atraer a los machos. Estas feromonas, auténticas **hormonas sexuales**, una vez sintetizadas en los laboratorios permiten construir trampas mediante las cuales se captura a los machos al colocar una sustancia pegajosa en ellas. Los beneficios de esta operación son variados, pero pueden citarse: la **captura masiva** de machos con la finalidad de que no puedan aparearse; la **confusión sexual** conseguida cuando se liberan a la atmósfera grandes cantidades de feromonas de la plaga que se quiere controlar, consiguiendo tal confusión en los machos

para localizar a las hembras que no se produce el apareamiento; pueden utilizarse asimismo para desplazar a las poblaciones de insectos hacia lugares no cultivados, mediante la colocación de trampas alejadas de los cultivos.

Pero hasta ahora, la verdadera importancia de este método reside en que puede calibrarse, mediante conteos simples, el nivel de población que existe de un determinado insecto. Conocer con exactitud la presencia del insecto en una región determinada, permite dibujar lo que ha venido a llamarse su **curva de vuelo**, que no es más que su nivel de presencia en el biotopo. Ciertas Administraciones ofrecen a los agricultores estas curvas de vuelo y, por extensión, el **momento óptimo** en el cual debe



Trampa de feromonas para la captura de adultos de Lobesia botrana *(polilla del racimo de la uva). (Foto cedida por DOW ELANCO)*

Producto	Aplicaciones
ADOXAMONE	*Adoxophyes (capua) reticulana F.R.* (oruga de la piel del manzano, peral, etc.)
ANAMONE	*Anarsia lineatella Zell* (minadora del melocotronero)
AGROTIS IPSILON	(Gusano gris, cuc dormidor)
AONIDELLA	*Aonidiella auranti* (cochinilla roja de California)
ARCHIPS PODANA	*Archips podanus* (oruga de los brotes)
ARCHIPS ROSANUS	(Cigarrero o gusano de los brotes del avellano)
CERATITIS	*Ceratitis capitata Weidman* (mosca de la fruta)
CLYSIA	*Clysia ambiguella* (polilla del racimo de la vid)
CEW -I-	*Heliothis armiguera Boddie* (oruga o Heliothis del tomate)
CODLEMONE	*Laspeyresia (carpocapsa) pomonella* (gusano de manzanas, peras, etc.)
EVETRIA	*Evetria (Phyacionia) buoliana* (tortrícido de la yema apical del pino)
FUNEMONE	*Lapeyresia (Grapholita) funebrana Tr.* («gusano» o carpocapsa de las ciruelas)
GOSSYPMONE	*Pectinophora gossypiella Saund* (gusano rosado del algodón)
DISPARMONE	*Lymantria dispar* (lagarta de la encina)
GRAPEMONE	*Lobesia botrana Schift* (polilla de las uvas)
LITHOCOLLETIS	*Lithocolletis blancardella* (minadora del peral y del manzano)
ORFAMONE	*Laspeyresia (Grapholita) molesta Buck* (polilla oriental del melocotonero)
OSTRAMONE	*Ostrinia (Pyrausta) nubilalis Hb.* (piral del maíz)
PANDEMIS LIMITATA	(Oruga de los brotes)
PHTHORIMAEA	*Phthorimaea operculella* (polilla de la patata)
PLUSIA	*Plusia gamma L.* (noctuido de las plantas de huerta y ornamentales)
PRAYS	*Prays oleae F.* (prays del olivo)
PRONUMONE	*Tortrix (Cacoecia) pronubana Hb.* (tortrix del clavel)
QUADRASPIDIOTUS	*Quadraspidiotus perniciosus* (piojo *perniciosus*)
RHAGOLETIS	*Rhagoletis pomonella* (mosca de la manzana) *Rhagoletis cingulata* (cerasi) (mosca del cerezo)

Relación de feromonas sexuales disponibles en el mercado (Gentileza de KENOGARD)



Encarsia formosa. Esta avispa parásita pone los huevos dentro de la larva de la mosca blanca



Phytoseiulus persimilis. Este ácaro depredador se alimenta de adultos y huevos de araña roja.



Ⓐ



Ⓑ



Ⓒ

Ⓓ

Ⓔ



Ⓕ

A/ *SPIDEX-PLUS® es marca registrada de KOPPERT. Se trata de vermiculita mezclada con el acaro predador Phytoseiulus persimilis. Lucha biológica contra araña roja.*
B/ *La larva de mariquita es muy útil en la lucha biológica, por su alto consumo de pulgones y ácaros. (Gentileza de RHÔNE POULENC)*
C/ *La mariquita adulta es el mayor consumidor de pulgones. El consumo medio, durante su desarrollo puede llegar a 9 000 individuos. (Foto cedida por RHÔNE POULENC)*

tratarse químicamente. Este momento o punto óptimo suele ser el de mayor presencia poblacional del insecto o cuando el insecto es más sensible a los antiparasitarios.

6.2.2. Lucha biológica

Como todos los seres vivos, las plagas y las enfermedades de las plantas cultivadas tienen sus propios **parásitos** y depredadores. La **lucha biológica** consiste en poder, o saber, aprovechar los **depredadores** y los **parásitos naturales** de los agentes que causan afecciones a los vegetales cultivados para, en cierta manera, poder omitir parte de los tratamientos químicos que se utilizan. Actualmente, nadie pone en duda que la utilización masiva de productos fitoquímicos, sobre todo los de gran persistencia, pueden poner en peligro el equilibrio ecológico debido a la contaminación de los biotopos. La lucha biológica está en el punto de mira de muchos ecologistas técnicos que están en desacuerdo con la utilización masiva de los fitoquímicos.

La lucha biológica, que tiene por objetivo la destrucción de los enemigos utilizando sus **antagonistas**, se basa principalmente en la acción de numerosos seres vivientes auxiliares del hombre. Esta cuestión, que a simple vista parece sencilla o de fácil aplicación, presenta en realidad numerosas dificultades puesto que entra dentro del mecanismo complejo y sutil de las interacciones entre las especies.

Los enemigos animales de las plantas cultivadas se encuentran en los reinos animal y vegetal. Microorganismos patógenos como los virus, las bacterias y ciertos hongos provocan enfermedades y la muerte de numerosos agentes fitófagos. Por ejemplo, el *Bacillus thuringiensis Berliner* causa una parálisis en las larvas de numerosos lepidópteros, que pierden así toda posibilidad de absorción de los alimentos. Pero es entre los insectos y los ácaros donde se encuentran mayoritariamente los parásitos de las plagas y enfermedades de los vegetales cultivados. Se dividen entre **depredadores** y **parásitos**. Entre los depredadores más conocidos está la

mariquita, o *Coccinella septempunctata*, que consume una gran cantidad de pulgones, tanto en su estado adulto como en el de larva. Entre los parásitos de insectos están los **entomófagos**, cuyas larvas, depositadas en el interior del insecto huésped, se alimentan de él hasta su estado de adulto, momento en el cual salen al exterior, provocando su muerte.

Dentro de los órdenes superiores, encontramos también grandes depredadores de insectos, entre los que se cuentan aves, murciélagos, lagartos, sapos, etc. Las aves de rapiña, por ejemplo, son muy útiles para la agricultura por la gran cantidad de pequeños roedores que consumen. La lucha biológica presenta ciertos inconvenientes evidentes para el agricultor: primero deben identificarse los parásitos en el cultivo, después potenciar su desarrollo evitando la utilización de fitosanitarios polivalentes que los afectan al igual que a los fitófagos y, por último, realizar periódicos seguimientos visuales de las plagas vegetales, por un lado, y, por el otro, de las poblaciones de los entomófagos. Ofrecemos al lector una lista de los parásitos y depredadores de los agentes causantes de afecciones a los vegetales,y cuyo estudio esperanzador revela un cierto éxito, aunque la andadura de la lucha biológica deberá esperar todavía un tiempo para ser considerada realmente eficaz.

Parásitos		Antagonistas		Planta huésped del parásito
Icerya purchasi Mask.	Cochinilla acanalada o australiana	*Rodolia cardinalis* Muls.	Coccinélido	Naranjos, limoneros y plantas ornamentales
Friosoma lanigerum Hausm.	Pulgón lanígero	*Aphelinus mali* Hald.	Calcídido	Árboles frutales
Grapholitha molesta Busck.	Oruga o polilla oriental del melocotonero	*Macrocentrus ancylivorus* Roh.	Braconido	Melocotoneros
Archips rosanus L.	Cacoecia u oruga cigarrera	*Trichogramma cacoeciae* March.	Calcídido	Árboles frutales
Panonychus ulmi Koch.	Acaro rojo	*Typhlodromus pyri* Scheuten	Fitoseido	Árboles frutales, vid
Tetranychus urticae Koch.	Acaro amarillo	*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot	Fitoseido	Plantas de invernadero
Quadraspidiotus perniciosus Comst.	Piojo *perniciosus*	*Prospaltella perniciosi* Tow.	Calcídido	Árboles frutales
Pseudaulacaspis pentagona Targ.	Cochinilla de la morera	*Prospaltella berlesi* How.	Calcídido	Moreras, melocotoneros
Varias orugas de lepidópteros		*Bacillus thuringiensis* Berl.	Bacteria	Árboles frutales

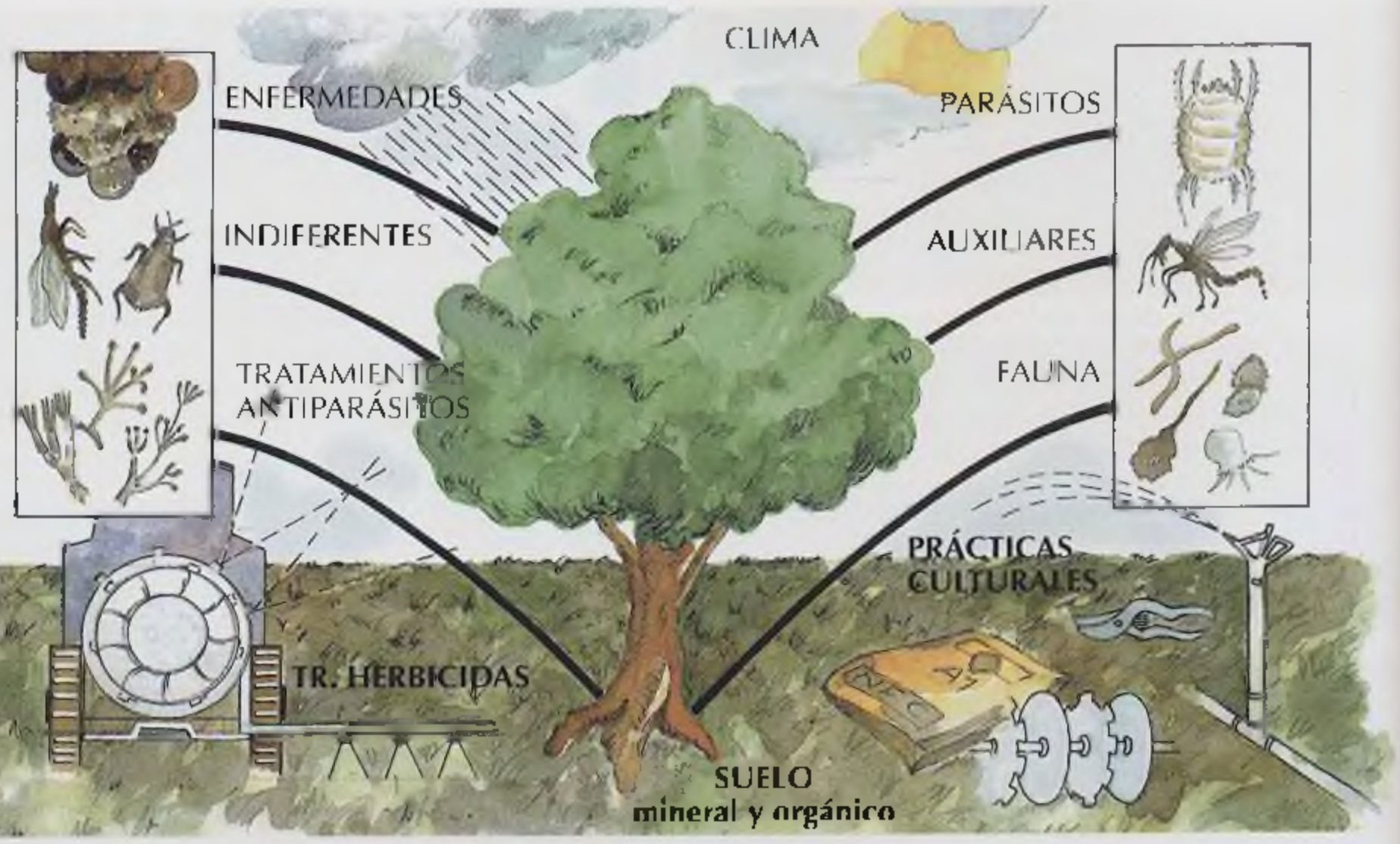
Relación de antagonismos eficaces en la lucha biológica (Según Rovey)



El Bacillus thuringiensis es un insecticida biológico muy apto contra la procesionaria de los pinos.

***(Página anterior) D/** Larva de crisopa. Este neuróptero llega a consumir importantes cantidades de pulgones y ácaros. (Foto cedida por RHÔNE POULENC) **E/** La larva de los sírfidos es también importante en la lucha biológica, su consumo de ácaros es destacable. (Foto cedida por RHÔNE POULENC) **F/** Las larvas de chinche son quizá uno de los insectos más polífagos. Se alimentan de huevos y ninfas de psilas y también de ácaros. (Gentileza de RHÔNE POULENC)*

En la lucha integrada deben intervenir todos los posibles medios de lucha: meteorológicos, biológicos, prácticas culturales, fitosanitarios, etc...



Lucha biológica (Gentileza de ***KOPPERT B.V.)***

A/ *Aphidius colemani. Esta avispa puede detectar pulgones incluso en densidades muy reducidas.*

Ⓐ

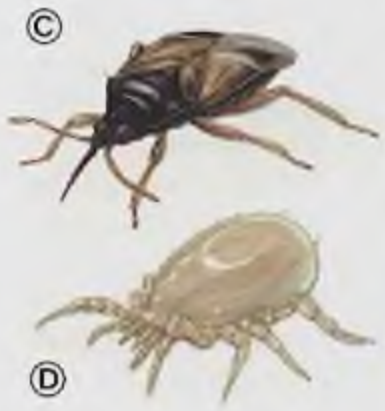


Ⓑ

B/ *Aphidoletes aphidimyza. Este insecto pone los huevos en colonias de pulgones.*

C/ *Orius laevigatus. Es un perfecto depredador para las larvas y adultos de distintas especies de trips*

Ⓒ



Ⓓ

D/ *Amblyseius cucumeris. Otro buen depredador de trips. Se trata de un ácaro.*

6.3. CONCEPTO DE LUCHA INTEGRADA

Se admite actualmente que la lucha fitosanitaria debe enfocarse desde un punto de vista más ecológico, aprovechando todos los métodos de que se dispone. Los inconvenientes de la lucha química, como la inducción de líneas resistentes entre los parásitos y la acumulación de ciertas sustancias químicas en la cadena trófica y en el suelo hasta llegar al hombre, hacen que quede replanteada su utilización, al menos su utilización masiva.

Por lo general, se recomienda no tratar sistemáticamente con productos químicos sin antes haber agotado otras vías de fácil aplicación. En primer lugar, deben desarrollarse las **medidas culturales** comentadas en el capítulo anterior. Además, deben emplearse, en la medida de lo posible, **especies** y **variedades resistentes**. Una vez el cultivo está instaurado, deben realizarse **inspecciones periódicas visuales** con la finalidad de detectar cualquier afección en sus estados iniciales. Habrá que tener presentes, también, las determinadas **condiciones climatológicas** puntuales que pueden evitarnos un buen número de tratamientos. Paralelamente, deben seguirse con atención los partes de la Administración por lo que se refiere a las **curvas de vuelo** determinadas con **feromonas**, las **plagas** sobre las que debe estarse especialmente sobre aviso y el cumplimiento de las **indicaciones** sobre **fitosanitarios** que, llegado el momento, se recomiendan.

Asímismo, si se dispone de información, habrá que determinar qué plagas o enfermedades afectan por lo general a nuestro cultivo y de qué depredadores o parásitos disponemos para su combate. Cuando se detectan los primeros parásitos, una buena práctica consiste en hacer tratamientos puntuales con productos no demasiado tóxicos y no residuales. Por último, cuando no es posible ningún tipo mejor de actuación, deben realizarse los tratamientos con los modos de empleo y a las dosis indicadas, escogiendo, en lo posible, aquéllos que nos garanticen el respeto de la fauna útil.

Comprendemos que la manipulación de tantos parámetros puede constituir una dificultad a la hora de determinar la actitud más coherente. Pero las nuevas técnicas de lucha integradas se basan en los soportes técnicos de ingenieros agrónomos y técnicos agrícolas que trabajan con un equipo de profesionales como los **fitopatólogos, químicos, toxicólogos, fisiólogos, entomólogos, ecólogos, genetistas y meteorólogos**. Todo un equipo de profesionales que debe determinar, en todo momento, la solución más adecuada a un determinado problema.

6.4. TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS

A lo largo del texto hemos hablado del tipo de formulaciones que puede presentar un producto fitosanitario (líquido, sólido, granulado, en polvo) y el tipo de aplicación que pueden desarrollarse con estas formulaciones (disueltos en un caldo de tratamiento, espolvoreo, etc.). Este abanico de posibilidades obedece al tipo de plaga a combatir, su estado de crecimiento, la estación del año, el estado fenológico del vegetal a salvaguardar, etc. Para estos menesteres, es preciso atender a dos cuestiones: por un lado, el tipo de maquinaria necesaria para realizar tal o cual tratamiento y, por otro, las precauciones que deben tomarse para su utilización, puesto que incluso para los productos más inofensivos es necesario observar ciertas reglas de empleo para evitar accidentes e intoxicaciones.

6.4.1. Características de los aparatos

El caso más frecuente es el de un sólido o líquido que debe disolverse en agua para su posterior pulverización sobre las partes vegetativas afectadas. Los **pulverizadores** comprenden desde la simple mochila de espalda para tratamientos en pequeñas superfi-

cies hasta las cubas hidráulicas accionadas por un tractor. Incluso dentro de estas últimas existen las más simples, sin ventilador, cuyo tratamiento se realiza solamente por la simple presión de la bomba hidráulica, o las más sofisticadas, cuyo ventilador dispersa a gran distancia el producto de la cuba y permite el tratamiento de grandes superficies con poco personal y en un tiempo mínimo.

Para los productos de aplicación en **espolvoreo**, existe una maquinaria especial y su utilización es más sencilla que en los tratamientos anteriores, puesto que no deben disolverse. Pero presentan ciertas desventajas, como la mayor toxicidad que pueden representar para el operador o una menor eficacia y persistencia respecto a los tratamientos líquidos. La pulverización sobre plantas verdes suele reservarse para los fungicidas preventivos de amplio espectro, de toxicidad nula o casi nula.

En las grandes extensiones de cultivos extensivos americanas, es usual el empleo de **helicópteros** y **avionetas** para la realización de los tratamientos, que pueden ser en forma de líquido o en espolvoreo. Como ventaja de este procedimiento, cabe mencionar que no causa daños en el cultivo ni en el suelo, puesto que la maquinaria no debe entrar en el campo. Como desventaja, diremos que con estos aparatos aéreos es difícil delimitar la extensión de la aplicación. En cualquier caso, sólo puede realizarse en grandes superficies de cultivos extensivos, debiendo, en las pequeñas extensiones, utilizar los medios tradicionales.



Los productos eminentemente nematicidas, **desinfectantes del suelo**, sus aplicaciones y maquinaria correspondiente, se trataron ampliamente en el tema de Suelos de esta obra. Sólo recordaremos que los productos gaseosos deben emplearse bajo lona y que los sólidos o líquidos pueden aplicarse en profundidad mediante aperos de labranza adecuados y accionados hidráulicamente mediante tracción mecánica.

Es el agricultor, en definitiva, quien debe escoger, entre el abanico de posibilidades, el tipo de maquinaria que más le convenga. La elección debe hacerla en función de la extensión a tratar, de la naturaleza del cultivo, de la presencia o ausencia de cultivos asociados y de la configuración del terreno. Finalmente, debe realizarse un estudio serio de viabilidad económica de la maquinaria a comprar en el caso que deba reponerla o empiece una nueva explotación. No tiene sentido, por ejemplo, la compra de un tractor de muchos caballos y de gran potencia -con el consiguiente gasto económico- si no se tienen apenas más de una o dos hectáreas. Una solución viable sería la compra de una maquinaria de primera calidad y cierto nivel de potencia si se realiza en cooperativa con varios agricultores, lo que permite, entonces, su amortización.



Las cubas hidráulicas accionadas por tracción mecánica permiten una óptima aplicación con la sola presión de las boquillas aspersoras (Foto cedida por gentileza de DOW FLANCO)

El **mantenimiento** de los aparatos es esencial para su conservación. A menudo, el capítulo de maquinaria agrícola representa un gasto considerable en una explotación y su mantenimiento merece la pena, con la finalidad de alargar en todo lo posible su vida útil. Durante la campaña, la maquinaria destinada a los tratamientos debe limpiarse periódicamente. **Pulverizadores**, **boquillas**, **tubos**, **cuba**, etc. deben ser aclarados varias veces con agua limpia después de su utilización. Además, es conveniente engrasar a menudo los **pistones** y las **articulaciones**. Cuando la temporada ha terminado, la limpieza debe ser más exhaustiva. Se limpiarán entonces todos los restos de hojas o ramas que hayan podido quedar en el ventilador, brazos hidráulicos, ruedas, etc. Además, se limpiarán todas las partes que entran habitualmente en contacto con el producto (boquillas, pulverizadores, etc.) con agua y jabón, y se retirará la maquinaria a un lugar cubierto y seco y, a poder ser, con los neumáticos deshinchados.

Esta mochila está especialmente indicada para su uso en huertos pequeños. La empresa BIRCHMEIER es la fabricante.



Aplicación del dicloropropeno para el control de nematodos (Heterodera sp. y Meloidogyne sp.) en profundidad (Gentileza de SHELL)

6.4.2. Protección del operador

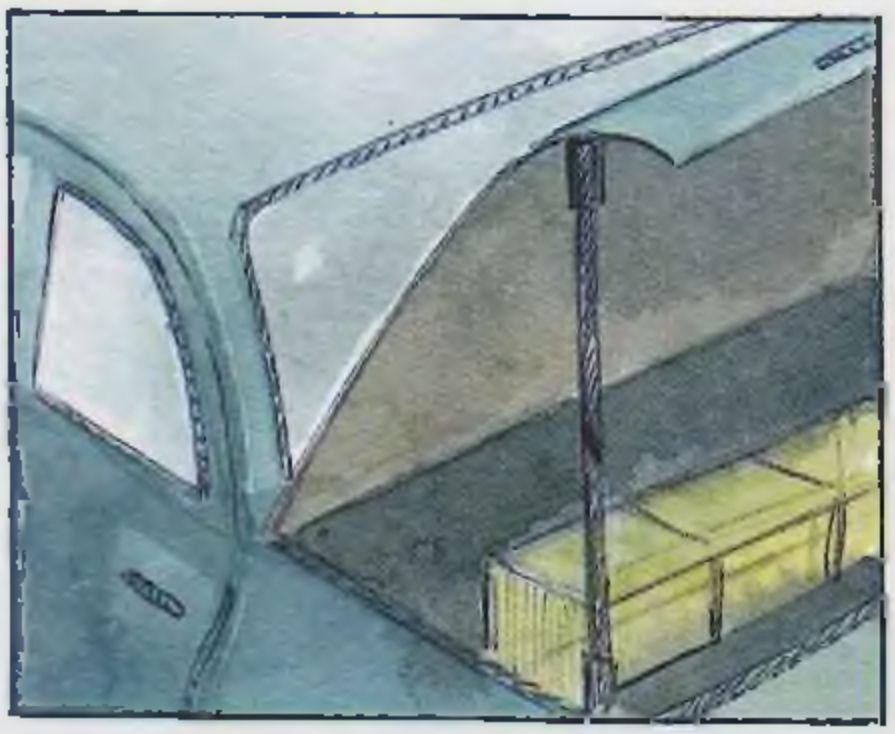
Precauciones esenciales que debe tener el aplicador de productos fitosanitarios. Tomado de GIFA (Grupo Internacional de Fabricantes de productos Fitosanitarios)

Reproducimos bajo estas líneas un cartel editado por la **GIFA** (Grupo internacional de Fabricantes de Fitosanitarios) en el cual, y de forma muy gráfica, se esquematizan las precauciones esenciales que debe tener el aplicador de productos fitosanitarios. Por lo general, estas precauciones son normas de sentido común, pero no deben subestimarse los efectos tóxicos de los productos fitosanitarios, en especial antes de su disolución definitiva. Es importante tener en cuenta que, por ejemplo, un litro de producto comercial está destinado a ser disuelto en, pongamos por caso, 250 litros de agua, lo que representa que antes de ser disuelto es 250 veces más tóxico que el caldo de tratamiento ya disuelto. En otros casos, el producto concentrado es mil veces más tóxico que el caldo preparado, por lo que debe tenerse especial cuidado en el manejo del producto concentrado que se vende comercialmente.

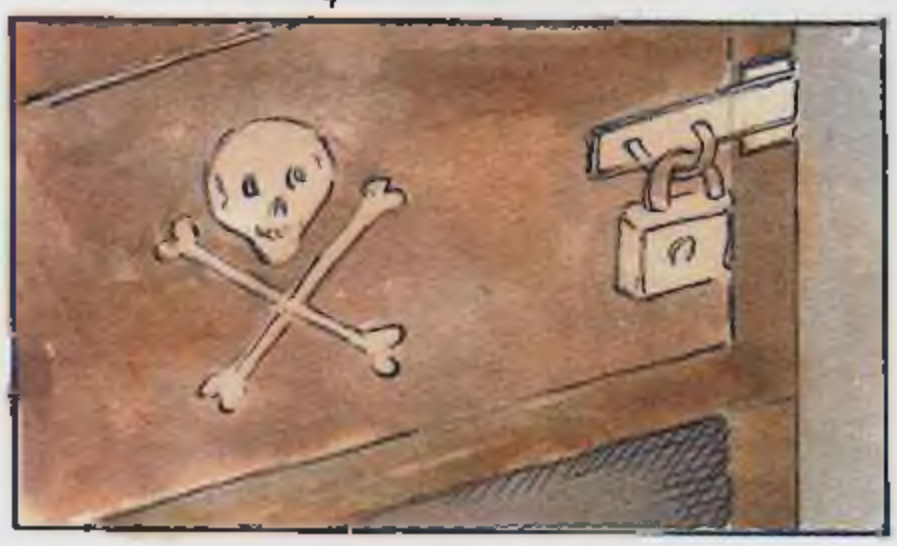
Las medidas de seguridad son evidentes: uso de guantes, ropa de trabajo apropiada, equipo de protección ocular en caso de tratar con productos irritantes, utilización de caretas antigás en el caso de productos muy volatiles y tóxicos, ducharse después de los tratamientos, no comer ni fumar durante los mismos, evitar todo contacto de la sustancia tóxica con la piel (en especial antes de su disolución), etc.



Déjese aconsejar por un técnico sobre los problemas de plagas y el uso de los fitosanitarios.



Durante el transporte, mantenga los fitosanitarios alejados del pasaje y de los alimentos.
Los fitosanitarios almacenados deben estar aislados de cualquier otra mercancía.





Mantenga los fitosanitarios en lugar seguro y lejos del alcance de los niños.

Lea atentamente las instrucciones de los envases y déjese aconsejar antes de utilizar un fitosanitario.





Al manejarlos, siga las recomendaciones sobre dosificación y utilice ropa adecuada.



No permita que los niños y los animales se acerquen.

Queme o entierre los envases vacíos.



6.4.3. Almacenamiento de productos

El almacenamiento de fitosanitarios debe regirse por unas normas básicas de fácil aplicación. Debe reservarse un lugar fresco y seco exclusivo para ellos. Este pequeño cuarto o almacén debe estar fuera del alcance de otras personas, en especial de los niños y, a poder ser, debe cerrarse con llave. Los productos deben conservarse dentro de los envases originales. En ningún caso debe transvasarse un producto fitosanitario a otro tipo de envase, y menos si éste es alimentario, como botellas de vino, gaseosa o cerveza. La mayoría de productos llevan incorporado en el tapón un medidor para ayudar en la preparación de los caldos. Estos medidores suelen ir graduados y deben destinarse exclusivamente a este empleo.

Los productos fitosanitarios pueden guardarse un cierto tiempo, pero la mayoría conservan sus propiedades durante dos o tres años; pasado este tiempo, sus resultados pueden ser imprevisibles. Cuando un producto ha caducado (la etiqueta comercial debe especificarlo), o hemos decidido que su eficacia no es la esperada, no se debe verter su contenido en los desagües, ríos, arroyos, lagos, etc. A menudo, la Administración habilita, en las zonas agrícolas, unos contenedores especiales para depositar los envases y restos de productos que el agricultor ha decidido eliminar.



No utilice los envases vacíos para cualquier otro uso y mucho menos, para recoger agua o alimentos.



No utilice nunca equipos o materiales defectuosos.



No pulverice los fitosanitarios de cara al viento.



No contamine el medio ambiente por un uso inadecuado de los fitosanitarios.



Después de tratar, lávese las manos y la cara antes de beber, comer o fumar.

No permita que los niños apliquen fitosanitarios.



Si la ropa se impregna de producto, cámbiese y lávese o dúchese inmediatamente.

En caso de intoxicación, llame inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta del envase.





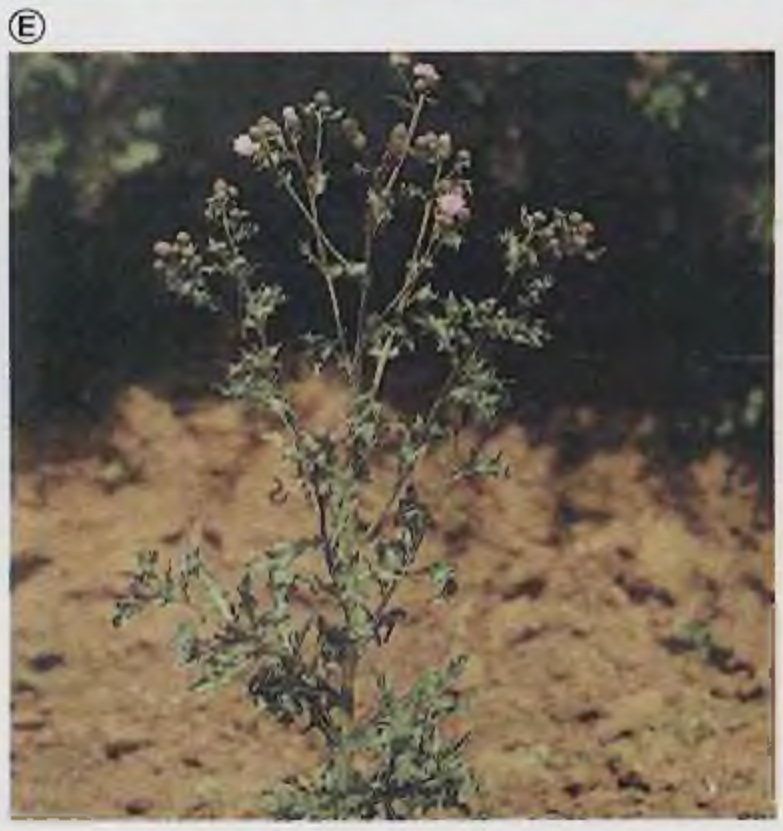














A/ Plantas adventicias: Papaver rhoeas *(Gentileza de SCHERING)*
B/ Plantas miesícolas: Cheropodium album *(Gentileza de SCHERING)*
C/ Malas hierbas: Sinapis arvensis L. *(Gentileza de SCHERING)*
D/ Ejemplo de mala hierba bienal: Daucus carota L. *(Gentileza de SCHFRING)*
E/ El Cirsium arvense Scop. *Es una planta adventicia vivaz. (Gentileza de SCHFRING)*
F/ Ejemplo de planta miesícola perenne estolonífera: Ranunculus repens L. *(Gentileza de SCHFRING)*

7. MALAS HIERBAS Y SU CONTROL

Cuando llamamos "mala hierba" a una especie vegetal, expresamos una opinión humana, ya que es mala según nuestro punto de vista, desde un punto de vista humano. Botánicamente, el término "mala hierba" no existe, puesto que la botánica, como ciencia, estudia las plantas basándose en sus particularidades fisiológicas y anatómicas, lo que origina su clasificación en especies, géneros y familias distintas. Así, botánicamente hablando, no existen buenas o malas especies vegetales, simplemente vegetales con tales o cuales características.

El agricultor o técnico clasifica subjetivamente las plantas como "buenas" o "malas", según éstas dificultan en mayor o menor medida el cultivo que pretendemos implantar. Parece evidente que las plantas nacidas y no deseadas en un cultivo dificultan el crecimiento de las plantas cultivadas, puesto que ejercen una acción competente con el cultivo por lo que se refiere al espacio, a la luz, a los nutrientes del suelo, al agua, etc.

Además, el término "mala hierba" es muy relativo, puesto que una misma planta puede, en determinados casos, considerarse como cultivo o como mala hierba si las condiciones de su estudio han cambiado. Conocido es el caso de la haba, planta cultivada, que se convierte al siguiente año en mala hierba si se cultiva en la misma parcela un cereal. Dentro de una misma familia, y a veces dentro de un mismo género, encontramos plantas consideradas malas hierbas y otras como cultivo. Éste es el caso, por ejemplo, de la avena cultivada (*Avena sativa*) y la avena loca (*Avena fatua*); también una misma planta, según el país o región, es considerada como mala hierba o como cultivo. Tal es el caso del trigo sarraceno, considerado mala hierba en las latitudes más templadas, pero cultivada en países más fríos como Polonia.

En España, las plantas no deseadas o malas hierbas reciben también el nombre de plantas adventicias, comensales o miesícolas. Pueden clasificarse en dos grandes grupos: las herbáceas y las leñosas. Las primeras pueden clasificarse entre anuales, bienales y vivaces o perennes.

Las malas hierbas anuales desarrollan todo su ciclo vital en el período de un año. Ejemplos comunes de ellas son la amapola (*Papaver rhoeas*), el cenizo (*Chenopodium album*), el jaramago (*Sinapis arvensis*), etc. Este tipo de plantas se encuentra en cultivos como los cereales, remolacha, lino, algodón, etc. Tienen un crecimiento rápido y son de corta vida; algunas de ellas crecen tan deprisa que, en los campos de cereales de invierno de las zonas templadas, florecen incluso en otoño o, muy pronto, en primavera. La mayoría germina y florece con la llegada del buen tiempo y, de todas formas, madura y disemina sus granos antes de que llegue la cosecha.

Las hierbas bienales alcanzan su desarrollo completo en dos años consecutivos, por lo que también son llamadas bianuales. Germinan en primavera u otoño, pero no florecen ni dan frutos hasta el año siguiente. Este grupo es poco numeroso; no obstante, podemos citar la zanahoria silvestre (*Daucus sp.*), ciertos cardos del género *Cirsium*, *Adonis*, etc. como representantes más significativos.

Las hierbas vivaces o perennes florecen y producen frutos durante varios años consecutivos. Además de las semillas, poseen, generalmente, otros medios de diseminación. Entre las vivaces más extendidas encontramos las rizomáticas como el cardo (*Cirsium arvense*), la grama (*Cynodon dactylon*), la cañota (*Sorghum halepense*), la juncia (*Cyperus rotundus*), etc. Las plantas estoloníferas forman, sobre el suelo o a ras de tierra, unos tallos largos o rastreros, los estolones, que tienen la propiedad de enraizar en los nudos y producir allí una nueva planta. Un ejemplo de planta estolonífera es el *Ranunculus repens*. Las plantas herbáceas vivaces bulbosas forman un tallo corto, a menudo hinchado o recubierto de escamas, llamado bulbo, que tiene la facultad, por reproducción vegetativa, de formar otros bulbos que dan origen a nuevas plantas. Ejemplos de adventicias bulbosas como el ajo silvestre (*Allium vineale*) o el trébol de huerta (*Oxalis sp.*) son sus representantes más extendidos en las zonas templadas.

Por lo general, las malas hierbas perennes rizomáticas y estoloníferas son las más difíciles de erradicar, puesto que pueden reproducirse vegetativamente -es decir sin semillas- siendo, por consiguiente, su propagación mucho más rápida. El mayor número de perennes se encuentra en praderas y pastos, aunque existen especies muy ubicuas que invaden cualquier cultivo.

7.1. DAÑOS CAUSADOS POR MALAS HIERBAS

Las malas hierbas pueden causar a la agricultura pérdidas considerables. Ciertas plantas cultivadas son muy sensibles a su competencia. Podemos dividir en cuatro grandes grupos los daños causados por plantas adventicias. Veamos seguidamente todos ellos.

• **Las malas hierbas perjudican la vegetación de las plantas cultivadas.** La acción deprimente puede producirse de dos maneras: por fenómenos de simple competencia de los factores de producción o por fenómenos de antagonismo. Existe una competencia activa entre la planta cultivada y las malas hierbas; en efecto, éstas le roban el alimento, el agua, la luz y el aire.

a) **El alimento**: las malas hierbas tienen, en general, un crecimiento rápido y vigoroso, absorben una gran parte de abonos aportados al suelo y, en particular, los nitratos.

b) **El agua**: las malas hierbas absorben, asimismo, una cantidad importante de agua del suelo, siendo éste un factor importante de la producción. Es el agua, en efecto, la que transporta en el interior del vegetal todos los nutrientes minerales absorbidos por las raíces. Circula sin cesar por la planta una gran cantidad de agua, la mayor parte de la cual se pierde por transpiración. Una reducción de esta circulación se traduce en un retraso del transporte de nutrientes, lo que origina una reducción de la función fotosintética, con lo que se obtienen plantas menos desarrolladas.

A/ Colchicum autumnale es una planta de la familia de las liliáceas tóxica para la ganadería (Gentileza de SCHERING)
B/ El clavel de asno o Agrostema ghitago L. puede ser perjudicial para la salud humana si se encuentra mezclado con las harinas de distintos cereales (Gentileza de SCHERING)

Ⓐ



Ⓑ





Un adecuado control de las malas hierbas en los cultivos hortícolas evita la grave competencia que ejercen las plantas adventicias (Gentileza de PROBELTE)

c) **La luz**: juega un papel indispensable en la vida de las plantas. Bajo su influencia, la planta absorbe el dióxido de carbono del aire y, mediante la fotosíntesis, la planta sintetiza materia orgánica que servirá posteriormente como estructura propia de la planta y como medio de obtención de energía. Así, como en el caso del agua, una reducción de la intensidad luminosa se traduce en un menor rendimiento vegetal. A menudo, en casos extremos de gran presencia de malas hierbas en los cultivos, la competencia por la luminosidad se traduce en un alargamiento de los tallos, que se vuelven frágiles, delgados y cloróticos.

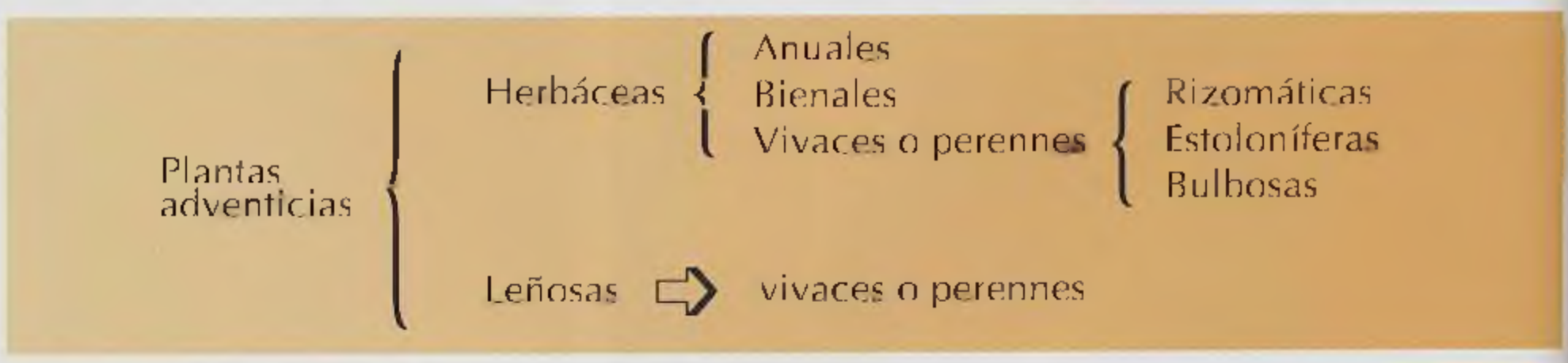
d) **El aire:** el aire es también indispensable para la planta y su estudio a nivel competencial tiene dos vertientes: la competencia por el oxígeno y la del dióxido de carbono. En cualquiera de los dos casos, la falta de oxígeno o de dióxido de carbono se traduce en un menor crecimiento vegetal.

e) **Alelopatía**: los fenómenos de antagonismo, también llamados alelopatía, son los que se refieren al antagonismo existente entre distintas especies de plantas. Las semillas en germinación y los restos de ciertas plantas (raíces o partes aéreas enterradas), pueden ejercer un antagonismo respecto a otras especies (plantas cultivadas o malas hierbas). Estos fenómenos de antagonismo tienen su explicación en el hecho de que ciertos vegetales contienen en sus tejidos sustancias fitotóxicas que liberan por descomposición en el suelo o en su superficie, o segregar a través de sus raicillas, produciendo una mayor o menor molestia a las plantas situadas en las inmediaciones. Las especies que sufren especialmente los fenómenos de alelopatía son el lino y el rábano. Entre los menos sensibles están los cereales.

• **Las malas hierbas o sus semillas disminuyen el valor de las cosechas.** Determinadas malas hierbas son tóxicas y pueden producir intoxicaciones, a veces mortales, cuando son consumidas en cantidad suficiente por la ganadería. Plantas especialmente nocivas para los animales como el *Colchicum autumnale*, el *Ranunculus acris* y el *Senecio jacobea* son ejemplos de lo dicho. Si hablamos de producto elaborado, como es el caso de las harinas, ciertas malas hierbas pueden ser tóxicas para los animales y para el hombre. Éste es el conocido caso del *Agrostema ghitago*.

• **Las malas hierbas dificultan las labores y la recogida.** Si no se efectúa el desherbaje periódico del cultivo y de sus proximidades, surgen a menudo multitud de problemas secundarios, como la dificultad de realizar las labores de cultivo necesarias, las dificultades que se presentan en el momento de la recolección, etc. Además, las malas hierbas suelen invadir acequias y desagües, lo que dificulta el paso del agua. Cuando se abandonan las instalaciones durante mucho tiempo, el saneamiento y limpieza de los canales suele representar entonces una operación muy costosa.

• **Las malas hierbas pueden servir de hospedaje o refugio para los insectos y enfermedades.** A menudo, el agricultor cumple con todos y cada uno de los planes de tratamientos fitosanitarios prescritos por el técnico pero, a veces, estos tratamientos resultan ineficaces, puesto que los insectos y plagas que viven sobre las malas hierbas de márgenes, ca-



Clave para la clasificación de las malas hierbas (Los herbicidas y su empleo según I.D. & J.G.)

minos y campos colindantes infectan rápidamente el cultivo al que hemos sometido a tratamiento. Un caso frecuente, que a menudo reviste tintes casi dramáticos, es el del agricultor cuya finca colinda con un campo abandonado habitado por restos de cultivos anteriores y, principalmente, por malas hierbas. La lucha fitosanitaria que debe acometer este agricultor está casi destinada al fracaso. A menudo vemos a agricultores que eliminan las malas hierbas de los campos abandonados colindantes, con el simple objetivo de proteger los propios.

Especie	Semillas / planta
Amapola	50.000-60.000
Matricaria	45.000
Cirsium arvense	20.000
Plantago lanceolata	2.500-13.000
Zanahoria silvestre	3.200-11.000
Chrysanthemum	1.500–25.000
Senecio vulgaris	3.000-20.000
Tussilago	5.500
Raphanus	4.500
Capsella bursa-pastoris	4.500
Sinapis	1.200-4.000
Galium	1.100
Stellaria media	500

Cantidad media de semillas por planta durante todo su proceso (anuales o bienales) vegetativo. (Según Berhault & Tong)

7.2. DIFUSIÓN

La difusión de las malas hierbas en los campos cultivados es extraordinaria. En efecto, la multiplicación y posterior propagación de las malas hierbas en los cultivos arroja unas cifras tremendamente grandes que hacen difícil su control. Las causas de esta gran difusión deben ser atribuidas a dos factores principales. Las malas hierbas pueden considerarse grandes productoras de semillas. Basta con observar las cifras de la tabla sobre estas líneas para comprobar que las cantidades de semillas que una planta produce anualmerte son desmesuradas: una planta como la amapola logra producir de 50.000 a 60.000 semillas cada año. En condiciones de multiplicación en estado natural, la mayor parte de estas semillas resultaría inviable, pero debido a los cuidados que el agricultor dispensa al suelo cultivable, la mayor parte de estas semillas germina y origina nuevas plantas.
Además de la gran producción de semillas, la extraordinaria difusión de las malas hierbas obedece también a que su germinación se produce de forma escalonada y que, además, las plantas poseen una gran resistencia a los medios de los que se dispone para su destrucción. La impermeabilidad, más o menos acusada, de los tegumentos de las semillas les permite resistir la desecación prolongada, así como quedar enterradas a grandes profundidades poco aireadas. Esta impermeabilidad endurece los granos de tal manera que no germinan, ni cuando se encuentran en condiciones óptimas de humedad y calor. Algunas semillas pueden conservar su poder germinativo durante períodos muy largos, pudiendo alcanzar ciertas especies hasta una docena de años. Además, algunas especies germinan muy mal en el mismo año de su maduración y adquieren su máximo poder germinativo una vez transcurridos entre 3 y 5 años.
Se considera, por esta razón, que cada tierra contiene un gran número de semillas de todas clases. Kosmo, considerando 25 cm de profundidad de suelo, obtuvo cifras que variaban entre 1.700 y 34.000 granos por metro cuadrado.

7.3. MÉTODOS DE LUCHA

Ya en la antigüedad se desarrollaron métodos -eminentemente mecáricos- para combatir la aparición de las malas hierbas en los cultivos. Conocida es la ardua tarea del desherbaje mediante una gran variedad de aperos agrícolas como la azada, el azadón, el escardillo, etc. Si bien el desherbaje mecánico manual puede ser apropiado para superficies muy pequeñas, resulta totalmente inoperante al hablar de tierras de cultivo de cierta envergadura.
Es a principios de siglo, con la revolución industrial del siglo XIX, cuando se desarrollan los primeros productos químicos adecuados para combatir las plantas miesícolas. Estos productos reciben el nombre genérico de herbicidas, definiéndose herbicida como cualquier producto que mata a las plantas. La importancia actual de los herbicidas químicos es tal, que la producción de la agricultura en nuestros días quedaría seriamente diezmada si estos productos no existieran. Por su importancia, dedicaremos todo el capítulo siguiente al tema de los herbicidas.

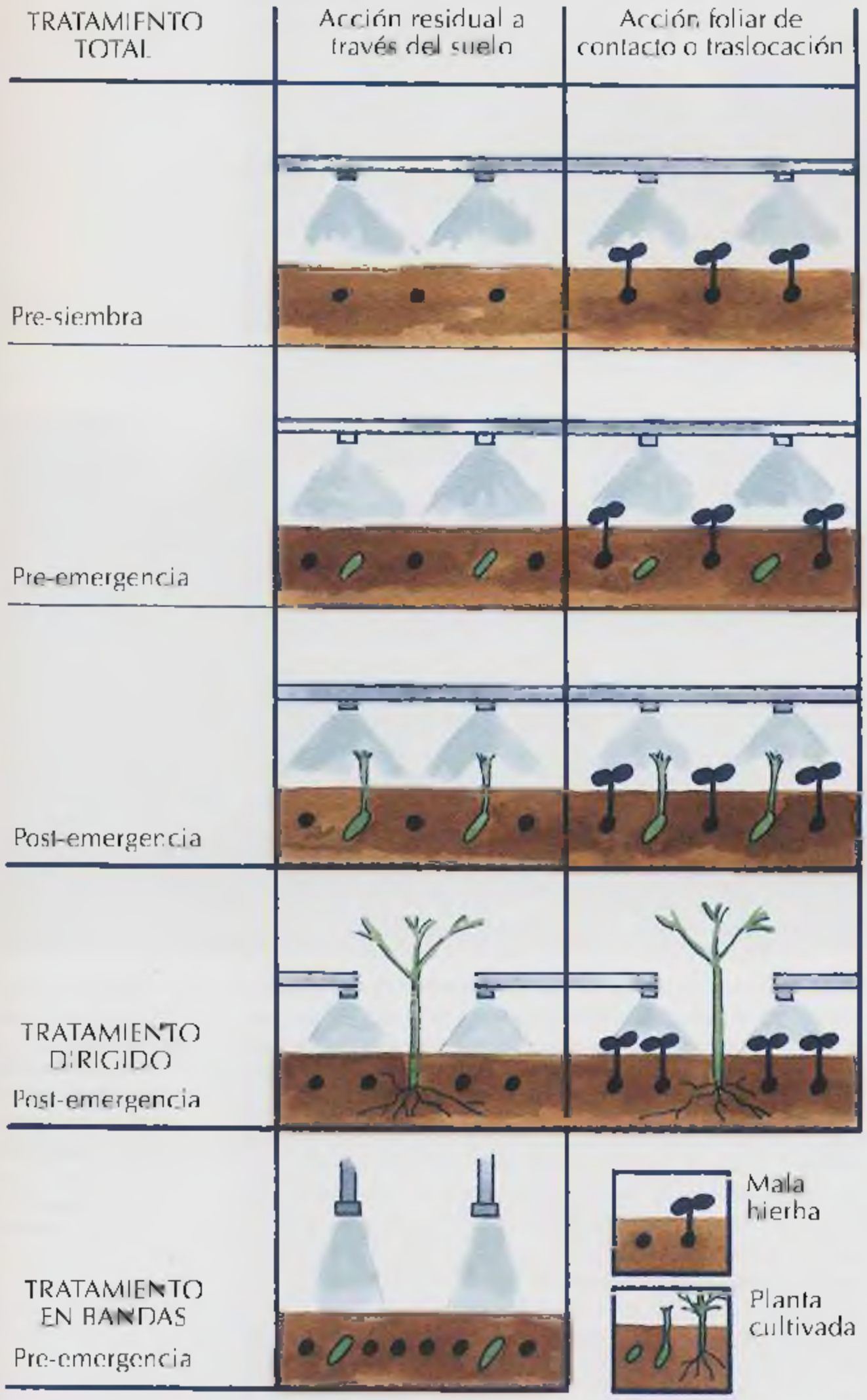


La firma GARD, constructora de maquinaria agrícola, posee una gran variedad de máquinas para el desherbaje mecánico.

Actualmente, se utilizan otros métodos de desherbaje entre los que cabe destacar los de acción mecánica con tracción motora, que permiten el desherbaje de grandes superficies con un mínimo de tiempo y costo. Los aperos hidráulicos accionados por tractor como la fresa, el disco de gradas, etc. son ejemplos claros de este tipo de máquinas. La maquinaria actúa removiendo la capa arable, con lo que se consigue enterrar las malas hierbas, aunque sólo puede aplicarse cuando el cultivo lo permite, como es el caso de los frutales (entre hileras), no siendo su uso apropiado para los campos de cereales.
Muchos técnicos los prefieren, cuando es posible aplicarlos, a los herbicidas químicos, puesto que presentan la ventaja de incorporar materia orgánica

al suelo y obvian la desventaja de aplicar productos químicos al suelo con el consiguiente problema de la contaminación del medio ambiente, en especial por lo que se refiere a los herbicidas residuales de gran persistencia en el suelo.
Son también de suma importancia otros métodos para eliminar las malas hierbas, como la colocación de un plástico -a menudo negro- sobre el cultivo, con los agujeros pertinentes para que la planta cultivada pueda crecer. El plástico impide la nacencia de plantas adventicias, puesto que impide el paso de la luz y éstas no pueden realizar la función fotosintética. Este tipo de práctica suele utilizarse para superficies relativamente pequeñas, como los invernaderos. Es un método caro, pero ahorra muchos costos de desherbaje a lo largo del cultivo. En España, es una práctica habitual en el cultivo de fresones.
En el próximo apartado se tratarán en profundidad los diversos tipos de productos herbicidas. Es el agricultor quién debe decidir el método de desherbaje más apropiado y su elección debe hacerse en función del tipo de cultivo, la estación del año, el tipo de malas hierbas que se quiere eliminar y la cantidad de cada una de ellas, el tipo de herbicida del que se dispone, la superficie total a desherbar, etc. Nosotros aconsejamos utilizar, siempre que sea posible, prácticas culturales de desherbaje de tipo mecánico y reservar para casos realmente necesarios la utilización de los herbicidas químicos.

Esquema de los diversos modos de aplicación y acción de los herbicidas



7.4. UTILIZACIÓN DE HERBICIDAS

El empleo de preparados químicos para la destrucción de malas hierbas aumenta cada vez más. Esto es debido en parte, a la falta y carestía de la mano de obra y, en parte, al constante progreso de la química orgánica y a los descubrimientos de nuevos productos para estos fines.

7.4.1. Clasificación

Podemos clasificar los herbicidas de tres maneras distintas: en función del fin perseguido, por el modo en que el producto actúa y por el momento de su aplicación.

- **Clasificación en función del fin perseguido**

Herbicida **total**, **absoluto** o **radical**: producto que mata todas las plantas que alcanza, sin distinción. Herbicida **selectivo**: producto que destruye las malas hierbas, causando poco o ningún daño a la planta cultivada.
Cuando se trata de productos selectivos, la selectividad puede ser **física** o **fisiológica**. Es física si la penetración del producto en la planta depende de los factores anatómicos de la misma (por ejemplo: hojas recubiertas de una cutícula impermeable al producto). La selectividad fisiológica estriba en que el producto absorbido no es soportado de la misma manera por distintas especies de plantas: algunas reaccionan fuertemente, mientras que otras se quedan indiferentes en presencia del producto. Estos herbicidas se dividen también, según el órgano de la planta que los absorbe, en herbicidas **radiculares** y **foliares.**
Comercialmente existen en el mercado diversos herbicidas selectivos. Usando una terminología común y coloquial, se habla de los herbicidas selectivos contra plantas de hoja ancha o **selectivos de hoja estrecha**, los cuales eliminan las plantas de hojas ancha y respetan (a las dosis prescritas) las de hoja estrecha. Tal es el conocido caso del herbicida 2,4-D, muy utilizado en cereales, puesto que respeta a las plantas de hoja estrecha (trigo, avena, cebada, etc). El caso contrario sería un herbicida selectivo contra plantas de hoja estrecha o **selectivos de hoja ancha**, herbicidas de traslocación o fitohormonales muy utilizados en cultivos hortícolas.
Es preciso hacer constar que estas definiciones necesitan matizarse y no pueden tomarse en el sentido estricto de la palabra. Un herbicida total puede convertirse en selectivo si bajamos la dosis de aplicación (Vr. gr. *monurón*); a la inversa, un herbicida selectivo puede convertirse en total si se sobrepasa la

dosis normal de empleo. La resistencia de una planta a la acción de un producto dado no es nunca total y absoluta si se sobrepasan los límites que marcan las normas de empleo. Esa cuestión nos lleva, una vez más, a insistir sobre la necesidad de respetar escrupulosamente las dosis prescritas por el fabricante en la etiqueta del producto. Esa cuestión es más importante cuando manipulamos un herbicida selectivo, puesto que con una dosis superior a la prescrita, podemos causar un daño irreparable al cultivo.

• Clasificación en función del modo de acción

a) **Herbicida de contacto** o que actúa por contacto: el producto que destruye las plantas, o parte de ellas, sobre las que se aplica.
b) **Herbicida de traslocación** o de acción interna: producto que se absorbe en la porción de la planta que queda tratada y luego va a ejercer su acción tóxica a otra parte de la planta. Reciben también el nombre de hormonales o fitohormonales. Son sustancias directamente relacionadas con el crecimiento vegetal, aunque a dosis mayores actúan como herbicidas.

• Clasificación en función del momento de aplicación

a) Herbicida o tratamiento de **pre-siembra** (presowing) o de **pre-plantación** (preplanting): producto que se emplea después de la preparación del suelo pero antes de la siembra o plantación.
b) Herbicida o tratamiento de **pre-emergencia**: producto que se aplica después de la siembra pero antes de la nacencia del cultivo.
Estas dos clases se subdividen en productos herbicidas de pre-siembra o pre-emergencia de **contacto** y herbicidas de pre-siembra o pre-emergencia **residuales**.
Se llaman de contacto los productos que matan las malas hierbas sobre las que caen, pero su acción tóxica es de muy poca duración y se descomponen rápidamente en sustancias no fitotóxicas o se evaporan. Se llaman residuales cuando los productos permanecen en la tierra el tiempo suficiente como para ir matando las malas hierbas en el momento de su germinación o nacencia; estos productos no son tóxicos para la planta cultivada o se descomponen en productos no tóxicos antes de que nazca ésta.
En el dibujo adjunto se detalla el momento de aplicación y la forma de operar de cada uno de ellos. Antes de la siembra del cultivo, puede escogerse un herbicida de pre-plantación residual que eliminará las malas hierbas a medida que nazcan, o también un herbicida de pre-plantación de contacto que las eliminará cuando las malas hierbas hayan nacido. Durante la pre-emergencia, pueden también escogerse herbicidas residuales o de contacto o incluso una mezcla de ellos, puesto que el cultivo todavía está por nacer y no quedará afectado.
Los productos de pre-emergencia y de acción por contacto se aplican muy poco antes de la nacencia de la planta cultivada, con objeto de encontrar el mayor número posible de malas hierbas ya germinadas, mientras que los productos de pre-emergencia que poseen una acción residual se aplican más distanciados. Los plazos, dosis y formas de aplicación de todos ellos deben venir correctamente descritos en las etiquetas del producto.
c) Herbicidas o tratamientos de **post-emergencia**: productos que se aplican después del nacimiento de las malas hierbas y de las plantas cultivadas.
Conviene conocer a qué categoría pertenece el producto que se quiere emplear, ya que este solo detalle proporciona una indicación sobre las condiciones y la modalidad de empleo. Así, tenemos que un herbicida selectivo de contacto para tratamientos de post-emergencia tendrá que aplicarse sobre las malas hierbas muy jóvenes; un herbicida de absorción radicular tendrá que distribuirse en una cantidad de agua considerable para ponerlo rápidamente al alcance de las raíces y, además, tendrá que aplicarse en un momento de vegetación muy activa, es decir cuando la absorción radicular y el movimiento de la savia bruta son muy activos.



Adventicia: **Capsella bursa-pastoris** ***(Gentileza de SCHERING)***

7.4.2. Principales herbicidas

Como ya hemos comentado, los herbicidas químicos existentes en el mercado actual superan en número las pretensiones de este capítulo. Cada año aparecen nuevas fórmulas de síntesis química que pretenden sustituir a las pretéritas. En algunos casos, las casas comerciales lo consiguen, pero en muchos otros, se trata solamente de herbicidas de factura parecida a la de los anteriores. Ofreceremos a continuación una lista de los llamados herbicidas clásicos, sus características, formas de actuar, su persistencia en el suelo, etc.

Debe ser el agricultor o técnico quién se adapte a los nuevos productos comerciales que vayan apareciendo en el mercado. Nuestras recomendaciones generales son, efectivamente, muy simples: deben escogerse siempre productos convenientemente etiquetados, con el nombre del fabricante, modos, dosis y época de aplicación y, sobre todo, deberá comprobarse que en la etiqueta del producto vengan reseñados inequívocamente el cultivo recomendado y el tipo de malas hierbas que se quiere eliminar. Asímismo, recomendamos, sobre todo para los herbicidas selectivos o fitohormonales, realizar pequeñas pruebas previas a la aplicación generalizada del cultivo, para comprobar que su efectividad es la requerida. Este tipo de pruebas, que deben realizarse en pequeños trozos de cultivo, son muy recomendables puesto que, a menudo, existen factores imponderables como la temperatura, el viento, etc., que pueden alterar la eficacia del producto.

En las sistemáticas de herbicidas, éstos suelen venir clasificados en función a la familia química a la que pertenecen. Así, para consultar las propiedades de una determinada materia activa, basta con acudir al apartado de las de su misma familia para consultar la descripción del producto, su forma de actuación, y selectividad más acusada. Es conveniente recordar que no todos los productos químicos de una misma familia tienen iguales características. Así, si al consultar una materia activa determinada no la encontráramos en la sistemalología, deberemos consultar las bibliografías más especializadas o, en su defecto, la etiqueta técnica del fabricante. La sistematología siguiente eslá ordenada como sigue: en primer lugar se relaciona el espécimen químico, y en segundo lugar la/s materia/s activa/s que éste origina.

Miesícola: **Fumaria officinalis L.** *(Gentileza de SCHERING)*



7.4.2.1. Herbicidas hormonales

• Denominación química: 2,4-D. Ácido 2,4 diclorofenoxi-acético

Materia activa: **2,4-D Sales**

Herbicida hormonal de absorción foliar. De ahí su acción fuertemente activa contra malas hierbas de hoja ancha y su selectividad frente a las de hoja estrecha. También puede actuar por absorción radicular, pero se aplica en post-emergencia y, por tanto, sobre las hojas. Este herbicida se trasloca, originando desórdenes de crecimiento y un aumento de la respiración que agota las reservas de la planta. También actúa secundariamente en la absorción y metabolismo de los nutrientes N-P-K, inhibiendo el crecimiento de los brotes y favoreciendo la aparición de tumores. Frente a las gramíneas, tiene una selectividad fisiológica; las dosis menores se emplean en cereales y las mayores en praderas (incluso céspedes) o aplicaciones especiales. La temperatura debe ser superior a 12°C y no es conveniente tratar en días ventosos, cubiertos o cuando amenace lluvia. No debe emplearse cerca de cultivos de hoja ancha, pues éstos son muy sensibles.

Materia activa: **2,4-D Ésteres**

Descripción del producto, forma de actuación y selectividad similares al 2,4-D sales, con la salvedad siguiente: las precauciones serán las mismas que las de las sales, pero acentuadas, por la elevada volatilidad de los ésteres más ligeros (etílico, propílico, etc.).

• Denominación química: Ácido 2-metil-4-cloro-fenoxiacético

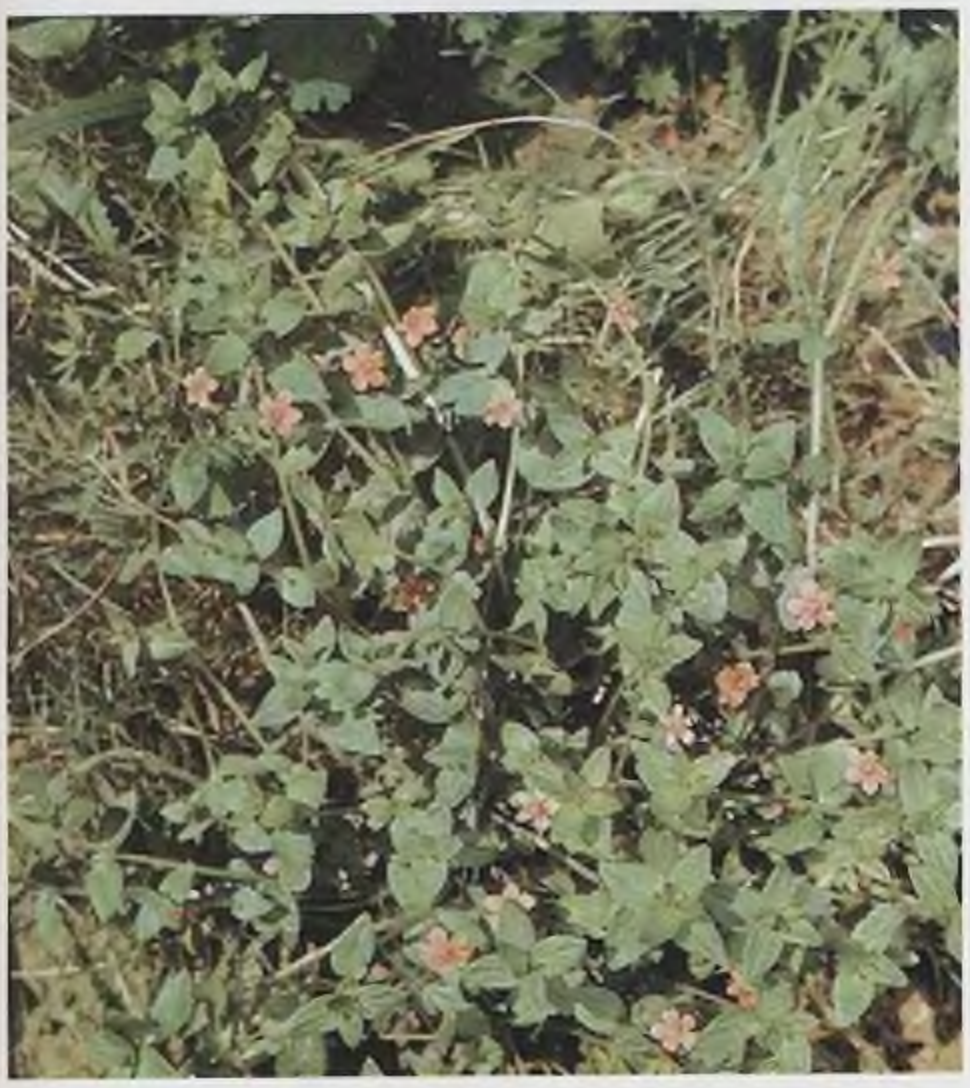
Materia activa: **MCPA**

Descripción del producto, forma de actuación y selectividad similares al 2,4-D. Al igual que éste, se absorbe por las vías foliar y radicular, aunque hay especies que controla mejor que aquél y otras peor. El producto se lava menos por la lluvia que el 2,4-D y, además, su acción es más lenta y duradera.

• Denominación química: Ácido 2-4-5-triclorofenoxiacético

Materia activa: **2,4,5=T**

Su acción fitotóxica es menos acusada que la del 2,4-D, pero tiene una mayor acción sobre plantas leñosas. Resulta un producto menos volátil que el 2,4-D y, como todos los herbicidas fitohormonales, se extiende por traslocación dentro de la planta. De absorción preferentemente por vía foliar, puede usarse en pulverización total o en mezcla con agua o gasoil, para tratamientos localizados en terrenos sin cultivo contra malezas leñosas. A menudo se utiliza mezclado con el 2,4-D como selectivo contra especies de hoja ancha, siendo muy recomendable efectuar pruebas previas para evaluar la sensibilidad de las plantas de hoja estrecha.



Adventicia: **Anagallis arvensis** ***(Gentileza de SCHERING)***

• **Denominación química: Ácido 2-(2 metil-4-clorofenoxi)**

Materia activa: **MECOPROP**

Actúa como los anteriores, provocando una aceleración y desorganización en el crecimiento. Posee una buena selectividad para cereales, incluso en primavera. De absorción foliar, actúa por traslocación dentro de la planta hacia los meristemos apicales. Esta materia activa parece especialmente indicada para combatir la *Stellaria, Convulvus, Galium* y *Polygonum*. La época más adecuada para su aplicación es la de máximo crecimiento vegetativo de las malas hierbas.

• **Denominación química: Ácido 2,4-diclorofenoxipropiónico**

Materia activa: **DICLORPROP**

Como en los casos anteriores, se trata de un herbicida de traslocación o de acción interna. Su absorción es preferentemente por vía foliar y actúa por traslocación hacia los meristemos apicales. De propiedades muy parecidas al MECOPROP, es aún más activo contra *Polygonum* y otras malas hierbas difíciles de erradicar con herbicidas más convencionales. Como los anteriores, da mejores resultados su aplicación cuando las malas hierbas están en pleno crecimiento vegetativo. Deben evitarse las aplicaciones en días de mucho viento, puesto que son especialmente sensibles las plantas de los cultivos siguientes: hortalizas, patata, algodón, habas, frutales y tabaco.
Existen en el mercado otros herbicidas de traslocación que son mezcla de los citados, y otras formulaciones químicas de última generación que no se relacionan en este libro. Para su uso, empleo, dosis, formas de aplicación, etc. deben consultarse las etiquetas de los productos especificadas por el fabricante o bibliografías más especializadas.

7.4.2.2. Carbamatos

• **Denominación química: Isopropil-N-fenil-carbamato**

Materia activa: **PROFAM**

Se trata de un polvo blanco-grisáceo, muy poco soluble en agua, que la planta absorbe por vía foliar y/o radicular. Su acción es mayor contra gramíneas que contra dicotiledóneas o, lo que es lo mismo, respeta más las plantas de hoja ancha que estrecha. Su forma de actuar es bloqueando la división celular en las gramíneas en su estado fenológico de plántulas, no actuando contra malas hierbas desarrolladas. Es un buen producto contra *Stellaria* y *Portulaca*.

• **Denominación química: N(cloro-3-fenil) carbamato de isopropilo**

Materia activa: **CLOROPROFAM**

Producto insoluble en agua, pero soluble en disolventes orgánicos. De absorción radicular, actúa principalmente sobre plántulas jóvenes. Su acción provoca un bloqueo de la división celular, formándose células polinucleadas. Con la temperatura disminuye su persistencia que, por término medio, es de ocho semanas. Como todos los herbicidas de acción radicular, funciona mejor con algo de humedad en el suelo y es preferible efectuar un riego después de su aplicación para fijarlo en el terreno.

7.4.2.3. Derivados de la urea

• **Denominación química: 3(4 clorofenil) 1,1 dimetilurea**

Materia activa: **MONURÓN**

Se presenta comercialmente como un polvo mojable de color blanco, con una reducida solubilidad al agua y una larga persistencia en el suelo. Nos encontramos ante un herbicida total de acción muy amplia. Técnicamente, se recomienda su utilización en terrenos sin cultivo, como herbicida de pre-emergencia de las malas hierbas. Actúa mejor en terreno húmedo. En terrenos muy ligeros o con elevada concentración de materia orgánica, deben disminuirse o aumentarse, respectivamente, las dosis. Después de su aplicación, no es conveniente realizar labores.

• **Denominación química: 3(3,4-diclorofenil) 1,1 dimetilurea**

Materia activa: **DIURÓN**

Se utiliza principalmente como herbicida de preemergencia de las malas hierbas en cultivos como el algodón, el olivo, agrios, vid, frutales de pepita, etc. Forma en el suelo una película de producto que elimina las plántulas a medida que éstas germinan. Sus épocas de utilización preferente son en primavera y en otoño. Su acción se centra en hierbas anuales, teniendo poca o nula efectividad con las perennes. No obstante, es recomendable su utilización cuando

la viña, los frutales, el olivo, etc. tengan tres o cuatro años.

• Denominación química: 3(3,4 diclorofenil) 1 metoxi 1 metil urea

Materia activa: **LINURÓN**

Producto poco soluble en agua, es esencialmente un herbicida de pre-emergencia por su corta absorción foliar y su acción preferentemente radicular. Actúa principalmente sobre hierbas anuales, siendo indicado para el desherbaje de cultivos como la patata, la cebolla y la vid. Como todos los de su grupo, no debe usarse en terrenos muy arenosos o con un alto porcentaje de materia orgánica, siendo su persistencia en el suelo de uno a tres meses.

7.4.2.4. Triazinas

• Denominación química: 2 cloro, 4,6, bisetilamino-s-triazina

Materia activa: **SIMAZINA**

Se trata de un herbicida de molécula muy estable, casi insoluble en agua, incluso poco soluble en disolventes orgánicos. De absorción casi exclusivamente radicular, actúa bloqueando la función clorofílica y la formación de azúcares. Su acción se desarrolla mejor en suelos húmedos previamente regados. Actúa sobre hierbas recién emergidas, en el momento en que las raíces comienzan a absorber el agua y los nutrientes del suelo, provocando una desecación que comienza por los tejidos jóvenes y bordes foliares. Como es un herbicida de pre-emergencia, debe utilizarse sobre terreno limpio. El suelo debe estar completamente desterronado, pudiendo utilizarse en tratamiento total o en bandas. Las dosis menores son para terrenos arenosos, y las altas para los arcillosos y orgánicos. Conviene una lluvia o riego después de la aplicación.



Polygonum convolvulus *(Gentileza de SCHERING)*

• Denominación química: 2 cloro, 4 etilelamino, 6 isopropilano-s- triazina

Materia activa: **ATRAZINA**

Herbicida muy estable, algo más soluble en agua y en disolventes orgánicos que el anterior. Su absorción, preferentemente radicular, es posible también vía foliar. Su acción no necesita tanta humedad como la simazina y puede utilizarse en pre o post-emergencia siempre que las hierbas adventicias no estén muy desarrolladas.

7.4.2.5. Amidas

• Denominación química: 2 cloro, 2'-6'dietil-N(metoximetil) acetanilida

Materia activa: **ALACLORO**

Herbicida de pre-emergencia que actúa entre la germinación y el primer entrenudo. Es selectivo frente a maíz, judía, guisante, colza, crucíferas, etc. Actúa débilmente sobre malas hierbas crucíferas o poligonáceas. Su época de aplicación más indicada es en pre-emergencia del cultivo y malas hierbas. Importante es remarcar que su aplicación debe realizarse con el terreno bien mullido y con una cierta temperatura; una lluvia o riego posterior favorecen la absorción del producto.

• Denominación química: N isopropil - 2 - cloroacetanilida

Materia activa: **PROPACLORO**

Herbicida cuya acción se centra en las malas hierbas anuales. Su persistencia en el suelo es de seis a ocho semanas. Actúa en la emergencia del cultivo y malas hierbas, considerándose un herbicida selectivo frente a crucíferas vivaces, liliáceas, maíz y leguminosas. Se recomienda su utilización como herbicida de pre-emergencia del cultivo y malas hierbas. Herbicida apto para su aplicación en terrenos mullidos y desterronados. Una lluvia o riego después de la aplicación favorecen la acción del producto.

7.4.2.6. Amonios cuaternarios

• Denominación química: Dicloruro de 1,1'dimetil-4,4'dipirilo

Materia activa: **PARAQUAT**

Se trata de un producto de apariencia cristalina, amarillo y soluble en agua. Se descompone en medio alcalino y es corrosivo, lo que lo hace muy interesante en terrenos básicos, puesto que se descompone al entrar en contacto con el suelo. Aunque actúa por traslocación, sus efectos externos son semejantes a los de los herbicidas de contacto. De absorción foliar, con una traslocación rápida a toda la planta, los compuestos se reoxidan, provocando la aparición de peróxidos que destruyen las células vegetales. Tiene muy buena acción contra todas las adventicias, incluidas las gramíneas. Puesto que se considera un

herbicida total de amplio espectro, debe cuidarse de no mojar las partes verdes del cultivo ni los cultivos colindantes y, evidentemente, siempre será de aplicación en post-emergencia de las malas hierbas.

• Denominación química: Dibromuro de 1'1 etileno-2,2-dipiridilo monohidratado

Materia activa: **DIQUAT**

La única diferencia con el anterior es su menor acción contra las gramíneas. Por lo que se refiere a la descripción del producto, forma de actuación y selectividad más acusada, es muy parecido al paraquat.

7.4.2.7. Derivados de las anilinas

• Denominación química: 4 trifluoro-2,6 dinitro N.N. dipropil metilanilina

Materia activa: **TRIFLURALINA**

Sólido cristalino, insoluble en agua, bastante volátil y sensible a la acción de la luz, por lo que es conveniente incorporarlo al suelo con una labor. Retenido en el suelo, actúa inmediatamente después de la germinación de las semillas. No actúa sobre hierbas desarrolladas, controlando en post-emergencia de las plantas adventicias a las de hoja ancha y a las de hoja estrecha. Es selectivo respecto a malváceas, crucíferas y compuestas. Al ser un producto de incorporación al suelo, las dosis de aplicación deben ser menores en terrenos de secano o con un alto contenido de materia orgánica. Puesto que se considera herbicida de pre-plantación, no se sembrará el cultivo antes de los 12 meses de la aplicación.

• Denominación química: N butil-N etil-2,6 dinitro-4 trifluoro- metilanilina

Materia activa: **BENFLURALIN**

Herbicida muy parecido al anterior, del que difiere en cuanto a su selectividad, que es más acusada frente a ciertos cultivos. Su acción y efectos también son muy parecidos a los del producto anterior. En terrenos regados de zonas secas, no se deben sembrar, hasta los diez meses del tratamiento, cereales o cebolla de semilla ni, antes de doce meses, sorgo, maíz, avena, remolacha y espinacas. Debe incorporarse el producto al suelo inmediatamente después de aplicado.

7.4.2.8. Halogenados de ácidos grasos

• Denominación química: Tricloro acetato sódico

Materia activa: **TCA**

Se trata de un polvo o granulado blanco muy soluble en agua. Actúa preferentemente por absorción radicular, y en menor grado, foliar. Aunque no se trata de un herbicida muy selectivo, su mayor eficacia sobre gramíneas anuales y vivaces y sobre algunas plantas acuáticas lo hacen especialmente indicado para los cultivos de alfalfa, caña de azúcar, remolacha, algodón y para terrenos sin cultivo. Produce en las hierbas atacadas un amarilleamiento apical, en las hojas jóvenes, que se va extendiendo a toda la planta. En terrenos arcillosos o con alto contenido de materia orgánica, aumenta su persistencia en el terreno. Debe prestarse especial atención si se aplica cerca de cultivos de coles, nabos, bróculi, etc., puesto que las crucíferas son muy sensibles al producto.



***Mala hierba*: Urtica urens** *(Gentileza de SCHERING)*

• Denominación química: 2,2 dicloropropionato sódico

Materia activa: **DALAPÓN**

Herbicida de absorción preferentemente radicular, aunque también se absorbe por la hoja. En el caso de que la planta lo absorba por la hoja, el tránsito del producto de la hoja a la raíz es lento y suelen pasar varios días antes de que se noten sus efectos. Es un producto muy efectivo para las plantas acuáticas y muy apropiado para la limpieza de acequias y canales de riego. Es muy soluble en agua, con lo que no suelen presentarse problemas de residuos en el suelo. Suele utilizarse para terrenos sin cultivo y para canales como herbicida total, aunque es posible su utilización como herbicida selectivo para alfalfa, empleando dosis más reducidas.

7.4.2.9. Varios

Incluimos en este grupo una serie de herbicidas de corte muy común y de utilización generalizada que, por su importancia, no pueden ser omitidos. Las familias químicas de estos productos son muy dispares y no pueden agruparse más que en este último apartado de varios.

• Denominación química: Ácido 3-amino, 1, 2, 4, -triazol

Materia activa: **AMINOTRIAZOL**

Se presenta comercialmente como un polvo soluble en agua, de aspecto cristalino, insoluble en aceites

de petróleo, éter y acetona. De absorción foliar, aunque también radicular, siendo su cualidad más acusada la rapidez de traslocación, pudiéndose dar el caso de absorción cortical en ramas menores de tres años. Actúa inhibiendo la función clorofílica, provocando clorosis y acelerando la respiración de la planta. Su persistencia media en un suelo franco es de cuatro a cinco semanas. Se considera un herbicida total, puesto que su selectividad es poco patente, siendo además muy efectivo contra grama (*Cynodon dactylon*). Su óptimo momento de aplicación es en primavera, en época de máximo crecimiento vegetativo de las malas hierbas. Debe cuidarse de no pulverizar las hojas o madera joven de los cultivos. No se utilizará cuando en la plantación haya cultivos asociados.

• Denominación química: 1,4-Dimetil-2, 3, 5, y 6 tetracloreftolato

Materia activa: **DCPA (CLORTAL)**

Herbicida total, fundamentalmente de absorción radicular, aunque en gramíneas se absorbe por el coleóptilo. Es, por tanto, un herbicida de acción pre-emergente de las malas hierbas, obviando a las ya germinadas. Se le atribuyen muy buenos resultados contra *Portulaca, Amaranthus, Poa,* y *Stellaria*. Antes de la aplicación, el cultivo debe estar bien enterrado para que la acción del herbicida no le afecte, siendo recomendables un riego o lluvia después de la aplicación del producto.

SUMINISTROS ADARO, S.A. ofrece una amplia gama de productos para la protección del operador en la aplicación de los pesticidas, tales como máscaras, trajes, cascos, gafas, guantes, etc.



• Denominación química: Ácido 3,6-dicloro-2-metoxi-benzoico

Materia activa: **DICAMBA**

Herbicida soluble en agua, que actúa por absorción foliar, traslocándose posteriormente a toda la planta. Se le atribuye una cierta acción por vía radicular y su acción es menos rápida que la de los herbicidas hormonales, aunque su actuación es más efectiva. Se utiliza a menudo mezclado con otros herbicidas como el mecoprop o el MCPA. Da unos excelentes resultados contra *Galeopsis tetrahit, Polygonum Sp., Stellaria, Matricaria, Spergula, Fumaria* y *Rumex*. Especialmente indicado para cultivos como praderas, céspedes y cereales, aunque en cereales debe aplicarse después del ahijado y antes del encañado. Cuando se mezcle con otros herbicidas hormonales o la mezcla venga ya de fábrica, deben observarse, además, las precauciones de las demás materias activas.

7.4.3. Condiciones para el uso

Ya conocemos los daños causados por las malas hierbas, su gran difusión, los métodos de lucha de los que se disponen y los principales herbicidas químicos comercializados. En este capítulo vamos a referirnos a las condiciones apropiadas bajo las cuales debe desarrollarse la aplicación de los productos químicos enumerados.

7.4.3.1. Clasificación toxicológica

Los herbicidas, al igual que los acaricidas, insecticidas, helicidas, etc., al ser inscritos en el *Registro Oficial de Productos Fitosanitarios* de cada país reciben una clasificación toxicológica. Esta clasificación varía con el tiempo a medida que nuevos productos aparecen en el mercado. No estimamos conveniente exponer la clasificación toxicológica actual en España, puesto que puede variar y, además, no es extrapolable a las legislaciones de otros países.
La información relativa a este asunto deberá encontrarse en las publicaciones periódicas del Ministerio de Agricultura de cada país y en las etiquetas facilitadas por el fabricante de cada producto. Por regla general, la clasificación toxicológica viene dividida en tres partes: la primera suele referirse a la toxicología para el ser humano, la segunda es la que afecta a la fauna o flora del suelo, y la tercera se refiere a la toxicología para la fauna y flora acuáticas.
Además, se especifican otras consideraciones importantes como pueden ser la inflamación del producto, su grado de higroscopicidad, si es muy volátil, si es explosivo, si es corrosivo o si es muy irritante. La toxicología suele notarse mediante algún tipo de escala de mayor a menor toxicidad.

7.4.3.2. Precauciones

Naturalmente, las precauciones necesarias dependen de la categoría tóxica del producto. No obstante, algunas precauciones deben guardarse con todos los productos, cualquiera que sea la categoría en la que estén clasificados
Los productos deben ser guardados en los envases originales y nunca transvasados a envases en los que puedan ser confundidos con alimentos. Debe destinarse una habitación o cuarto aislado para el almacenamiento de herbicidas y, en general, para todos los productos fitosanitarios, y nunca deben ser guardados junto a los alimentos humanos o al pienso animal.
Como se ha repetido insistentemente durante todo el tema de los herbicidas: **antes de realizar cualquier aplicación, deben leerse atentamente las etiquetas e instrucciones del producto.** El fabricante está obligado por la ley, como responsable directo de su producto, a retribuir económicamente los daños acaecidos en los cultivos que su producto pueda haber causado. Los litigios de este tipo son costosos y largos, puesto que el fabricante

suele alegar negligencia en la utilización del producto: aplicación de dosis incorrectas, tratamientos en cultivos no autorizados, aplicaciones contra malas hierbas no especificadas, etc. Además, en la mayoría de los casos, es muy difícil demostrar técnicamente quién es el responsable de los daños, si el aplicador o el producto comercial. Conviene saber que si el agricultor respeta escrupulosamente las condiciones de aplicación, son contadísimos los casos en que los productos pueden causar daños, porque las especificaciones de utilización suelen ser fruto de extensos y costosos ensayos, con lo que su riesgo de aplicación es mínimo.
Se desaconseja utilizar los envases vacíos de herbicidas para otros fines, siendo lo más recomendable destruirlos o depositarlos en los contenedores especiales para su reciclaje, cuando éstos existan.
Otras precauciones de orden general son evitar todo contacto de la piel con los productos, no comer ni beber durante el tratamiento, destinar una vestimenta holgada y cómoda para las aplicaciones, lavarla cuidadosamente después de su uso y ducharse después de las aplicaciones.

7.4.3.3. Maquinaria

Aconsejamos encarecidamente destinar una maquinaria exclusiva para los herbicidas y otra para el resto de los productos fitosanitarios. La maquinaria, sean bombas accionadas por tractor o bien una simple mochila de tratamientos, debe lavarse después de su uso, aclarando todas sus partes varias veces con agua. Además, deberán pasar una inspección periódica para comprobar su buen funcionamiento, las bombas, filtros, gomas, boquillas, palancas, llaves de paso, etc. Este lavado debe ser más intenso si el herbicida es hormonal o de traslocación, puesto que los residuos de estos herbicidas son más persistentes que los de los herbicidas de contacto.



En esta imagen podemos apreciar la realización de un tratamiento herbicida en un campo cerealístico, con maquinaria específica. Los grandes brazos que sobresalen del tractor permiten disminuir el número de pasadas del tractor en el campo (Foto cedida por BASF, S.A.)

7.4.3.4. Dosis

La forma más usual de aplicación de herbicidas es disolviéndolos con agua y pulverizándolos convenientemente sobre el suelo o sobre las malas hierbas. Una vez comprobada la dosis a la que necesitamos aplicar el producto, se recomienda llenar con agua el depósito de la mochila o la cuba hasta la mitad, añadir la cantidad de producto necesario con la ayuda de cualquier medidor (las casas comerciales suelen proporcionarlo con cada producto), cerrar la cuba o mochila y mezclar. Posteriormente, debe añadirse la cantidad necesaria de agua para que las dosis sean las prescritas y volver a mezclar.

7.4.4. Comportamiento del herbicida en el suelo

Consideramos acertado hacer hincapié en el comportamiento de los herbicidas en el suelo, aunque suponemos que el lector más avezado en la lectura especializada tendrá, a estas alturas, una idea bastante clara sobre esta cuestión. Dentro del ámbito ecologista, los residuos de los productos fitosanitarios en el suelo se han convertido en una cuestión de candente actualidad.
Los herbicidas menos residuales son los de contacto, puesto que suelen descomponerse justo en el momento de caer al suelo. Pero no sucede lo mismo con los herbicidas de pre-siembra o preplantación, puesto que éstos se mantienen en el suelo durante varios días para eliminar las malas hierbas que irán germinando. Estos herbicidas pueden acumularse en el suelo o en la capa freática, en el caso de que sean solubles, y contaminar los dos ecosistemas. En la medida de lo posible, aconsejamos la utilización de herbicidas más respetuosos con el medio ambiente, como los de contacto, que se descomponen, y dejar para casos necesarios los más residuales. Todas estas especificaciones técnicas respecto a la residualidad de los productos pueden encontrarse en las notaciones de la etiqueta del fabricante del producto.
No podemos obviar la gran importancia que tiene la materia orgánica en el comportamiento de los herbicidas residuales en el suelo. En efecto, la materia orgánica se comporta como una esponja que absorbe y retiene el producto en el suelo. Aconsejamos reducir levemente la dosis si la analítica de nuestro suelo nos da unos porcentajes superiores al 2% de M.O. En campos cerealísticos de secano, el porcentaje de materia orgánica en el suelo suele ser muy reducida, pero en cultivos intensivos de huerta y ornamentales, el terreno suele presentar cantidades importantes de materia orgánica.



El personal técnico de PROBITE ofrece asesoramiento gratuito para cualquier tema relacionado con las plagas y enfermedades de las plantas cultivadas.

8. PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CULTIVOS ESPECIFICOS

A lo largo del texto han sido enumeradas muchas de las plagas y enfermedades que afectan a las plantas cultivadas. Este capítulo pretende enunciar algunos de los agentes causantes de las afecciones de los vegetales, ordenados por cultivos. El primer apartado trata sobre plagas y enfermedades de las plantas leñosas; el segundo, sobre las afecciones que acaecen a las herbáceas. Sólo las alteraciones fisiológicas, enfermedades y plagas del manzano, por ejemplo, podrían ocupar una extensión de varias decenas de páginas. Esta cuestión excede en mucho las limitaciones de esta obra. Por este motivo, se refieren aquí sólo las más habituales en los cultivos de las zonas templadas. El agricultor o técnico que deba o quiera dilucidar las causas de una determinada afección que no se halle descrita en esta obra, debe recurrir a un técnico, laboratorio biológico o casa comercial para su determinación o, en su defecto, utilizar alguno de los tratados exhaustivos de fitopatología, que encontrará en librerías o bibliotecas.

Muchas de las casas comerciales de cierta envergadura ponen a disposición del agricultor su departamento técnico. Las personas de este departamento suelen ser técnicos comerciales conocedores de las fisiopatías de los vegetales y tienen como misión asesorar técnicamente al agricultor, determinando las causas de una cierta afección y aconsejando el producto más adecuado para su tratamiento. No sin cierta razón, a menudo se acusa al técnico comercial de cierto partidismo, puesto que suele recomendar los productos de la firma a la que pertenece, aunque éstos no sean los más óptimos. En todas las esferas laborales existen excelentes profesionales y profesionales mediocres, y esto ocurre también en el ámbito de los técnicos agrícolas e ingenieros agrónomos: muchos de ellos gozan de una reputación y honestidad intachables.

Puede recurrirse, asimismo, a la contratación de un técnico englobado dentro del organigrama de la explotación o bien como profesional libre para trabajos puntuales. Es también posible contratar, para ciertas determinaciones de enfermedades, los servicios de un laboratorio privado. Si la minuta de estos profesionales resulta demasiado cara en determinados momentos, por ejemplo cuando se pone en marcha una nueva explotación, pueden solicitarse los servicios de los laboratorios oficiales, cuyo trabajo suele ser económicamente más asequible. En la medida de lo posible, se han incluido a lo largo del texto numerosas fotografías de parásitos y las afecciones que causan en los vegetales, con la finalidad de que sirvan de guía gráfica al agricultor para la identificación de sus problemas fitosanitarios.

8.1. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LOS CULTIVOS LEÑOSOS

Trata este capítulo de los agentes que causan afecciones a los frutales y, por extensión, a la vid y a las plantas leñosas de pequeños frutos. Las afecciones pueden dividirse según su procedencia, es decir, según si su causa es producida por un agente no biológico (afecciones y alteraciones fisiológicas), o bien biótico (virus, bacterias, nematodos, gasterópodos, miriápodos, ácaros, insectos o vertebrados). Insistimos en el hecho de que probablemente el agricultor conocerá otros parásitos de los frutales que no aparecen en esta relación, pero la descripción exhaustiva de todas las plagas y afecciones escapa, en mucho, de las limitaciones físicas de esta obra.

8.1.1. Agentes no bióticos

• **Clorosis**. En muchos frutales, como el melocotonero y el manzano, la clorosis puede ser debida a muchas causas, aunque sus síntomas son siempre exteriorizados por una decoloración del follaje, una ausencia de la clorofila y la aparición de tonalidades amarillas y a veces rojizas. En los casos más graves, se desarrolla necrosis. La clorosis puede ser producida por carencias de hierro, de nitrógeno, de manganeso, de cinc y por un exceso de caliza en el suelo, la cual puede provocar una inmovilización del hierro asimilable.

• **Bitter pit**. Enfermedad muy común en manzanas, provoca como un acorchado en ciertas zonas del fruto, lo cual deprecia enormemente el producto final. Aunque todavía está en estudio, el bitter pit o **acorchado de los frutos** proviene probablemente de una nutrición demasiado elevada en nitrógeno. Los riegos muy frecuentes acentúan el fenómeno, en especial cuando se aplican tardíamente. Una poda severa y la producción de frutos gruesos son, asimismo, factores perjudiciales. La alternancia de períodos secos y húmedos, sobre todo a finales de temporada, favorece también el desequilibrio, así como las evaporaciones exageradas en tiempo seco y cálido.

• **Scald**. Esta afección se conoce en España como el escaldado o **pardeado de la piel de manzanas** y **peras** y solamente ocurre en las cámaras frigoríficas de almacenaje. Este accidente se manifiesta, en principio, por un obscurecimiento inicial de la piel, en forma de manchas irregulares, de extensión variable, que aumentan progresivamente sin presentar límites bien definidos con

respecto a las partes sanas. La carne subyacente es, a veces, parda o alterada y las células pigmentadas están muertas. Las cualidades organolépticas de los frutos permanecen inalteradas, pero su valor comercial se ha depreciado, siendo su destino forzoso las industrias agroalimentarias de transformación para la manufacturación de compotas y mermeladas. Para evitar este tipo de afecciones, producto del mismo desarrollo del fruto y de las sustancias propias de su metabolismo, debe considerarse el fruto como un ser vivo y no realizar la recolección demasiado pronto ni demasiado tarde.

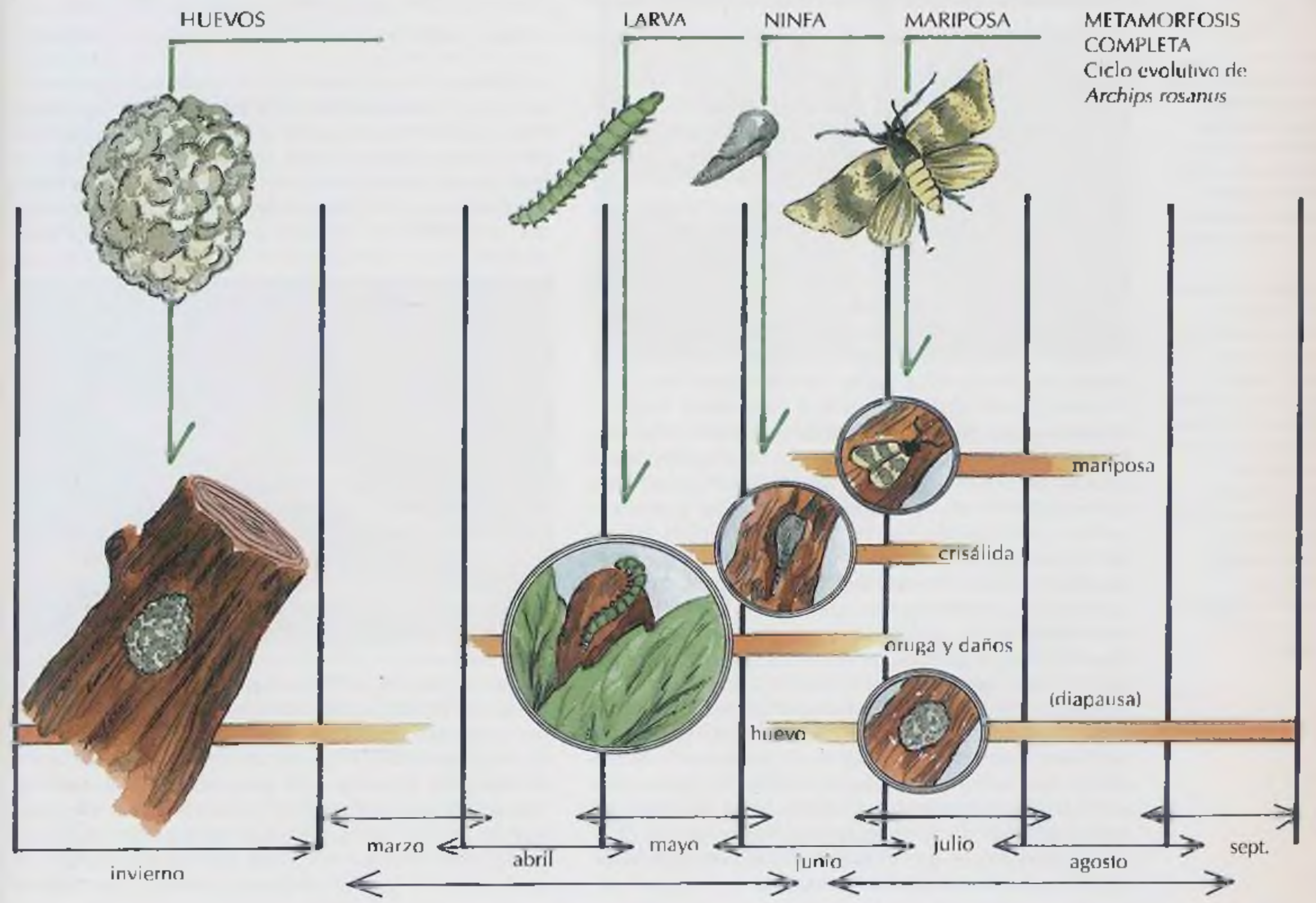
8.1.2. Agentes bióticos

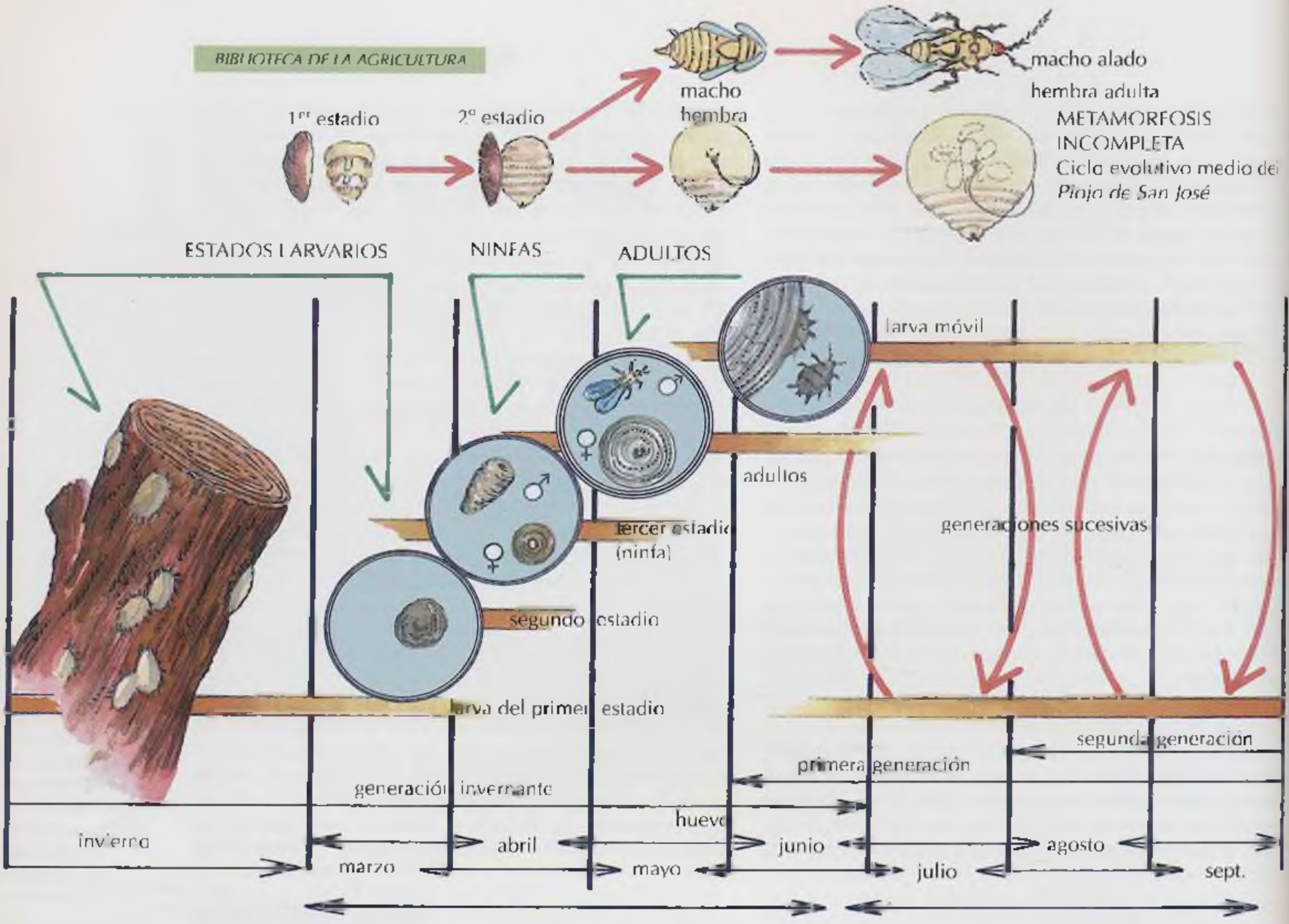
• **Mosaico**. El mosaico del manzano y peral es una enfermedad vírica, conocida en todo el mundo, que puede causar una reducción de la productividad de los manzanos hasta de un 30%. Afecta, además, a otras especies de frutales como los melocotoneros, albaricoqueros, cerezos y membrilleros. Los síntomas de esta enfermedad difieren mucho según las especies y las variedades a las que afecta, observándose, por lo general, manchas cloróticas de color amarillo pálido, vivo o incluso verde claro. Su lucha se reduce al control de los animales vectores y al empleo de especies y variedades resistentes.

• **Cáncer**. El cáncer, o **agalla del cuello y raíces**, afecta principalmente a los melocotoneros, aunque es frecuente también en otros frutales. Está producido por una bacteria llamada *Agrobacterium tumefaciens* y afecta asímismo a plantas hortícolas como la remolacha y a ornamentales como las dalias. Los tumores suelen presentarse en forma de excrecencias protuberantes, cuyo grosor varía desde el tamaño de un guisante hasta al de una cabeza de col. Estas excrecencias son, en un principio, blancas y tiernas, pero se lignifican muy rápidamente y devienen pardas y duras. La muerte de la planta ocurre por la obstrucción mecánica que estas protuberancias causan en las raíces impidiendo la circulación de la savia, o por el hecho de que este tumor acumula de manera exagerada las sustancias hidrocarbonadas que succiona de la planta. De difícil erradicación, sólo pueden emplearse medidas culturales como la rotación de cultivos, la lucha contra los animales vectores que la transmiten y la desinfección de las raíces de los planteles, antes de ser ubicados en su emplazamiento definitivo, con **productos mercuriales** parecidos a los utilizados en la desinfección de semillas.

• **Moteado**. El moteado, o **roña del manzano**, es una enfermedad criptogámica producida por un hongo llamado *Venturia inaequalis*. Otros hongos, como la *Venturia pirina* atacan de igual manera los perales. El moteado ataca todos los órganos vegetativos del frutal sobre los cuales se manifiesta mediante manchas irregulares de color pardo verdoso o pardo oscuro. Aparece en primavera, sobre las hojas y en la cara superior del limbo. Las manchas son en un principio ligeramente translúcidas y después, al aumentar de tamaño, llegan a ser de color oliváceo y adquieren un aspecto velloso. Generalmente, se deforma el limbo. A continuación, el interior de la mancha se vuelve pardo. Los frutos son

La oruga cigarrera o cacoecia es un lepidóptero cuya larva causa grandes destrozos en perales y manzanos.





Ciclo evolutivo típico de una cochinilla (Quadraspidiotus perniciosus Comst.). Obsérvese la diferencia entre machos y hembras (dimorfismo sexual).

asímismo atacados por el hongo, provocando su caída prematura. Si el ataque se produce cuando el fruto tiene un cierto calibre, se desarrollan en él manchas superficiales que adquieren tonalidades oscuras y a veces bordeadas de rojo. Los medios disponibles de lucha son sólo preventivos, teniendo un buen efecto de prevención por su persistencia en el árbol después del tratamiento. Los compuestos cúpricos y azufrados son pertinentes en este caso, aunque si se quieren evitar posibles fitotoxicidades, deben utilizarse los fungicidas de síntesis como **zineb**, **mancozeb**, **captan**, etc.

• **Oídio**. El **mal blanco del manzano** y **del peral** no afecta por un igual a todas las variedades de estos frutales, puesto que algunas son resistentes. Esta enfermedad criptogámica ya revela su presencia en invierno. En la poda, los brotes están recubiertos de un micelio de color gris blancuzco y las yemas laterales y apical presentan una morfología anormalmente estrecha y puntiaguda. Las primeras infecciones aparecen en primavera, ofreciendo el tallo y las hojas de los brotes infectados unas eflorescencias blancuzcas y harinosas. A medida que crecen, las hojas se vuelven estrechas y rígidas, frecuentemente abarquilladas hacia el haz. Las medidas culturales, como la poda, eliminan ya mucha de la madera infectada. Los inviernos muy rigurosos causan una disminución de la población de micelios en el árbol. Como en todas las enfermedades fúngicas, los tratamientos químicos dan buen resultado si se aplican como preventivos: los **compuestos azufrados** son válidos para este menester, aunque son también muy recomendables los orgánicos de síntesis como el **dinocap**, **binapacril**, **quinometionato**, **triforina**, etc.

• **Mildiu**. Otra enfermedad criptogámica muy extendida es la **podredumbre del tronco** o mildiu. Afecta principalmente a los frutales, aunque puede también atacar otras plantas como coníferas ornamentales, y hortícolas como la endivia y la fresa. Esta afección, producida por el hongo *Phytophthora sp.*, acarrea una podridura del tronco que, con mayor o menor rapidez, causa la muerte del árbol. Se distinguen dos tipo de afecciones según la zona del tronco afectada. O bien el hongo se extiende a partir del injerto, atacando la parte superior de la planta, o bien es la causa de la destrucción de las raíces, afectando, por tanto, solamente el patrón o porta-injerto. No ataca todas las variedades. Algunas de ellas son resistentes a esta enfermedad. Una alta humedad en el suelo favorece la evolución del hongo, que afecta a las raíces infectándolas en profundidad; el follaje enrojece a finales de verano y cae prematuramente.

Cuando la podredumbre se localiza en la parte aérea, los brotes anuales se vuelven cortos, el follaje adquiere un aspecto bronceado o clorótico y los frutos se quedan pequeños y maduran mal. Los frutos pueden ser también atacados por el mildiu. Entonces se distinguen en ellos unas manchas parduzcas de contorno mal delimitado. A partir de la epidermis, el hongo se hunde en la carne y alcanza rápidamente el corazón del fruto. Cuando la manzana está podrida por completo, adquiere un color pardo, jaspeado de amarillo, de verde o de granate, según la variedad y el grado de madurez. La manzana podrida sigue siendo dura al tacto. Para la lucha contra el hongo de la parte aérea suelen dar buenos resultados los compuestos cúpricos, siempre y cuando se realicen

los tratamientos de forma preventiva. No se conoce ninguna sustancia química realmente efectiva contra la podredumbre de las raíces, aunque se ha ensayado una nueva materia activa fungicida con cierto éxito preventivo e incluso curativo. Se trata del fungicida **fosetil-Al**, o fosetil de aluminio, al cual se le reconoce una cierta acción sistémica. Según parece, tras una serie de aplicaciones foliares, penetra en la planta, llegando a las raíces, y consigue frenar la acción del hongo.

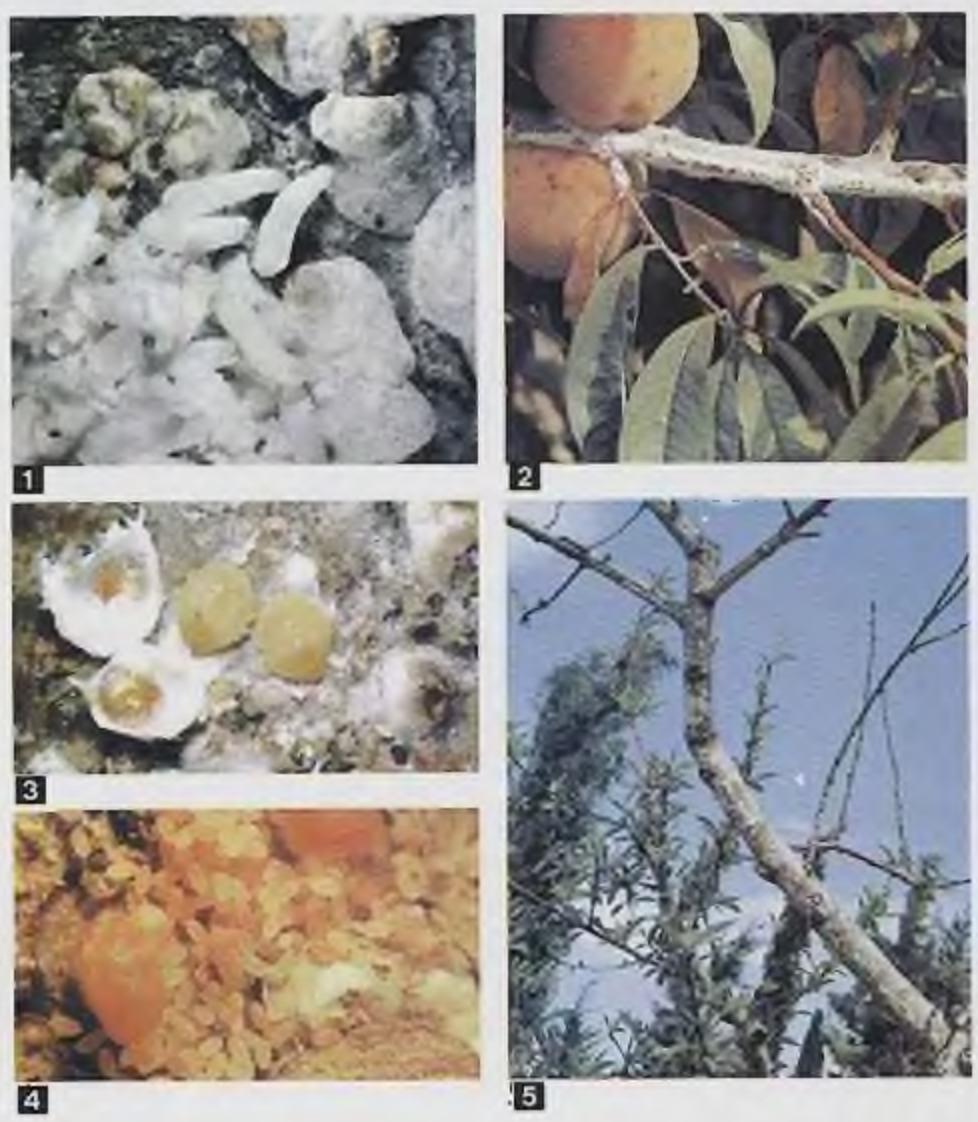
• **Momificado**. El momificado, o podredumbre de los frutos, está causado por las distintas variedades de hongos *Monilia sp.* Atacan tanto los frutales de pepita como los de hueso, e incluso ejercen una cierta acción contra otras plantas, como grosellero, avellano y vid. Ciertas monilias penetran, a principios de primavera, por el pistilo de los frutos al ser trasladadas sus esporas por el viento. Marchitan entonces a los órganos florales, infectando posteriormente las ramas y toda la planta. Otras monilias sólo atacan los frutos aprovechando como vías de entrada las heridas de granizadas, gasterópodos, insectos, pequeños vertebrados, etc. El mejor medio de lucha contra estas podriduras de los frutos consiste en el tratamiento con fungicidas preventivos, principalmente cuando se esperan afecciones de este tipo después de una fuerte tormenta con granizo.

• **Nematodos**. Los parásitos libres son los causantes de las transmisiones víricas y son dañinos principalmente por esta cuestión. Los nematodos endoparásitos son los que viven en el interior del vegetal y se alimentan de sus células. Pertenecen básicamente a las distintas especies de *Pratylenchus* y sus principales efectos son que provocan una fatiga del terreno. Esta fatiga se traduce en unas producciones muy raquíticas y de escaso valor comercial. Los mejores métodos de lucha son la rotación de cultivos que, en el caso de los frutales, debe consistir en dejar de cultivar frutales durante un período mínimo de diez años e implantar otro tipo de plantas cerealísticas u hortícolas.



• **Carpocapsa**. La *Laspeyresia pomonella L.* es un insecto holometábolo cuyas orugas se alimentan de los frutos carnosos de muchos frutales. Sus daños radican en las depreciaciones económicas que causan en los frutos. El adulto es una mariposa de pequeño tamaño, de costumbres crepusculares o nocturnas, que pone sus huevos en las hojas en primavera o directamente sobre los frutos en verano. Los huevos eclosionan dando lugar a unas larvas diminutas que se alimentan de los frutos. La oruga penetra en el fruto practicando un pequeño agujero en la epidermis y se introduce entonces en su interior formando unas galerías en espiral; llega al corazón y ataca las pepitas, y se extiende luego por todo el fruto, alimentándose de la pulpa.

Los medios de lucha de que se disponen son variados. Puede emplearse la lucha clásica que consiste en realizar tratamientos químicos preventivos desde la primavera hasta el otoño. Puede optarse por una solución más económica y más ecológica, que consiste en el uso de **feromonas** para determinar las **curvas de vuelo**, con la finalidad de aplicar los tratamientos en el momento adecuado (ahorro de tratamientos). O pueden realizarse inspecciones visuales periódicas y tratar en el momento en que se detecten las primeras larvas sobre los frutos. Los productos químicos insecticidas aptos para su tratamiento son múltiples y variados. Citaremos los que poseen acción ovicida, larvicida e imaguicida,



1

2

3

5

4

***Sobre el melocotonero podemos encontrar pulgones fitófagos. Tal es el caso del pulgón blanco* Pseudaulacaspis pentagona Targ.**
1/ Escudos machos
2/ Escudos machos sobre tallo y fruto
***3/** Hembras invernantes*
***4/** Hembras y huevos*
***5/** Ataque intenso sobre melocotonero (Fotografías cedidas por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya)*

Adulto del barrenador del arroz (Chilo suppressalis walker). La larva de este insecto excava galerías dentro de los pequeños tallos de las plantas de arroz. Sus daños pueden representar graves pérdidas económicas. (Gentileza del Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya)

como los **ésteres fosfóricos**. Deben ser especialmente respetados los plazos de seguridad en tratamientos próximos a la recolección, puesto que se trata de productos destinados a la alimentación humana.

• **Cacoecia**. La oruga cigarrera, o cacoecia (*Archips rosanus L.*), es otro insecto que suele vivir a expensas de numerosas plantas. Especialmente nociva para perales y manzanos, puede afectar el 80% de la cosecha si las condiciones climatológicas favorecen su desarrollo. La cacoecia sólo tiene un período larvario en primavera y una sola época de vuelo. Se caracteriza además por el hecho de que inverna en estado de huevos, los cuales son fácilmente visibles en la corteza de las ramas gruesas. Su nacimiento resulta algo tardío, puesto que los primeros huevos eclosionan desde mediados de abril, antes de la floración del manzano, hasta la época del cuajado de los frutos.

Ⓐ



racteriza por tener un escudo que recubre su cuerpo en los estados fijos. Debajo del escudo está la larva, fuertemente anclada en los tejidos vegetales, sea en la madera o en los frutos. Su acción perniciosa se atribuye más a las sustancias tóxicas que inyecta en los tejidos del huésped que a la extracción de los jugos vegetales durante su alimentación. Las partes afectadas adquieren un color rojo violáceo muy característico; si estas manchas se producen en los frutos, éstos se vuelven depreciados e invendibles. La lucha química de tipo preventivo consiste en tratar los frutales con **aceites de invierno** y **oleoparationes** antes del desborre de las yemas. A menudo esto no es suficiente, debiéndose recurrir a los tratamientos con ésteres fosfóricos, como **fosalona** y **metidatión,** durante el período de avivación de las larvas móviles, que ocurre durante el mes de junio.

Ⓑ



A/ Síntomas característicos de la podridura del cuello en los frutales por la acción de la Phytophthora cactorum *(Gentileza de RHÔNE POULENC)*
B/ Coníferas ornamentales atacadas por Phytophthora sp. *RHÔNE POULENC nos recomienda el Fosetil-Al para su erradicación.*
C/ Adulto de Lobesia botrana Schiff *(Gentileza de DOW ELANCO)*

Sus daños se centran en los botones florales y especialmente en las hojas, produciendo un característico enrollamiento de éstas (de ahí su nombre de oruga cigarrera). En determinadas circunstancias, puede afectar también al fruto, alimentándose de la pulpa; éste rara vez se desprende de la ramas, pero termina su crecimiento con graves deformaciones. Su estado ninfal acaece encima de los órganos vegetales atacados y enseguida llega la aparición de la forma adulta, pequeña mariposa de unos 20 mm que presenta un ligero dimorfismo sexual. En julio, realizan la puesta sobre la corteza de las ramas, huevos que no eclosionarán hasta la primavera siguiente. El control de la frecuencia de las placas de huevos en invierno permite juzgar sobre la oportunidad de una intervención química. Cuando acontece la eclosión de los huevos, puede realizarse un tratamiento con algún insecticida del grupo de los ésteres fosfóricos de contacto, como **clorpirifos** o **quinalfos**.

• **Pulgón verde del melocotonero** (*Myzus persicae*). Ataca principalmente el melocotonero y es muy raro en otros frutales del género *Prunus*. Los huevos de este insecto invernan sobre las ramas del melocotonero. La eclosión se desarrolla desde finales de febrero y los pulgones chupadores se alimentan primero de las flores y luego de las hojas. Por efecto de sus picaduras, las flores abortan, se abarquillan y los brotes se secan. Hacia finales de mayo, las formas aladas de los pulgones emigran hacia huéspedes secundarios, entre los que se cuentan la patata, tabaco, remolacha, coles, etc. Aparte de su acción fitófaga, este animal es uno de los máximos responsables de la transmisión de virus entre las plantas. Puede realizarse un primer tratamiento de choque a la entrada de la primavera con una buena piretrina como la **alfa-cipermetrina**. Si no se consiguen los efectos deseados, se recurrirá a otros insecticidas más persistentes, como **acefato, dimetoato, etiofencarb** o **pirimicarb**.

• **Piojo perniciosus**. Se trata de una cochinilla técnicamente conocida como *Quadraspidiotus perniciosus Comst.*, descubierta en California en 1873. El piojo es muy polífago. Se le reconocen más de 150 especies huéspedes, aunque tiene predilección por el manzano, peral, ciruelo y varias especies de ornamentales. Este animal se caracteriza por tener un escudo que recubre su cuerpo en los estados fijos. Debajo del escudo está la larva, fuertemente anclada en los tejidos vegetales, sea en la madera o en los frutos. Su acción perniciosa se atribuye más a las sustancias tóxicas que inyecta en los tejidos del huésped que a la extracción de los jugos vegetales durante su alimentación. Las partes afectadas adquieren un color rojo violáceo muy característico; si estas manchas se producen en los frutos, éstos se vuelven depreciados e invendibles. La lucha química de tipo preventivo consiste en tratar los frutales con **aceites de invierno** y **oleoparationes** antes del desborre de las yemas. A menudo esto no es suficiente, debiéndose recurrir a los tratamientos con ésteres fosfóricos, como **fosalona** y **metidatión,** durante el período de avivación de las larvas móviles, que ocurre durante el mes de junio.

©



• **Psilas**. Las psilas (*Psylla pyri*) son unos insectos chupadores próximos a los pulgones, cuyas larvas aplastadas, de color pardo amarillento, forman colonias más o menos abundantes en brotes, inflorecencias, hojas y, a veces, en frutos jóvenes de los perales. Las picaduras de los adultos y de las larvas traen consigo deformaciones foliares o la caída prematura de las hojas y disminuyen, además, el vigor de los pies muy infectados. La aplicación de productos insecticidas eficaces contra las psilas puede comportar dos fases. Resulta eficaz un primer tratamiento con piretrinas de síntesis, como el **fenvalerato**, con efecto de choque contra la primera y segunda generación de psilas en primavera. Pero si durante el verano vuelven a observarse sus daños en los perales, puede ser necesario efectuar un segundo o un tercer tratamiento con productos más persistentes, como el **azinfos, metidatión, amitraz, diflubenzurón**, etc.

• **Araña roja**. De entre todos los ácaros que causan afecciones a los vegetales, la araña roja (*Panonychus ulmi*) y la amarilla (*Tetranychus urticae*) son los que causan mayores daños a las plantas cultivadas. La araña roja ataca principalmente los manzanos, pero tam-

bién otros frutales. Provoca la decoloración característica de las hojas del manzano, que llegan a ser parduzcas o gris plomizo e impropias para la asimilación. Los adultos de la araña roja pueden ser vistos con la ayuda del cuentahilos. Estos animales pasan el invierno en forma de huevos, los cuales eclosionan en primavera dando paso a las primeras larvas. Las afecciones de las larvas suelen ser visibles a mediados de abril, pero los daños más significativos aparecen con los adultos, a primeros de mayo. Si no se ha realizado ninguna actuación concreta, los daños resultan impresionantes con la canícula climatérica de mediados de agosto, momento en que las hembras ponen dos tipos de huevos: los de verano, originando nuevas generaciones fitófagas, y los de invierno, que entran en diapausia hasta la primavera siguiente.

La estrategia de lucha a seguir es compleja e intervienen varios grupos de acaricidas distintos. Un primer tratamiento ineludible debe comportar la utilización de **aceites minerales** antes de la brotación de las yemas y justo antes de la eclosión de los huevos, con lo que se consigue disminuir mucho las poblaciones potenciales venideras. Un segundo tratamiento, con la utilización de fungicidas con un marcado carácter acaricida, como el **dinocap** o el **mancozeb**, puede resultar eficaz para el control, en el mes de julio, de las poblaciones de los ácaros. Como última alternativa, si las poblaciones de araña roja no han sido controladas, puede realizarse en agosto un tratamiento con productos acaricidas de última generación, como el **piridaben**, con buen efecto de choque y una gran persistencia.

Por lo que se refiere a la araña amarilla, se trata de una especie muy polífaga que ataca muchas especies. Se le conocen hasta 200 huéspedes distintos, el lúpulo, el algodón, la vid, los claveles y los árboles frutales entre otros. El ácaro amarillo común inverna en forma de hembra adulta bajo las cortezas de los árboles y otras rugosidades. Las generaciones se suceden a un ritmo muy rápido y cada hembra pone un gran número de huevos, lo que explica la aparición súbita de poblaciones muy densas. La actividad del parásito continúa hasta el otoño, cuando las primeras heladas apremian a las hembras a buscar refugio de invernación. Debe lucharse con parecidos productos que para la araña roja, con tratamientos cada doce días, con la precaución de cambiar las materias activas de un tratamiento a otro con la finalidad de evitar la aparición de líneas resistentes.



Fuerte ataque de araña roja en el tronco de un manzano (Foto gentileza de SCHERING)

8.2. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LOS CULTIVOS HERBÁCEOS

Las plantas hortícolas y cerealísticas se engloban en dos grandes grupos, que son los cultivos intensivos y extensivos. Sus características de cultivo son esencialmente diferentes, así como su rentabilidad económica. Pero desde el punto de vista de la fitopatología vegetal, hortícolas y cereales son plantas herbáceas, a diferencia de los frutales, que son leñosos. Esta particularidad las hace comúnmente más propensas a ciertas enfermedades y plagas que no atacan los frutales por razones de altura, de lignificación del tronco y por el hecho de que la mayoría de las herbáceas viven durante el escaso período de un año (a menudo sólo unos pocos meses).

8.2.1. Agentes no bióticos

• **Abonado.** En las plantas herbáceas, el abonado es fundamental, debido a que en un ciclo relativamente corto (menos de un año) estas plantas deben crecer, madurar y garantizar una producción óptima. Por lo tanto, una correcta nutrición equilibrada y suficiente es imprescindible desde que el plantel queda implantado en el campo o, en el caso de los cereales, desde el momento de la siembra. Muchas afecciones no parasitarias producen variadas malformaciones debidas a carencias o a desequilibrios nutricionales. Los abonados, su equilibrio necesario en la nutrición vegetal y las afecciones debidas a sus carencias, son ampliamente tratados en el tema de Suelos de esta obra. Bastará con recordar que en las plantas herbáceas, un abonado desequilibrado produce acusadas alteraciones en los vegetales. Por ejemplo, en los cereales, un exceso de nitrógeno en detrimento del fósforo y potasio origina unas espigas raquíticas, el grano madura tarde y mal, y la cosecha es muy inferior. Si, por lo contrario, ocurre una falta de nitrógeno, la planta ahija mal y tarde, sus tallos son frágiles y cortos, y adquieren a menudo unas tonalidades rojizas. Esa cuestión produce también un menor rendimiento productivo.

En las hortalizas es también muy importante efectuar un abonado equilibrado. Si aceptamos que el nitrógeno es el máximo responsable de las partes vegetativas de las plantas (tallo, hojas, etc.) y el potasio y el fósforo intervienen en la formación y calidad de los frutos o tubérculos, debe existir un equilibrio entre estos tres elementos para que la planta esté nutricionalmente equilibrada y unas partes no se desarrollen más que otras, lo que provocaría una disminución en la cantidad y calidad de la producción. Cada planta requiere un equilibrio determinado de los elementos nutricionales y para optimizar las producciones, las cantidades deben ser respetadas.



Lesión anular producida por el virus del marchitamiento moteado del tomate



Insecto chupador del orden de los tisanópteros. La Frankliniella occidentalis es un insecto especialmente nocivo en los cultivos hortícolas en invernadero, puesto que es un animal vector de muchas virosis. (Foto cedida por AgrEvo)

8.2.2. Agentes bióticos

• **Virus**. Los virus son enfermedades endémicas de muchas hortícolas como la cebolla, el puerro, el ajo y otras liliáceas. Sus síntomas se presentan en las hojas y en los escapos florales, resultando éstos aplastados, presentando estrías amarillas largas que alternan con un verde menos oscuro que el de las plantas sanas. Las plantas enfermas tienen tendencia a debilitarse por falta de turgencia. Además, las hojas son atacadas por podredumbres secundarias y la maduración de las semillas se ve comprometida. Ya sabemos que no existen productos químicos para la erradicación de las enfermedades víricas. Su lucha, eminentemente preventiva, pasa por la utilización de especies y variedades resistentes, la eliminación de los animales vectores y, en último extremo, por la destrucción de las plantas infectadas, con la finalidad de que el virus no se transmita. Otros tipos de virus afectan prácticamente a todas las plantas herbáceas conocidas. Los virus como los mosaicos del tabaco, del guisante, del pepino y de la alfalfa provocan enfermedades muy extendidas, de sintomatologías parecidas a las descritas y cuyos medios de lucha deben ser únicamente preventivos.

• **Bacterias**. La *Erwinia carotovora* es una enfermedad bacteriana llamada vulgarmente **pie negro** o **podredumbre blanda** de los tubérculos de la patata. Esta enfermedad aparece al finalizar la primavera en los campos de patata. Los tallos afectados presentan en su base una podredumbre completa de los tejidos que, posteriormente, resultan negros; las hojas tienen el porte erecto, luego se enrollan, amarillean y se secan. Si la enfermedad sobreviene antes de la brotación de las yemas, éstas no germinan, pero si aparece en pleno crecimiento de la patata, la enfermedad no impide que éstas alcancen su máximo crecimiento, aunque en unos días pueden marchitarse. Los tubérculos afectados se vuelven pardos y blandos debido a la podredumbre, y son focos de infección si se mantienen en el suelo. El empleo de tubérculos sanos destinados a plantación, la desinfección de los terrenos o la rotación de cultivos, son los mejores medios de lucha contra este tipo de enfermedades.

• **Enfermedades criptogámicas radiculares**. Muchos hongos que viven en el suelo, entre los que se cuentan los géneros *Phytium, Phytophthora, Botrytis, Fusarium, Rhizoctonia*, etc., producen diversas podredumbres en las raíces de las plantas hortícolas y cerealísticas, aunque también atacan ciertos frutales. Estas enfermedades se manifiestan por la podredumbre y el ennegrecimiento de las raíces, que entrañan el raquitismo o la muerte de las plantas. La parte atacada se cubre de un polvillo pardo negruzco (*Thielaviopsis*), de una masa algodonosa rosada (*Fusarium*), de corpúsculos negros (*Colletotrichum*), de un fieltro de filamentos pardos o violáceos (*Rhizoctonia*) con nodulos de un color os-



Rama con larvas y adultos de la cochinilla del olivo (Saissetia oleae Bern). Obsérvese también un ligero ataque de negrilla. (Gentileza del Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya).

curo (*los esclerocios*). Estos últimos permanecen vivos durante varios años en el suelo y aseguran de esta forma las nuevas infecciones. Los medios de lucha contra las distintas podriduras de las raíces son la rotación de cultivos, en el caso de los cereales, y el empleo de semillas libres de hongos mediante termoterapia. En los cultivos hortícolas, puede desinfectarse el terreno, sobre todo en invernaderos, con productos fumigantes como el **vapor de agua** o el **bromuro de metilo** (ver tema de Suelos).

• **Enfermedades criptogámicas aéreas**. Muchos son los hongos que producen determinadas podriduras en las partes aéreas de las hortalizas, tales como el mildiu (*Phytophthora infestans*) de tomates y patatas que, además de afectar a los órganos vegetativos, afecta también a los frutos. En cultivos donde se han detectado este tipo de problemas, es conveniente la rotación de cultivos, evitando plantar tomates (si había patatas) y patatas (si el cultivo anterior era de tomates). Los fungicidas químicos de acción preventiva, como los **compuestos cúpricos**, y también los de síntesis orgánica como **maneb**, **mancozeb**, etc., son aptos como estrategia de lucha química preventiva contra los mildius.

Otro grupo de hongos que afectan a las partes aéreas de las plantas cultivadas, pero en este caso de los cereales, son las royas *Puccinia sp.* De entre ellas, las más destacadas son la roya negra, amarilla y parda del trigo y la roya de la cebada. Pero las royas parasitan también algunas hortalizas como el espárrago (*Puccinia asparagi*), la achicoria (*Puccinia cichorii*), el puerro (*Puccinia porri*), etc. Otros hongos que afectan a cereales son los carbones, entre los que se cuentan el carbón de la avena (*Ustilago avenae*), el del maíz (*Ustilago zeae*), el del trigo (*Ustilago tritici*) y el de la cebada (*Ustilago hordei*). Los medios generales de lucha contra las enfermedades criptogámicas de los cereales pasan primero por las medidas culturales: rotación de cultivos, empleo de variedades resistentes, desinfección de semillas con agua caliente, eliminación de malas hierbas, etc. Pueden aplicarse fungicidas clásicos con base de cobre o utilizar los de síntesis química, pero siempre con carácter preventivo.

Miriápodos y moluscos. Varias especies de miriápodos o milpiés pertenecientes a la familia de los blaniulidos y de los iulidos son perjudiciales para los cultivos. Su alimentación se basa normalmente en sustancias vegetales o animales en descomposición, pero a veces también roen las raíces y tubérculos de las plantas hortícolas. Son particularmente nocivos para las semillas en vía de germinación, para las plántulas de semillas y para las fresas. Las plántulas de guisantes y judías también temen los ataques de estos milpiés cuando el mal tiempo retrasa su germinación. Su lucha preventiva se centra en medidas mecánicas y físicas de destrucción de estos animales. Conviene suprimir los objetos que constituyan refugios y focos de multiplicación de los miriápodos, tales como detritos, vegetales en descomposición, tablas viejas, sacos, esteras o pajizos de protección, etc. Es posible también la utilización de algunos medios químicos: el rebozado de semillas con insecticidas a base de lindano ofrece una cierta protección; algunos insecticidas del grupo de los organofosforados, aplicados en forma de tratamiento líquido en el suelo, dan unos ciertos resultados, aunque a menudo no son del todo satisfactorios. Otra clase de insecticidas de tipo granulado como el **metiocarb**, puede emplearse como cebo en aplicación al suelo.

Los moluscos, como caracoles y babosas, pueden causar daños considerables cuando abundan en los cultivos intensivos, ornamentales, e incluso en los cultivos extensivos. Estos fitófagos pueden eliminarse con productos químicos con base de **metaldehído**, formulados como cebos. Pueden ser aplicados en bandas a lo largo de los cultivos de hortalizas o bien en toda la extensión del cultivo.

• **Nematodos.** Tres géneros de nematodos atacan todo tipo de plantas. Entre otros pueden distinguirse tres tipos: los ectoparásitos o *Pratylenchus*, los nematodos cecidógenos (*Meloidogyne*) y los nematodos de los tallos, bulbos y raíces, como *Ditylenchus dipsaci*. Los vegetales afectados por estos nematodos, como el trigo, la patata, la remolacha, el tabaco, la alfalfa, el tomate y muchos otros, presentan síntomas similares: plantas raquíticas, podredumbre de raíces, falta de producción, necrosis, etc. Además, se aprecia un incremento muy superior de afecciones producidas por virus y bacterias en los campos infectados por nematodos. Las medidas culturales de rotación de cultivos, la desinfección de semillas y utilización de especies y variedades resistentes son los mejores medios y los más utilizados. En cultivos hortícolas y ornamentales, donde el margen económico lo permite, pueden realizarse desinfecciones del suelo con vapor de agua o productos químicos como el **dazomet**, **dicloropropano**, **dicloropropeno**, **cloropicrina, bromuro de metilo**, etc.

• **Insectos.** Uno de los más conocidos es el **escarabajo de la patata**, o *Leptinotarsa decemlineata*, cuyas características franjas amarillas y negras del adulto lo hacen inconfundible. Los insectos perfectos invernan en el suelo, a una profundidad de 25 a 40 cm. Su aparición, en primavera, ocurre después de una precipitación, cuando la temperatura del suelo alcanza los 14°C en la profundidad, donde estos insectos invernan. Desde su salida, los adultos devoran el follaje de las plantas jóvenes de la patata. Después de la fecundación, las hembras comienzan enseguida la puesta. Los huevos, de color amarillo anaranjado, de forma ovoide alargada y de 1,5 mm de longitud, se fijan en paquetes de 10 a 30 en la cara inferior de las hojas. La puesta se escalona de mayo a agosto, produciéndose su eclosión a los seis o siete días. Las diminutas larvas anaranjadas se alimentan del follaje de las patateras, sufren tres mudas y terminan su desarrollo completo a los quince días. Cuando su crecimiento ha terminado, las larvas descienden al suelo, a una profundidad variable, donde se transforman en ninfas, las cuales volverán

Ⓐ



Ⓑ



***A/** Adulto y huevo de la araña roja del manzano* Panonychus ulmi *(Gentileza de BASF, S A.)*
***B/** Larvas de gusano de alambre* Agriotes sp. *BASF fabrica y comercializa un producto con base de fonofos, muy apto para la eliminación de los insectos del suelo.*

a salir a la superficie a los diez días, ya convertidas en adultos. Con los productos químicos de que se dispone, su control es fácil. Se recomiendan ciertos organofosforados como el **azinfos**, el **metidatión** y la **fosalona**.

• **Gusanos grises.** Existen muchas especies, pero quizá los más conocidos y representativos son los *Agrotis sp.* Son orugas de ciertos lepidópteros nocturnos, que viven en el suelo y son fitófagos de muchas de las raíces de las plantas cultivadas cerealísticas y hortícolas. Las mariposas, de colores oscuros y cuerpo grueso, tienen de 4 a 5 cm de envergadura y sus alas presentan arabescos o dibujos determinados que son representativos de cada especie. Después del acoplamiento, las mariposas ponen numerosos huevos en la cara inferior de las hojas de las plantas bajas, principalmente de las malas hierbas. Las larvas devoran el follaje durante la noche para permanecer enterradas durante el día. Las plantas especialmente sensibles a su ataque son: lechugas, tomates, escarolas, coles, colinabos, rábanos, remolachas, espinacas, zanahorias, apios, patatas, tabaco y cereales. Una buena práctica cultural consiste en la eliminación de malas hierbas en los cultivos, con la finalidad de eliminar las zonas de puesta de los adultos. Con insecticidas químicos formulados como granulados, como el **fonofos** para aplicación al suelo en pre-plantación o pre-emergencia del cultivo, se consiguen buenos resultados.

• **Alacrán cebollero.** Se trata de un grillo (un insecto ortóptero), llamado científicamente *Gryllotalpa gryllotalpa.* Tiene una clara preferencia por los terrenos profundos, frescales y sueltos. Los terrenos pedregosos y poco profundos no son de su agrado. El adulto presenta un característico color pardo aterciopelado y mide de 4 a 5 cm. Quizá una de sus peculiaridades más notables es que sus patas anteriores están profundamente modificadas: son de tipo excavador. Su actividad es esencialmente nocturna, viviendo enterrado en el suelo, donde excava túneles y galerías para acceder a las raíces de las plantas que le sirven de sustento. Durante el día, se mantiene aletargado en las profundidades del suelo. El acoplamiento tiene lugar a principios de verano y las hembras realizan la puesta en el interior del suelo. Soterrados a unos 20 cm, los huevos eclosionan dando paso a unas larvas que no difieren demasiado de sus padres. Sufren tres mudas y después, en invierno, se dispersan enterrándose todavía más (hasta 1 metro de profundidad) para invernar. El ciclo biológico se inicia en primavera y los daños aparecen enseguida. Su ciclo evolutivo dura dos años. Suelen emplearse cebos venenosos para su erradicación, como por ejemplo granulados con base de **clorpirifos** formulados al 1%. Cuando se aplica, debe evitarse el contacto del producto con las plantas cultivadas.



Al comprar plantel hortícola, es muy importante la elección de plantas sanas, lo que puede evitar muchos tratamientos fitosanitarios posteriores. (Gentileza de Gel•Bo Plant).



BIBLIOGRAFÍA

BONNEMAISON, L.
Enemigos aminales de las plantas cultivadas y forestales
Barcelona: Occidente
1ª Edición. Volúmenes I,II y III. 1964

BOVEY, R., BAGGIOLINI, M., BOLAY, A., BOVAY, E., CORBAZ, R., MATHYS, G., MEYLAN, A., MURBACH, R., PELET, F., SAVARY, A. & TRIVELLI, G.
La defensa de las plantas cultivadas
Barcelona: Omega
2ª Edición ampliada y revisada. 1984

DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, RAMADERIA I PESCA
Butlletí d'avisos fitosanitaris
Barcelona: Ediciones de la Generalitat de Catalunya. 1987

DETROUX, L. & GOSTINČAR, J.
Los herbicidas y su empleo
Barcelona: Oikos-Tau, 1ª Edición. 1967

DUALDE, V.
Biología
Valencia: Gráficas Ecir, 1ª Edición. 1983

DURAN, S.
Replantación de frutales
Barcelona: Aedos. 1ª Edición. 1976

EDIN, M., LICHOU, J., SAUNIER, R., TRONEL, C.
Le cerisier
París: Edita J. Granier - Ctifl. 1990

ENCICLOPÈDIA CATALANA
Gran Enciclopèdia Catalana
Barcelona: Reimpresión de la 2ª Edición. 1990

FARBENFABRIKEN BAYER AKTIENGESELLSCHAFT
«Bayer» Pflanzenschutz Compendium II
Leverkusen: 1964

GONZÁLEZ, I.
La contaminació: Bases ecològiques i tècniques de correcció
Barcelona: Edicions del Servei del Medi Ambient de la Diputación provincial de Barcelona. 1978

LIÑÁN, C.
Vademécum de productos fitosanitarios
Madrid: Ediciones Agrotécnicas. 1998

MINISTERIO DE AGRICULTURA
Guía de aplicación de herbicidas
Madrid: Publicaciones de Capacitación Agraria
1ª Edición. 1971

PAPE, H.
Plagas de las flores y de las plantas ornamentales
Barcelona: Oikos-Tau. 1977

PLANAS MESTRES, I.
Elementos de biología
Valladolid: Sever-Cuesta. 1975

ROS, I., NADAL, I., LLIMONA, X., ARTECHE, A. & REGUERO, M.
Enciclopedia de la Naturaleza y del Medio Ambiente
Barcelona: Primera Plana. 1992

STRASBURGER, F., NOLL, F., SCHENCK, H. & SCHIMPER, A.F.W.
Tratado de Botánica
Barcelona: Marín 6ª Edición. 1981

VIVES, J.M., GINÉ, J.
Control de plagues mitjançant feromones sexuals
Revista CATALUNYA RURAL I AGRÀRIA. Nº 5
Pág. 32-34.
Barcelona: Edita Servei de Protecció del Vegetals.
Setiembre 1994





4

Técnicas agrícolas en cultivos extensivos

1. INTRODUCCIÓN — 377

2. APROVECHAMIENTO DE LOS CEREALES — 379
2.1. UTILIZACIÓN DEL GRANO — 379
2.2. UTILIZACIÓN DE LA PAJA — 382

3. LA PLANTA — 383
3.1. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA — 383
3.2. MORFOLOGÍA — 383
3.2.1. El aparato vegetativo — 383
3.2.2. La inflorescencia — 385
3.2.3. El grano — 386
3.3. CICLO VEGETATIVO — 386
3.3.1. Germinación — 387
3.3.2. Crecimiento — 388
3.3.3. Período reproductivo — 390
3.3.4. Maduración del grano — 390
3.4. ECOLOGÍA — 391
3.4.1. Adaptación al clima — 391
3.4.2. Adaptación al suelo — 392
3.5. VARIEDADES — 392
3.5.1. Características de las variedades — 393
3.5.1.1. Productividad — 393
3.5.1.2. Ritmo de desarrollo — 393
3.5.1.3. Resistencia a los factores del medio — 393
3.5.1.4. Calidad — 394
3.5.2. Variedades disponibles — 394

4. CICLOS DE CULTIVO — 394
4.1. CULTIVOS DE INVIERNO Y DE VERANO — 394
4.2. ALTERNATIVAS Y ROTACIONES — 395
4.2.1. Cultivos alternativos — 396

5. PREPARACIÓN DEL SUELO — 397
5.1. ESTRATEGIAS EN LA PREPARACIÓN DEL SUELO — 397
5.2. LABORES PREPARATORIAS — 398

6. LA SIEMBRA — 400
6.1. FECHAS — 400
6.2. DENSIDAD — 400
6.3. DESINFECCIÓN DE LAS SEMILLAS — 401
6.4. REALIZACIÓN DE LA SIEMBRA — 402

7. MANTENIMIENTO DEL CULTIVO — 403
7.1. LABORES DEL CULTIVO — 403
7.2. ESCARDAS — 404
7.3. ABONADO DE COBERTURA — 404
7.3.1. Influencia del N en la producción — 405
7.3.2. Dosis y distribución del N — 405

8. EL RIEGO — 406
8.1. SISTEMAS DE RIEGO — 406
8.1.1. Riego por superficie — 407
8.1.2. Riego por aspersión — 408
8.1.2.1. Sistemas estacionarios — 409
8.1.2.2. Sistemas mecanizados — 410

9. MECÁNICA AGRÍCOLA — 411
9.1. TRACTORES — 412
9.1.1. Características — 413
9.1.2. Enganche de los aperos — 416
9.1.3. Tipos — 417
9.2. MAQUINARIA PARA TRANSFORMAR EL SUELO — 418
9.2.1. Desbrozadoras — 418
9.2.2. Despedregadoras — 419
9.2.3. Movimiento de tierras — 419
9.2.3.1. Palas cargadoras frontales — 420
9.2.3.2. Traíllas — 421
9.2.3.3. Niveladoras — 421
9.2.3.4. Excavadoras y zanjadoras — 421
9.3. LABOREO DEL SUELO — 422
9.3.1. Arados — 423
9.3.1.1. Arado subsolador y escarificador — 424
9.3.1.2. Arado de vertedera — 425
9.3.1.3. Arado de disco — 425
9.3.1.4. Arados fijos y reversibles — 426
9.3.2. Fresadoras — 426
9.3.2.1. Cavadoras — 428
9.4. APEROS PARA LABORES COMPLEMENTARIAS — 428
9.4.1. Cultivadores — 428
9.4.2. Gradas — 429
9.4.3. Rodillos — 430
9.4.4. Rastras — 431
9.5. ABONADORAS — 431
9.5.1. Abonadoras para fertilizantes sólidos — 432
9.5.2. Abonadoras para fertilizantes líquidos — 433
9.6. SEMBRADORAS — 434
9.6.1. Tipos de sembradoras — 434
9.7. PLANTADORAS Y TRASPLANTADORAS — 435
9.8. MAQUINARIA PARA LA PROTECCIÓN DE LOS CULTIVOS — 436
9.8.1. Pulverizadores — 437
9.8.2. Atomizadores — 438
9.8.3. Nebulizadores — 438
9.8.4. Centrífugos — 439
9.8.5. Espolvoreadores — 440
9.8.6. Máquinas para tratamientos del suelo — 440
9.8.7. Máquinas para tratamientos aéreos — 441

10. RECOLECCIÓN — 442
10.1. PRINCIPIOS GENERALES — 442
10.2. RECOLECCIÓN DEL FORRAJE — 442
10.3. RECOLECCIÓN DEL GRANO — 446
10.3.1. Cosechadora arrastrada — 446
10.3.2. Cosechadora automotriz — 447
10.3.3. Equipos de recolección — 448

11. CONSERVACIÓN DEL GRANO — 449
11.1. RECEPCIÓN DEL GRANO — 449
11.2. INTEGRIDAD, LIMPIEZA, SECADO Y ENFRIAMIENTO — 449
11.3. CONSERVACIÓN DEL GRANO — 451

12. ACCIDENTES, MALAS HIERBAS, ENFERMEDADES Y PLAGAS — 452
12.1. ACCIDENTES — 452
12.2. PLANTAS ADVENTICIAS — 453
12.3. ENFERMEDADES CRIPTOGÁMICAS — 454
12.3.1. Técnicas culturales de prevención — 454
12.3.2. Principales enfermedades y lucha — 455
12.4. NEMATODOS — 455
12.5. INSECTOS — 456
12.6. AVES — 457

13. PRINCIPALES CULTIVOS EXTENSIVOS — 458
13.1. TRIGO — 458
13.1.1. Ciclo vegetativo — 459
13.1.2. Variedades — 460
13.1.3. Lugar en las alternativas — 461
13.1.4. Exigencias del cultivo — 461
13.1.5. Abonado — 462
13.1.6. Siembra — 462
13.1.7. Riego — 462
13.1.8. Herbicidas — 462
13.1.9. Accidentes, enfermedades y plagas — 463
13.1.10. Recolección — 464
13.1.11. Aprovechamiento — 465
13.2. CEBADA — 465
13.2.1. Variedades — 465
13.2.2. Exigencias del cultivo — 466
13.2.3. Abonado — 467
13.2.4. Siembra — 467
13.2.5. Riego — 467
13.2.6. Herbicidas — 467
13.2.7. Accidentes, enfermedades y plagas — 468
13.2.8. Recolección — 468
13.2.9. Aprovechamiento — 468
13.3. AVENA — 468
13.3.1. Variedades — 469
13.3.2. Lugar en las alternativas — 469
13.3.3. Exigencias del cultivo — 469
13.3.4. Abonado — 469
13.3.5. Cultivo — 469
13.3.6. Accidentes, enfermedades y plagas — 469
13.3.7. Aprovechamiento — 470
13.4. CENTENO — 470
13.4.1. Variedades — 470
13.4.2. Exigencias del cultivo — 470
13.4.3. Cultivo — 471
13.4.4. Accidentes, enfermedades y plagas — 471
13.4.5. Aprovechamiento — 471
13.5. MAÍZ — 471
13.5.1. Ciclo vegetativo — 472
13.5.2. Variedades — 472
13.5.3. Lugar en las alternativas — 474
13.5.4. Exigencias del cultivo — 474
13.5.5. Abonado — 474
13.5.6. Siembra — 475
13.5.7. Riego — 476
13.5.8. Herbicidas — 476
13.5.9. Accidentes, enfermedades y plagas — 477
13.5.10. Recolección — 478
13.5.11. Aprovechamiento — 479
13.6. SORGO — 479
13.6.1. Variedades — 479
13.6.2. Lugar en las alternativas — 480
13.6.3. Exigencias del cultivo — 480
13.6.4. Abonado — 480
13.6.5. Siembra — 480
13.6.6. Riego — 481
13.6.7. Herbicidas — 481
13.6.8. Accidentes, enfermedades y plagas — 481
13.6.9. Recolección — 481
13.6.10. Aprovechamiento — 481
13.7. ARROZ — 481
13.7.1. Ciclo vegetativo — 482
13.7.2. Variedades — 482
13.7.3. Exigencias del cultivo — 482
13.7.4. Abonado — 482
13.7.5. Siembra — 483
13.7.6. Riego — 484
13.7.7. Herbicidas — 484
13.7.8. Accidentes, enfermedades y plagas — 485
13.7.9. Recolección — 486
13.7.10. Aprovechamiento — 486
13.8. GIRASOL — 486
13.8.1. Variedades — 488
13.8.2. Lugar en las alternativas — 488
13.8.3. Exigencias del cultivo — 488
13.8.4. Abonado — 489
13.8.5. Siembra — 489
13.8.6. Riego — 490
13.8.7. Herbicidas — 490
13.8.8. Accidentes, enfermedades y plagas — 491
13.8.9. Recolección — 492
13.8.10. Aprovechamiento — 492
13.9. COLZA — 492
13.9.1. Ciclo vegetativo — 493
13.9.2. Variedades — 494
13.9.3. Lugar en las alternativas — 494
13.9.4. Exigencias del cultivo — 494
13.9.5. Abonado — 494
13.9.6. Siembra — 495
13.9.7. Herbicidas — 495
13.9.8. Enfermedades y plagas — 495
13.9.9. Recolección — 495
13.9.10. Aprovechamiento — 495
13.10. SOJA — 496
13.10.1. Variedades — 496
13.10.2. Lugar en las alternativas — 496
13.10.3. Exigencias del cultivo — 496
13.10.4. Abonado — 497
13.10.5. Siembra — 498
13.10.6. Riego — 498
13.10.7. Herbicidas — 498
13.10.8. Enfermedades y plagas — 499
13.10.9. Recolección — 499
13.10.10. Aprovechamiento — 499
13.11. ALGODÓN — 499
13.11.1. Variedades — 500
13.11.2. Lugar en las alternativas — 500
13.11.3. Exigencias del cultivo — 501
13.11.4. Abonado — 501
13.11.5. Siembra — 501
13.11.6. Riego — 502
13.11.7. Herbicidas — 502
13.11.8. Accidentes, enfermedades y plagas — 502
13.11.9. Recolección — 503
13.11.10. Aprovechamiento — 503
13.12. TABACO — 504
13.12.1. Variedades — 504
13.12.2. Exigencias del cultivo — 505
13.12.3. Abonado — 505
13.12.4. Siembra — 506
13.12.5. Labores de cultivo — 507
13.12.6. Riego — 507

13.12.7. Herbicidas — 507
13.12.8. Accidentes, enfermedades y plagas — 507
13.12.9. Recolección — 508
13.12.10. Curado — 509
13.12.11. Aprovechamiento — 509
13.13. CAFÉ — 510
13.13.1. Botánica — 510
13.13.2. Variedades — 511
13.13.3. Exigencias del cultivo — 511
13.13.4. Abonado — 512
13.13.5. Siembra — 512
13.13.6. Ciclo vegetativo — 513
13.13.7. Poda — 514
13.13.8. Riego — 514
13.13.9. Herbicidas — 514
13.13.10. Accidentes, enfermedades y plagas — 515
13.13.11. Recolección — 515
13.13.12. Aprovechamiento — 516
13.14. CACAHUETE — 516
13.14.1. Variedades — 516
13.14.2. Lugar en las alternativas — 517
13.14.3. Exigencias del cultivo — 517
13.14.4. Abonado — 517
13.14.5. Siembra — 518
13.14.6. Riego — 518
13.14.7. Herbicidas — 518
13.14.8. Enfermedades y plagas — 519
13.14.9. Recolección — 519
13.14.10. Aprovechamiento — 520
13.15. TÉ — 520
13.15.1. Exigencias del cultivo — 521
13.15.2. Siembra — 521
13.15.3. Poda — 522
13.15.4. Recolección — 522
13.15.5. Aprovechamiento — 522
13.16. CACAO — 523
13.16.1. Variedades — 524
13.16.2. Exigencias del cultivo — 524
13.16.3. Abonado — 524
13.16.4. Siembra — 524
13.16.5. Accidentes, enfermedades y plagas — 525
13.16.6. Recolección — 525
13.16.7. Aprovechamiento — 525
13.17. CAÑA DE AZÚCAR — 525
13.17.1. Cultivo — 526
13.17.2. Adventicias e insectos — 526
13.17.3. Recolección — 526
13.17.4. Aprovechamiento — 526

BIBLIOGRAFÍA — 527





Las segadoras de praderas de gramíneas permiten obtener un forraje apto para la alimentación animal y, además, posibilitan que las distintas especies segadas rebroten. Gentileza de JF Fabriken - J. Freudendahl A/S

1. INTRODUCCIÓN

Una antigua clasificación de los cultivos agrícolas los dividía, según el sistema de explotación empleado, en **cultivos extensivos** y **cultivos intensivos**. Los cultivos intensivos, a diferencia de los extensivos, pretenden la obtención de grandes producciones aprovechando al máximo el terreno. Para conseguir este fin, el agricultor prescinde del barbecho y prepara la tierra con riegos y abonos para que produzca cosechas sin interrupción. Tradicionalmente, los cereales son considerados cultivos extensivos y las hortalizas, intensivos. Antiguamente, se destinaban a los cereales grandes extensiones de terreno que, por determinadas características climáticas o edáficas, no podían ser aprovechados para el cultivo de hortalizas. Los cultivos intensivos u hortícolas necesitan mayores cuidados, deben ser cultivados en zonas más fértiles y con una climatología más benigna y, por lo general, su precio de mercado es también superior.

Debido al gran desarrollo técnico e industrial (maquinaria, pesticidas, abonos, etc.) que ha experimentado la agricultura en los últimos cincuenta años, la diferenciación entre cultivos extensivos e intensivos resulta, actualmente, algo confusa, porque la tecnología ha permitido el cultivo de hortalizas en grandes extensiones como si fueran extensivos y, ciertos cereales, como el maíz, pueden ser cultivados en superficies relativamente pequeñas, siendo todavía rentables.

Los cultivos extensivos pueden clasificarse en cuatro grandes grupos: los **cereales**, las **leguminosas de grano**, los llamados **cultivos industriales** y las **praderas de gramíneas**. La producción de cereales ha permitido la alimentación humana desde los tiempos antiguos y, por su importancia, a ellos se dedica gran parte de este tema. Las leguminosas de grano, como las alubias, los guisantes, las lentejas y el cacahuete, se contemplan en este estudio como una alternativa dentro de la rotación de los cereales, debido a la acción mejorante que ejercen sobre el terreno. Aunque no se citen específicamente en esta obra, el lector podrá extrapolar las distintas labores que se dispensan a los cereales a estas leguminosas. Los llamados cultivos industriales (colza, café, algodón, etc.), tienen actualmente una gran importancia económica. Son plantas de biologías y necesidades distintas y deben ser estudiadas de forma independiente. En el último capítulo de este tema, el lector encontrará las peculiaridades del cultivo de cada uno de ellos.

Los pastos destinados a la alimentación animal y los céspedes ornamentales de los jardines constituyen las praderas de gramíneas, y éstas son cultivadas para tales fines como monocultivos o, generalmente, como mezcla de varias especies. Entre otras muchas, cabe citar distintas gramíneas de los géneros *Agrostis sp.*, *Bromus sp.*, *Cynodon sp.*, *Festuca sp.*, *Lolium sp.*, *Poa sp.*, etc. La forma de su cultivo es esencialmente diferente al de los cereales, puesto que lo que se espera obtener de ellos es también distinto. El cultivo de las gramíneas de pradera exige un estudio aparte y no vamos a ocuparnos de ellas aquí.

Los cereales son especies vegetales cultivadas por su grano, el cual es rico en almidón y puede ser consumido como alimento por el hombre y por los animales. Se conservan documentos muy antiguos que atestiguan que el hombre del neolítico ya conocía y cultivaba los cereales: éstos han desempe-

En la página anterior: Mercado al aire libre de venta al por mayor de bananas en Costa Rica (Foto gentileza de A. Gostinčar para esta publicación)

ñado un papel muy destacado en la historia de la Humanidad. En efecto, los cereales seguramente permitieron el paso del hombre hacia su actual situación de sedentarismo, así como el desarrollo de la mayor parte de las civilizaciones. Las civilizaciones asiáticas crecieron y se desarrollaron gracias al arroz. Las precolombinas, en América, tuvieron el maíz como cultivo primordial y las babilónicas y egipcias, en Oriente Medio, florecieron con el trigo y la cebada.

En nuestras latitudes, en el Mediterráneo, ya los romanos celebraban, en la época de la siembra y de la recolección, grandes fiestas en honor a la diosa de la agricultura Ceres. De ahí deriva la denominación de cereales. Actualmente, los cereales representan el grupo más importante de todas las plantas que se cultivan principalmente por su rendimiento, su valor alimentario y su facilidad de almacenamiento. La mayor parte de la producción mundial de cereales se destina al consumo humano como alimento (consumo directo del grano, de productos elaborados o de subproductos); tiene también un gran peso específico la parte del grano destinada a la alimentación animal (forraje, piensos, etc.). Aparte del consumo directo, humano o animal, es de gran importancia el porcentaje de producción de grano destinado a las industrias de productos elaborados. Citaremos, por ejemplo, las industrias molineras, semoleras, panificadoras, las fábricas de galletas, de pastas de sopa, las factorías donde se produce almidón, dextrosas, gluten, etc., además de las fábricas de cerveza y de otras bebidas alcohólicas destiladas.

Por término medio, el grano de los cereales es muy rico en glúcidos (≈ 80%), moderadamente rico en proteínas (≈ 9-16%) y, por lo general, su contenido en lípidos es bajo (< 5%); además, contiene sales minerales y vitamina B_1. Esta composición permite que puedan satisfacer el 50 % de las necesidades mundiales de proteínas y energía (glúcidos). Si se tienen en cuenta, además, los piensos y los forrajes consumidos para la producción de carne, leche y huevos, y el grano que absorben las industrias productoras de bebidas alcohólicas, se llega a la conclusión que el 75% de las necesidades proteínicas y energéticas del hombre provienen de los cereales cultivados. Pero la gran importancia que tienen los cereales no depende sólo de su valor alimenticio, sino que también se basa en otras características propias de estos cultivos, entre las que cabe destacar la facilidad de su cultivo y cosecha, la comodidad de su transporte, puesto que son alimentos concentrados, la posibilidad de su conservación y la plasticidad que muestran respecto al clima.

Finalmente, es importante remarcar que la producción y consumo de cereales van estrechamente ligados a la riqueza y estado de desarrollo de cada región. Puede decirse que las disponibilidades económicas influyen positivamente sobre los niveles de consumo de los cereales; pero no es el único factor, puesto que los hábitos alimenticios y las posibilidades productivas de cada país también intervienen. Los países más pobres destinan casi toda la producción cerealista a la alimentación humana. Al aumentar el nivel de vida, el primer paso consiste en sustituir, para el consumo humano, los cereales considerados secundarios (mijo, sorgo maíz, etc.) por el trigo. Más adelante, surge la tendencia de reducir el consumo de trigo *per capita* aumentando el de carne. Pero producir carne significa tener que aumentar la producción de cereales secundarios o forrajeros (la producción de trigo deriva, en parte, hacia este uso). De lo que se deduce que la producción de cereales experimenta siempre un crecimiento positivo, puesto que en los países desarrollados y con tecnología punta, los cereales cuyo destino no es el consumo humano se orientan hacia la fabricación de piensos para la ganadería, e incluso cuando la producción está por encima de la demanda local, el grano puede exportarse.

Relación de los principales cultivos extensivos

	NOMBRE	ESPECIE
CEREALES	Arroz	*Oryza sativa*
	Trigo	*Triticum aestivum; T. durum*
	Maíz	*Zea mays*
	Avena	*Avena sativa*
	Alpiste	*Phalaris canariensis*
	Alforfón, trigo sarraceno	*Fagopyrum esculentum*
	Mijo	*Panicum milliaceum*
	Cebada	*Hordeum vulgare*
	Cebada de dos carreras	*Hordeum v. distichum*
	Panizo de Daimiel	*Pennisetum typhoides*
	Centeno	*Secale cereale*
	Sorgo	*Sorghum bicolor*
	Triticale	*Triticale hexaploide*
LEGUMINOSAS DE GRANO	Cacahuete	*Arachis hypogaea*
	Garbanzo	*Cicer arietinum*
	Yero	*Vicia ervilia*
	Haba	*Vicia faba*
	Alholva	*Trigonella foenum-graecum*
	Almorta	*Lathyrus sativus*
	Lenteja	*Lens esculenta*
	Algarroba	*Vicia monanthos*
	Altramuz o lupino	*Lupinus sp.*
	Judía	*Phaseolus vulgaris*
	Guisante	*Pisum sativum*
	Soja	*Glycine max*
	Veza	*Vicia sativa*
CULTIVOS INDUSTRIALES Y OTROS	Remolacha	*Beta vulgaris*
	Cáñamo	*Cannabis sativa*
	Cártamo	*Carthamus tinctorius*
	Colza	*Brassica napus oleifera*
	Algodón	*Gossypium hirsutum*
	Girasol	*Helianthus annuus*
	Lino	*Linum usitatissimum*
	Ricino	*Ricinus communis*
	Tabaco	*Nicotiana tabacum*

2. APROVECHAMIENTO DE LOS CEREALES

El **grano** constituye el principal producto de los cereales y es el motivo fundamental de su cultivo, pero la producción del grano supone al mismo tiempo la producción de la **paja**, subproducto que puede tener, también, mucho interés. Por otro lado, el aprovechamiento de toda la planta para forraje está muy generalizado, aunque su importancia sea secundaria. En este sentido, pueden distinguirse dos sistemas de aprovechamiento de estas plantas: el tipo de uso tradicional, en zonas donde se albergaba a la ganadería trashumante en invierno y que consistía en la pastura del cereal durante su ahijamiento y el aprovechamiento posterior de la producción del grano, y el segundo, que constituye el aprovechamiento de toda la planta como forraje (heno o ensilado) en un estadio más o menos avanzado de su ciclo. Un estudio en profundidad del cereal destinado a la alimentación animal debe contemplarse desde una perspectiva global en el conjunto de los cultivos forrajeros anuales.

2.1. UTILIZACIÓN DEL GRANO

Como ya apuntábamos en la introducción, la **composición alimentaria** media del grano cereal contiene principalmente glúcidos y, en menor proporción, proteínas y lípidos. El componente alimenticio que presenta mayor variación en cada uno de los granos de los distintos cereales es la ***fibra bruta***, diversidad causada por la existencia entre los cereales de granos vestidos y desnudos. La fibra se encuentra en mayores cantidades en la avena, el arroz y el mijo; por el contrario, en el maíz se dan las menores cantidades. Por lo que se refiere al nivel proteínico de los granos, es máximo en el trigo y mínimo en el arroz y en el maíz. En cuanto a los lípidos o grasas, las mayores concentraciones corresponden a la avena y al maíz. Los glúcidos ostentan, pues, el principal grupo de componentes de los cereales; entre ellos cabe destacar la importancia del almidón que se acumula en el endosperma de la semilla (más del 70% del peso seco del grano de maíz y sorgo).

Las proteínas también tienen una importancia de primer orden visto desde el punto alimenticio o tecnológico. Se distinguen cuatro grupos de proteínas según su solubilidad en diversos disolventes pero, esquemáticamente, pueden ser clasificadas en dos categorías: las **proteínas funcionales**, localizadas en el protoplasma de la célula del grano (albúminas y globulinas) y las **proteínas de reserva** (prolaminas y gluteninas), las cuales se acumulan en las células externas del endosperma. Estas últi-

Recibe el nombre de ***fibra*** aquella fracción de los alimentos vegetales compuesta principalmente por celulosa (glúcido). Aunque es muy poco digestible por el ser humano, constituye una fuente rica de alimentos para los herbívoros, debido a las peculiaridades de su sistema digestivo.



El Rollex 1220 [3] ***es un rodillo tipo Cambridge, comercializado por la firma Väderstad. Observen las piedras colocadas encima que permiten una labor más profunda.***

mas son las más importantes desde el punto de vista nutricional; en el trigo constituyen el **gluten**. Puede considerarse que los granos cerealistas mantienen su composición nutricional de forma regular, pero a menudo presentan, entre ellos, diferencias que tienen importancia desde el punto de vista del aprovechamiento. Estas diferencias pueden ser debidas a características varietales de tipo genético, como la variación de la reserva glúcida del maíz; o bien a los factores ambientales que condicionan la fisiología de los vegetales, como por ejemplo cuando el asurado del grano de trigo modifica el porcentaje de glúcidos e incluso su composición. La constitución de las distintas proteínas y el peso específico de cada una de ellas en el conjunto viene determinada genéticamente, pero es influenciada también por las condiciones ambientales.

El grano de los cereales ha sido utilizado básicamente para la **alimentación humana**. Posteriormente, se amplió el abanico de sus posibles aprovechamientos a otras aplicaciones como **materia prima** para las industrias agroalimentarias de transformación y como **pienso** para los animales. Según su utilización, se distinguen los **cereales primarios** que, como el trigo, el arroz y, en menor medida, el centeno, maíz, mijo y sorgo, se destinan a la alimentación humana, y los **secundarios**, como el maíz, la cebada, el sorgo, la avena, etc., que son utilizados para la alimentación animal. Como el lector habrá comprobado, algunos granos, como el maíz y el sorgo, quedan clasificados como primarios o secundarios, puesto que se destinan tanto a la alimentación humana como animal.

Actualmente se distingue un tercer grupo, en el que se engloban la cebada y el maíz, que constituye la base de ciertas actividades industriales. En la página 378, ofrecemos al lector un listado de los principales cultivos extensivos, con sus nombres vulgares en español y sus correspondientes nombres científicos en latín, distribuidos en tres grandes grupos: **cereales**, **leguminosas de grano** y **cultivos industriales y otros**. La lista en cuestión engloba de forma exhaustiva la mayoría de cultivos extensivos existentes, aunque algunos de ellos son cultivados de forma marginal y su importancia económica es, actualmente, muy limitada.

Desde el punto de vista de la **alimentación humana**, coexisten dos aspectos fundamentales a tener en cuenta: el **valor dietético** de los productos y sus **propiedades tecnológicas**. En relación al primer concepto, es necesario tener en cuenta la importancia de los cereales en el conjunto de la dieta humana. Si en muchos países son productos básicos, en otros más ricos sólo constituyen un complemento y, por esta razón, deben preocuparnos prioritariamente sus propiedades organolépticas y tecnológicas (calidad del pan, aspecto, sabor,

Grada desterronadora del tipo estrella. Comercializada por Vaderstad





Grada de púas flexibles, gracias a su diseño retráctil (Gentileza de la firma Väderstad)

etc.), y no otras de distinta índole, como su equilibrio proteínico o una carencia determinada de ***aminoácidos*** esenciales. Además, desde un punto de vista dietético, debe tenerse presente cuál es la parte del grano que se va a consumir: parece evidente que el grano de arroz o las harinas integrales no poseen el mismo valor en una dieta que otros productos de consumo habitual como las galletas.

Por lo que se refiere a las propiedades tecnológicas de los granos de los cereales, cobran importancia el concepto de **rendimiento industrial** (porcentaje de harina/trigo, de sémola/trigo duro o maíz, etc.) y las características del **producto final** (adaptación de la harina a la fermentación y a la confección de pan de cierta calidad, adaptación del grano del arroz a los platos precocinados, etc.).

A la **alimentación animal** se destina, en los países ricos, la mayor parte de las producciones cerealistas, no sólo de los cereales llamados secundarios, sino también una parte de la producción de trigo. Los animales herbívoros o poligástricos pueden ser alimentados con la mayoría de cereales de forma indistinta, pero las aves o animales monogástricos son mucho más exigentes en cuanto a niveles de aminoácidos esenciales.

Un tercer grupo, dentro de la clasificación de los cereales según su aprovechamiento, lo constituyen aquéllos que intervienen en los **procesos industriales**. Aparte de los procesos industriales simples que se requieren para la producción de harina panificable, la preparación del arroz precocinado o la obtención de piensos, deben citarse otros procesos mucho más complejos como son la **extracción de almidón** y la **fabricación de bebidas fermentadas**. En estos procesos intervienen dos de los principales cereales cultivados: el maíz y la cebada.

El almidón obtenido del grano del maíz tiene distintas aplicaciones entre las cuales cabe citar: el mismo almidón, como componente de distintos productos destinados a la alimentación humana y/o animal, a la fabricación de papel, a la obtención de ciertos pegamentos, y utilizado también como producto base de ciertos procesos industriales textiles, farmacéuticos y químicos. El máximo exponente de la fabricación de bebidas fermentadas a partir de los granos cerealistas lo constituye la malta, a partir de la cual se fabrica la cerveza. La malta es una cebada que ha iniciado su proceso germinativo, que se ha secado rápidamente y de la cual se ha extraído el germen y la raíz, de tal manera que el grano sólo conserva el almidón y los enzimas propios de la semilla. Éstos hidrolizarán el almidón y permitirán su fermentación alcohólica. La fabricación de whisky, ginebra, vodka y otros destilados también se basa en la fermentación de los azúcares de los cereales.

Los ***aminoácidos*** son la unidad estructural de las proteínas, es decir, las moléculas que las forman.

2.2. UTILIZACIÓN DE LA PAJA

Para la determinación en el laboratorio de proteínas, lípidos, glúcidos o celulosa, debe deshidratarse primero la sustancia a analizar. Una vez deshidratada y analizada, se expresan los resultados como porcentajes sobre ***materia seca*** o M.S.

La **paja,** subproducto de los cereales, se utiliza para la **alimentación de la ganadería**, para el **lecho** de los establos o también puede **incorporarse al suelo** como fuente de materia orgánica para los próximos cultivos. La paja es un producto muy pobre en proteínas, minerales y vitaminas, pero que puede aportar una cierta energía y que se caracteriza por contener un elevado porcentaje de celulosa bruta (a veces superior al 50% de la ***materia seca***). El valor alimenticio de las pajas de cereales es, en cualquier caso, bajo, y debe ser complementado con materias nitrogenadas. Al mismo tiempo, las pajas presentan gran variabilidad por lo que se refiere a su digestibilidad y a las cantidades ingeridas. Estas dos cuestiones dependen de la especie, de las condiciones de cosecha y de la ración alimenticia de la que forman parte.

La utilización de la paja como lecho o cama para los animales estabulados presenta la ventaja de su gran poder aislante y absorbente. La paja como abono orgánico puede emplearse después de haber sido utilizada como lecho en los establos o bien directamente en el campo. Para la incorporación de la paja al suelo, debe ser troceada *a priori* (ciertas cosechadoras incluyen esta opción). Su incorporación, superficial, debe estar acompañada de una aportación suplementaria de nitrógeno a una dosis de 5-10 Kg de N por tonelada de paja (consultar Suelos y abonos, apartado: relación C/N). Con la excepción de aquellas ocasiones en que, por cuestiones fitosanitarias, se recomienda quemar los rastrojos o la paja del cultivo precedente, esta destrucción no debe ser práctica habitual, puesto que se desperdicia una fuente de riqueza que, como se ha visto, puede ser aprovechada para otros menesteres.



Trocear la paja de los restos de la cosecha anterior es la mejor solución para que el cultivo siguiente tenga un buen nivel de M.O. en el suelo. La SH 160 ®, comercializada por JF - Fabriken - J. Freudendahl A/S, siega y trocea la hierba para permitir su incorporación posterior en el terreno.

3. LA PLANTA

3.1 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Por lo general, los cereales se clasifican según la taxonomía biológica a la que pertenecen (**clasificación botánica**) o bien según el **aprovechamiento** a que se destinan sus producciones. Biológicamente, todos los cereales pertenecen a la familia de las *gramíneas*, la cual engloba las subfamilias *Festucideæ* (los cereales de invierno: trigo, cebada, avena y centeno), *Panicoideæ* (los cereales de verano: maíz, sorgo y mijo) y *Oryzoideæ* (arroz). Sólo el alforfón, considerado por algunos una gramínea, es una *Poligonácea*. Por su escasa importancia no se hablará del alforfón más adelante. Aunque no todos los autores coinciden en el momento de sistematizar en subfamilias y tribus los distintos géneros, R.N. Smith y W.V. Brown establecieron la clasificación botánica de las gramíneas en 198 especies, 6 subfamilias y 47 tribus. En su trabajo, todas las especies de cereales cultivadas en España quedan agrupadas en tres subfamilias y siete tribus, tal y como queda especificado en el cuadro adjunto.

Subfamilia	Tribu	Especie	Nombre vulgar
ORYZOIDEAE	Oryzeae	*Oryza sativa*	arroz
FESTUCIDEAE	Aveneae	*Avena sativa*	avena
	Hordeae	*Hordeum vulgare*	cebada
		Secale cereale	centeno
		Triticum aestivum	trigo, trigo blando
		Triticum durum	trigo duro
	Phalarideae	*Phalaris canariensis*	alpiste
PANICOIDEAE	Paniceae	*Panicum miliaceum*	mijo
		Panicum italicum (= Setaria italica)	panizo blanco
		Pennisetum typhoides	panizo de Daimiel
	Andropogoneae	*Sorghum bicolor*	sorgo
	Maydeae	*Zea mays*	maíz

3.2. MORFOLOGÍA

La morfología de las gramíneas y, en general, de cualquier planta, trata de definir las partes externas de los cereales y su forma, así como las distintas funciones de sus órganos.

3.2.1. El aparato vegetativo

Una planta de gramínea constituye una **mata** y está formada por un conjunto de unidades o elementos más simples que reciben el nombre de **hijuelos**. En el primer dibujo de la página siguiente vienen representadas dos matas de gramíneas. Los hijuelos pueden considerarse como verdaderas unidades biológicas independientes, aunque no lo son completamente. Cuando un hijuelo está completamente desarrollado, se constituye como un tallo al que se denomina **caña**, provisto de hojas y con una inflorescencia en su extremo superior.
En el **tallo** se distinguen los **nudos**, que son zonas meristemáticas a partir de las cuales se alargan los entrenudos y en los que se insertan las hojas. Los **entrenudos** pueden estar, cuando la planta madura, vacíos, como en el caso de la cebada, la avena y ciertos trigos, o llenos, como en los trigos duros, el maíz o el sorgo. Las hojas constan de dos partes: la **vaina**, o parte inferior que abraza el tallo y que sirve de protección a la yema que hay en la base, y el **limbo**, o parte superior, aplanada o extendida, más o menos desarrollada según la especie, la variedad y el lugar que ocupa sobre el tallo.
En la unión entre el limbo y la vaina suelen encontrarse la **lígula**, que es una membrana en forma de lengüeta, y las **estípulas**, o apéndices, que se insertan a derecha e izquierda de aquella unión. La presencia o no de lígula y de estípulas, así como su forma y características, sirven para diferenciar botánicamente las especies de gramíneas en su estado herbáceo. Los hijuelos nacen en la axila de las hojas y se desarrollan según dos tipos de crecimiento: **crecimiento extravaginal** si atraviesan las vainas y **crecimiento intravaginal** cuando crecen en el interior de las mismas.

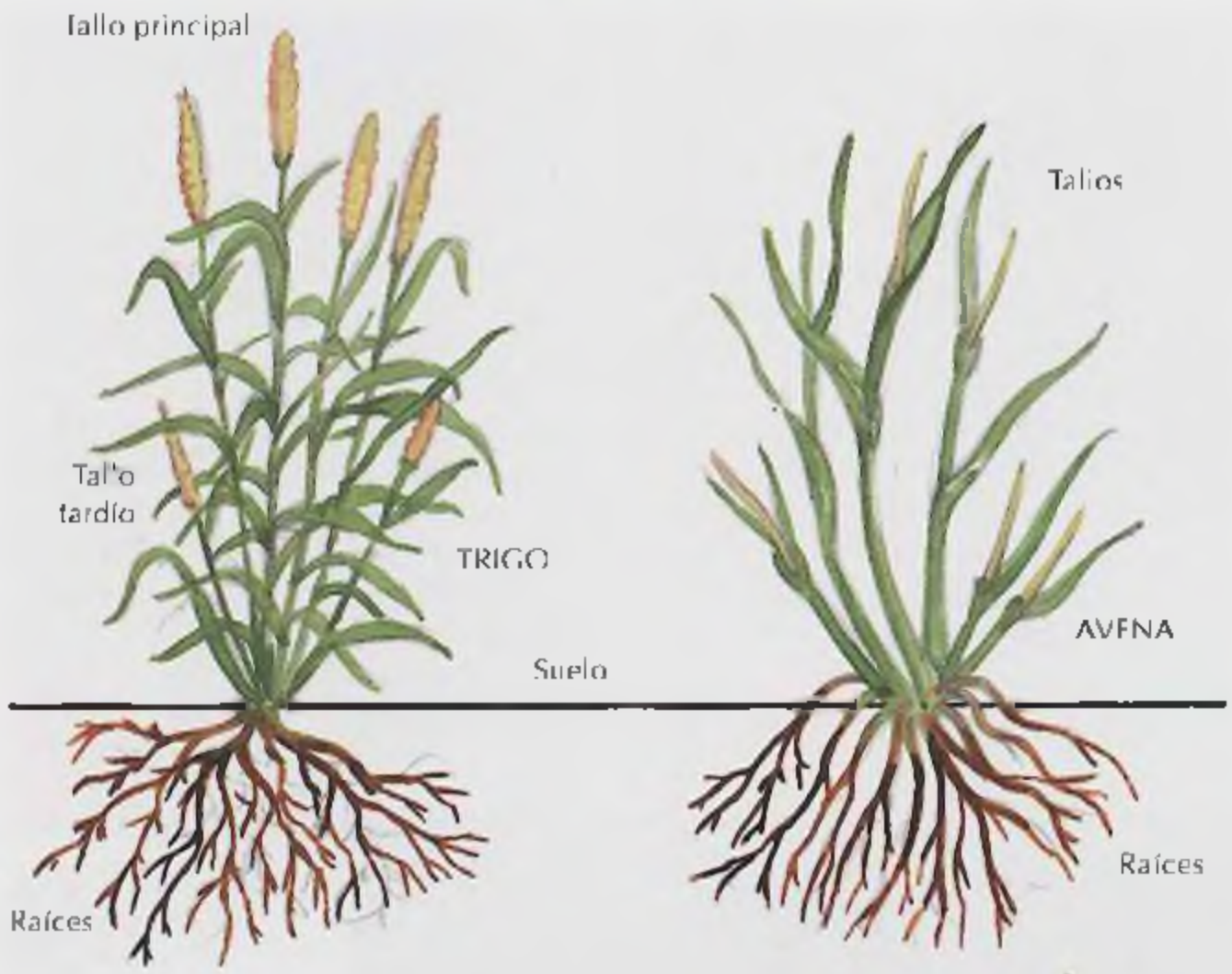
Clasificación botánica de las especies de cereales más comúnmente cultivadas (según Smith y Brown)



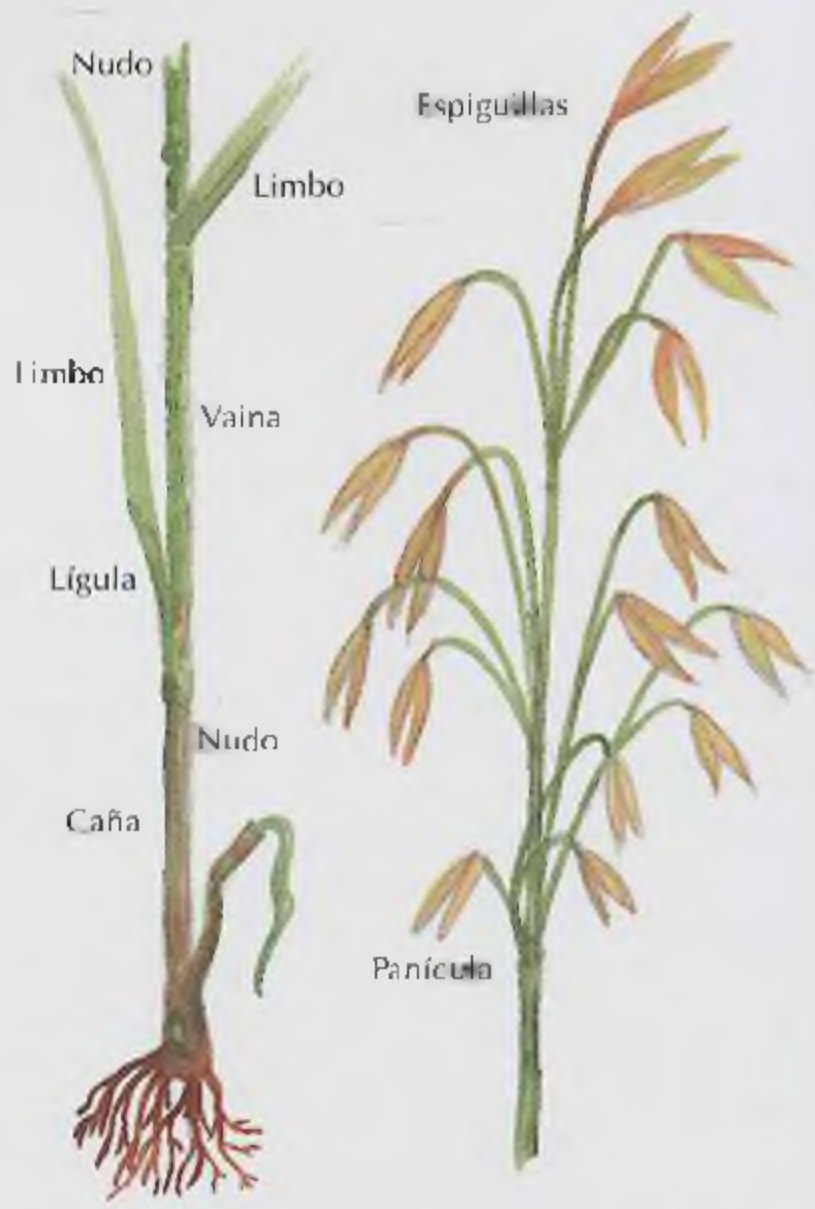
Maíz (Zea mays)

El **porte** de la planta, durante el crecimiento vegetativo, puede ser **erecto** o más o menos **inclinado**, e incluso muy **encamado**. En los cereales, esta característica puede servir para diferenciar morfológicamente las distintas variedades. Las **raíces** de las gramíneas y otras monocotiledóneas crecen con igual fuerza que el eje principal, o bien son coronas de raíces caulógenas las que crecen en la base de la planta mientras que se atrofia la raíz principal; el resultado es una raíz en forma de cabellera con todas sus partes iguales. Son las llamadas **raíces fasciculadas**. Sin embargo, en los primeros estadios pueden distinguirse dos tipos: las primarias, que nacen directamente del embrión (**raíces seminales**) y las secundarias, que nacen en los nudos inferiores del tallo (**raíces adventicias**). En algunos casos, encontramos un tercer tipo de raíces: el maíz presenta, además, las **raíces de anclaje**.

El **sistema radicular** alcanza una profundidad de 40-50 cm en los cereales de invierno (en el maíz, es algo superior: de 60 a 80 cm). La potencia del sistema radicular puede significar la mejor adaptación en condiciones de sequía o de pobreza de nutrientes minerales de algunas especies como el sorgo, el centeno, etc.





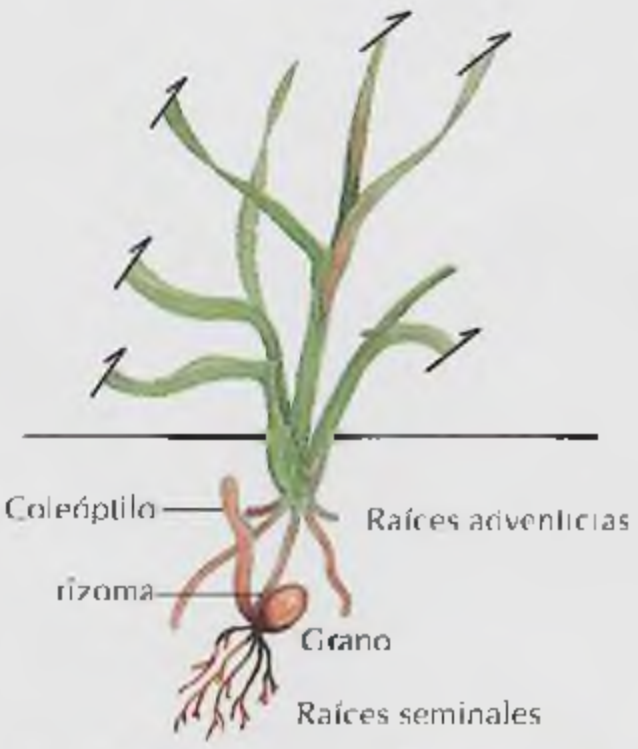


Arriba: Matas de trigo y avena típicas

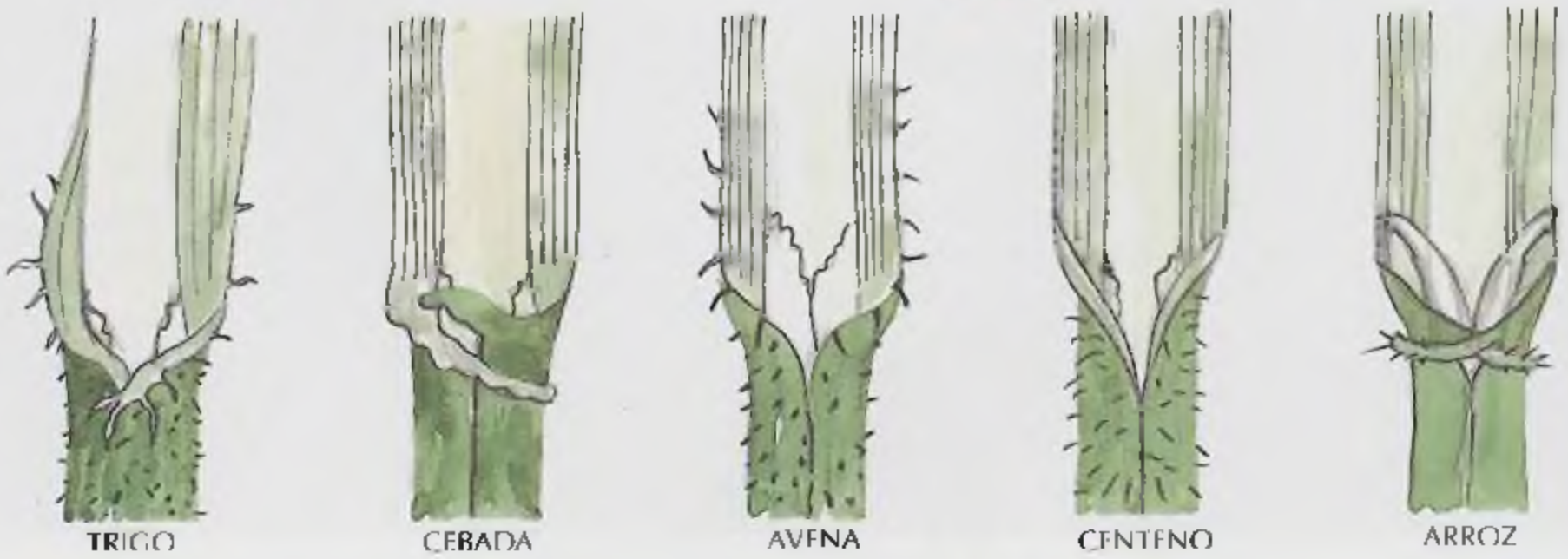
En el centro: ***Diferentes partes en las plantas de cereales*** *(Según Boyeldieu)*

Al lado: Mata de gramínea con raíces primarias y raíces secundarias (Según Moule)

A la derecha: ***Representación de la parte aérea de una gramínea (Avena)*** *(Según Hubbard)*



Tipos de lígulas y estípulas de las principales especies de cereales (Según Boyeldieu & Villax)





TRIGO



CEBADA



AVENA



CENTENO



MAIZ



SORGO



PANIZO DE DAIMIEL





MIJO





ARROZ

Inflorescencias de las principales gramíneas de interés agronómico (Según Boyeldieu, Hubbard, Moule, Villax)



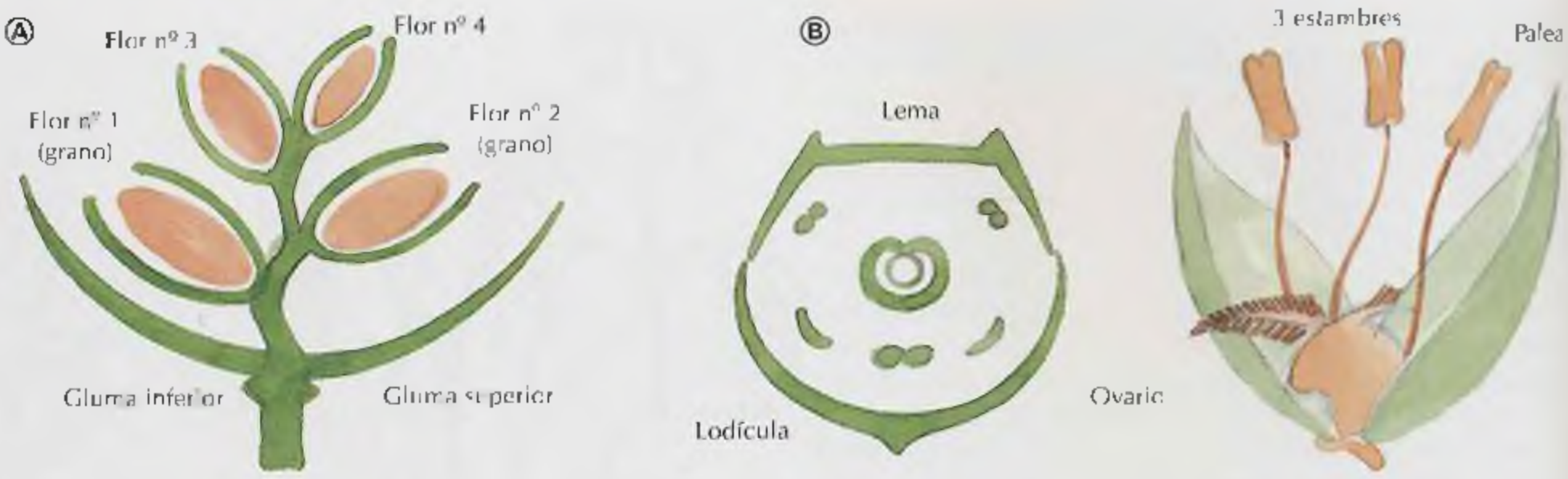
Raquis de trigo (espiga) y de cebada (panícula) (Según Boyeldieu)

3.2.2. La inflorescencia

Las **inflorescencias** son los sistemas de ramas de los espermatófitos destinados a la formación de flores y se hallan metamorfoseados en relación con su especialización. Las inflorescencias, es decir el conjunto de flores, son el aparato reproductor típico de las gramíneas. La unidad morfológica básica de la inflorescencia es la **espiguilla**. Una espiguilla está formada por una o más flores reunidas en espigas y protegidas en su base por dos brácteas: las **glumas**. Las brácteas, que protegen los órganos reproductores de cada flor, reciben el nombre de **glumillas**; la superior es la **palea** y la inferior, la **lema**. Las glumillas pueden permanecer adheridas al grano después de la trilla. Pueden estar provistas de **aristas**, como en ciertas variedades de trigo, cebada, avena, etc. Cada flor comprende tres **estambres**, un **ovario** y dos pequeñas escamas situadas en la base del ovario, que reciben el nombre de **lodículas**. En las gramíneas podemos distinguir dos tipos de inflorescencias: las **espigas**, cuando las espiguillas se unen directamente al **raquis**, como por ejemplo en el trigo y la cebada, y las **panículas**, cuando las espiguillas se insertan por medio de pedúnculos, como es el caso de la avena, arroz, sorgo, etc.



Espiguilla de cebada descompuesta en las diferentes partes de que consta (Según Hubbard)



Sección transversal de una espiguilla (A), y detalle (B) de una flor de gramínea y su diagrama floral (Tomado de Boyeldieu)

3.2.3. El grano

Los granos que fructifican en las inflorescencias son **cariópsides**; es decir, son frutos secos, indehiscentes, en los cuales los tegumentos de la simiente o grano han quedado soldados a la pared del ovario o **pericarpio**. Podemos distinguir dos tipos de cariópsides: **cariópside desnuda**, que es aquélla desposeída de glumas y glumillas (tal es el caso del trigo, centeno, maíz, etc.), y la **cariópside vestida**, que es el caso contrario, como ocurre con la cebada, avena, arroz, etc. La estructura del grano corresponde a la de un fruto de monocotiledónea: el **endosperma,** o parte nutritiva, reviste gran importancia y el **embrión** se encuentra reducido y arrinconado. En este último se diferencia: la **plántula**, con la radícula protegida por la **coleorriza**, y la **plúmula**, protegida por el **coleóptilo** y el **cotiledón**, rico en almidón. Gran parte de las proteínas de la semilla se encuentran en la capa de aleurona que rodea el endosperma.



Seccinnes de un grano de trigo (Según Boyeldieu)

3.3. CICLO VEGETATIVO

En la vida de una gramínea se presentan un conjunto de estadios, fases o períodos que completan un ciclo de desarrollo. Los conceptos: estadio, fase, período y ciclo comprenden espacios de tiempo progresivamente más amplios en la vida del vegetal. Así, el **estadio** se refiere a un momento concreto del desarrollo de la planta (estadio de nacencia, de floración, etc.); la **fase** es el tiempo comprendido entre dos estadios; el **período** engloba un conjunto de fases en las cuales la planta realiza una determinada función (crecimiento, maduración, etc.), y el **ciclo** abraza la totalidad de los períodos que se presentan en la vida de la planta. Cabe señalar al lector que se encontrará, sin embargo, con que en las distintas monografías dedicadas a este tema, los diversos autores utilizan indistintamente los términos período y fase.

Los cereales, y las gramíneas anuales en general, mueren cuando termina el primer ciclo de la planta. En las próximas páginas se inicia la descripción de los distintos períodos del ciclo vegetativo de los cereales siguiendo un esquema concreto: la descripción de los fenómenos que se producen, aquellos factores que influyen en los distintos períodos y las consecuencias agronómicas que derivan de los dos puntos anteriores.



Distintos tipos de granos en los cereales (Según Boyeldieu & Villax)

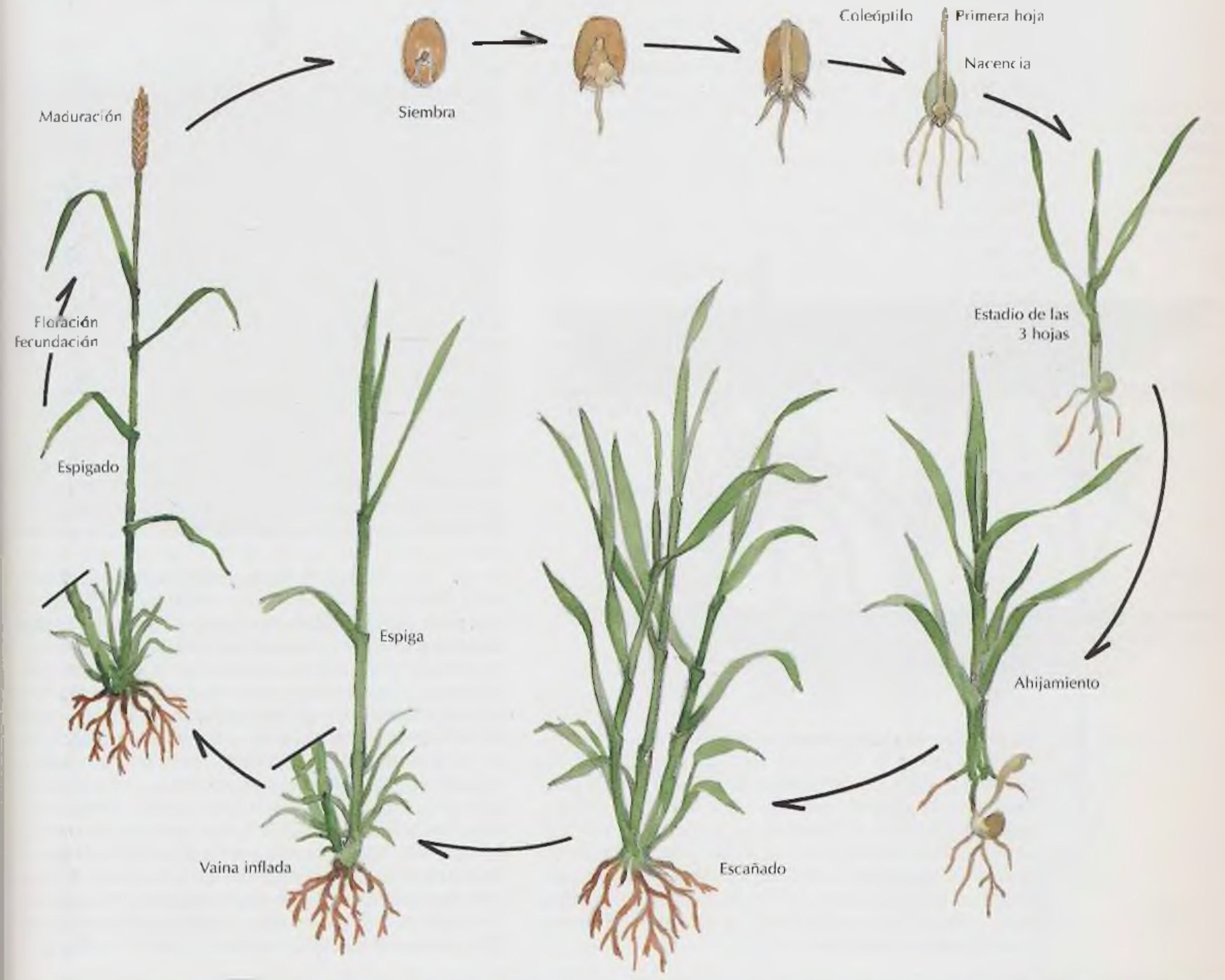
PERÍODO	FASES	ESTADIOS MÁS IMPORTANTES
VEGETATIVO	Germinación	nascencia
	Crecimiento de la plántula	1 hoja, 2 hojas,...
	Ahijamiento	1 hijuelo, 2 hijuelos,...
REPRODUCTIVO	Ramificación del ápice	estadio A, estadio B
	Especialización floral	
	Meiosis y fecundación	espigado, antesis
DE MADURACIÓN	Multiplicación celular intensa	grano lechoso
	Enriquecimiento en glúcidos y prótidos	grano pastoso
	Desecación del grano	grano vítreo

Tabla esquemática donde se representan los períodos, fases y estadios más característicos en que se divide el ciclo completo de una gramínea. (Tomado de Pujol, M.)

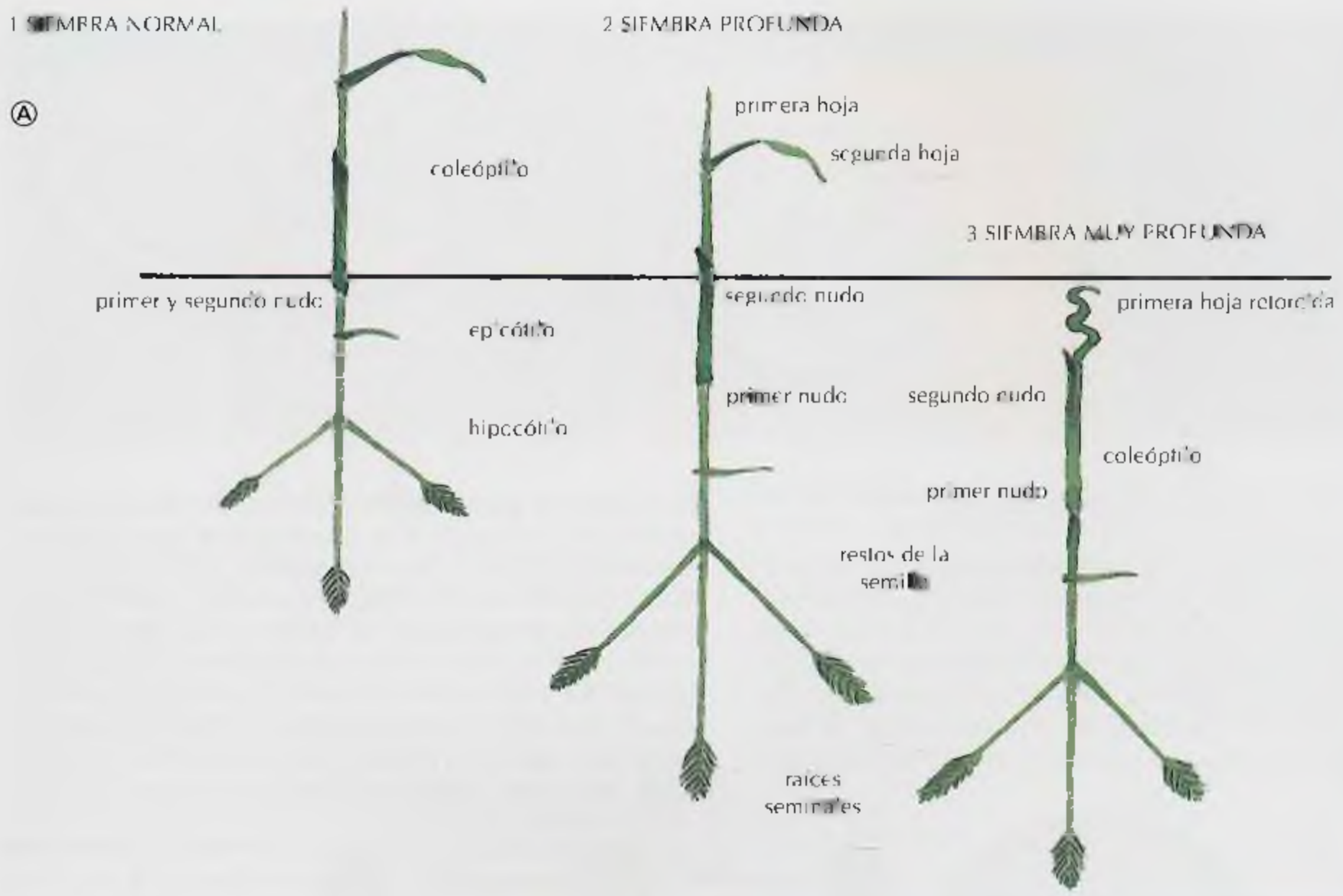
3.3.1. Germinación

Recibe el nombre de **período vegetativo** aquella parte del ciclo de un cereal que comprende desde el estadio de la germinación hasta el momento justo antes de la floración; es decir, desde que el vegetal nace hasta que la planta empieza a preparar su morfología para la reproducción. Por extensión, el período vegetativo de una planta es el de crecimiento o asexual.

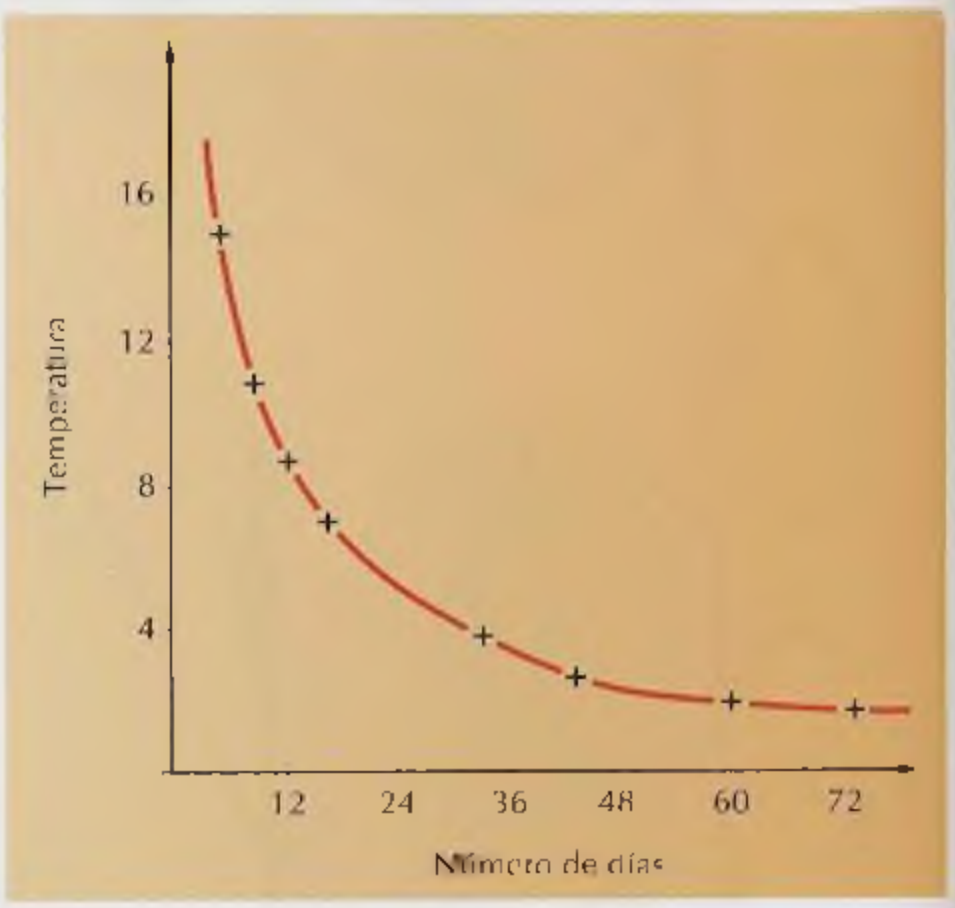
En la **fase de germinación**, la simiente absorbe agua, se hincha y salen de ella la **coleorriza**, que originará las raíces primarias, y el **coleóptilo**. Cuando el coleóptilo penetra en el suelo, se considera terminado el **estadio de la nacencia**. La germinación depende de multitud de factores: la humedad del suelo debe alcanzar un mínimo de 35-50% para que la semilla pueda germinar; las necesidades en temperatura son variables (para los cereales de invierno, las temperaturas son bajas; para los de verano, más altas. Pero



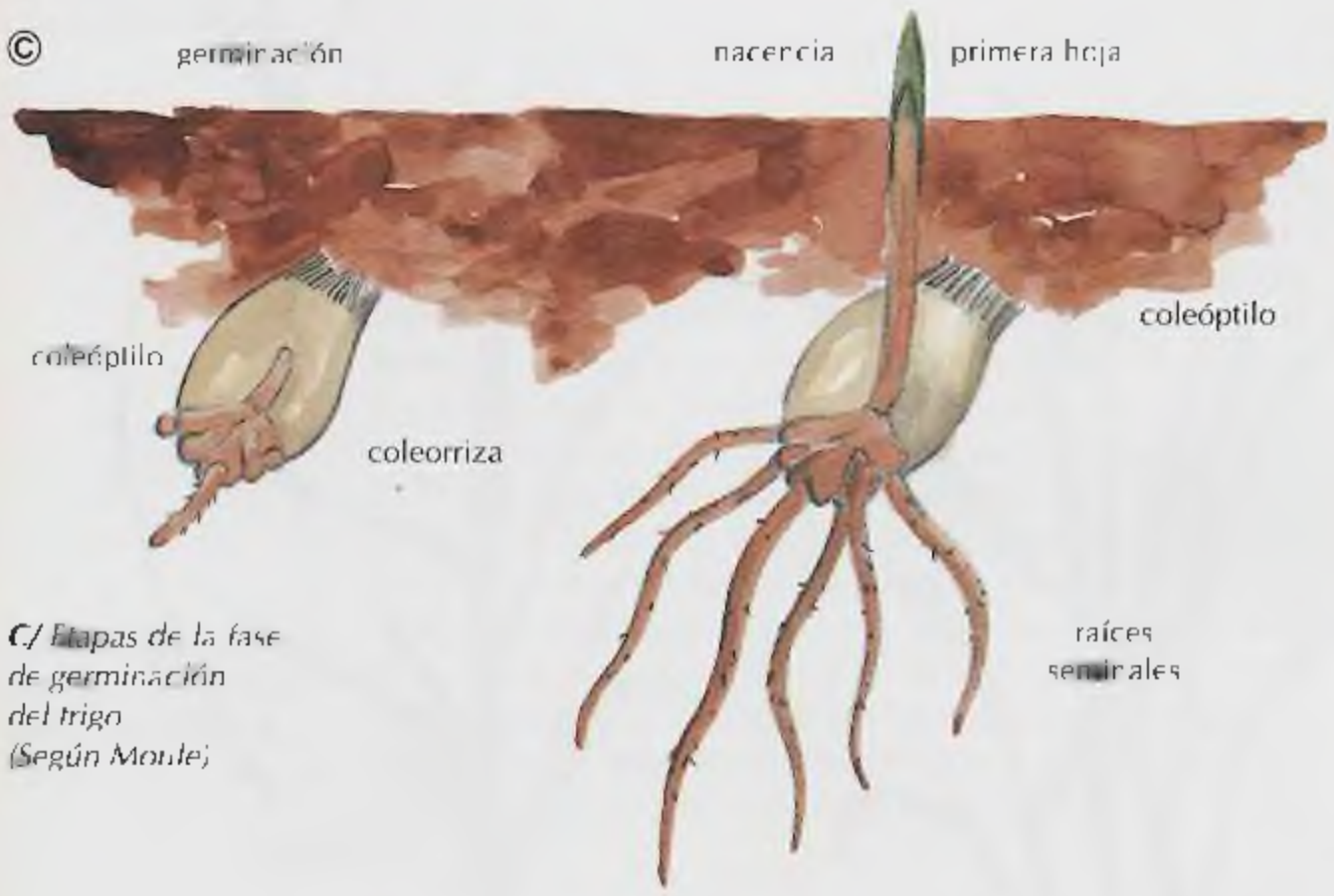
Ciclo vegetativo de una gramínea (trigo) (Según Boyeldieu)



A/ Incidencia de la profundidad de siembra sobre la nacencia (Según Gillet)



B/ La fase de germinación se acorta con el aumento de la temperatura. (Según Moule)

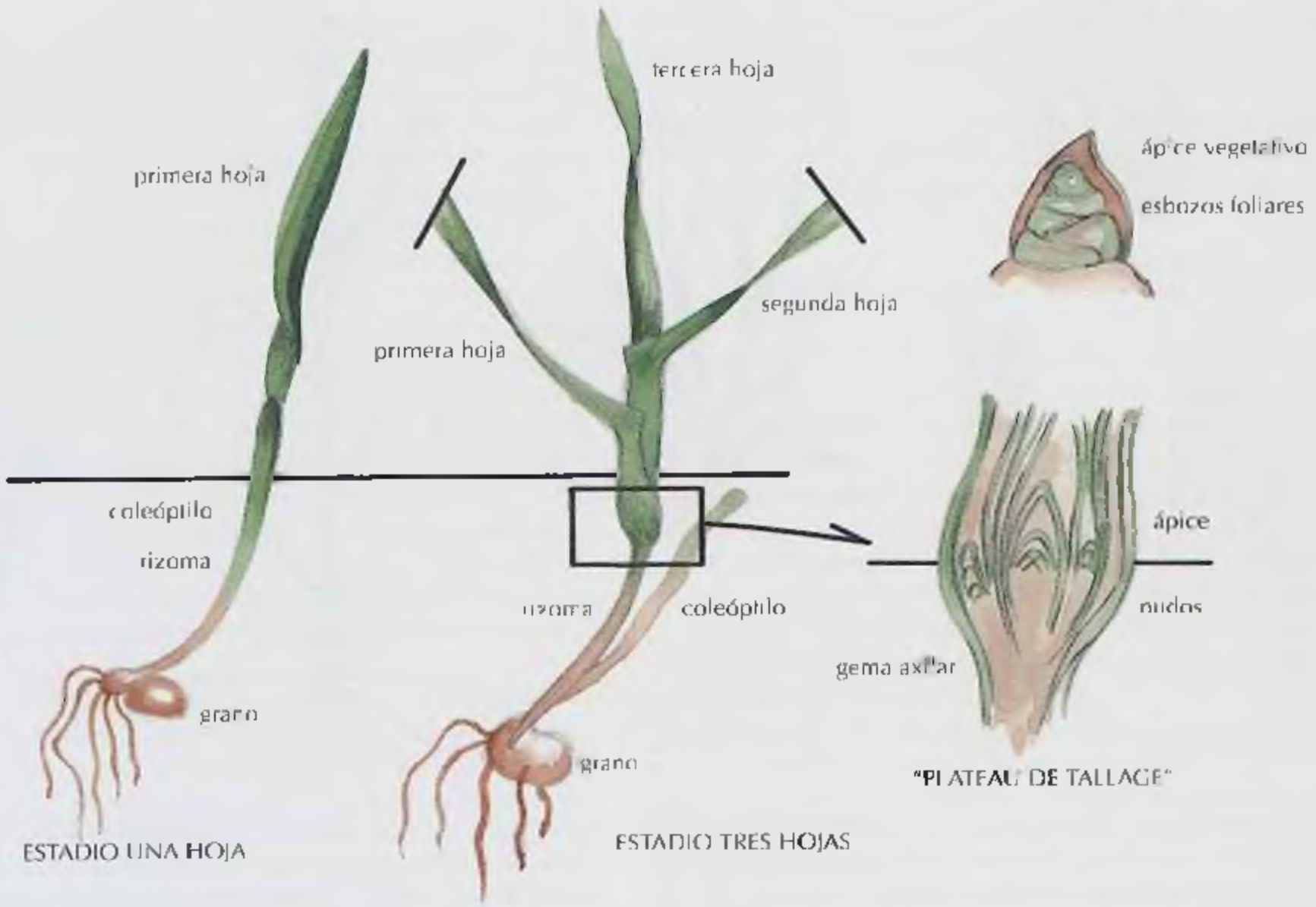


C/ Etapas de la fase de germinación del trigo (Según Moule)

en general, la duración de la germinación se acorta cuando crece la temperatura); la profundidad de siembra es correcta alrededor de 4-5 cm (a más profundidad, la plántula emerge tarde y resulta débil y vulnerable). Para la siembra es importante utilizar semillas de producción reciente y siempre debe quedar comprobado, antes de sembrar, el poder germinativo de las mismas. Además, conviene no sembrar a demasiada profundidad, lo que garantiza una correcta emergencia del cultivo.

3.3.2. Crecimiento

Después de la fase de la germinación llega **la fase de desarrollo**. El coleóptilo es perforado por la primera hoja y seguidamente se seca. La primera hoja crece, aparece la segunda, después la tercera y la cuarta. Cuando la planta tiene cuatro hojas suele despuntar el primer hijuelo y termina entonces la fase de desarrollo. Los tejidos meristemáticos apicales regulan el crecimiento vegetativo de la planta y reciben el nombre de ápice. De él salen las hojas y el resto de tejidos meristemáticos ya que, cuando se forman las hojas, queda en su axila un meristemo lateral, el cual se comportará como el anterior originando un hijuelo. De esta manera, permanece en el suelo un grupo de tejidos indiferenciados que originarán todos los hijuelos posteriores. Es lo que los



Fase del desarrollo de la plántula (Según Moule)

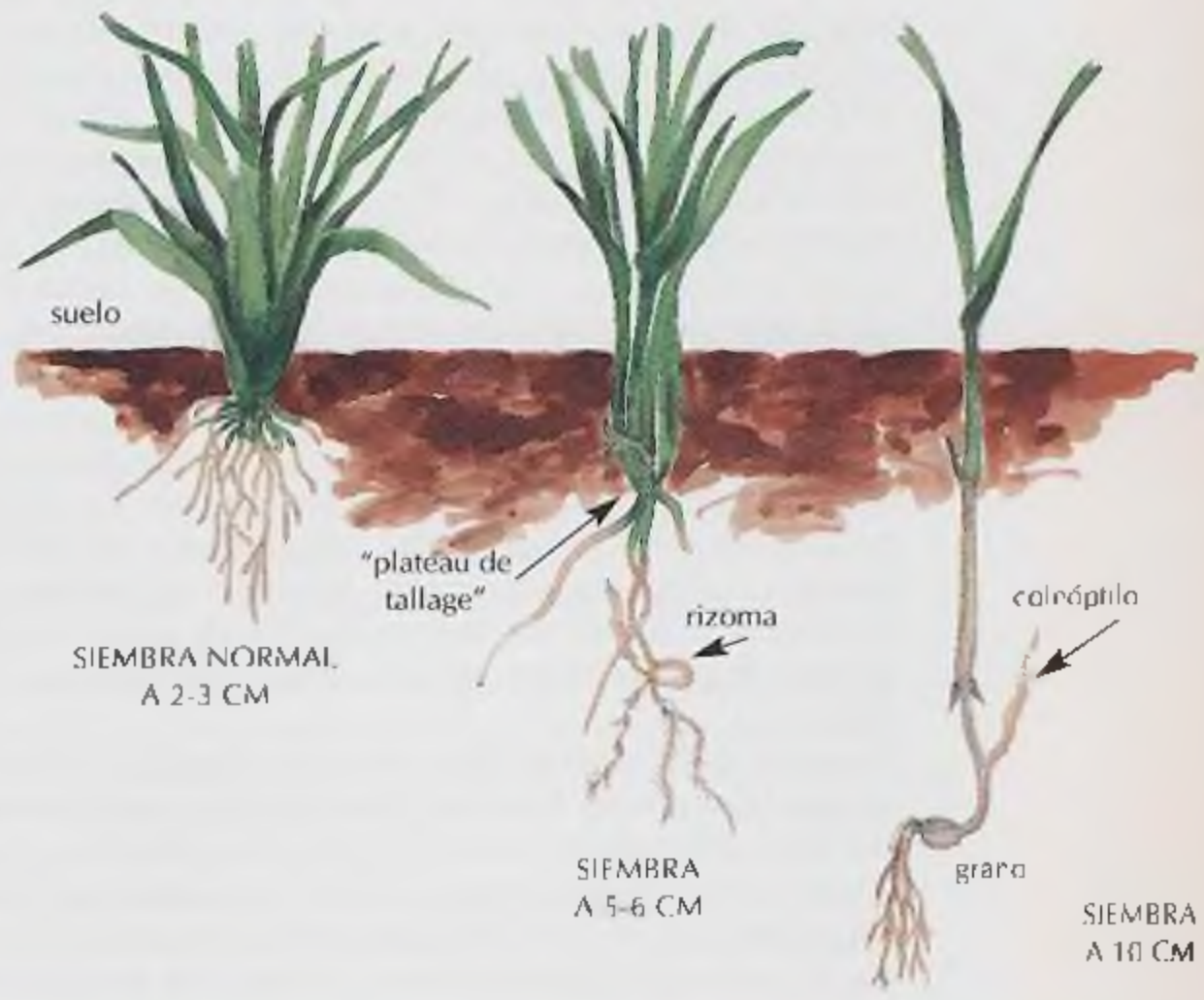
franceses denominan *plateau de tallage*. La unión entre esta zona meristemática y el grano originario recibe el nombre de **rizoma**, que no es más que un tallo subterráneo.

El factor esencial para el buen desarrollo de esta fase es la temperatura. Existe una relación lineal entre la suma de grados de temperatura y la producción de una nueva hoja. Esta variación, llamada **integral térmica**, oscila entre los 100 y los 200°C y depende de la especie. Otros factores de menor importancia, como la luz y el nitrógeno, aceleran la aparición de nuevas hojas, modificando ligeramente la suma de temperaturas necesaria. El rizoma, que se comporta como un cordón umbilical entre la parte aérea y las raíces, puede ser atacado por insectos o dañado por el frío. Por esta razón, tampoco son convenientes las siembras demasiado profundas.

Acaece entonces la **fase del ahijamiento**. El hijuelo es la unidad básica de la producción de una gramínea y, por lo general, se comporta como una planta independiente. Cada hijuelo nace de un meristemo lateral situado en la **axila** de la hoja y a partir del mismo se desarrollan nuevas hojas. A partir de un cierto momento, no es fácil diferenciar el **tallo principal** de los hijuelos. Cuando salen éstos, e incluso un poco antes, nacen también las **raíces secundarias**. La capacidad de producir hijuelos es una característica varietal y depende de la especie cerealista en estudio. La fase de ahijamiento finaliza en el momento de iniciarse el **período reproductivo** y está motivada por la competencia que ejerce el cultivo sobre sí mismo por los factores de producción como la luz, el espacio y el agua.

En el ahijamiento intervienen, además de la especie y variedad, otros factores como la época de siembra en consonancia directa con la temperatura, la disponibilidad de nitrógeno que limita la competencia y favorece el ahijamiento, y la relación negativa entre la profundidad de siembra y el ahijamiento. Además, puesto que los hijuelos nacen en la axila de las hojas, si existen limitaciones para la aparición de éstas, existirán también limitaciones para la aparición de hijuelos.

El factor más importante para el ahijamiento es la luz, pero para que ésta sea eficaz, debe llegar hasta el suelo, es decir hasta la zona donde se encuentran las yemas. De esta manera, cuando existe una densidad demasiado alta de siembra, llega poca luz al suelo y las plantas producen pocos hijuelos. Por lo que respecta a las temperaturas elevadas, éstas son desfavorables para el ahijamiento; por contra, las temperaturas algo bajas favorecen la formación de nuevas hojas y de nuevos hijuelos. Si las condiciones de iluminación son óptimas, un aporte de nitró-



Influencia de la profundidad de siembra sobre el ahijamiento (Según Boyeldieu)



Distintas etapas del período reproductivo, también conocido como fase de encañado de los cereales

geno favorece el ahijamiento. En determinadas circunstancias, no sólo no aparecen nuevos hijuelos sino que los existentes pueden morir. Ocurre esto en situaciones de gran competencia del mismo cultivo o bien cuando empieza el período reproductivo. Las bajas densidades de siembra, si las condiciones y la variedad acompañan, son compensadas por el ahijamiento. En determinadas circunstancias puede forzarse el ahijamiento con la aportación de nitrógeno complementario.

3.3.3. Período reproductivo

El inicio del **período reproductivo**, también conocido como **fase del encañado**, queda marcado por el momento en que el ápice se transforma y pasa de vegetativo a reproductivo. Pero este momento es difícil de determinar visualmente, puesto que no se observan cambios a nivel morfológico. Los cambios son de orden bioquímico, y sólo una sección histológica del ápice permite apreciar las modificaciones que se originan. Durante este período ocurren una serie de transformaciones, tanto en el ápice como en el tallo. El ápice inicia la ramificación de la inflorescencia (estadio "A"); después aparecen los esbozos de las glumas (estadio "B") y empieza la diferenciación floral, que continúa sin parar hasta llegar a la meiosis o formación de los **gametos**. Progresivamente, el tallo se alarga, al principio de forma lenta, pero cuando el ápice ha llegado al estadio "B", muy deprisa. Más adelante, el crecimiento del tallo se ralentiza y finalmente se detiene. El crecimiento del tallo proviene del alargamiento entre los nudos y, como consecuencia, también de las hojas, las cuales se disponen dísticamente y de forma escalonada desde la parte inferior hasta la superior del tallo.

Por otro lado, la extensión del tallo implica también el desplazamiento hacia arriba del ápice reproductivo, que permanece protegido por las vainas de las hojas más jóvenes, cada una de las cuales es más larga que la anterior. Llega un momento, sin embargo, en que sólo la vaina de la última hoja protege la inflorescencia y, gracias al abultamiento de ésta última, la vaina se hincha. Entonces ocurre la **división celular** o meiosis. Dado que la vaina crece muy poco, o ha dejado de crecer mientras el tallo y la inflorescencia siguen su crecimiento, esta última sale de la vaina y se hace visible al exterior: es el **estadio del espigado**, que se corresponde con el momento en que el ápice de la inflorescencia despunta al exterior.

Después del espigado, el tallo sigue creciendo, en unos casos de forma considerable, y en otros, mucho menos. Esta cuestión depende de la variedad y de la especie. Cuando termina el crecimiento del tallo tiene lugar la floración: obertura de las glumas, eclosión de los estambres, liberación de los granos de polen y salida de los estigmas. La fecundación, que se realiza a las pocas horas, es el **estadio final** del período reproductivo. Durante este período ocurren otros factores fisiológicos: se inhibe el ahijamiento e incluso desaparecen algunos hijuelos; se inhibe la formación de nuevas raíces e incluso las existentes disminuyen la absorción de elementos minerales; las sustancias de reserva se desplazan y se acumulan, en el caso de los cereales, en las vainas y entrenudos.

El ritmo con que se realizan las distintas fases del período reproductivo es muy importante para la producción del grano: si la inflorescencia surge demasiado pronto, las espigas pueden quedar expuestas al frío, pero si empieza demasiado tarde, la maduración del grano puede verse afectada por un exceso de calor o una falta de agua. Una amplia gama de variedades de una misma especie permite adaptarse a un gran abanico de condiciones ambientales, antes y durante el desarrollo de la inflorescencia.

3.3.4. Maduración del grano

Durante este período, la planta elabora las sustancias de reserva y éstas migran hacia el grano al mismo tiempo que se forma la semilla. En los cereales, la migración de las sustancias de reserva hacia el grano comporta la muerte de la planta. Durante este

período se distinguen tres fases importantes: una fase de multiplicación celular intensa, durante la cual el grano crece acumulando agua y materia seca. Al final de la misma, el grano ya tiene la forma definitiva pero todavía es verde. Es el **estadio grano lechoso**. Una segunda fase comporta el enriquecimiento en glúcidos y prótidos que emigran de la planta hacia el grano. Durante esta fase, el peso de agua del grano se mantiene inalterable, pero el peso de materia seca experimenta un aumento considerable y crece hasta el final de la acumulación de reservas. En este momento, el grano resiste la presión de los dedos pero en él se puede clavar la uña: es el **estadio de grano pastoso**. Finalmente, en una tercera etapa o fase, llamada **fase de desecación**, el grano pierde muy deprisa su porcentaje de agua, pasando fácilmente del 40% al 14%, o menos, al final de este período. Durante esta fase, el vegetal pasa sucesivamente por los estadios de **grano semiduro**, **duro** y **vítreo**.

Para la maduración del grano intervienen fundamentalmente la temperatura y la alimentación hídrica. Si la planta dispone de suficiente agua, la duración de cada fase depende de la temperatura y de la radiación luminosa. Este valor se expresa como un sumatorio de temperaturas y recibe el nombre de **integral térmica** (para cada variedad, los biólogos han determinado una integral térmica concreta). Un déficit de agua, junto a elevadas temperaturas, puede perturbar especialmente la fase de migración de sustancias hacia el grano, produciéndose entonces la fisiopatía llamada **asurado**. Por esta razón, la fase de migración de sustancias hacia el grano representa un momento crítico por lo que se refiere a las necesidades hídricas de la planta. La **madurez fisiológica** se consigue en el estadio de grano pastoso, aunque en ese momento, el grano posee demasiada humedad para su recolección y conservación, por lo que es conveniente esperar hasta la **fase de desecación** para conseguir que la humedad no supere el 12-13%. Así, los cereales de invierno pueden recolectarse fácilmente con una humedad adecuada; pero no ocurre lo mismo con los de verano, puesto que el período de su recolección coincide con el otoño, estación con una pluviometría importante, lo que obliga entonces a realizar prácticas suplementarias de secado.

La adaptación de la precocidad de las variedades, e incluso de las especies de cereales de invierno, a cada lugar, está relacionada directamente con las condiciones en las que pueda desarrollarse la segunda fase de este período. La avena, por ejemplo, necesita condiciones suaves y humedad suficiente porque tiene una segunda fase muy larga; la cebada, al contrario, se adapta mejor que el trigo a condiciones de falta de humedad porque, entre otras razones, se desarrolla más deprisa durante esta fase.

3.4. ECOLOGÍA

Una característica notable de los cereales es su amplia adaptación ecológica que posibilita que estos cultivos estén presentes en todos los ambientes agrícolas del mundo. Esta adaptación se basa, en gran medida, en la variabilidad vegetal que presentan los cereales, variabilidad importante entre las distintas especies, pero también considerable entre las variedades. A continuación se describen separadamente los dos elementos que condicionan la adaptabilidad ecológica de los cereales: el clima y el suelo.

3.4.1. Adaptación al clima

Las características climáticas fundamentales que pueden afectar el desarrollo de los cultivos son el **régimen térmico** (temperaturas extremas veraniegas e invernales) y el **régimen hídrico** o de humedad (pluviometría). Por lo que se refiere a la temperatura, los cereales presentan una clara diferenciación entre **especies criófilas**, que tienen exigencias de frío y que se desarrollan mejor con temperaturas no excesivamente elevadas (cereales de invierno) y **especies termófilas**, con elevadas exigencias térmicas (cereales de verano).

Los **cereales de invierno** pueden estar limitados por el clima en los siguientes aspectos:

1) Cuando les falte temperatura para germinar; las siembras de otoño deben ser realizadas en el momento oportuno.

2) Cuando las plantas no resistan los fríos del invierno; en este sentido, la cebada es el cereal más sensible y el centeno el más resistente (-18 a -20°C). El trigo es más resistente que la cebada, pero en las dos especies los intervalos varietales presentan una gran variabilidad: cebada de -8 a -14°C y trigo de -8 a -16°C. Por otro lado, la resistencia de las plantas al frío depende no sólo de la cota alcanzada por las temperaturas extremas, sino de si éstas acaecen de forma progresiva o, por lo contrario, de forma súbita.

3) Cuando les falten horas de frío para culminar su maduración. Para esta cuestión, la diferenciación varietal es importante: existen variedades que necesitan de 50 a 60 días con temperaturas entre los 0 y los 5°C, mientras que otras apenas necesitan frío. Este punto reviste gran importancia para la elección de las variedades en cada zona.

4) Cuando la floración no quede afectada por heladas tardías ni por temperaturas demasiado elevadas que puedan perjudicar la polinización.

Los **cereales de verano** pueden verse limitados por las siguientes condiciones climáticas:

1) Las temperaturas mínimas necesarias para la germinación. El maíz es menos exigente que el sorgo y el mijo. La adaptación, en todo caso, se consigue sembrando más tarde y empleando variedades de ciclo más corto.

2) Las bajas temperaturas durante el desarrollo del cultivo. El maíz, a 8°C de temperatura media, experimenta una parada de crecimiento. El arroz y el sorgo sufren esta parada con temperaturas más elevadas.

3) Las temperaturas excesivas en el momento de la floración, que pueden destruir los granos de polen. El maíz presenta limitaciones de su rendimiento si las temperaturas sobrepasan los 35°C, pero no el sorgo, el arroz o el mijo.

4) El período libre de heladas delimita el ciclo posible. Unas temperaturas de -2 a -3°C hielan el maíz y también el sorgo. Si estas heladas son frecuentes

en primavera, debe retardarse la siembra; si se presentan en otoño, la maduración del grano tiene que alcanzar el estado de grano pastoso antes de cualquier helada. La disponibilidad de variedades de ciclo muy corto permite el cultivo del maíz en climas más fríos.

Los distintos cultivos cerealistas pueden ser ordenados por sus diferentes **necesidades hídricas**, de mayor a menor necesidad: arroz, maíz, avena, trigo, sorgo y cebada. Pero se trata de un factor variable, puesto que depende del tipo de suelo, del aprovechamiento del agua por el cereal y del valor de la evaporación. Cuando la planta encuentra agua suficiente, los consumos hídricos por tonelada de producción son del orden de 300 m^3 para el sorgo, 350 m^3 para el maíz, de 500 a 550 m^3 para el trigo, de 600 m^3 para la avena y el centeno, y para el arroz de 650 a 700 m^3. Además, no se precisa una disponibilidad de agua durante todo el ciclo vegetativo, siendo más perjudicial la sequedad en los momentos críticos del cultivo, como la germinación, el espigado y, en menor medida, la maduración del grano.

Cuando ocurre una carencia de agua en el suelo, la mayoría de cereales la soportan bien y reducen su rendimiento hasta que las condiciones vuelven a ser favorables; el arroz, no obstante, es una excepción a esta norma, puesto que es muy exigente con sus necesidades hídricas.

3.4.2. Adaptación al suelo

Los cereales no son muy exigentes en cuanto a la calidad del suelo, pero cada especie tiene sus particularidades. El trigo, por ejemplo, necesita suelos profundos con buena capacidad de retención de agua; la cebada se adapta bien a suelos poco profundos y ligeros; el centeno y la avena admiten tierras ácidas y pobres en nutrientes minerales, y el maíz es exigente en materia orgánica. Los niveles de absorción de elementos minerales por cada 1.000 Kg de producción son similares en todos los cereales (ver cuadro bajo estas líneas).

Composición mineral de los principales cereales expresada en % de nutriente por 100 Kg de grano (Tomado de Bayeldieu)

Cultivo	Producto	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Trigo	grano	1,90 %	1,00 %	0,5 %	0,2 %	0,20 %
	paja	0,50 %	0,25 %	1,2 %	0,5 %	0,15 %
Cebada	grano	1,50 %	0,85 %	0,7 %	0,4 %	
	paja	0,50 %	0,20 %	1,2 %	0,6 %	
Avena	grano	1,80 %	0,90 %	0,7 %		
	paja	0,60 %	0,40 %	1,7 %		
Centeno	grano	1,40 %	1,00 %	0,6 %		
	paja	0,45 %	0,30 %	1,2 %		
Maíz	grano	1,50 %	0,75 %	0,5 %	0,3 %	0,10 %
	paja	0,70 %	0,20 %	1,8 %	0,5 %	0,25 %

Mediante técnicas de fecundación asistida, es posible la obtención de líneas puras de trigo y cebada, consiguiendo variedades mejoradas. (Gentileza de ICI Seeds)



3.5. VARIEDADES

Las variedades de cereales pueden ser de tres tipos: **poblaciones**, **líneas puras** o **híbridos**. Para la comprensión de la importancia que tienen las variedades híbridas en los cereales, estimamos conveniente ofrecer al lector una nociones someras de genética. Todos los seres vivos llevan, en el ADN de sus células, la información genética que transmitirán a su descendencia y que les confiere unas características determinadas. Según el tipo de fecundación, los cereales pueden clasificarse en dos grupos: aquéllos con **fecundación autógama**, como el trigo, cebada, avena, arroz y sorgo, y los que se reproducen por **fecundación alógama**, como el maíz y el centeno. Las variedades de plantas autógamas suelen ser **líneas puras**, puesto que se fecundan sobre sí mismas. Las plantas alógamas, cuya fecundación es cruzada, originan **poblaciones sintéticas**.

Aquellas plantas autógamas, como el trigo, en que las mismas plantas se autofecundan a sí mismas, mantienen sus características prácticamente estables, puesto que no existe intercambio genético entre ellas. En otros cereales, como el maíz, cuya fecundación es cruzada, las semillas que se obtienen de las cosechas son verdaderas poblaciones. Reciben el nombre de **poblaciones** aquellas variedades que están constituidas por un conjunto de individuos que tienen en común un cierto número de caracteres, principalmente los relacionados con su adaptación al medio; pero por lo contrario, son más o menos heterogéneos para otros caracteres de tipo agrícola.

Mediante técnicas de fecundación asistida, es posible la obtención de líneas puras. Una variedad se considera una **línea pura** cuando todos sus individuos son genéticamente idénticos y homocigóticos. Una serie de individuos son homocigóticos cuando todos sus cigotos, o embriones, llevan la misma información genética, lo que dará lugar a una descendencia igual a la paterna. Una línea pura deviene estable, generación tras generación, si no acaece ninguna mutación ni ocurre una combinación de material genético de otras variedades. Ciertas líneas puras de cereales comercializadas son resistentes a determinadas enfermedades criptogámicas.

Las **variedades híbridas** provienen del cruzamiento de dos líneas puras y tienen la ventaja de manifestar

la **heterosis** o el llamado **vigor híbrido**. En las variedades híbridas, todos los individuos de la población son idénticos pero heterocigóticos, lo cual significa que no pueden reproducirse en individuos iguales a sí mismos. Las variedades comerciales de maíz y sorgo son híbridas. Las líneas puras de plantas autógamas podrían conservarse indefinidamente, generación tras generación, si las siembras se mantuvieran libres de plantas extrañas. Las variedades sintéticas pueden desequilibrarse por el efecto selectivo del medio sobre los individuos integrantes de la población inicial y pueden perder potencial productivo. Finalmente, cabe apuntar que las variedades híbridas no se conservan o, lo que es lo mismo, su descendencia no resulta igual a los progenitores, ofreciendo una gran variabilidad.

3.5.1. Características de las variedades

A la hora de elegir la variedad, el agricultor debe inclinarse por aquélla que le ofrezca el máximo beneficio, es decir, la **mayor producción bruta**. La producción bruta resulta de multiplicar dos factores: el rendimiento en Kg/Ha y el precio de venta en unidad monetaria/Kg. El precio dependerá de la **calidad** del producto, mientras que en el rendimiento, deben tenerse en cuenta dos aspectos: la **capacidad**, o **potencial** de la variedad, y su **regularidad**.

3.5.1.1. Productividad

La **productividad** se define como la capacidad de producción de una variedad de cereal situada en condiciones ideales de cultivo; sería equivalente al **rendimiento máximo** que ésta podría conseguir. Es imposible conocer el **valor absoluto** de la productividad de cada variedad. Con las pruebas de comparación de variedades, sólo pueden medirse las productividades relativas entre variedades o, tratándose de una misma variedad, las productividades en distintas zonas. Lo que sí se puede llegar a determinar es cómo son los correspondientes factores varietales, sobre los cuales se sabe que cada variedad posee unos factores que preponderan sobre otros, como por ejemplo la capacidad de ahijamiento.
Una misma variedad, si no es afectada por accidentes de vegetación, presenta una acción compensadora de cada factor en relación a los demás: si la densidad de siembra es baja, crecerán más hijuelos, las espigas serán más grandes y el grano pesará más. Pero cuando se sobrepasan ciertos límites, no es posible compensar el factor afectado. El conocimiento de las características relacionadas con los factores de rendimiento, es decir capacidad de ahijamiento de la variedad, tamaño de las espigas, etc., es importante para determinar cuáles pueden ser las técnicas de cultivo más adecuadas.
Las variedades comerciales tienen todas un potencial productivo muy elevado. Se diferencian unas de otras por la regularidad de su rendimiento y, en definitiva, por su capacidad de adaptarse mejor a un lugar que en otro. Para juzgar esta capacidad de adaptación son necesarias las pruebas de comparación de variedades. En definitiva, la adaptación de las variedades a una zona geográfica concreta depende de dos factores: su **ritmo de desarrollo** y su **resistencia** a los factores adversos del medio.



El panizo de Daimiel, al igual que el maíz, es planta alógama. Sus variedades comerciales suelen ser híbridos seleccionados en campos experimentales, donde se aislan los órganos masculinos de los femeninos con la finalidad de controlar la polinización. (Gentileza de ICI Seeds)

3.5.1.2. Ritmo de desarrollo

Se define por dos características: la **precocidad** y el **ritmo de alternatividad** (esta segunda sólo para los cereales de invierno). La **precocidad** de maduración (longitud del ciclo en maíz y sorgo) constituye una de las características básicas que deben conocerse de cualquier variedad, porque las variedades demasiado precoces (en una zona concreta) pueden ser afectadas por heladas tardías en el momento del espigado, y las variedades demasiado tardías pueden ser afectadas por golpes de calor (asurado) y, en todo caso, pueden resultar faltas de agua para terminar el ciclo. En maíz y sorgo, la longitud del período se relaciona directamente con el potencial productivo de las distintas variedades y debe adaptarse a cada zona.
El **grado de alternatividad** de las variedades de cereales de invierno traduce las necesidades de frío que pueden tener las distintas variedades. Estas necesidades condicionan el momento de la siembra e indican la posibilidad de utilizar o no una variedad concreta en una zona y momento determinado.

3.5.1.3. Resistencia a los factores del medio

En este sentido, las variedades manifiestan una gran variabilidad. Pero este grupo de características no puede ser considerado independiente del medio sino en función del mismo, ya que no interesan, por ejemplo, las resistencias al frío o al asurado de cierta variedad en zonas cálidas o de regadío respectivamente. Tampoco la resistencia a ciertas enfermedades criptogámicas debe tener la misma consideración en todos los lugares, y sólo deberán ser consideradas aquéllas que constituyan un problema en el lugar donde deba cultivarse una variedad en concreto.
La **resistencia al frío** no representa una importancia capital en los países de clima templado, puesto que muchas especies de cereales se cultivan en climas extremos como los del norte de Europa. Recordare-

mos solamente que las variedades de primavera son poco o nada resistentes al frío. En el cultivo del maíz, puede ser interesante la elección de variedades resistentes al frío en los primeros estadios, lo cual supone un avance en el período de la siembra en zonas que son de por sí tardías.

La **resistencia al encamado** constituye una característica varietal muy valorada, puesto que el encamado repercute en la productividad. Ciertas variedades más modernas y de porte más bajo subsanan, en gran medida, esta fisiopatía. La resistencia al encamado depende más del porte de la planta que de la resistencia genética de una determinada variedad. Parece evidente que los vegetales más bajos presentan mayor resistencia al encamado. Entre las especies, la cebada resulta más sensible al encamado que el trigo.

La **resistencia al asurado** puede tener mucha importancia en las regiones más calurosas. Ciertas variedades presentan una resistencia genética al asurado mucho mayor que otras.

La **resistencia a enfermedades** constituye uno de los factores más importantes para la consecución de cosechas homogéneas. Si una zona tiene problemas con determinadas enfermedades, es mejor escoger variedades resistentes a dichas enfermedades que plantear un calendario de posteriores tratamientos fungicidas. La obtención de variedades resistentes a las distintas enfermedades criptogámicas constituye el *leitmotiv* de los mejoradores genéticos.

La **resistencia a las plagas** de las distintas variedades de cereales tiene menor peso específico que la de las enfermedades fúngicas, puesto que los genetistas no han seleccionado, por el momento, demasiadas variedades resistentes, motivo por el cual se ha potenciado mayormente la lucha con medios químicos. Para aquellas afecciones ocasionadas por nematodos, sí existen variedades seleccionadas resistentes a estos animales.

3.5.1.4. Calidad

En aquellos países en los que los cereales tienen un precio de venta prefijado, o bien cuando para la estipulación del precio no se tiene en cuenta la calidad del grano, puede pensarse que este factor no resulta interesante. En aquellos países en que la liberalización del mercado del grano de cereal ha comportado un interés por su calidad, el agricultor se ha visto en la necesidad de escoger variedades de mejor calidad que las tradicionales. Entre otros, cabe citar los siguientes factores de calidad:

- Ciertas **características físicas** del grano, como su peso específico (a mayor peso, mayor rendimiento de la harina), la humedad (en el precio puede penalizarse un exceso de humedad) y el color (importante en el maíz).
- Las **aptitudes tecnológicas** del grano, como su valor panificable (factor varietal), el porcentaje de proteínas en la cebada para la fabricación de cerveza, o el rendimiento del pelado en el arroz.
- El **valor forrajero** depende, asimismo, de la variedad. Factores como el porcentaje de celulosa en la avena, el de almidón en la cebada, el de proteínas en el trigo y maíz, y los niveles del aminoácido lisina en el maíz, son importantes para aquellos cereales destinados a la producción de piensos.

3.5.2. Variedades disponibles

Para que una variedad de cualquiera de las especies de cereales pueda comercializarse en España, y lo mismo ocurre en los demás países de la UE, es necesario que se encuentre inscrita en la correspondiente **Lista de Variedades** comerciales del **Registro de Variedades** del Ministerio de Agricultura. La inscripción en este Registro tiene lugar después de que el **Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero** (I.N.S.P.V.) haya realizado los ensayos con valor agronómico pertinentes durante 2-3 años, y sea aceptada. La aceptación o inscripción de una variedad en este Registro significa que se trata de una población uniforme, estable y que presenta ciertas ventajas intrínsecas.

A menudo, estas listas de variedades no aportan información suficiente por lo que se refiere a su cultivo en zonas concretas y con una climatología determinada. El agricultor puede recurrir entonces a los ensayos particulares que también realizan las distintas corporaciones locales (de forma conjunta con el I.N.S.P.V.), e incluso nos parece muy recomendable la consulta de los informes técnicos que editan periódicamente las empresas que comercializan las variedades. Las variedades inscritas de trigo, maíz y cebada se cuentan por centenas y otros cereales como el arroz, sorgo y avena, siendo su número menor, pasan de las varias decenas. La descripción de estas variedades escapa en mucho de los límites de esta obra, por lo que se remite al lector a aquellas otras publicaciones.

4. CICLOS DE CULTIVO

Según la duración de su ciclo de cultivo, los cereales pueden clasificarse en **cereales de invierno** y **cereales de verano**. Ofrecemos al lector un calendario de siembras y cosechas de los principales cereales cultivados en España. La línea curva continua muestra el abanico de fechas de siembra y su porcentaje medio en España. La línea segmentada muestra el porcentaje de las cosechas realizadas en una fecha determinada. Así, por ejemplo, la siembra de la cebada de seis carreras alcanza su máximo el 15 de julio, fecha en la cual se siembra el 55% de la cebada total cultivada en España. De forma análoga, el 15 de noviembre es la fecha en la que se cosecha el 48% de la producción de cebada. Esta amplitud en los períodos de siembra y recolección es debida principalmente a la multitud de especies y variedades comerciales existentes, y ofrece grandes posibilidades al agricultor para confeccionar sus propios calendarios de siembra, cosecha y rotación de cultivos.

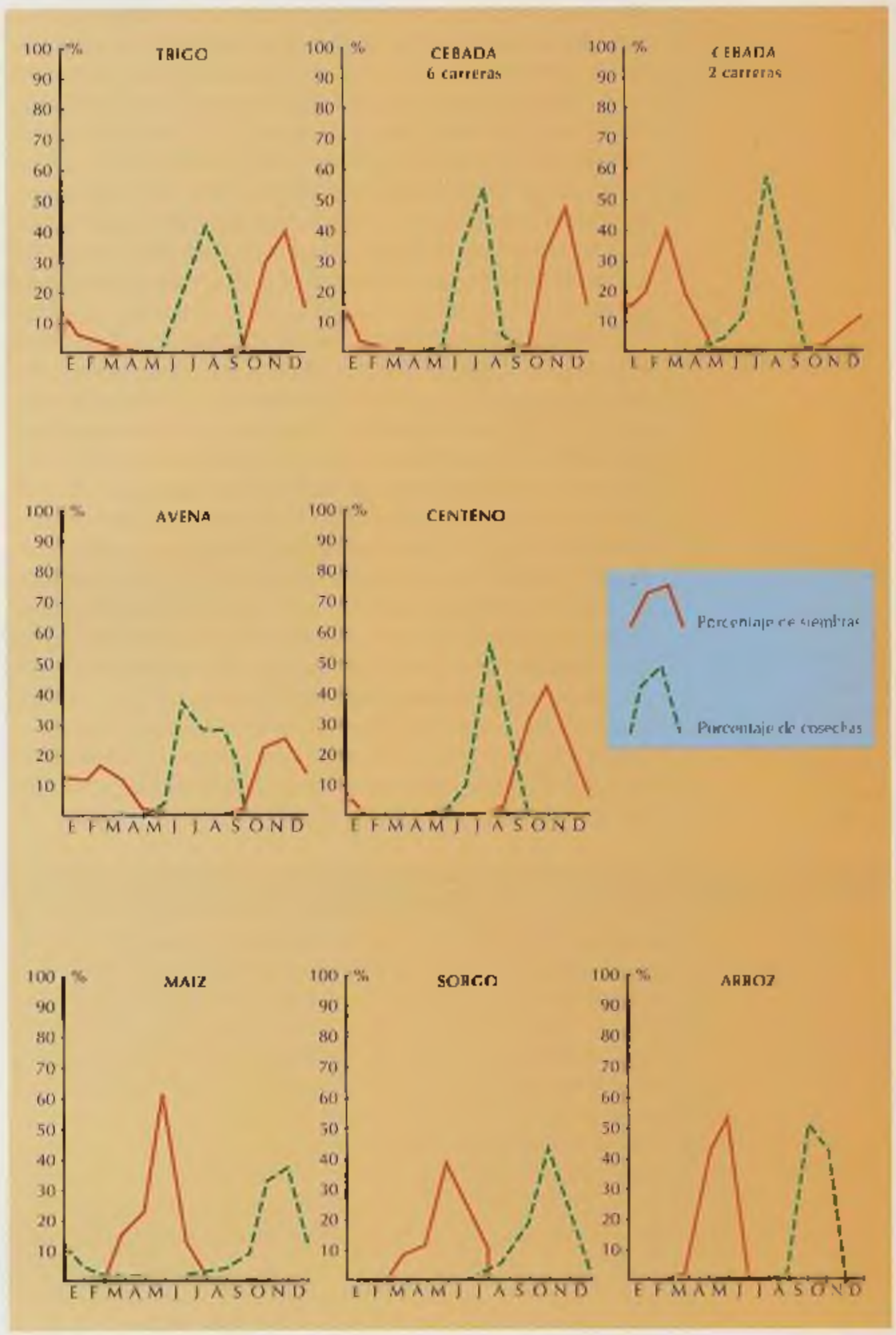
4.1. CULTIVOS DE INVIERNO Y DE VERANO

Los cereales de invierno pueden sembrarse desde el otoño (octubre-noviembre) hasta la salida del invierno (febrero-marzo), en función de las zonas y de las necesidades de frío de las variedades utilizadas. Se cosecha durante el verano, a partir del mes de junio, y puede prolongarse la recolección hasta el mes de agosto y, en determinados casos, hasta septiembre.

Se trata de cultivos mejor adaptados al ritmo climático español que los del verano, puesto que, en la mayoría de los casos, puede omitirse el riego. Además, hay que considerar el ahorro que representa no tener que secar el grano después de la cosecha.

Las especies y la multitud de variedades distintas en cuanto a sus épocas de siembra y recolección, permiten al agricultor repartir mejor las labores agrícolas en la explotación. Esta diversidad en las fechas de siembra posibilita, además, un mejor control de las malas hierbas, flexibilizando las rotaciones secuenciales de los cultivos. La cosecha puede programarse también para que resulte escalonada, aunque se presenta más concentrada que la siembra: maduran primero las cebadas de invierno y, a los 8-15 días, las de primavera y los trigos. El cultivo de cereales que, modificando las fechas de siembra, permita ampliar el tiempo de cosecha, consigue diversificar los riesgos de accidente (viento, granizo) y, por encima de todo, permite sembrar cultivos posteriores (dobles cosechas).

Los cereales de verano se siembran en primavera (abril-mayo) y se cosechan en otoño (setiembre-noviembre). Los llamadas cereales de verano son principalmente el arroz, el sorgo y el maíz. Tal como se expresa en los gráficos adjuntos, sus siembras se producen, por lo general, desde el inicio de la primavera hasta principios de verano. El maíz y el sorgo pueden combinarse con los cereales de invierno y presentan dos épocas de siembra. En **primera cosecha**, o de **barbecho**, deben sembrarse tan pronto lo permita la temperatura del suelo en cada región (abril-mayo). En **segunda cosecha**, o de **rastrojo**, se realiza después de los cereales de invierno (junio-julio). La finalización del ciclo, en ambos casos, suele coincidir con la aparición de las heladas otoñales. Con la finalidad de encajar sus ciclos dentro de estos parámetros, se escogen variedades más o menos precoces en función de la climatología de cada región.



Calendario de siembras y cosechas de los principales cereales cultivados en España, según la secretaría General Técnica del Ministrio de Agricultura

4.2. ALTERNATIVAS Y ROTACIONES

Los cereales ocupan casi siempre una parte importante de la superficie de cultivo de una explotación agrícola. Muchas veces, se convierten en los únicos cultivos: hablamos entonces de **alternativas totalmente cerealistas**. La forma clásica de cultivo de los cereales es mediante la práctica del **barbecho**. El barbecho es un sistema de cultivo que consiste en dejar descansar una parcela no productiva con la finalidad de que vuelva a adquirir fertilidad. Entre barbecho y barbecho, se cultivan consecutivamente distintas especies o **alternativas**, lo que origina una **rotación de cultivos**; después de la rotación de cultivos se vuelve al barbecho. En una rotación de cultivos, recibe el nombre de **cultivo precedente**, o precedente cultural, el cultivo anterior al actual, y **cultivo siguiente**, el posterior. Cuando se dice que un cultivo puede sembrarse después del **barbecho blanco** o **barbecho semillado**, significa que su precedente cultural no es ningún cultivo, sino el barbecho.

Actualmente se conocen algunos de los motivos por los cuales una parcela pierde su poder de producción: empobrecimiento de sus nutrientes, aumento progresivo de las enfermedades y plagas del suelo, aumento de ciertas sustancias nocivas producidas directamente por el cultivo, etc. Antiguamente, sin saber a ciencia cierta el motivo por el cual las tierras "se agotaban", se practicaba el barbecho, que permitía recuperar parte de su poder productivo inicial.

Hablamos de **monocultivo** en una explotación cuando en ella sólo se cultiva una especie cerealista. El monocultivo se da en algunas especies, pero no en todas. Así, las tierras dedicadas al arroz no suelen ser útiles para otros cultivos, con lo que su monocultivo es casi forzoso. Si el abonado nitrogenado es equilibrado y elevado, permite repetir durante muchos años el cultivo del maíz. En los dos cultivos citados, el rendimiento no desciende, manteniéndose un nivel productivo constante. Se puede repetir el cultivo de cebada varias veces, por ejemplo, aunque su rendimiento experimenta un ligero descenso a cada nueva implantación. El trigo, al contrario de los anteriores, no puede sembrarse más de dos años en la misma parcela, puesto que al tercero experimenta un notable descenso de la producción.

Por las razones anteriormente citadas, cada cultivo cerealista ha experimentado una trayectoria distinta dentro de la agricultura actual. Cuando se pretendió intensificar la producción de trigo en las parcelas de secano, se abandonó el barbecho y se utilizaron herbicidas y abonos; pero estas modificaciones no bastaron para mantener el nivel productivo del trigo, por lo que en muchas zonas se optó por abandonarlo y cultivar la cebada, cuya producción, como ya se ha dicho, no es tan sensible a la repetición de su cultivo.

El trigo conserva todavía su presencia en las mejores tierras cultivadas y siguen observándose las rotaciones de cultivos con gran diversidad en sus alternativas. Gracias a los abonos y, en especial, a los nitrogenados, en muchas zonas de regadío se han simplificado las alternativas, inclinándose los agricultores por el monocultivo del maíz. Las ventajas del monocultivo son la especialización y sencillez productiva, lo que reduce los costos de producción; pero presenta importantes desventajas, entre las cuales cabe destacar: las labores se concentran en unos períodos determinados del año, lo que convierte en improductivos los demás meses; no se diversifican los riesgos empresariales; se incrementan los costos de producción debido a que el capítulo de gastos en filosanitarios, herbicidas y abonos debe aumentar para mantener la misma productividad año tras año.

Ejemplo de rotación de cultivos alternativos en una parcela a lo largo de ocho años (Tomado de M. Pujol)

Período de cultivo	Cultivo
De noviembre del 1er año hasta junio del 2º:	cereales de invierno
De setiembre del 2º año hasta mayo de 3º:	cereales forrajeros
De junio del 3º hasta setiembre del 3º:	maíz
De noviembre del 3er año hasta junio del 4º:	leguminosas
De noviembre del 4º año hasta junio del 5º:	cereales de invierno
De agosto del 5º año hasta abril de 6º:	gramíneas de pradera
De junio del 6º año hasta octubre del 6º:	sorgo
De noviembre del 6º año hasta junio del 7º:	leguminosas
De noviembre del 7º año hasta junio del 8º:	cereales de invierno
De julio del 8º año hasta setiembre del 8º:	veza
De noviembre del 8º año hasta junio del 9º:	cereales forrajeros

4.2.1. Cultivos alternativos

Prácticamente todos los cultivos sirven como alternativas a los cereales, aunque deben observarse ciertas normas. El trigo y el maíz en regadío son los cultivos que mejor aprovechan los buenos precedentes culturales (Vr. gr. leguminosas, barbecho blanco, etc.), por lo que se consideran cabeza de rotación. La cebada y la avena, en cambio, no sólo no aprovechan la fertilidad del suelo por tener inferior potencial productivo, sino que resulta contraproducente sembrarlos en tierra fértil, puesto que un exceso de nitrógeno puede favorecer todavía más su propensión al encamado. El sorgo constituye un mal precedente cultural para todos los cereales de paja, en especial para el trigo. Además, las sucesiones de cultivos deben ser lógicas. No se puede programar, por ejemplo, un maíz como precedente cultural de un trigo puesto que, aunque sea una buena alternativa, podría no ser indicado por falta de tiempo para realizar la preparación del suelo y sembrar a tiempo.

Las leguminosas de grano, como la veza o la haba, han constituido durante mucho tiempo las alternativas a los cereales. Presentan la ventaja de enriquecer el suelo con nitrógeno, gracias a las bacterias asociadas a sus raíces que lo fijan de la atmósfera, además de contribuir a romper los ciclos de plagas y enfermedades y de impedir que las poblaciones de malas hierbas, típicas de los cereales, aumenten. Pero actualmente, las leguminosas presentan diversos inconvenientes, como su baja productividad y la dificultad que comporta la mecanización de ciertas labores de su cultivo, que deben ser realizadas a mano, lo que encarece mucho los costos de producción.

Otra alternativa a los cereales de grano son las praderas de gramíneas y los cultivos forrajeros. En ambos casos, su cultivo se destina a la alimentación animal, lo que comporta que la explotación agraria deba tener su propia ganadería o, en su defecto, un canal para destinar esta producción, lo que no siempre es posible. En los cultivos de secano, donde el agua es un factor limitante, el número de los posibles cultivos alternativos puede verse muy reducido, puesto que en secano no pueden programarse otros cultivos de ciclo distinto al de los cereales de invierno. Comentaremos por último que, en ciertas zonas, el cultivo de la veza tiene la única finalidad de servir como abonado en verde. Incorporada al suelo sin ser cosechada, sirve de enmienda orgánica para los cultivos siguientes.

Adjunto al texto se ofrece al lector un ejemplo de rotación de cultivos, cuya duración de ocho años engloba la mayoría de cultivos utilizados en las rotaciones. Es comprensible que no sea posible desarrollar la totalidad de estas alternativas en un caso práctico, pero sí resulta útil como orientación para su extrapolación a un caso real.



Las leguminosas son un buen precedente cultural para los cultivos de trigo y maíz, pues aportan nitrógeno al suelo gracias a las bacterias Rhizobium sp. que viven en sus raíces. En la fotografía, cultivo de la alfalfa (Medicago sativa). (Fotografía cedida por Euroligo)

5. PREPARACIÓN DEL SUELO

Los trabajos de preparación del suelo pueden iniciarse inmediatamente después de la cosecha del cultivo precedente, y terminan justo en el momento de la siembra. En aquellos casos en que el precedente cultural de unos cereales de invierno son otros cereales de invierno, la preparación del suelo se realiza durante los meses de verano, desde el momento en que se ha recolectado la cosecha, a finales de julio, hasta el momento de la nueva siembra, a finales de noviembre. Las labores de preparación del suelo varían en función del tipo de suelo, de su nivel de humedad, del apero utilizado y del tipo de siembra elegido.

Los objetivos de la preparación del terreno destinado a una nueva siembra son, por un lado, conseguir que la densidad de plantas establecida se consolide y, por otro, facilitar la germinación y posterior desarrollo de las plantas sembradas. En definitiva: con las **labores preparatorias** se persigue la creación de una capa de tierra en la superficie del suelo que sea lo suficientemente fina y compacta para que la simiente pueda absorber el agua, y lo bastante porosa para que ésta pueda disponer del oxígeno necesario. Esta estructura artificial del terreno debe permitir, además, el calentamiento del suelo. La consecución de todos estos factores permite hablar de la creación del llamado **lecho de siembra**. Antes de la labores superficiales preparatorias, suele realizarse un conjunto de operaciones en profundidad destinadas a alzar el cultivo anterior. Son las llamadas labores en el **perfil** o de alzado.

La humedad del suelo condicionará el tipo de labor a realizar antes de la siembra. Así, si se considera que el suelo está **falto de humedad**, debe apretarse bien éste y realizar en mayor profundidad la siembra. Si la **humedad es suficiente**, debe ser entonces objetivo principal una profundidad de siembra homogénea que garantice un buen ahijamiento posterior. Cuando el terreno presenta **excesiva humedad**, lo indicado es no regar después de la siembra, para evitar, en lo posible, que se pudra la semilla. Otras consideraciones deben tenerse presentes en la preparación del terreno: la estructura conseguida con las labores preparatorias del suelo debe garantizar, en secano, el almacenamiento máximo de agua y el desarrollo óptimo de las raíces del cereal y, además, la máxima eliminación de malas hierbas.

Los **cereales de invierno** forman parte de los cultivos menos exigentes en cuanto a preparación del terreno se refiere. En primer lugar, porque se siembran en época de lluvias; después, porque la germinación de los granos no es muy exigente con el agua y, además, porque su sistema radicular no es demasiado profundo y se desarrolla con facilidad. Por todo lo dicho, en la preparación del terreno para los cereales de invierno se pretende conseguir una capa de tierra fina, con pequeños terrones superficiales (para evitar la formación de costra superficial), y con una zona más compacta por debajo de la simiente.

En los **cereales de verano** (maíz y sorgo), la estrategia preparatoria debe ser distinta, sobre todo para las parcelas de secano. En efecto, en verano la evaporación es mayor y la capa superficial del suelo se seca con facilidad, lo que dificulta la nacencia del sorgo, debido a su dificultad de atravesar las costras superficiales. Debe prestarse especial atención a la preparación del perfil del terreno por debajo de la semilla, puesto que estos cereales poseen un sistema radicular fuerte y profundo que debe alcanzar el máximo desarrollo posible en hondura, para que las plantas dispongan de una buena reserva de agua.

5.1. ESTRATEGIAS EN LA PREPARACIÓN DEL SUELO

Las distintas maneras de preparar el suelo para el cultivo de los **cereales de invierno** varían desde el sistema clásico y tradicional que comporta la utilización del **arado**, hasta los métodos más simplificados como la **siembra directa**, sin realizar ninguna labor. La justificación de un sistema u otro se basa en distintas razones de índole agraria y económica, entre las cuales cabe citar la optimación del uso del agua, el abaratamiento de los costos del cultivo, la reducción del tiempo necesario para la realización de la siembra y la recuperación de la estructura del suelo.

En condiciones de secano, la principal estrategia en la preparación del suelo consistirá en la creación y el mantenimiento de las condiciones de humedad necesarias para las plantas y, también, para el laboreo del suelo. Cuando las condiciones sean las opuestas, es decir, cuando no existan problemas de falta de agua (regadío o buena pluviometría), el factor limitante es el tiempo (y no el agua). En aquellos casos en que el cultivo precedente se ha levantado y

1. LABRANZA TRADICIONAL (Comporta un mínimo de cuatro pasadas)
   Cultivo anterior → Arado → Cultivador → Grada → Rodillo ⟶ Sembradora
2. LABRANZA LIMITANDO EL NÚMERO DE PASADAS
   Cultivo anterior → Arado → Aperos mecánicos agrupados ⟶ Sembradora
3. SIN LABRAR
   Cultivo anterior → Chisel ⟶ Sembradora (con aperos mecánicos agrupados)
4. TRABAJO MÍNIMO
   Cultivo anterior → Grada de discos ⟶ Sembradora
   Cultivo anterior ⟶ Sembradora (con rotovátor)
5. SIEMBRA DIRECTA
   Cultivo anterior → Aplicación de herbicida tipo paraquat ⟶ Sembradora

Sistemas de preparación del suelo para cereales (Tomado de Pujol, M.)



El trabajo profundo con el arado, además de facilitar la recuperación de la estructura del suelo, es insustituible cuando se trata de luchar contra los efectos residuales de ciertos herbicidas, como las triazinas, o contra las plantas adventicias. Es útil, además, para incorporar en profundidad los abonos químicos, así como la materia orgánica.

debe ser sembrado rápidamente el siguiente, se justifican los métodos más simplificados de preparación del terreno e incluso la siembra directa.

Esquematizado y en la página anterior presentamos un cuadro de los posibles sistemas de preparación del suelo para cereales. Según el cuadro citado, se contemplan tres métodos en función de la profundidad de las labores a realizar:

- **Trabajo profundo**, que comporta una arada y las labores posteriores para la preparación del lecho de siembra. Se trata de la técnica clásica practicada, aún, por muchos agricultores.
- **Trabajo superficial**, limitado a una capa de unos 8-10 cm de espesor.
- **Siembra directa**, con la ayuda de sembradoras especiales que permiten trabajar sobre terreno duro.

El trabajo profundo con el **arado**, además de facilitar la recuperación de la estructura del suelo, es insustituible para luchar contra los efectos residuales de ciertos herbicidas (**triazinas**) o contra las plantas adventicias. Es útil, además, para incorporar en profundidad los abonos químicos, así como la materia orgánica. Con otro tipo de maquinaria se puede, no obstante, conseguir los mismos resultados que con el arado. Tal es el caso del **chisel**, poco difundido en España, o bien de los distintos **subsoladores**, que pueden presentar ventajas innegables cuando se trata de realizar labores en terrenos donde el agua es un factor limitante. Una opción distinta como alternativa al arado, sería alzar el cultivo con una labor de **grada de discos** relativamente somera para, posteriormente, aplicar una labor de **subsolador** en hondura. Este conjunto de labores permite el desarrollo en profundidad del sistema radicular y deja el suelo preparado para soportar las tormentas de verano; además, permite la realización de las labores normales en otoño, aunque no haya llovido.

Es corriente, en el cultivo de los cereales de invierno, la práctica de **labores superficiales** con la grada de discos o **rotovátor**, puesto que aunque no se realice labor alguna en el perfil del suelo, el sólo laboreo del lecho de siembra es suficiente para estos cultivos, máxime si, además de la labor, pueden incorporarse a la capa superficial la materia orgánica y los abonos fertilizantes, eliminando al mismo tiempo las malas hierbas.

Finalmente, la **siembra directa**, realizada posteriormente a la aplicación de un herbicida total que no deja residuos tóxicos (**paraquat**), presenta como principal ventaja la reducción del número de operaciones y del tiempo de trabajo necesario. En efecto, la práctica, habitual en Francia, de la siembra directa, tanto para cereales de invierno como de primavera, demuestra que los rendimientos productivos del método tradicional con la azada, comparativamente al de la siembra directa, resultan similares con los dos sistemas de preparación del terreno. Sus costos de aplicación son sensiblemente iguales, puesto que mientras que el sistema de siembra directa permite ahorrar los costos de carburante y mano de obra, no menos cierto es que incrementa los gastos en concepto de herbicidas y maquinaria (la sembradora especializada es muy potente y cara). Se trata de un método muy interesante si la estructura natural del suelo es buena en los horizontes más profundos y si, además, las poblaciones de plantas miesícolas no presentan un problema acuciante.

5.2. LABORES PREPARATORIAS

La posibilidad de luchar contra las malas hierbas con ayuda de herbicidas de contacto constituye el origen del método de siembra directa. Pero tradicio-

nalmente, las labores de preparación del suelo y la práctica de alternativas adecuadas ofrecían ya una buena solución contra las plantas adventicias. Al finalizar la recolección de los cereales, e inmediatamente después, debe realizarse una primera labor con grada de discos que consiste en **alzar** el cultivo precedente. Esta labor tiene tres finalidades: permitir que el agua veraniega sea aceptada mejor por el terreno, facilitar la nacencia de las malas hierbas e incorporar los rastrojos del cultivo anterior (**enterrado de las pajas**) al suelo como abonado orgánico para el cultivo siguiente. Esta operación es muy importante y debe ser realizada antes del arado.

En aquellos casos en que se opte por unas **labores profundas**, se escogerá la profundidad de los subsoladores en función del tipo de terreno y de la potencia del tractor disponible (a mayor profundidad de labor, más potencia deberá tener el tractor). Esta operación tiene por objetivo principal la oxigenación en profundidad del suelo. Suele realizarse entonces la labor de **estercolado**; por lo general, la materia orgánica (estiércol o purín) se incorpora al suelo con una grada de discos.

Las labores de **arado**, si se realizan, deben desarrollarse con tiempo suficiente antes de la siembra, con la finalidad de que el suelo no resulte demasiado esponjoso para el desarrollo del sistema radicular de los cereales, pero con el tiempo justo para enterrar el máximo número de malas hierbas nacidas.



Después del arado, suele incorporarse el **abonado de fondo**, preferentemente constituido por las unidades fertilizantes de fósforo y potasio. Estos dos macronutrientes, a diferencia del nitrógeno, tienen poca movilidad (son insolubles) y deben acercarse a las raíces. Sus respectivas unidades fertilizantes son calculadas, a menudo, para la totalidad de los cultivos de una rotación anual y no para un cultivo determinado. La "Ley de los Mínimos" postula que: *"La importancia del rendimiento obtenido viene determinada por el elemento que se encuentra en menor cantidad en relación con las necesidades de las cosechas"*. Esta ley pone de manifiesto el hecho importante de la "solidaridad de los elementos fertilizantes", es decir que la insuficiencia de un sólo elemento esencial afecta la producción, aunque los demás elementos se encuentren en cantidades suficientes. Tal es el caso, en los cereales, del fósforo y del potasio que, a diferencia del nitrógeno, no son factores determinantes en el volumen de producción, aunque su aportación es imprescindible.

A partir de las consideraciones anteriores, las unidades fertilizantes de uno y otro, incorporadas con la misma grada de discos, se determinarán en función de las siguientes directrices:

- Para los **suelos ricos** en fósforo y potasio, sólo deberán restituirse las unidades que extraen los cultivos para mantener el nivel de fertilidad del suelo. A partir de las extracciones medias de los cultivos cerealistas, que oscilan entre los 10 Kg/Ha de P_2O_5 y unos 5 Kg/Ha de K_2O por quintal métrico de grano de producción, se incrementarán éstas en función del suelo (pH, nivel de Ca, textura, lixiviación, etc.) hasta obtener unas dosis de abonado alrededor de 60-80 Kg/Ha para cada uno de ellos.
- Para los **suelos empobrecidos** en uno o en los dos elementos, el abonado de fondo debe ser correctivo con la finalidad de aumentar el nivel de reservas. Se admiten, entonces, cifras del 30 al 50% superiores a las consideradas para los terrenos ricos, aunque su cálculo dependerá de cada suelo en particular.

Finalmente debe pasarse el **rodillo**, labor cuyos objetivos pueden ser variados. Antes de la siembra, una pasada de rodillo permite comprimir el suelo para que el perfil pierda esponjosidad y facilite la penetración del sistema radicular después de la germinación del grano; en este caso, esta operación recibe el nombre de **preparación del lecho de siembra**. Después de la siembra, una pasada de rodillo favorece el contacto de la simiente con la tierra; pero se trata de una operación delicada, puesto que en función de la textura, esta labor puede contribuir a que se forme una costra en la superficie, lo que perjudicaría la emergencia del cereal.

Izquierda: El enterrado de las pajas del cultivo anterior es una buena práctica agrícola: se enriquece el suelo con M.O. (Maquinaria comercializada por Rabe Werk GmbH+Co.)

Abajo: Antes del pase de la grada de discos, es conveniente esparcir el estiércol por la parcela. Una labor de estercolado puede ser un handicap en extensiones relativamente grandes. El modelo AV 6000 ® de la firma JF-Fabriken J. Freudendahl A/S cumple con creces esta misión.



6. LA SIEMBRA

6.1. FECHAS

La fecha de siembra más adecuada para cada especie viene reflejada en el cuadro del capítulo cuatro de este tema, que trata sobre los ciclos de invierno y verano de los cereales. Como se recordará, existe un abanico de posibilidades muy amplio para las fechas de siembra. Esta cuestión obedece a la multitud de variedades comercializadas de cada especie y su particular adaptación a las distintas climatologías. El lector interesado en la fecha de siembra de alguna variedad determinada deberá consultar monografías especializadas, los catálogos de las casas comerciales o los boletines informativos del Ministerio de Agricultura.

6.2. DENSIDAD

Por lo que se refiere a los **cereales de invierno**, existen dos tendencias en relación con la densidad de siembra. Ciertos autores son fervientes defensores, por ejemplo, de siembras muy densas en trigo; por lo contrario, otros agrónomos postulan que las siembras claras son más productivas. Lo cierto es que la mayoría de cereales son especies muy flexibles por lo que se refiere a su densidad de siembra, principalmente por su gran capacidad de ahijamiento. Los tratados técnicos citan el caso de la cebada, de la cual se han conseguido producciones similares con densidades tan dispares como 50 plantas/m^2 y 800 plantas/m^2.

Como ya se apuntó en el capítulo tres de este tema, la capacidad de producir hijuelos de los cereales depende de la época y la profundidad de siembra, la luz, la temperatura, la disponibilidad de nitrógeno en el suelo y, por supuesto, de la especie y variedad. Por lo tanto, es difícil determinar una cota para la densidad de siembra, pero como dato orientativo, se estima que una producción óptima oscila entre las 450-500 espigas/m^2. A partir de las **espigas/m^2** se calculará, en función de la variedad y de los restantes factores citados, el número de plantas necesario por m^2. Cuando se haya determinado la **densidad de la plantación** (plantas/m^2) que se quiere establecer, ya se puede calcular la **dosis de siembra** o peso de la semilla necesaria por hectárea (Kg/Ha), la cual depende del **número de granos** y del peso de **1.000 granos.**

El número de granos necesarios, o densidad de siembra, dependerá de la densidad de plantas que se quiera establecer y del **porcentaje de germinación** de la variedad. En este último porcentaje influyen por igual el poder germinativo de la semilla y las condiciones de su nacencia. El peso de 1.000 granos es el otro factor que debe tenerse presente. Debido a las distintas densidades de las semillas, en especial desde la irrupción de las nuevas variedades, ocurre a menudo que un mismo volumen de simiente de dos variedades distintas puede tener diferentes pesos y un mismo peso puede contener diferente número de granos. Se estableció entonces una nueva manera de evaluar el contenido de un determinado envase. Se trata del llamado **peso de 1.000 granos**. Como su nombre indica, es el peso en gramos de mil granos de un cereal determinado.

Al contrario de lo que ocurre con los cereales de in-



Por lo general, los productos de desinfección de semillas destinados al consumo humano son mucho menos tóxicos que aquéllos destinados a la desinfección de semillas para resiembra. En estos últimos productos, la legislación obliga a incluir un colorante en su formulación, por lo general rojizo, con la finalidad de prevenir equivocaciones y accidentes.



Ocurre a menudo que un mismo volumen de simiente de dos variedades distintas puedan tener distinto peso.

vierno, en los de verano no existe esta flexibilidad en las dosis de siembra, pues son mucho más exigentes y particulares. Así, el maíz y el sorgo deben ser estudiados de forma independiente. Remitimos al lector al último capítulo de este tema, donde vienen descritos estos dos cultivos por separado.

6.3. DESINFECCIÓN DE LAS SEMILLAS

La desinfección de las simientes destinadas a cultivo es una práctica muy antigua y usual que ofrece unos excelentes resultados contra las **enfermedades criptogámicas.** Se distinguen dos grupos de productos fungicidas: los de **contacto** y los **sistémicos**.
Entre los **fungicidas de contacto**, clasificados por su naturaleza química, cabe destacar **los compuestos organomercuriales**, **maneb**, **mancozeb** y el **oxiquinoleato de cobre.** Los compuestos organomercuriales son los productos más eficaces contra la **helmintosporiosis** y contra la **septoria**, pero presentan el inconveniente de poder afectar el poder germinativo de la semilla por aplicación de una dosis excesiva. También pueden afectar la germinación en caso de haber sido almacenados estos compuestos durante un cierto tiempo en condiciones de humedad ambiente, presentando además una gran toxicidad para el hombre y los animales. El maneb y el mancozeb son también eficaces, con la ventaja añadida de no ser tóxicos para el poder germinativo. Finalmente, en cuanto al oxiquinoleato, es un producto muy utilizado para la desinfección de la semilla del trigo y tiene muy buena acción



Berker GmbH u. Co. KG comercializa este equipo de siembra en líneas combinado, que permite realizar un tratamiento fungicida antes de que la máquina deposite la semilla.

Eficacia de los principales fungicidas utilizados en los tratamientos preventivos para la desinfección de las simientes de los cereales. Reproducido de "Les maladies des céreales", ITCF, 1983.

ENFERMEDADES DOSIS gramos de m/s por quintal de grano	COMPUESTOS ORGANO MERCURIALES	MANCOZEB		MANEB		OXICLORURO DE COBRE	CARBOXINA		TIABENDAZOL	FERIMOL
	3	96	160	80	160	10	75	150	100	650
CARIES	+++	+++	+++	+++	+++	+++	–	+	+++	–
CARBONES DESNUDOS	–	–	–	–	–	–	++	+++	+	–
CARBONES VESTIDOS	+++	++	+++	++	+++	+	–	++	+++	–
ERGOTISMO	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
FUSARIOSIS Fusarium nivale Fusarium roseum	+++ ++	+++ +	+++ +	+++ +	+++ +	++ –	– –	+ +	++ +++	– –
HELMINTOSPORIOSIS	+++	++	+++	++	+++	+	+	–	+	–
OIDIO	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+++
MALDEN NI	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ENCAMADO PARASITARIO	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
RINCOSPORIOSIS	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ROYAS	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
SEPTORIAS	+++	+++	+++	+++	+++	+++	–	+	+++	–

Leyenda: +++ Eficacia excelente; ++ Eficacia aceptable; + Poca eficacia; – Sin eficacia

contra la **caries**, la **septoria** y el *Fusarium nivale*, aunque no es eficaz contra los distintos **carbones**.

Entre los **fungicidas sistémicos**, pueden citarse las siguientes materias activas: **carboxina**, **etirimol**, **tiabendazol** y **triadimenol**. Estos fungicidas tienen al mismo tiempo una acción preventiva y curativa, a diferencia de los anteriores, cuya actuación es simplemente preventiva. Estos productos reciben el nombre de sistémicos dado que penetran en la semilla. Su persistencia es, además, mayor que la de los fungicidas de contacto. La carboxina es especialmente activa contra los carbones de contaminación interna. El etirimol sólo es activo contra el oídio de las cebadas hasta la floración; por eso es necesario tratar la semilla con otro producto de acción más amplia.

Remitimos al lector al último capítulo de este tema donde se especifican, para cada cultivo, las enfermedades criptogámicas que afectan las semillas y los correspondientes productos a utilizar. Antes de elegir un producto comercial, deben evaluarse los riesgos de pérdidas que pueden producir las distintas enfermedades, con la finalidad de saber si el coste del producto será compensado por el incremento de producción. Entre los diversos fungicidas comercializados se encuentran formulaciones compuestas de fungicida más insecticida, e incluso con sustancias repelentes de aves.



La sembradora frontal en líneas, comercializada por Maskinfabrik A/S modelo SD 977 ®, permite la siembra con una oscilación de 3 a 6 metros entre líneas y de 21 a 47 hileras por pasada.

6.4. REALIZACIÓN DE LA SIEMBRA

La realización de la siembra no presenta demasiados problemas. Las siembras **en líneas** son las más frecuentes y, técnicamente, son más correctas que las realizadas **a voleo**. Si el terreno es pequeño, puede utilizarse el sistema tradicional de siembra a voleo a mano, pero si es de medidas considerables, ciertas máquinas, como las **sembradoras frontales** o las **abonadoras centrífugas**, cumplen el mismo propósito. Este sistema de siembra a voleo (a mano o con maquinaria), puede presentar problemas a la hora de sembrar con exactitud a una determinada dosis, puesto que su distribución es irregular. Existen en el mercado unas sembradoras especiales. Son las que facultan la siembra en **líneas**, permitiendo la distribución de la simiente con una adecuada regulación de la distancia entre líneas, del número de granos por metro lineal dentro de cada línea y de la profundidad de siembra. Este tipo de maquinaria permite ajustar a voluntad la distancia de separación entre líneas.

Se toma como referencia una separación entre líneas de 15 cm, aunque la distancia **óptima** varía para cada especie y variedad. Una distribución equidistante presenta la gran ventaja de permitir el paso de la luz durante el crecimiento vegetativo, pero debe tenerse en cuenta que esta distribución presenta la desventaja de aumentar mucho la competencia entre plantas en una misma línea.

La **profundidad de siembra** óptima dependerá del tipo de suelo y del nivel de humedad: en suelos húmedos, una hondura de 3-4 cm es suficiente, pero en aquéllos ligeros o secos, es mejor sembrar más profundamente, alrededor de 5-6 cm o más. No deben realizarse sistemáticamente siembras profundas, reservándose esta opción sólo si se teme una falta de agua durante la germinación. Por lo que se refiere a la profundidad de siembra, es importante su **regularidad** (todas las semillas al mismo nivel), lo que contribuye a una mejor nacencia.

7. MANTENIMIENTO DEL CULTIVO

Recibe el nombre de mantenimiento del cultivo el conjunto de labores que debe realizarse para la consecución del mismo. En sentido amplio, los trabajos necesarios empiezan con la preparación del terreno hasta la recolección y la retirada de los rastrojos. En sentido más estricto, y puesto que en los capítulos anteriores se comentaron las operaciones de la preparación del terreno y de la siembra, este apartado trata de las labores propias del cultivo durante su ciclo vegetativo, dejando para más adelante la recolección.

7.1. LABORES DEL CULTIVO

Si bien es cierto que las operaciones que deben realizarse durante el cultivo pueden variar en cada cosecha, todos los cereales de invierno deben considerarse muy homogéneos en este aspecto. Las labores a realizar normalmente en el cultivo de los **cereales de invierno** pueden agruparse cronológicamente en cuatro grupos que corresponden respectivamente a cuatro etapas del cultivo, desde su nacencia hasta la cosecha.

- La preparación del suelo
- La siembra
- Las operaciones posteriores a la siembra, abonado en superficie o de **cobertura**, tratamientos, riegos, etc.
- La cosecha

En cada grupo quedan comprendidos una serie de trabajos, tal y como se muestra en esta tabla y en la de la página siguiente. La primera es una tabla orientativa de las labores necesarias para los cereales de invierno, en la cual vienen reseñados también los períodos en que se realizan los trabajos en un clima templado, así como el tiempo necesario para su cometido. Es importante conocer el tiempo que debe emplearse en cada labor, puesto que este dato permite la organización del trabajo y, además, permite el cálculo de los costos económicos del cultivo. El tiempo necesario para estos trabajos, expresados en horas, es orientativo; el agricultor deberá establecer la duración de las labores en función de su experiencia, maquinaria utilizada, disponibilidad de personal, etc. Para los cereales de primavera, los distintos trabajos agrícolas son similares, no así sus épocas de realización, tal y como queda reflejado en la segunda tabla.

Así, en la preparación del suelo para la siembra, deben desarrollarse las labores de **alzado**, **pasada del subsolador**, **estercolado**, **labrado** y **aplanado**. La siembra comprende el **abonado de fondo** y la misma **siembra**. Dentro de las operaciones posteriores a la siembra, encontramos una pasada de rulo o **cilindro**, el abono en superficie o de **cobertura** y los correspondientes trabajos con herbicidas. Finalmente, la cosecha, que comprende la **recolección**, el **embalaje** de las balas de paja y la **recogida** de las mismas fuera de la parcela. Para los cereales de primavera, y de manera similar, las labores son parecidas a las descritas.

La diferencia esencial de labores entre los cereales descritos y los **cereales de verano** (maíz, sorgo y arroz), estriba en que estos últimos precisan normalmente de regadío, puesto que su cultivo es en verano. El riego, operación a realizar después de la siembra, debe estudiarse para cada cultivo en particular, debido a las peculiares características de cada uno de ellos (ver capítulo 13 de este tema). No vamos, por eso, a insistir sobre ello. Para el caso particular del maíz, éste requiere, además del riego, una serie de labores complementarias englobadas en el apartado de operaciones posteriores a la siembra, descritas a continuación.

- **Aclareo**

En las parcelas pequeñas donde el maíz sigue sembrándose a mano, debe realizarse el aclareo a mano. Esta operación consiste en arrancar las plantas sobrantes cuando éstas han alcanzado unos 30-40 cm. Esta operación, que encarece enormemente los costos del cultivo, no es necesario realizarla en aquellos casos en los que haya sido utilizada una sembradora neumática de precisión.

- **Despenachado**

Es corriente proceder al despenachado del maíz después de realizada la fecundación, estado reconocible porque los pistilos de la mazorca se secan. El despenachado suele hacerse para aprovechar los penachos como forraje verde para la ganadería. Sin embargo, no es práctica recomendable, ya que se produce una disminución en el rendimiento final, dado que esta labor adelanta la maduración del gra-

Labores de cultivo		PERÍODOS DE REALIZACIÓN	TIEMPO NECESARIO (Horas/Ha)
PREPARACIÓN del SUELO	Alzar	25 julio - 15 agosto	1,5
	Subsolar	15 agosto - 30 setiembre	2,5
	Estercolar	25 julio - 30 setiembre	9,0
	Labrar	1 setiembre - 15 octubre	3,2
	Aplanar	15 octubre - 30 noviembre	1,5
SIEMBRA	Abonado de fondo		0,75
	Siembra		1,20
OPERACIONES POSTERIORES A LA SIEMBRA	Rodillo	15 octubre - 15 noviembre	1,00
	Abonado de cobertera	15 febrero - 15 abril	0,75
	Tratar con herbicida	15 marzo - 15 abril	1,00
COSECHA	Recolectar	25 junio - 15 julio	1,70
	Embalar la paja	30 junio - 20 julio	0,80
	Recoger las balas	30 junio - 30 julio	4,50

Nota: No se estercolan todas las parcelas cada año.

Ejemplo de calendario de labores agrícolas y tiempo de su realización para cereales de invierno (Tomado de Gorche)

Ejemplo de calendario de labores agrícolas y tiempo de su realización para cereales de primavera (Tomado de Garche)

Labores de cultivo		PERÍODOS DE REALIZACIÓN	TIEMPO NECESARIO (Horas/Ha)
PREPARACION del SUELO	Alzar	1 diciembre - 15 diciembre	1,5
	Subsolar	15 diciembre - 30 diciembre	2,5
	Estercolar	1 diciembre - 30 enero	9,0
	Labrar	1 enero - 30 enero	3,2
	Aplanar	1 febrero - 15 febrero	1,5
SIEMBRA	Abonado de fondo	1 febrero - 30 marzo	0,75
	Siembra		1,20
TRATAMIENTO CON HERBICIDA		1 abril - 30 abril	1,00
COSECHA	Recolectar	10 julio - 20 julio	1,70
	Embalar	10 julio - 30 julio	0,80
	Recoger las balas		4,50

Nota: Algunas operaciones de preparación del suelo (alzado, subsolacor) pueden realizarse antes del período señalado. El tratamiento herbicida no siempre se aplica.

no a costa de su peso. Es preferible dedicar una pequeña parte del terreno a producir maíz forrajero, que sin duda compensará con creces el forraje obtenido de los penachos.

7.2. ESCARDAS

De entre todos los cereales, sólo se realizan escardas mecánicas en el maíz, debido a que se siembra en líneas y a que esta planta no sufre apenas ahijamiento, lo que permite el paso del cultivador entre las líneas. Las binas o escardas mecánicas deben comenzarse cuando el maíz tiene al menos cuatro hojas, porque se considera que ya está suficientemente enraizado. No debe retrasarse la primera bina, porque el maíz es muy sensible, en los primeros estadios de sus desarrollo, a la competencia de las malas hierbas. Las binas deben continuarse para mantener el suelo limpio de malas hierbas, pero procurando que sean superficiales, para no dañar las raicillas.



Curvas acumulativas de absorción del N por el trigo, en tallos, hojas, grano y cascabillo

7.3. ABONADO DE COBERTURA

El abonado de cobertura, o de cobertera, según autores, constituye el complemento del abonado de fondo descrito en la preparación del terreno. Así como se suministraban entonces las unidades de fósforo y potasio, por ser éstos elementos muy poco móviles en el suelo, en el **abonado de cobertera** se suministran escalonadamente las unidades fertilizantes de nitrógeno. Es práctica habitual fraccionar en tres las necesidades totales de nitrógeno de la planta, incorporando el primer tercio junto al abonado de fondo, y los otros dos tercios de cobertera durante el cultivo.

Este elemento constituye el principal factor de rendimiento de los cereales, pero al mismo tiempo es un fertilizante que puede causar efectos diversos, no siempre positivos. Puesto que actúa marcadamente sobre la vegetación, puede llegar a desequilibrarla. En efecto, un exceso de N en un momento inoportuno puede afectar el rendimiento final y, en cambio, una carencia del mismo en un momento en que es necesario, afecta igualmente la producción.

El nitrógeno químico no se aplica enteramente como abonado de fondo puesto que, como ya se ha dicho, es un elemento móvil y puede ser lavado con facilidad por las precipitaciones. El nitrógeno orgánico (aquél liberado por la materia orgánica) sí puede ser almacenado en el suelo, pero sólo es absorbible por la planta de forma gradual, a medida que los microorganismos descomponen la materia orgánica y ésta lo cede al suelo. Pero para que los organismos actúen sobre la M.O., son precisas ciertas condiciones ambientales en el suelo, tales como una cierta temperatura y una determinada humedad, lo que significa que, a menudo, no concuerdan las necesidades puntuales de la planta con la actividad microbiana.

En los cereales de invierno, por ejemplo, la liberación del nitrógeno orgánico ocurre en muchos casos demasiado tarde (aumento de la temperatura en primavera); para el maíz, en cambio, sí es posible que parte del nitrógeno liberado corresponda con su nacencia y crecimiento, lo que debe tenerse en cuenta para el cálculo de las dosis de abonado. Todas estas razones justifican el fraccionamiento del abonado nitrogenado, con la finalidad de adaptarlo a las necesidades del cultivo y de disminuir las pérdidas por lixiviación.

De entre todos los cultivos, quizá sea el trigo el más estudiado desde el punto de vista de sus necesidades en nitrógeno. Durante su ciclo vegetativo, el trigo absorbe poco nitrógeno hasta el ahijamiento, momento a partir del cual empieza a crecer hasta adquirir su máxima cota (hasta 2 Kg/Ha de N/día) durante la fase del encañado. Después de la floración, decrece hasta desaparecer, momento en que el grano acumula el nitrógeno almacenado en las distintas partes de la planta (migración del nutriente).

7.3.1. Influencia del N en la producción

El rendimiento de una planta viene determinado por la variedad, dosis de siembra, etc., pero el abonado nitrogenado permite variar la productividad en beneficio del agricultor. Para el caso del trigo, por ejemplo, el nitrógeno actúa sobre el ahijamiento, permitiéndole al agricultor forzar las unidades fertilizantes, en el caso de que se den unas condiciones pluviométricas suficientes que permitan, incrementando el nitrógeno, aumentar el ahijamiento y, consecuentemente, la producción. Por lo contrario, en el caso de una primavera demasiado seca, puede limitarse la aportación de N con la finalidad de inhibir parcialmente el ahijamiento, lo que se traduce en una mayor resistencia de la planta a la sequía.
Ciertos autores coinciden en afirmar que uno de los factores que determinan el número de granos en la espiga es una buena alimentación nitrogenada durante el encañado. La aportación del nitrógeno durante el encañado y el espigado actúa sobre el peso del grano y sobre su porcentaje en proteínas. Esta última cuestión cobra su mayor importancia en el caso del trigo duro.

7.3.2. Dosis y distribución del N

Las **dosis totales** necesarias de nitrógeno para cada cultivo vienen reseñadas en el capítulo 13 de este tema, donde se estudia cada cereal en particular. En su cálculo intervienen multitud de factores de carácter técnico, cuya exposición escapa en mucho los límites de esta obra. Tales factores, por citar algunos, son: las necesidades del cultivo, los residuos vegetales después de la cosecha, el nitrógeno mineral asimilable que conserva el suelo, el porcentaje de nitrógeno que se mineraliza, etc. Por lo que se refiere a este último, depende del tipo de la textura del suelo, de la historia cultural de la parcela y, sobre todo, del nivel de materia orgánica en el suelo. Para una mayor comprensión de la dinámica del nitrógeno edáfico, el lector debe remitirse al tema que trata de Suelo y abonos.
Una cuestión muy importante, cuando se estiman las cantidades de nitrógeno, es la relativa al enterrado de las pajas del cultivo precedente. En este caso, para que los microorganismos puedan actuar sobre ellas descomponiéndolas, es necesaria una aportación suplementaria de N del orden de 35 Kg/ha. En caso contrario, los microorganismos competirán con el cultivo por este elemento, lo cual puede repercutir gravemente sobre el rendimiento productivo final.
Ya comentamos, anteriormente, que la **distribución** del nitrógeno a lo largo del ciclo vegetativo puede realizarse en parte (40-60 unidades fertilizantes) con el abonado de fondo, aunque no siempre es necesario. Si retrocedemos al gráfico de la absorción del N por el trigo, podemos comprobar que el período de máxima demanda de este elemento es desde el ahijamiento hasta la fase del encañado, para luego decrecer, lo que nos indica que el abono nitrogenado aportado a finales de otoño, justo antes de la siembra, será aprovechado sólo hasta el ahijamiento, en el caso de que no se pierda por lavado. Por esta cuestión, muchos agrónomos prefieren distribuir el nitrógeno sólo en cobertura y aplicado en tres momentos puntuales del crecimiento de la planta: al principio del ahijamiento, en el encañado y en el espigado.



Una buena cosecha pasa por un buen abonado en nitrógeno.

Foto gentileza de Shell



8. EL RIEGO

Los cereales son plantas que utilizan muy bien el agua disponible del suelo y en muchas ocasiones resisten perfectamente períodos de sequía. En muchos países, los cereales se cultivan en los terrenos de secano, entre otras razones porque la falta de riego no permite que dichos terrenos sean utilizados para otro fin. Pero existen razones importantes para convertir en regadío parcelas de cereales: en primer lugar, porque en condiciones extremas de sequía, no es posible ni siquiera la producción de los cereales más adaptados a una falta hídrica; en segundo lugar, en aquellos casos en que la irregularidad pluviométrica es muy grande, porque no permite fijar un calendario de cultivo puesto que es necesario poder aportar agua en caso de necesidad (aunque no llueva) y, en tercer lugar, porque en caso de que el nivel de producción sea elevado (con aplicación de tecnología adecuada), una relativa falta de agua constituye el principal factor limitante de la producción.



El arroz se cultiva en suelos inundados y supone el máximo exponente de las necesidades hídricas de un cereal. (Gentileza del Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya).

Como norma, debe uno preguntarse siempre si la productividad de los cereales, medida en términos económicos (siempre por debajo de otros cultivos de tipo más intensivo), justifica los elevados costos que supone la transformación de una parcela a regadío.

Pero no todas las especies de cereales poseen la misma sensibilidad frente a una falta de agua, ni responden de la misma manera. Además, el ciclo de cultivo de las distintas especies y variedades se adapta mejor o peor a las condiciones climáticas del lugar donde se cultivan. Los agrónomos establecen, de hecho, diferentes gradaciones a tenor de las distintas especies:

- El arroz se cultiva en suelos inundados y supone el máximo exponente de las necesidades hídricas de un cereal.
- El maíz es un cultivo típico de verano y de regadío. A excepción de aquellas zonas muy húmedas, no puede cultivarse sin aportaciones artificiales de agua.
- El sorgo es menos exigente en agua que el maíz. Aunque se cultiva preferentemente en regadío (cereal de verano), es frecuente su cultivo en aquellas zonas de secano con una pluviometría suficiente.
- El trigo, por su posición privilegiada dentro de los cereales de invierno y debido a su alta productividad económica, se riega, si es necesario, en aquellas zonas de regadío puesto que, en este cultivo, el agua es un factor de producción limitante: para la producción del grano de trigo se aportan fertilizantes y tecnología que mejoran su calidad, pero a veces una falta de agua puede representar la pérdida de su valor.
- Los restantes cereales de invierno no suelen regarse.

De manera general, puede decirse que los cereales de invierno, que realizan su ciclo cuando el nivel de la evaporación es menor y cuando las lluvias son más abundantes, difieren radicalmente de los de verano, que se desarrollan en una época más calurosa y de menor pluviometría. Manteniendo la tónica clasificatoria entre cereales de invierno y de verano, puede decirse que:

- Para los **cereales de invierno**, y tomando el trigo como cultivo más exigente y productivo, los riegos deben considerarse complementarios en el caso de que ocurra una falta de lluvia. Muchos autores discrepan sobre el momento de la aplicación de agua en el trigo, aunque parece cierto que durante la germinación del grano, unos días antes del encañado y durante el espigado, son los tres momentos en los que una falta hídrica se traduce en una disminución de la producción. La cebada, comparada al trigo, es menos exigente en agua hacia el final de su ciclo, por lo que se recomiendan menos riegos para este cereal.
- En los **cereales de verano**, debe diferenciarse claramente el maíz del sorgo y del arroz. El riego en el cultivo del arroz, por su peculiaridad, viene descrito en el último capítulo de esta obra. Por lo que se refiere al sorgo y al maíz, con ciclos de desarrollo similares, pero con necesidades hídricas sensiblemente distintas, el agricultor deberá optar por el sorgo en el caso de que el agua disponible no sea suficiente para el maíz, pero deberá escoger el maíz siempre y cuando la disponibilidad de agua permita su cultivo, puesto que este último es más apreciado económicamente y más eficiente.

8.1. SISTEMAS DE RIEGO

No todos los sistemas de riego que se practican son aptos para el riego de cultivos extensivos. El sistema de riego por goteo, por ejemplo, empleado en invernaderos para floricultura, e incluso al aire libre para cultivos intensivos de tipo hortícola, es impensable en los cereales, por su elevado costo de construcción y mantenimiento. Pueden dividirse los sistemas de riego utilizados en los cultivos extensivos en dos grandes grupos: los distintos tipos de inundación del terreno utilizados desde la antigüedad o **riego por superficie** (también recibe el nombre de **riego por gravedad**) y el riego por lluvia artificial o **riego por aspersión**.



Los principales sistemas de riego:
A) por surcos
B) por corrugación
C) a manta
D) por fajas

8.1.1. Riego por superficie

• Riego por fajas

En el riego por fajas, los tablares o fajas reciben el agua por uno de sus lados menores. El líquido se escurre lentamente en una delgada lámina durante todo el transcurso del riego y se canaliza por medio de caballones o albardillas dispuestos longitudinalmente. La parte inferior permanece abierta. Las albardillas se interrumpen algunos metros antes del extremo del tablar y un canal de desagüe o azarbe recoge los sobrantes de agua. Es un sistema más que recomendable para grandes extensiones cerealistas como alfalfa, pastos y cereales, pero su limitación es que no se adapta más que a unos estrechos límites de perfiles del suelo. Con pendientes mayores al 6‰, se corre el riesgo de arrastrar las pequeñas plántulas recién germinadas. En estos casos, debe optarse por otro sistema de riego provisional hasta que las raíces del cultivo hayan fijado el terreno.

Transversalmente, el tablar debe ser horizontal para asegurar una distribución uniforme de la masa líquida en todo su ancho. El riego por fajas constituye un método económico, simple y eficaz, que aventaja por lo general a los demás en grandes extensiones de cultivo. En los suelos arenosos, el agua debe circular con rapidez para evitar percolaciones profundas; en los arcillosos, por contra, el agua debe circular con lentitud para que sea absorbida por la tierra.

• Riego por surcos

En el sistema precedente, el riego cubría todo el terreno, efectuándose la infiltración exclusivamente en profundidad. Con el riego en surcos, abordamos un método por agua de pie en que sólo una parte del suelo recibe directamente el agua. El resto se humedece por infiltración lateral. Por los surcos fluyen caudales más o menos importantes, pero relativamente débiles en comparación con el sistema anterior. Este sistema, aplicado comúnmente en los cultivos intensivos hortícolas, presenta una serie de ventajas.

Por un lado, las plantas de porte rastrero no se mojan, lo que evita la propagación de enfermedades criptogámicas. En los terrenos arcillosos, la tierra no forma costra y sólo se agrieta parcialmente, con lo cual se reducen las pérdidas de agua. Permite el uso de caudales reducidos, disminuyendo el peligro de erosión del suelo, cuestión que lo hace apto en pendientes relativamente acusadas. Es sistema de riego obligado en aquellos cultivos plantados en líneas poco separadas entre sí, tales como patatas, leguminosas de grano y maíz. Una variante del riego por surcos es el llamado **riego por corrugación**, en el cual los surcos son poco profundos y se alimentan de unas tuberías situadas transversalmente a la pendiente del terreno, ubicadas éstas en la parte más elevada del desnivel.

• Riego a manta

Los anteriores métodos hacen correr el agua por la superficie del terreno durante todo el transcurso del riego, con caudales que no sobrepasan apenas la capacidad de infiltración del suelo. Cuando la pendiente del terreno es débil, inferior al 1,5‰, se hace muy difícil o imposible hacer que circule el agua en lámina delgada. Entonces se emplea un caudal superior a la permeabilidad de la tierra. El agua se acumula en la superficie y "permanece muerta" durante una buena parte del tiempo de infiltración. También recibe el nombre de **riego por inundación.** Este sistema presenta el inconveniente de asentar excesivamente la tierra. Es el riego típico del cultivo del arroz.

8.1.2. Riego por aspersión

El **riego por aspersión** toma su principal relevancia hacia 1930, cuando el progreso de la metalúrgica permite la construcción de conducciones ligeras e ingeniosos aparatos de distribución. Su principio es la aportación de agua al cultivo mediante unos aspersores elevados, como si fuera una lluvia artificial. En la planificación de este sistema no es necesario tener en cuenta la inclinación y textura propia del terreno: se adapta de igual modo a los terrenos llanos o con pendiente, a los muy permeables (arenosos) o a los compactos (arcillosos), dado que este sistema de riego permite que la cantidad de agua aportada sea meticulosamente medida.

Una instalación de riego por aspersión consta, esencialmente, de los siguientes elementos:

• Un equipo de elevación encargado de proporcionar el agua a presión. Este equipo puede variar desde un simple grupo motobomba, para pequeñas explotaciones, hasta una complicada instalación de gran potencia para grandes extensiones.

• Una red de tuberías para llevar el agua hasta los hidrantes, que son las tomas de agua en la parcela donde el usuario conecta su equipo de riego. En cada hidrante, el agua llega con una presión y un caudal determinado.

• Una red de tuberías de distribución para conducir el agua a través de la parcela que se pretende regar. Hay que distinguir entre los **ramales principales** o de alimentación, que distribuyen el agua por la parcela, y los **canales laterales** o alas regadoras, que derivan de los anteriores y conducen el agua hasta los dispositivos de aspersión.

• Los dispositivos de aspersión o aspersores, que son los elementos encargados de repartir el agua en forma de lluvia.

La descripción de cada uno de los elementos de un sistema de riego por aspersión excede en mucho de los límites de esta obra. No es posible omitir, sin embargo, una somera descripción de los dispositivos de aspersión, que son los elementos de mayor importancia dentro del conjunto. Ellos son los encargados de pulverizar el chorro de agua en gotas finas y repartirlas uniformemente por el terreno. Pueden ser éstos de varias clases: **tuberías perforadas, aspersores no giratorios** y **aspersores giratorios**. Las tuberías perforadas y los aspersores no giratorios tienen sus aplicaciones en los campos de la jardinería, invernaderos y pequeñas explotaciones hortícolas.

Los más utilizados en agricultura son los aspersores giratorios, provistos de una o dos boquillas. El aspersor gira alrededor de su eje impulsado por la presión del agua, lo que le permite regar una superficie circular. Los aspersores sectoriales, que se utilizan en las lindes y junto a los caminos, no riegan un círculo completo con el fin de evitar el desperdicio de agua. Pueden clasificarse los aspersores giratorios de varias maneras, siendo la más interesante para el agricultor la presión a la que trabajan.

• De **baja presión**. Funcionan con presiones inferiores a 2 Kg/cm^2. Suelen arrojar un caudal inferior a los 1.000 litros por hora y se instalan con espaciamientos inferiores a 12-15 m. Son los utilizados en jardinería, pequeñas explotaciones hortícolas y para el riego de frutales. Estos aspersores pueden, además, utilizarse como sistema contra heladas (ver tema cuarto: Accidentes de las plantas cultivadas).

• De **presión media**. Funcionan con presiones comprendidas entre 2 y 4 Kg/cm^2 y arrojan un caudal comprendido entre los 1.000 y los 6.000 litros/hora. Permiten cubrir entre 12 y 24 m^2 de cultivo y se utilizan en una gran variedad de suelos y de cultivos extensivos.

• De **alta presión**. Funcionan con presiones superiores a los 4 Kg/cm^2 y arrojan un caudal superior a 6.000 litros/hora. A esta categoría pertenecen los cañones de riego. Al ser tan grande su caudal, presentan ciertos inconvenientes como, por ejemplo, quedar muy afectados por las rachas fuertes de viento y producir unas gotas muy gruesas que pueden perjudicar determinados suelos y cultivos.

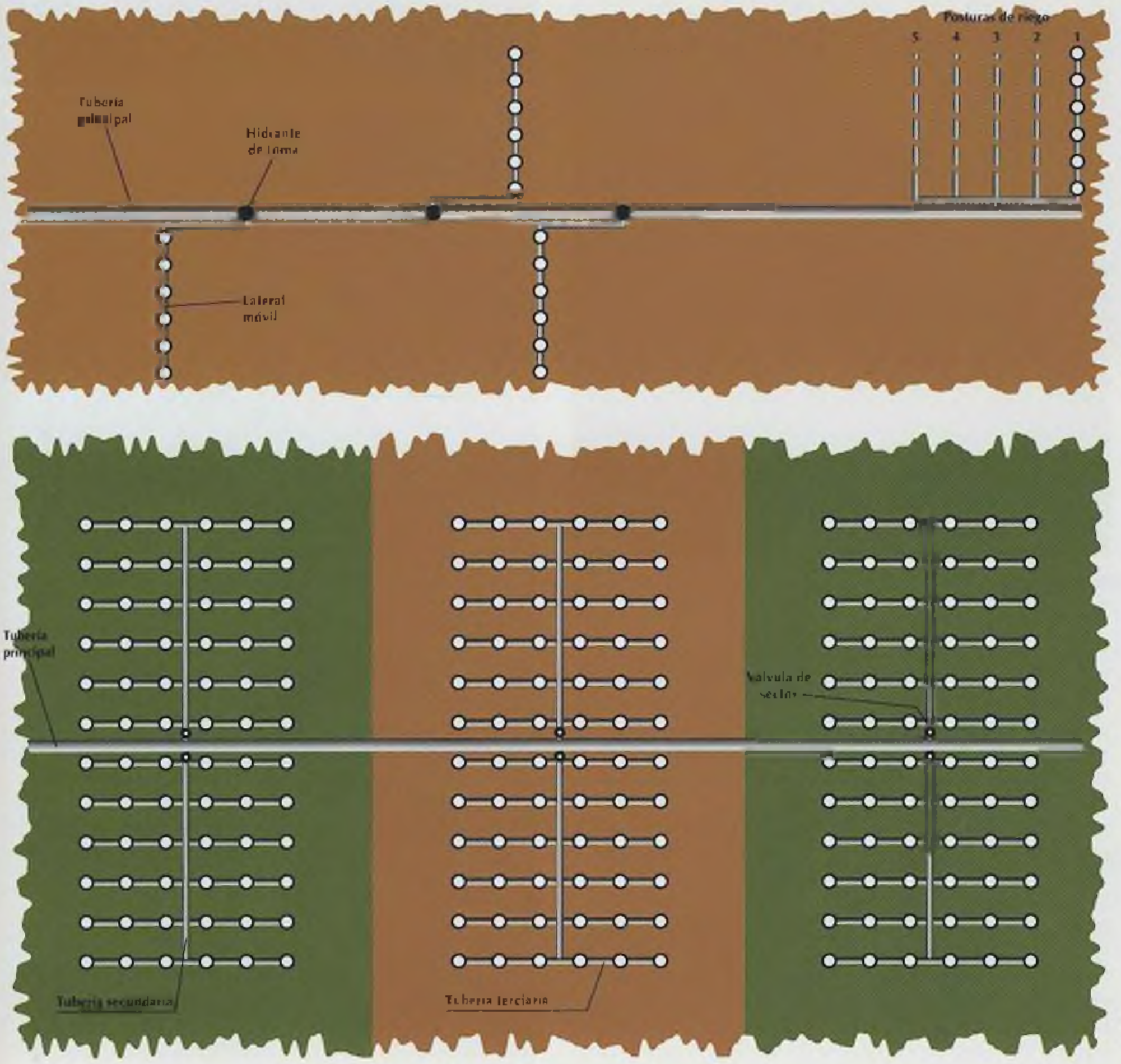
Además de las distintas presiones de funcionamiento, el agricultor deberá contemplar otros dos factores en el momento de inclinarse por la compra de unos u otros: las **peculiaridades de su cultivo** y las **características de funcionamiento** de los distintos aspersores.

• Pluviometría, distribución del agua y grado de pulverización son factores a tener en cuenta al comprar los aspersores. El tipo de cultivo, su porte y su cobertura sobre el suelo, condicionan el tipo de instalación. Algunos cultivos muy frágiles (flores, algunas plantas hortícolas, etc.) necesitan pluviometrías muy débiles, con gran pulverización y una excelente uniformidad de riego, lo cual exige poca separación entre los aspersores. En cultivos de porte alto (maíz, girasol, etc.), se aconseja el riego con pluviometrías medias o elevadas. En praderas, se utilizan aspersores de gran alcance con la finalidad de reducir el coste.

Para las **características de funcionamiento** de los distintos aspersores, así como las de los distintos sistemas de riego que veremos a continuación, el agricultor debe consultar los distintos folletos técnicos y publicitarios de las casas comerciales, cuyo personal técnico suele ofrecer al cliente las soluciones más apropiadas en cada caso. Los sistemas de riego por aspersión se pueden dividir en dos grandes grupos: los **sistemas estacionarios** y los **mecanizados**. Los primeros, a diferencia de los segundos, no se desplazan por el suelo durante el riego.

8.1.2.1. Sistemas estacionarios

Los sistemas de riego estacionarios pueden ser semifijos o fijos, siendo también llamados estos últimos de **cobertura total**. Los **sistemas estacionarios semifijos** están constituidos por los ramales de distribución, que son fijos, y los ramales laterales, que son móviles. Así, la tubería principal de PVC (policloruro de vinilo) o fibrocemento se coloca enterrada, y en ella se instalan los hidrantes de toma. A cada hidrante se conecta un ramal lateral móvil, de aluminio, que realiza un determinado número de posiciones de riego (ver fig. A). Los **sistemas de cobertura total** enterrada se componen de una tubería general de PVC o fibrocemento a partir de la cual derivan las secundarias (de PVC). De éstas parten las terciarias (de polietileno de alta densidad), donde se instalan los aspersores fijos. El riego se realiza simultáneamente con varias líneas de aspersores, tal y como se describe en la figura B. La disposición de las distintas tuberías en estos dos sistemas de riego puede sufrir variaciones, según el fabricante, aunque su concepción es la misma.



Sistemas estacionarios:
A/ *Ejemplos de sistemas estacionarios semifijos*
B/ *cobertura total*



El Pivote de la firma Agrocaja es una máquina de riego constituida por una estructura metálica y tratada con productos anticorrosión, que permite una máxima rentabilidad y eficacia por hectárea regada.



El cañón motorizado de riego permite el suministro de agua a los cultivos, pudiendo regar bandas de más de 100 metros de anchura por 500 de longitud. (Gentileza de Agrocaja)

Arriba derecha: En la fotografía se aprecia la gran extensión que se consigue con las estructuras mecánicas de riego tipo Pivote. (Foto cedida por Agrocaja)

Abajo: Este equipo lateral de avance frontal posee una estructura semejante al Pivote. Permite el riego de superficies rectangulares. (Gentileza de Agrocaja)

8.1.2.2. Sistemas mecanizados

Suelen ser máquinas más o menos complejas que se desplazan por el terreno durante el riego. El **cañón motorizado de riego** consta de un aspersor de gran alcance y caudal (cañón) montado sobre un carro o patín y conectado al suministro de agua mediante una manguera. El equipo riega siempre hacia atrás con respecto al sentido del avance, con el fin de que se desplace siempre en terreno seco. En una posición de riego se pueden regar bandas de más de 100 m de anchura y hasta 500 m de longitud.

El **pivote** es una máquina constituida por una estructura metálica que soporta la tubería con los emisores. La máquina gira alrededor de un extremo fijo (punto pivote), por donde recibe el agua y la energía eléctrica, y donde se sitúan los elementos de control. La superficie regada constituye un círculo. Un equipo de riego se compone de varios tramos articulados, soportados cada uno de ellos por una torre metálica. Todos los tramos se mantienen en alineación mediante unos sensores que actúan sobre el sistema motriz. La longitud del equipo de riego varía entre los 50 y los 800 m, lo que permite seleccionar el modelo adecuado al tamaño de la finca.

El equipo **lateral de avance frontal** posee una estructura semejante al pivote. Consiste en un ala de riego montada sobre unos soportes que se desplazan regando superficies de forma rectangular. El suministro de agua se hace tomándola directamente de una acequia que corre paralela a la linde de la parcela, o mediante una tubería flexible que se conecta a unos hidrantes situados en su margen. Si se compara con el sistema del pivote, éste presenta la ventaja de que deja menos superficie sin regar, puesto que el riego es rectangular, como la mayoría de parcelas de cultivo.





9. MECÁNICA AGRÍCOLA

En este capítulo se pretende aproximar al agricultor al complejo mundo de la maquinaria agrícola. Aquí se relacionan las principales máquinas aptas para la realización de las labores básicas agrícolas. No obstante, para cierta maquinaria muy específica pero de uso también frecuente, remitimos al lector a las bibliografías más especializadas, puesto que su tratado escapa en mucho de las pretensiones de esta obra. Éste es el caso de los aperos mecánicos combinados y de la maquinaria especial para determinados cultivos.

Los **aperos mecánicos combinados** son muy utilizados actualmente en el cultivo de cereales mediante el sistema de **laboreo mínimo**. El laboreo mínimo consiste en ahorrarse muchas de las labores del sistema tradicional de laboreo (alzar, pasar el cultivador, grada de discos, rodillo y sembradora). Para este propósito, se han desarrollado **equipos de aperos** combinados que, enganchados conjuntamente al tractor, permiten que en muy pocas pasadas, o a menudo en una sola, se pueda implantar un nuevo cultivo. El objetivo de esta disminución de labores es el ahorro de mano de obra, de energía y de tiempo. Son frecuentes los equipos combinados tales como grada de púas y rodillo, o arado de alzar, rodillos y grada desterronadora. Incluso existen unas fresadoras-sembradoras que preparan el lecho de siembra y siembran en una sola pasada. Es evidente que en estos sistemas de laboreo mínimo, la aplicación de herbicidas químicos tiene una importancia capital.

El avance de la **tecnología ha permitido la construcción de máquinas muy sofisticadas**. Es quizá en el mundo de la maquinaria para la recolección de los productos agrícolas donde los avances técnicos han sido más portentosos. Cabe citar, por ejemplo, máquinas cosechadoras de maíz grano, de uva, de algodón, de patata, de remolacha, de frutas y hortalizas, etc., así como los distintos aperos para carga, transporte y conservación de las producciones. Citaremos también la maquinaria específica para la preparación y distribución de alimentos para el ganado, e incluso las muy sofisticadas instalaciones para el ordeño de vacuno.

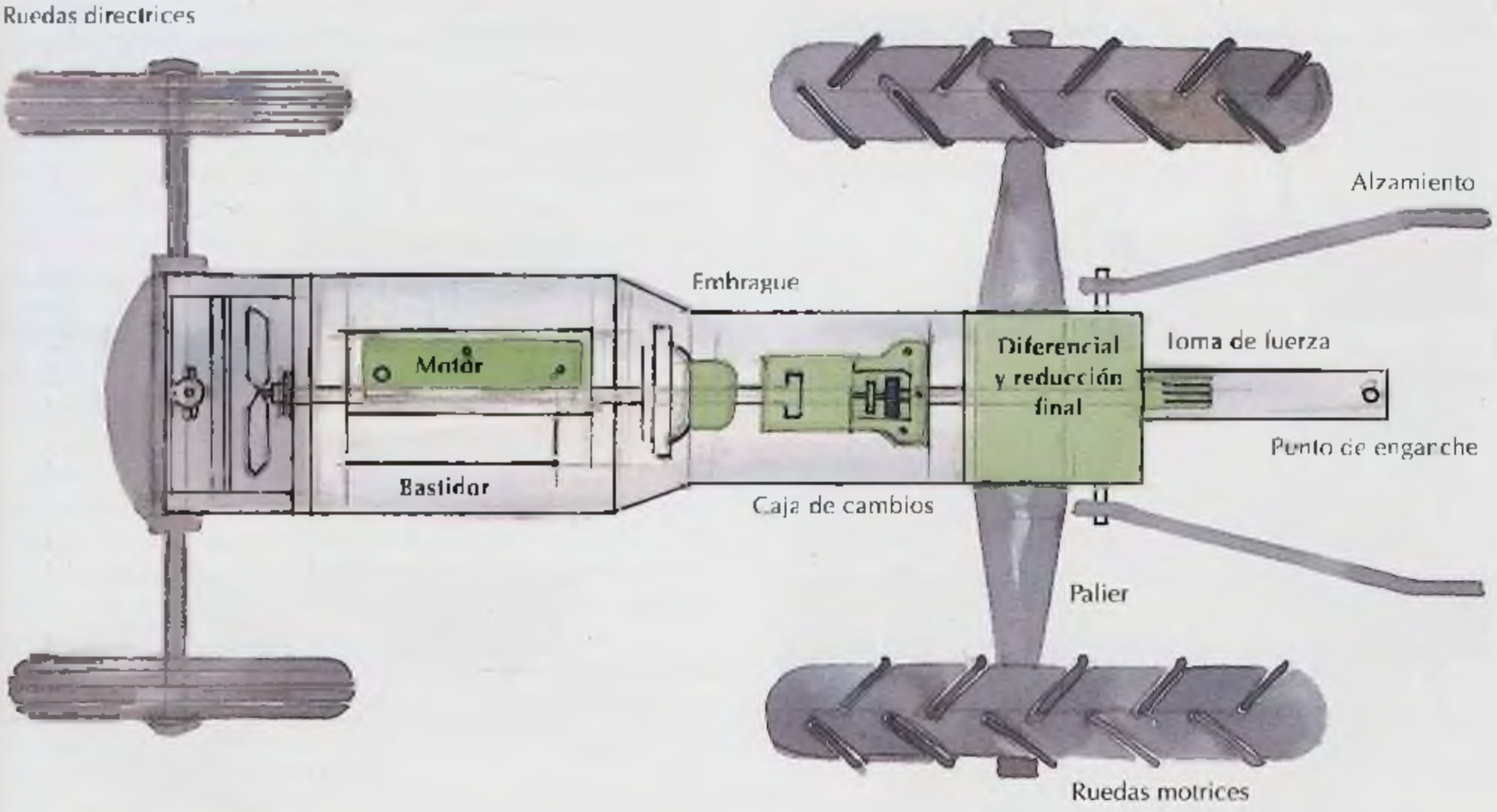




Cosechadoras integrales de cebollas (Genfileza de semillas Sluis & Groot)



Sobre estas líneas: Equipo completo para la vendimia, carga y transporte de las uvas. Su altura permite la recolección pasando por encima de las cepas. (Fotografía cedida por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya)



Esquema de las partes internas y externas que componen un tractor

9.1. TRACTORES

Trabajos que puede realizar un tractor según su operativa

- Estacionarios
  - Por medio de polea
  - Por medio de toma de fuerza
  - Por medio de equipo hidráulico
- De transporte
- De arrastre
- De empuje
- Combinados
  - Transporte y toma de fuerza
  - Arrastre y toma de fuerza

Un tractor es un vehículo dotado de motor, apto para las distintas tareas agrícolas. El motor le sirve al tractor para autopropulsarse y, además, permite remolcar o accionar los distintos aperos que se utilizan en las distintas labores agrícolas. Dispone de cuatro ruedas, las traseras de mayor tamaño y, por lo general, motrices. Las ruedas delanteras cumplen sólo una función direccional.

El tractor, como vehículo de combustión parecido a los automóviles, tiene muchas similitudes con los coches y camiones que vemos en carreteras y autopistas. Todos ellos constan de un chasis, de un motor y de un conjunto de elementos de transmisión que, en contacto con las ruedas, permiten su movimiento. Las distintas partes de que consta un tractor son las siguientes:

• El **alzamiento hidráulico** es el elemento que permite elevar, suspendiéndolos en el aire, o descender, posándolos en el suelo, los aperos acoplados al tractor, para facilitar las maniobras de éste y el traslado de aquéllos.

• El **hastidor** es un armazón metálico, muy consistente, sobre el cual se sujetan los mecanismos fundamentales del tractor.

• El **diferencial** es el conjunto de engranajes que permiten una diferente velocidad de giro entre sí de las dos ruedas motrices del tractor, para que éste pueda tomar las curvas con facilidad.

• La **dirección** es el conjunto de piezas destinadas a dirigir el tractor hacia el sitio elegido por el tractorista. Actúa sobre las ruedas delanteras, llamadas por eso directrices.

Diferentes tipos de trabajo que puede realizar un tractor
A/ *Trabajo estacionario con polea conectada a la toma de fuerza. Ej.: trilladora, ensiladora*
B/ *Trabajo estacionario con la toma de fuerza. Ej.: bombas de riego molino de piensos*
C/ *Trabajo estacionario con el equipo hidráulico. Ej.: elevadores de grano*
D/ *Trabajo de transporte. Ej.: remolques*
E/ *Trabajo de arrastre. Ej.: arados de vertedera, grada de disco*
F/ *Trabajo de empuje. Ej.: pala cargadora, buldozer*
G/ *Trabajo combinado de transporte y toma de fuerza. Ej.: empacadoras, remolque distribuidor de estiércol*
H/ *Trabajo combinado de arrastre y toma de fuerza. Ej.: subsolador vibrador, fresa*







• El **embrague** es el dispositivo mediante el cual se conecta o se interrumpe el movimiento de giro del motor a la caja de cambios.
• El **enganche** es el elemento que permite acoplar máquinas o aperos al tractor. Se distinguen dos tipos de enganche: barra de tiro, con un punto de enganche para máquinas o aperos remolcados, y enganche a tres puntos unido al elevador hidráulico, para las máquinas o aperos suspendidos o semisuspendidos.
• Los **frenos** son los elementos mecánicos que le permiten al tractor disminuir su velocidad, e incluso detenerse.
• El **motor** es el conjunto de órganos y sistemas destinados a transformar la energía expansiva, liberada en la combustión del gas-oil, en energía mecánica, produciendo un movimiento de giro.
• Los **palieres** son los ejes encargados de transmitir el movimiento desde el diferencial hasta las ruedas, pasando por la reducción final.
• La **polea** es un mecanismo destinado a transmitir movimientos, mediante correas, a ciertas máquinas. Actualmente se acopla a la toma de fuerza, recibiendo el movimiento de ella.
• La **reducción final** es el mecanismo encargado de reducir, después de la caja de cambios, la velocidad de giro de las ruedas que respectivamente aumenta el esfuerzo de tracción.
• Las **ruedas** son los elementos que, apoyados en el suelo, permiten el desplazamiento del tractor.
• La **toma de fuerza** es un eje estriado en su extremo, accionado por el motor y destinado a dar movimiento a determinado tipo de aperos acoplados al tractor. Sus siglas son **t.d.f.**

Los distintos trabajos que puede realizar el tractor se clasifican en cuatro grandes grupos: **remolcar**, **arrastrar**, **empujar** y **transmitir otros movimientos**. Ofrecemos al lector una llave clasificatoria de los distintos trabajos que realiza un tractor, además de unos dibujos ilustrativos de las distintas aplicaciones de cada *modus operandi*.

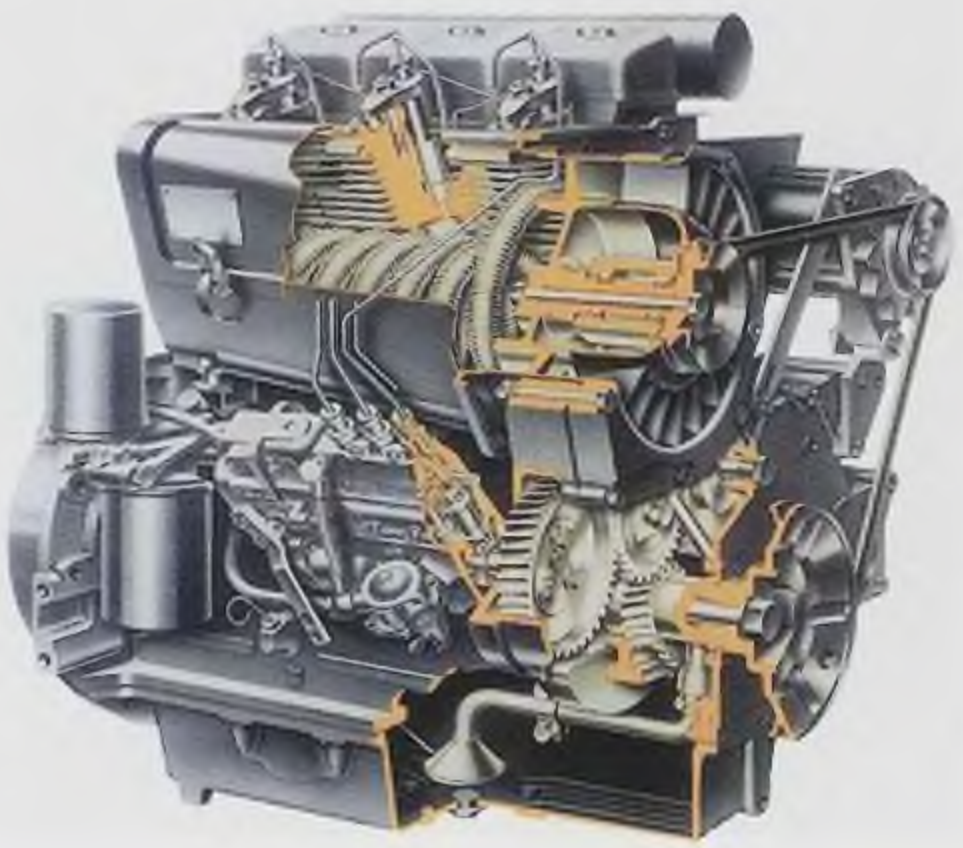
9.1.1. Características

• **Motor**
El motor del tractor es de tipo Diesel y debe ser alimentado con gas-oil. La mayoría de los motores actuales poseen cuatro cilindros, aunque los de gran potencia son de seis, e incluso de ocho cilindros. La distribución, es decir el conjunto de mecanismos que regula la entrada y salida de los gases en el cilindro, es similar a la de cualquier motor de explosión. Consta de taqués, árbol de levas, levas, varilla empujadora, balancín, válvulas (escape y admisión), y colectores (admisión y escape).

Hoy en día, las cabinas de los tractores presentan un gran confort equiparable al de los turismos. Es un producto fabricado por Xaver Fend & Co.

Otro aspecto de la cabina de un tractor: el modelo 390 GTA ® de la firma Xaver Fend & Co., permite un fácil manejo desde el interior de cuantos aperos puedan estar acoplados al tractor.

Algunos tractores van provistos, en su parte delantera, de un sistema de levantamiento hidráulico, con su correspondiente toma de fuerza. En la fotografía, detalle del sistema de acoplamiento delantero de un tractor.



Xaver Fend & Co., en su línea Farmer, comercializa el modelo 250 V ® de 50 C.V. Esquema de la sección del motor de este modelo.



El peso del tractor y la dificultad para operar dentro de las parcelas inundadas, constituyen uno de los principales problemas en el cultivo del arroz. Esta cuestión puede paliarse con la ayuda de las llamadas ruedas motrices mejoradas o ruedas esqueleto, con las que se consigue un hundimiento mínimo en el fango, lo que comporta un daño ínfimo al cultivo y a la estructura del suelo. *(Gentileza de Hardi International A/S)*

DIN o *Deutsches Institut fur Normung*. Es el organismo oficial alemán, creado en la República Federal de Alemania en 1926, encargado de unificar las medidas, las formas, las tolerancias, las cualidades y sistemas de los materiales empleados en la industria. Su ámbito es extensísimo en cuanto a los materiales que abarca, y es aceptado internacionalmente.

SAE son las siglas de la *Society of Automotive Engineers* o Sociedad norteamericana de técnicos de la industria automovilística. Es el organismo encargado de establecer las normas técnicas para la industria de la automoción y, como las normas DIN alemanas, gozan de una gran aceptación a nivel internacional.

• Potencia del tractor

Es una de las características indicadas por el fabricante y sus especificaciones deben venir en el manual de instrucciones del vehículo. La potencia puede venir en términos alemanes (***normas DIN***) o americanos (***normas SAE***). En un mismo motor, la potencia DIN es siempre menor que la potencia SAE. Esto es debido a que en las normas DIN, se cuenta con que el motor acciona todos sus mecanismos al unísono (bomba de agua, ventilador, dinamo...). Sin embargo, según las normas SAE, se cuenta con que el motor no acciona dichos mecanismos. Por lo tanto, la norma SAE nos da la potencia íntegra del motor que, lógicamente, es mayor que con la norma DIN. Generalmente, la potencia se expresa en CV. A veces se utilizan las unidades del SI (Sistema Internacional) y la potencia viene expresada en Kilovatios (Kw), teniendo la siguiente equivalencia:

1 CV = 0,736 Kw o bien 1 Kw = 1,36 CV

• Filtros de aire

En el tractor son muy importantes los sistemas de filtración del aire, puesto que al desarrollar su trabajo en situaciones donde se produce mucho polvo (campo, caminos sin asfaltar, etc.), es preciso que el filtro de aire sea de gran calidad. Suele ir situado en la parte delantera (pues es donde menos cantidad de polvo tiene el aire), y puede ser de baño de aceite o seco.

• Sistema de alimentación

El sistema de alimentación del motor es una característica esencial de los motores Diesel. El combustible es bombeado por la bomba de alimentación desde el depósito de gas-oil hasta la bomba de inyección, pasando a través de los filtros de combustible. La bomba de inyección bombea el combustible hasta los inyectores, que lo introducen dentro del cilindro. La mezcla de gas-oil y aire es comprimida por el pistón hasta que se produce la explosión. El combustible sobrante vuelve al depósito.

• Refrigeración del motor

La elevada temperatura que alcanza el motor, debido a la combustión del gas-oil, exige un apurado sistema de refrigeración. Los tractores actuales poseen dos tipos de refrigeración: por aire o por agua. La refrigeración por aire se realiza mediante una turbina única que impulsa el aire tomado del exterior hacia todos los cilindros para su refrigeración. En la refrigeración por agua, se dispone de un radiador que distribuye el agua a través de las camisas de los cilindros y dentro del bloque; cuando el agua está caliente, vuelve al radiador y es de nuevo enfriada mediante un ventilador.

• Aceite y engrase

Como ocurre con todos los motores de combustión, el aceite es el encargado de lubrificar el motor con la finalidad principal de reducir el desgaste mecánico de sus piezas. La principal característica técnica de un aceite es la viscosidad, que se mide internacionalmente por las normas SAE. Los valores SAE más altos corresponden a una mayor viscosidad y son los empleados en verano (SAE 20, 30, 40, 50); los más bajos, de menor viscosidad, son los utilizados en invierno (SAE 5, 10, 20). Actualmente, el agricultor puede optar por los **aceites multigrados**, cuyas propiedades físicas (gracias a ciertos aditivos) permiten cubrir varios grados de esta escala SAE. En cualquier caso, el aceite que debe emplearse viene inequívocamente especificado en las instrucciones de uso y mantenimiento de cada tractor.

Además de la lubrificación del tractor, deben engrasarse otras partes mecánicas del vehículo con la misma finalidad, es decir, evitar el desgaste de los engranajes que están en contacto durante su funcionamiento. Caja de cambios, diferencial y alzamiento hidráulico contienen mecanismos que deben ser engrasados. Es muy importante, en los tractores, no confundir los aceites anteriormente citados (SAE de 5 a 50), que se destinan a la lubrificación del motor, con los utilizados en los engranajes, cuyo SAE es muy superior (entre 75 y 250).

• Embrague

El movimiento conseguido por el motor gracias a la combustión del gas-oil, es transmitido al cigüeñal y, de ahí, a través del embrague, a las ruedas traseras o de tracción. El movimiento de rotación producido por el motor pasa, a través del volante, al embrague, de ahí a la caja de cambios, de ésta al diferencial, y pasa de éste, a través de los semiejes y de la re-

ducción final, a las ruedas motrices. La misión del embrague es conectar o desconectar el movimiento del motor a la caja de cambios. Cuando el pedal del embrague está en la posición normal (suelto o sin pisar), el embrague transmite el movimiento del motor a la caja de cambios. Al pisar el pedal, el embrague deja de transmitir dicho movimiento.

• Caja de cambios

La misión principal de la caja de cambios es, de acuerdo con la fuerza que exige la realización de una labor determinada, adaptar a esa labor la velocidad de avance del tractor, de manera que el aprovechamiento de la potencia del motor sea máximo. De lo expuesto se deduce que una velocidad larga desarrollará menos fuerza que una velocidad corta, y viceversa (el tractor en una velocidad corta tendrá más fuerza que en una larga). Actualmente, los tractores agrícolas disponen de muchas velocidades, con la finalidad de adaptarse al más amplio abanico posible de labores.

• Diferencial

Si los dos ejes que van a las ruedas estuviesen unidos solidariamente en el centro, al intentar tomar una curva el tractor, patinaría la rueda de menor recorrido, ya que tienen que recorrer diferente espacio cada una de ellas y dar, por consiguiente, diferente número de vueltas. Este inconveniente se evita con el diferencial, cuya misión es permitir una velocidad diferente para cada una de las ruedas, facilitando la maniobra en las curvas, ya que el número de vueltas que pierde la rueda que va por dentro de la curva la gana la otra rueda.

• Reducción final

En los tractores agrícolas, a pesar de las reducciones que sufre el movimiento en la caja de cambios y en el grupo piñón de ataque-corona, la velocidad de giro a la salida del diferencial es demasiado elevada para la escasa velocidad de trabajo que requiere el tractor. Por lo tanto, debe reducirse la velocidad de giro de los palieres, lo que se consigue intercalando, entre el diferencial y las ruedas, otra reducción llamada **reducción final**.

• Circuitos eléctricos

Todos los tractores tienen una instalación de conducción eléctrica similar, aunque presentan diferentes particularidades unos de otros. En casi todos los manuales de instrucciones de los tractores viene dibujado un esquema de su instalación eléctrica, y es sumamente importante saber interpretarlo para localizar con mas facilidad cualquier avería eléctrica que pueda surgir. De forma general, existen cuatro grupos de circuitos eléctricos en un tractor: **circuitos de alumbrado fijo** (alumbrado ordinario, luz de carretera y cruce, y alumbrado de indicadores); **circuitos de control** (indicador de presión de aceite, termómetro, nivel de combustible y calentadores); **circuitos de carga y arranque** (batería, dinamo, control de carga, disyuntor-regulador y motor de arranque) y **circuitos de maniobra** (intermitentes de dirección, luz de freno y bocina).

• Ruedas

La mayoría de tractores disponen de ruedas del tipo clásico, es decir que sobre la llanta viene dispuesta la cámara llena de aire que, a su vez, está recubierta por una cubierta dura de caucho que asegura la adherencia de la rueda al suelo. Las ruedas delanteras y traseras son muy distintas. Las traseras, o de tracción, son muy grandes y suelen llevar unos dibujos en forma de V para adherirse perfectamente al suelo. Las delanteras, o directrices, son pequeñas, con dibujos longitudinales que aseguran en todo momento la dirección que queremos que siga el tractor.

• Dirección

Existen distintos tipos de direcciones según el mecanismo del que disponen para la dirección de la ruedas delanteras que, como se ha dicho, son las direccionales. La **dirección mecánica** es aquélla en que la fuerza necesaria para girar las ruedas proviene íntegramente del esfuerzo del tractorista. La **dirección asistida** es aquélla en la que el tractorista es ayudado en su esfuerzo por la acción de un émbolo de doble efecto, acoplado sobre las palancas de dirección, y que recibe aceite a presión de una bomba accionada por el cigüeñal.

La **servodirección hidráulica** es aquélla en la que el



Ejemplo de apero mecánico combinado apto para el llamado laboreo mínimo: se trata del Cultirota ®, comercializado por Becker GmbH u. Co. KG, que permite preparar el lecho de siembra en una sola pasada.

tractorista, al mover el volante, actúa directamente sobre la caja de válvulas que comunican con un émbolo, siendo el aceite a presión, que manda una bomba, el que transmite finalmente el esfuerzo para mover las palancas de dirección, por lo que el esfuerzo del tractorista es mínimo. Por último, la **dirección hidroestática** es aquélla en la que no hay unión de palancas entre el volante y las ruedas directrices, y éstas giran por el trabajo de un émbolo de doble efecto, cuyo aceite a presión es inyectado por una bomba y controlado por una caja de válvulas que se accionan mediante el volante.

• **Frenos**

Como en los automóviles, el tractor dispone de dos tipos de frenos. El freno propiamente dicho, que se utiliza durante la marcha del tractor para disminuir su velocidad e incluso detenerlo: frenos de tambor (hidráulicos) y de disco (por rozamiento), y el freno de estacionamiento (freno de mano), que se utiliza para inmovilizarlo cuando se ha detenido el vehículo. Este último puede ser el mismo mecanismo del freno de pie, inmovilizado convenientemente mediante un pestillo o bien mediante un mecanismo llamado **freno de cinta**.

9.1.2. Enganche de los aperos

Existen en un tractor tres tipos de enganches disponibles para los aperos acoplados: la **barra de tiro**, el **alzamiento hidráulico** y la **toma de fuerza**. En los tractores antiguos, existía un cuarto dispositivo: **la polea**. Mediante correas, la polea lateral permitía el movimiento de ciertos aperos como las trilladoras y las ensiladoras. Actualmente, muchos tractores ya no la llevan, puesto que ésta puede ser acoplada en la toma de fuerza y se sujeta al puente trasero por medio de tornillos. Hoy en día, es de escasa utilización, debido a que la mayoría de las máquinas que realizan trabajos estacionarios están acondicionadas para ser accionadas directamente por la toma de fuerza del tractor sin necesidad de recurrir al uso de la polea.



Abajo: Detalle del llamado enganche a los tres puntos. Obsérvense las dos barras hidráulicas y la barra extensible. El apéndice amarillo que se aprecia en el centro de la fotografía no es más que la toma de fuerza del tractor. (Gentileza de Xaver Fend & Co.)



A diferencia de los antiguos tractores sin cabina, los actuales presentan una gran seguridad para el tractorista en caso de vuelco. Es un producto fabricado por Xaver Fend & Co.

• **Barra de tiro**

Situada en la parte posterior del tractor, la barra de tiro no es más que una barra alargada, dura y fuerte, con un punto de enganche en su extremo. Gracias a ella, pueden acoplarse los aperos que deben ser remolcados: arados de disco, de vertedera, remolques, etc.

• **Elevador hidráulico**

El alzamiento hidráulico consta de tres barras situadas en la parte posterior del tractor, con un punto de enganche en cada una de ellas. Estas barras permiten elevar o bajar cualquier apero enganchado de los llamados suspendidos o semisuspendidos, y conforman el llamado **enganche a los tres puntos** de cualquier tractor.



Derecha: La conexión a la toma de fuerza del tractor de cualquier apero se realiza mediante el llamado eje cardánico. En la ilustración, un detalle del citado eje. Obsérvese asimismo el enganche extensible conocido por el tercer punto. (Gentileza de la firma Samson Tange A/S)

El enganche a los tres puntos se compone de dos brazos de tiro rígidos, unidos al tractor mediante sendas rótulas por uno de sus extremos. En el otro extremo llevan también dos rótulas para su fijación al apero. Estos brazos van unidos a otros dos brazos cortos hidráulicos, que son los que permiten regular la extensión o distensión del apero.

El tercer punto de enganche es una barra extensible, conocida por el nombre de **tercer punto**, que va unida mediante una rótula al bastidor del tractor. En su extremo opuesto lleva otra rótula para su fijación al apero. La extensibilidad de este tercer punto se







consigue mediante un tubo central con dos tuercas colocadas en sus extremos, en las que van enroscados dos tornillos unidos a las rótulas. De esta manera, los aperos enganchados en estos tres puntos forman un plano y pueden quedar suspendidos para su transporte, o bien en posición de descanso para el laboreo. Determinados aperos, además de su conexión con los tres puntos, van conectados a la toma de fuerza que les permite su movimiento.

• Toma de fuerza

Tiene por misión dar movimiento y fuerza a los mecanismos internos de algunos aperos que se acoplan al tractor. La toma de fuerza no se conecta a aquellos aperos que son sólo arrastrados, como los arados de disco o vertedera, pero es básica y muy útil, por ejemplo, en las fresadoras, cuya rotación se debe a la conexión con la t.d.f. La toma de fuerza es un mecanismo independiente de la velocidad del tractor, pudiéndose incluso trabajar con ella con el tractor estacionado (aunque, evidentemente, el motor debe estar en funcionamiento). Esta toma de fuerza tiene unas medidas estándar a nivel internacional, de manera que cualquier apero puede ser acoplado en ella.

La velocidad de rotación de la toma de fuerza está también normalizada en 540 r.p.m. y 1.000 r.p.m., por lo que el fabricante de un determinado apero debe calcular las poleas y engranajes para el correcto funcionamiento de la máquina que comercializa. De esta manera, es el agricultor quien debe hacer funcionar el tractor a las revoluciones que establece el fabricante de un determinado apero, para que éste funcione a la velocidad correcta.

9.1.3. Tipos

Por lo general, todos los tractores tienen características similares a las descritas anteriormente y su única diferencia es la potencia desarrollada por cada uno de ellos. Las especificaciones técnicas de cada apero agrícola indican la potencia necesaria para su rendimiento óptimo, lo que determinará la potencia de tractor precisa. Otra cuestión importante a tener en cuenta en el momento de elegir la potencia del tractor, son las condiciones específicas de cada explotación agrícola: tipo de suelo, dimensiones de la finca, tipo de cultivo, etc. En los variados catálogos de las casas comerciales de maquinaria agrícola, el agricultor encontrará amplia información sobre los tipos de tractores, sus características, el modelo más indicado según el cultivo y las dimensiones de su parcela, los plazos para su amortización, su vida útil, etc.

A más potencia, más caro será el tractor, por lo que no es razonable, por ejemplo, la adquisición de un tractor de gran potencia para una finca de pequeñas dimensiones puesto que, además de su precio, resultará engorroso su manejo. No obstante, el agricultor debe tener una cierta visión de futuro. Si se plantea la ampliación, en un corto espacio de tiempo, de las actividades agrícolas, sí puede ser necesaria, e incluso conveniente, la compra de un tractor potente. También debe contemplarse la posibilidad de realizar una compra en cooperativa con otros agricultores, lo que puede resultar muy ventajoso.

Para la inmensa mayoría de suelos y cultivos, son aptos los tractores estándar con tracción en las ruedas traseras. Sin embargo en algunos casos puede ser necesaria la tracción en las cuatro ruedas. El agricultor deberá escoger esta opción en el caso de que las parcelas presenten fuertes desniveles, o bien si las labores a realizar se ubican, como ocurre a menudo, en zonas forestales muy abruptas. Los tractores más completos disponen de una palanca que permite pasar de un tipo de tracción a la otra.

Para trabajos muy específicos, como por ejemplo en las distintas labores del cultivo del arroz, las ruedas son sustituidas por dos cadenas giratorias de placas metálicas, una a cada lado del tractor, sobre las cuales se desplaza. Este tipo de tractores reciben el nombre de **tractores oruga** o **tractores de cadenas.** Así, si los tractores de ruedas con tracción trasera aprovechan para la tracción el 60% de la potencia del motor, en los de cadenas, su rentabilidad en este aspecto llega al 90% de aprovechamiento, debido principalmente a la gran superficie de contacto con el suelo que permiten las cadenas.

A la izquierda: ***Detalle de la barra de tiro de un tractor. Sirve para el enganche de aperos arrastrados.***

Muchos de los nuevos modelos de tractor permiten el enganche de los aperos desde su parte trasera y delantera; así, van provistos de dos juegos de toma de fuerza y enganche a los tres puntos que permiten, por ejemplo, accionar una segadora de tipo frontal y una recolectora de forraje acoplada detrás. Para el accionamiento simultáneo de los dos aperos, son precisos un mínimo de 75 CV. Se trata de un modelo de la línea 300 Range ®, de la firma Xaver Fend & Co.

Algunos tractores van provistos de grandes ruedas que les permiten adherirse más al terreno y aprovechar mucho mejor su potencia. (Gentileza de la firma Xaver Fend & Co.)



Tres aperos para transformar el suelo acoplados sobre un potente tractor. En la parte trasera, la excavadora para abrir zanjas; en la delantera, una pala cargadora frontal y una hoja empujadora o angledozer.

9.2. MAQUINARIA PARA TRANSFORMAR EL SUELO

En los próximos capítulos se ofrece la descripción de los aperos más usuales para la preparación del suelo y para la creación posterior del lecho de siembra, pero antes se nos hace imprescindible acometer la descripción de algunas labores previas. En algunas ocasiones, se tratará de la primera vez que se pongan en cultivo unas parcelas, o de la recuperación de otras parcelas después de años de no ser cultivadas, en cuyo caso será sin duda necesario un pase de desbrozadora y un desmonte. En otras ocasiones, por exigencias de un cambio de cultivo o de modernización de las técnicas empleadas, deberemos proceder a un despedregado. Podemos encontrarnos también con que la puesta en cultivo o los sistemas de riego utilizados exijan una nivelación. Muchos de estos trabajos que consisten en la transformación del suelo pueden considerarse más próximos a las disciplinas topográficas que a las propiamente agrícolas.

Por lo general, se trata de máquinas cuyo elevado coste las hace prohibitivas para muchas explotaciones medias o pequeñas. Además, suelen ser aperos que necesitan, para su laboreo, una gran potencia, por lo que resulta sumamente interesante su adquisición a través de cooperativas o asociaciones de agricultores, máxime si se tiene en cuenta que su utilización a menudo será muy puntual. En este capítulo, que podríamos llamar también de operaciones previas, trataremos someramente de los aperos que nos permitirán la transformación del suelo adecuándolo a cultivos venideros: **desbrozadoras**, **despedregadoras**, **equipos para movimiento de tierras** y **equipos para instalación de drenaje**.

9.2.1. Desbrozadoras

Son máquinas especializadas en suprimir o eliminar la capa vegetal de un terreno para proceder a su puesta en cultivo. Por lo general, son aperos suspendidos o semisuspendidos del tractor y accionados gracias a la toma de fuerza del mismo. Los tractores con potencias de 45 a 50 CV suelen ser suficientes para accionar estas máquinas. Se comercializa una amplia gama de maquinaria de este tipo, siendo las más usuales las **desbrozadoras rotativas de eje horizontal**, las de **eje vertical** y los **rodillos desbrozadores**.

Sus diferencias principales radican en los mecanismos que permiten la eliminación de las distintas cubiertas vegetales. Así, podemos establecer una primera distinción según la naturaleza de la referida capa vegetal que deba eliminarse según si se trata de árboles, arbustos con tronco más o menos consistente, o simplemente de malezas. La capa vegetal a eliminar nos dará una idea del tipo de máquina que necesitamos. Es evidente que las desbrozadoras para árboles deberán ser mucho más robustas y necesitarán un tractor más potente que las que sólo deban eliminar una capa herbácea.



En aquellos rincones donde no es posible entrar con el tractor, como por ejemplo bajo los árboles o cepas, el agricultor dispone de esta desbrozadora manual neumática. Apero típico del profesional de jardinería, es también muy utilizado en agricultura. Lo comercializa M.A.I.B.O. s.r.l.

Las máquinas desbrozadoras agrícolas permiten arrancar la maleza del suelo y además seccionar los trozos de material vegetal que encuentran a su paso. En terrenos donde exista un número muy elevado de árboles grandes, puede ser necesario el empleo de otro tipo de maquinaria más afín con la ***silvicultura***. Para la extracción puntual de tocones de árboles muy grandes que han sido talados, pueden emplearse las **palas frontales** o las **retroexcavadoras**. Para este tipo de trabajo, existe también una máquina especializada que recibe el nombre de **destoconadora** o *stumper*; existe también el llamado **triturador de tocones**, máquina que permite desmenuzar los tocones e incorporarlos al terreno como materia orgánica.



Un ejemplo de desbrozadora rotativa de eje horizontal. Se trata de un apero suspendido y accionado gracias a la toma de fuerza del tractor. Corta y trocea todo tipo de restos vegetales, incluidos pequeños arbustos. Apero comercializado por Joskin, S.A.

Silvicultura es la ciencia que estudia las explotaciones forestales y su aprovechamiento racional.

9.2.2. Despedregadoras

La labor del despedregado ha venido realizándose desde tiempos antiguos en explotaciones hortícolas de reducido tamaño. Se realizaba esta operación a mano, con un coste muy elevado de mano de obra, por lo que sólo eran despedregadas parcelas de tamaño muy reducido. El avance tecnológico, así como la necesidad de conseguir un suelo sin piedras para permitir a los aperos actuales (sembradoras, cosechadoras, etc.) unos óptimos resultados, han propiciado el desarrollo de las despedregadoras mecánicas.

Las despedregadoras son máquinas para sustraer o eliminar las piedras de una parcela. El rendimiento de estas máquinas está en función del tipo y tamaño de las piedras existentes en el terreno. También influyen las dimensiones y la topografía de las parcelas, al permitir su más o menos fácil evolución, ya que suelen ser considerablemente voluminosas. Normalmente, para conseguir un campo libre de piedras debe repetirse el pase de la despedregadora cada dos o tres años. Se consigue, con estas labores, un suelo libre de piedras a una profundidad de 20 a 35 cm, dependiendo del tipo de terreno y de la potencia del tractor utilizado.

Para eliminar las piedras de un terreno, puede actuarse de tres formas distintas. Pueden recogerse éstas y depositarse en una tolva o en un remolque auxiliar, para desecharlas después fuera de los límites de la parcela. Son las llamadas **recogedoras de piedras**. Una segunda forma de actuación consiste en alinearlas en fajas en la superficie de la parcela, para después recogerlas mediante una pala cargadora frontal. Son las llamadas **hileradoras de piedras**. Finalmente, puede utilizarse una máquina especial que las tritura y las incorpora al suelo. Estas últimas reciben el nombre de **trituradoras de piedras**.

Las recogedoras de piedras pueden utilizarse, en sus modelos comerciales más sencillos, con tractores de sólo 40 o 50 CV de potencia; las despedregadoras trituradoras requieren mucha más potencia (alrededor de 80-100 CV). No obstante, el agricultor debe desestimar los milagros: ninguna despedregadora le eliminará los bloques pétreos de, por ejemplo, media tonelada. En parcelas donde existan pocos ejemplares de gran tonelaje, pueden quitarse primero éstos con una cargadora frontal de gran potencia, o incluso desmenuzarlas con dinamita, y luego pasar la despedregadora. Este tipo de máquinas se adapta muy bien a un régimen de cooperativa, puesto que una vez se hayan despedregado todos los campos, no volverán a utilizarse, salvo en aquellos casos en que los subsoladores permitan llevar más piedras a la superficie.

9.2.3. Movimiento de tierras

Popularmente, este tipo de trabajo se asocia más a las labores propias de las obras públicas que a las agrícolas, pero el uso de palas cargadoras frontales, retroexcavadoras, traíllas, etc., es relativamente frecuente en las explotaciones agrícolas. Abrir una zanja para el riego o para el drenaje, nivelar una parcela, arreglar un camino, etc., son operaciones normales, aunque no muy frecuentes. Según la importancia y la capacidad de la finca, el agricultor debe optar por la compra de esta maquinaria o bien contemplar la posibilidad de alquilarla.

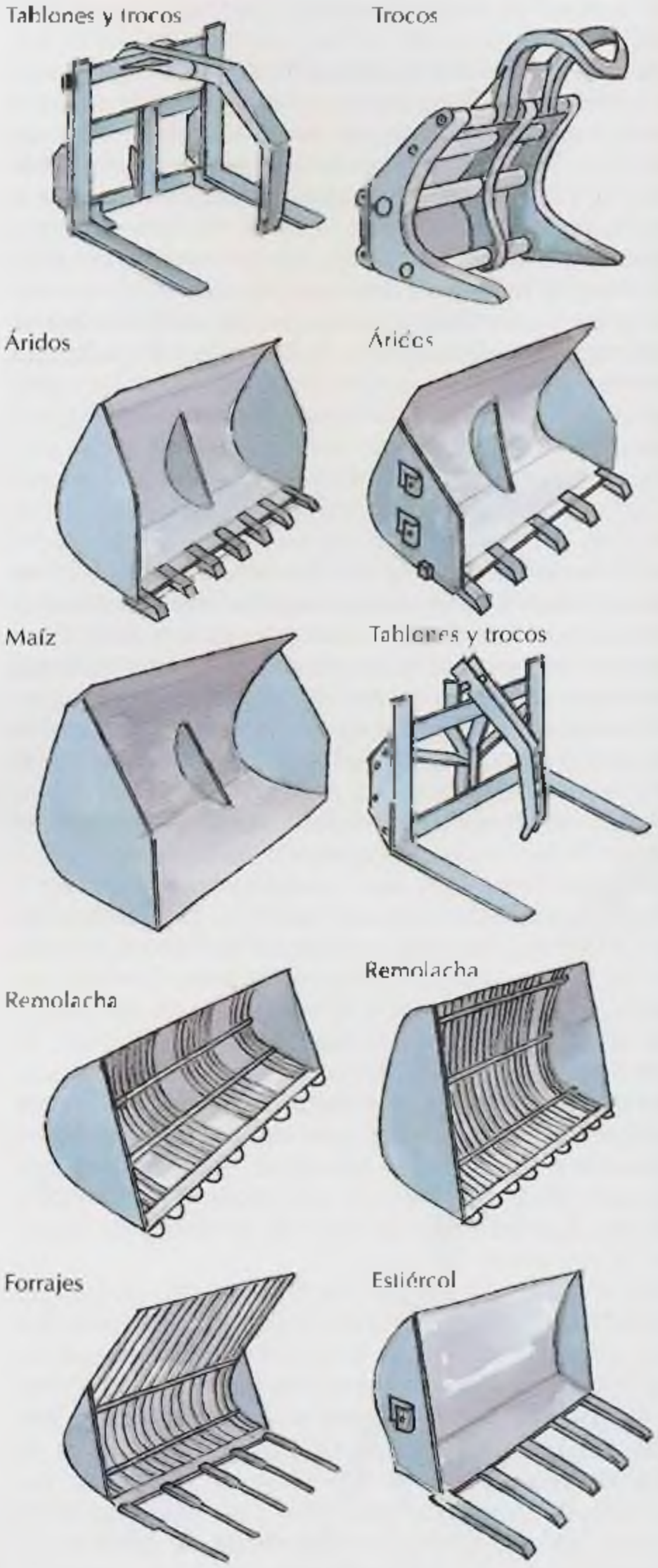


Las palas cargadoras frontales solucionan muchos de los problemas que suelen presentarse en una explotación agrícola. El modelo de la fotografía es un apero que puede ser acoplado en el tractor 380 GTA ®, comercializados ambos por Xaver Fend & Co.

Las pequeñas palas cargadoras frontales permiten adaptarse a cualquier tractor, por pequeño que sea éste. En la fotografía, el M18-050 ®, comercializado por Agrostroj Prostéjov, sólo tiene 20 CV.



A la derecha: El diseño de las "cucharas" de las palas cargadoras frontales se adapta al material que debe manejarse (Tomado de Bernat, C.)



9.2.3.1. Palas cargadoras frontales

Existen básicamente dos tipos de palas. Las que se configuran como máquinas únicas autopropulsadas, fuertes, resistentes y de gran capacidad, que se utilizan para trabajos de gran potencia, como cargar tierra, escombros, etc., y aquéllas que pueden acoplarse a la parte delantera del tractor, incluso si éste es de baja potencia (40-50 CV), para el manejo de cereales, estiércol, ensilaje, etc. Las características principales a tener en cuenta en una pala cargadora son: su capacidad, su altura máxima de carga y descarga, su sistema de descarga, es decir, si está provista de un doble mecanismo hidráulico para facilitar la descarga en cualquier posición, y la forma específica de la "cuchara", en función de la utilización principal a que esté destinada.

Praneda B.V. comercializa unas palas de fácil acoplamiento a la parte delantera del tractor. De arriba a abajo, y de izquierda a derecha, distintos momentos de su montaje.





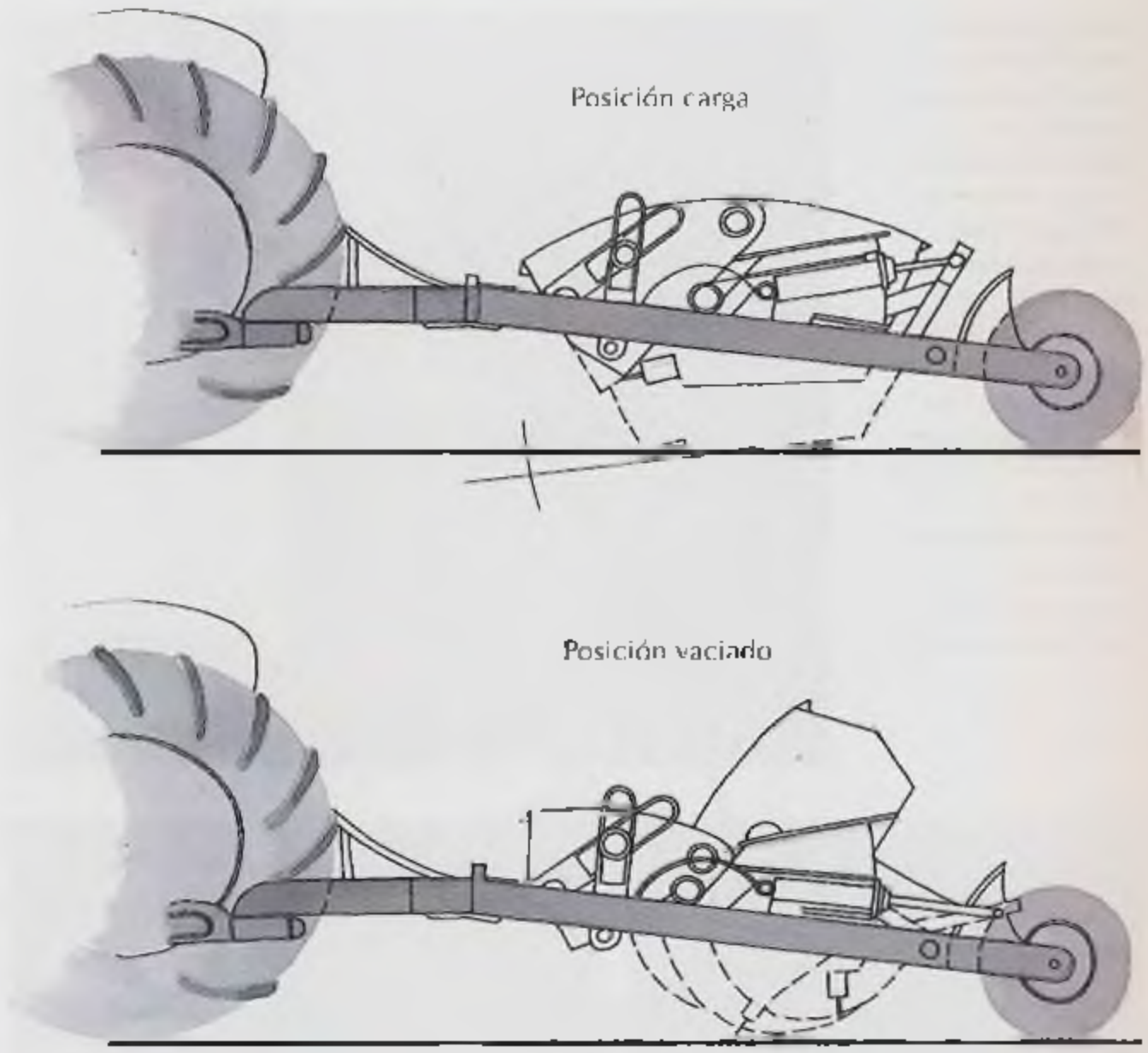
9.2.3.2. Traíllas

Las traíllas son aperos arrastrados que van cargando de tierra un depósito o "taza", y que pueden descargarla, de golpe o paulatinamente. Se denominan también *scrapers*, excavadoras o niveladoras, por las funciones que realizan. Existen también máquinas de gran capacidad autopropulsadas. Son las llamadas **mototraíllas**. Estas últimas son máquinas de gran envergadura utilizadas en las obras públicas.
La traíla, al ser arrastrada, va arañando el suelo mediante una cuchilla, de forma que la tierra arrancada va penetrando en su interior; una vez llena, puede efectuarse la descarga donde sea necesaria. En las fincas agrícolas se utilizan las traíllas para la nivelación de parcelas, la construcción o arreglo de caminos, o la construcción de pequeños muros de contención o presas. Incluso pueden utilizarse para el aporte de tierras (por ejemplo, para el calzado de los olivos). Con potencias de tracción del tractor que oscilan entre los 50 y los 100 CV, pueden manejarse traíllas con capacidad para trabajar con volúmenes de tierra alrededor de los 0,5 a los 3 m^3.



9.2.3.3. Niveladoras

Las niveladoras reciben también el nombre de **hojas empujadoras**. Se las conoce también por los nombres ingleses de *bulldozer* o *angledozer*. El *bulldozer* posee una hoja o cuchilla empujada de manera perpendicular al sentido de avance del tractor, mientras que el *angledozer* es la misma hoja, pero formando un determinado ángulo, que puede variar, con el sentido de avance.
Suelen montarse estos aperos en los tractores de orugas, pero el clásico tractor de ruedas, a partir de unos 60 CV, puede también ser equipado con una de estas hojas empujadoras. Los trabajos que pueden realizar este tipo de máquinas son el relleno de zanjas, la eliminación de pequeñas irregularidades del terreno, el arreglo de caminos rurales, el derribo de pequeños muros, etc.



Dibujo-esquema de la traílla en posición de trabajo (carga) y de vaciado (Tomado de Bernat, C.)

9.2.3.4. Excavadoras y zanjadoras

Para el montaje de un sistema de riego, es frecuente tener que abrir zanjas para enterrar los tubos de riego o bien para abrir cauces de drenaje. Por lo general, se contratan los servicios de una empresa especializada, pero bajo ciertas circunstancias, puede ser rentable la adquisición de este tipo de máquinas.



Las hojas empujadoras o niveladoras suelen denominarse por el término inglés de bulldozer o angledozer, según la inclinación de su trabajo respecto al sentido del avance del tractor. El angledozer de la fotografía, acoplado a la toma de fuerza del tractor, permite sanear la carretera, desplazando oblicuamente la nieve hacia los lados. (Gentileza de Brenig GreenMaster Landtechnik GmbH)

Cuando se precisa abrir una zanja, son muy útiles las excavadoras que pueden acoplarse a cualquier tractor. Dentro de los aperos agrícolas existe una amplia variedad de ellas, en función de la envergadura de trabajo que deba realizarse. Comercializada por Ceccato Benito.

Cuando se precisa abrir una zanja pequeña, como por ejemplo para albergar un sistema de riego enterrado pero superficial, puede utilizarse el apero de la fotografía. Montado sobre un tractor oruga de 50 a 100 CV, se consigue una profundidad de surco de 15 a 25 cm y una anchura también de 15 a 25 cm.
Es un producto de Gambettiharre, s.r.l.



9.3. LABOREO DEL SUELO

Se define como laboreo del suelo el conjunto de operaciones de tipo mecánico que se realiza en el terreno (en superficie y/o profundidad) con el propósito de conseguir un mayor desarrollo de las semillas y de las plantas cultivadas. La acción cultivadora humana es la principal causante de una serie de desequilibrios en la estructura del suelo, que deben ser subsanados para que el terreno siga siendo productivo. A menudo, el peso de los tractores compacta el perfil del suelo y éste pierde su estructura; el mero hecho de practicar el monocultivo y dejar el suelo desnudo durante determinados períodos de tiempo es causa suficiente para su desequilibrio.







A la derecha: Las labores realizadas con el arado de vertedera devuelven al suelo su esponjosidad; entierran las malas hierbas y sus semillas; eliminan ciertas larvas de fitófagos y los restos de productos fitosanitarios no deseables, como los herbicidas; permiten la incorporación de los fertilizantes al suelo y consiguen que la humedad del terreno se distribuya por un igual dentro de la capa edáfica. (Gentileza de Brenig GreenMaster Landtechnik GmbH)

Se montan las **excavadoras** en los tractores de cadena, siendo el elemento excavador una cuchara montada sobre un brazo articulado al extremo de una pluma, accionado todo el conjunto hidráulicamente. La profundidad y el alcance de la retroexcavadora está en función de las dimensiones de la pluma y del brazo articulado, y éstos dependen de la potencia y del peso del tractor al que van montados. Cabe la posibilidad de acoplar estos aperos a tractores con ruedas a partir de potencias de 75-80 CV, pero en estos casos, deben ir equipados con unos apoyos al suelo que se fijan, en posición de trabajo, para aumentar la base de sustentación. Normalmente, la base de la "retro" es intercambiable, pudiéndose utilizar distintos modelos para conseguir anchuras de zanja distintas, o para adaptarse mejor al tipo de suelo.

La **zanjadora** presenta sobre las excavadoras ciertas ventajas para esta labor, siempre y cuando no encuentre obstáculos en su trayectoria. Suelen ser máquinas autopropulsadas que van abriendo zanja a medida que avanzan, por medio de una cadena sinfín provista de cuchillas y de un mecanismo para ir evacuando la tierra. La anchura de la zanja, así como su profundidad, pueden graduarse variando la dimensión de las cuchillas utilizadas y el ángulo de incidencia del mecanismo excavador, respectivamente.

Las distintas labores devuelven al suelo su esponjosidad (recuperación de los macro y microporos); entierran las malas hierbas, sus semillas, ciertas larvas de fitófagos y los restos de productos fitosanitarios no deseables (herbicidas); permiten la incorporación de los fertilizantes al suelo; consiguen que la humedad del suelo se distribuya por un igual dentro de la capa edáfica y, por último, permiten la configuración de caballones, surcos, etc. Pero también se les atribuye ciertas desventajas. La más conocida y estudiada es la formación de una capa dura de suelo justo debajo de la línea de acción del apero. En efecto, ciertas máquinas, como por ejemplo el arado de vertedera, compactan el suelo por debajo de sus cuchillas. Esta capa compacta, dura y relativamente impermeable, es la llamada **suela de labor.**

Los aperos de labranza asociados a un tractor para desempeñar las distintas labores pueden clasificarse según su **forma de funcionamiento**, su **acoplamiento al tractor** y según el **tipo de labor** que realizan. Adjunto al texto se ofrece al lector una llave clasificatoria de los aperos según su forma de funcionamiento, es decir, si son o no accionados por la toma de fuerza del tractor.

Según el tipo de acoplamiento al tractor, los aperos pueden ser:

- **Arrastrados**

No tienen ninguna comunicación con la toma de

No accionados	Arados sin volteo	subsolador	
		escarificador	
		cincel o chisel	
	Arados con volteo	de vertedera	reversible
		de discos	irreversible
	Gradas	de púas	
		de discos	
		desterronadora	
	Cultivadores	de dientes rígidos	
		de dientes flexibles	
		de dientes vibrantes	
	Rastras		
	Rodillos		
Accionados (por la t d f del tractor)	Fresadoras	de eje transversal (las fresadoras o rotovátors usuales)	
		de eje vertical (azadas rotativas)	
	Cavadoras		
	Gradas de púas accionadas	oscilante	
		rotativa	
	Arados accionados	de vertedera rotativa	
		acabailonador accionado	
		de discos accionado	

fuerza del tractor, ni están soportados por el mismo. Sólo están unidos mediante un punto de contacto y pueden ser enganchados y desenganchados fácilmente.

• **Suspendidos**

Son aquéllos enteramente soportados por el tractor en su posición elevada. Se conectan por tres puntos hidráulicos, y la profundidad de sus labores, así como su dirección, pueden ser controladas por el tractor.

• **Semisuspendidos**

Son iguales a los anteriores, con la salvedad de que disponen de ruedas posteriores sobre las cuales descansan, lo que permite que sean mucho más pesados.

Según la labor que realizan, pueden distinguirse los siguientes tipos de aperos:

• **Aperos de alzar o primarios**

Son aquéllos empleados para la preparación del suelo antes de la siembra y suelen realizar labores profundas (de 20 a 35 cm).

• **Aperos para labores complementarias o secundarias**

Realizan las labores superficiales del cultivo (15 cm), como por ejemplo el enterrado de rastrojos, el cultivo entre líneas, la preparación del lecho de siembra, etc.

• **Aperos especiales**

Son aquéllos diseñados para labores muy específicas, como airear el suelo a gran profundidad, abrir una zanja, labores en viñedos, máquinas para hacer o deshacer caballones, etc.

9.3.1. Arados

• **Arados arrastrados**

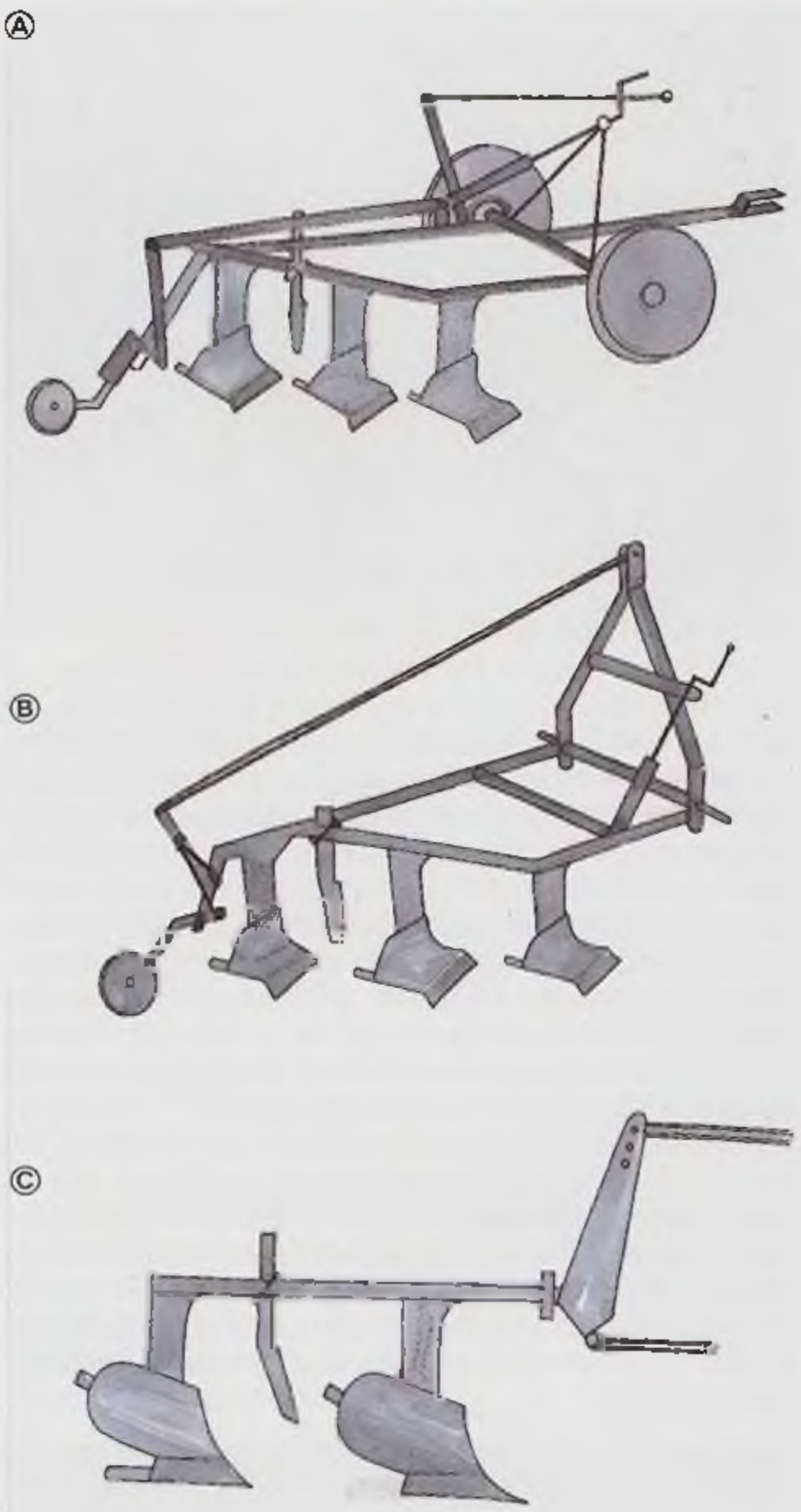
Gozan de mayor libertad respecto al tractor, lo que permite realizar una labor más regular. Las operaciones de enganche y desenganche del tractor se realizan de un modo muy rápido y se pueden adaptar a cualquier tractor, en especial a los de mayor potencia. Sin embargo presentan ciertos inconvenientes. Su precio de compra es superior al de los modelos suspendidos y semisuspendidos, ya que deben incorporar una serie de dispositivos adicionales tales como ruedas reguladoras de profundidad, sistema de elevación, etc.; requieren mayor espacio para realizar maniobras, con lo cual el rendimiento total del trabajo disminuye; los desplazamientos por las vías de transporte son más lentos; no consiguen un aumento sustancial de la adherencia del tractor, sobre todo en comparación con los arados suspendidos.

• **Arados suspendidos**

Éstas son sus principales ventajas: su precio es inferior al de un arado arrastrado equivalente; se reduce el espacio de maniobra, con lo cual su manejo resulta más fácil; los desplazamientos pueden realizarse a la máxima velocidad que permita el tractor y mejoran la adherencia de éste al suelo. Sus inconvenientes son, entre otros, que deben colocarse contrapesos en la parte delantera del tractor, puesto que los aperos suspendidos pueden desequilibrarlo si están en posición elevada.

• **Arados semisuspendidos**

Poseen características intermedias a las de los modelos arrastrados y suspendidos en lo que se refiere a la maniobrabilidad en el trabajo, a los desplazamientos, al precio y a la posibilidad que ofrecen de mejorar la adherencia del tractor.



***A la izquierda:* Clasificación de los aperos atendiendo a su forma de funcionamiento**

Distintas formas de montaje de los aperos al tractor tomando como ejemplo el arado de vertedera: *A) Arrastrados* ***B)*** *Semisuspendidos* ***C)*** *Suspendidos*

1



1/ Gracias a su configuración, ciertos modelos de arado de tipo chisel permiten acoplar en su parte posterior una grada de discos, lo que representa que en una sola pasada puede realizarse la labor de arado y la de preparación del lecho de siembra. Es el llamado laboreo mínimo. (Gentileza de Brenig GreenMaster Landtechnik GmbH)

2/ Este otro arado cisel tiene las rejas retráctiles, lo que le permite zafarse con facilidad de piedras y obstáculos puntuales que pueda encontrarse en el subsuelo Fabricado por Brenig GreenMaster Landtechnik GmbH.

3/ Este modelo de arado subsolador de dos rejas, fabricado por Brenig GreenMaster Landtechnik GmbH, permite airear y esponjar el suelo hasta una profundidad de 80 cm.

4/ Distintas formas que puede adoptar el brazo de un arado subsolador. Los dos primeros necesitan menos fuerza de tracción (A y B).

5/ El arado subsolador sirve para esponjar, airear el terreno en profundidad y romper la suela de labor ocasionada por otros aperos más superficiales. Apero fabricado por Brenig GreenMaster Landtechnik GmbH.

6/ Los arados escarificadores tipo "chisel" o cisel, como el de la fotografía, permiten labores menos profundas que los subsoladores, aunque son menos pesados y exigen menos potencia de tractor.

9.3.1.1. Arado subsolador y escarificador

Son los arados sin voltec o, lo que es lo mismo, aquellos aperos que, sin voltear ni invertir las capas de tierra, se utilizan para la preparación y saneamiento del suelo. Es maquinaria para trabajar el suelo en profundidad, por lo que sus brazos están compuestos de material muy resistente y pesado. Cumplen misiones especiales como desfondes, roturaciones, drenajes, despedregado, etc, aunque a menudo se utilizan también para esponjar, airear el terreno en profundidad y romper la suela de labor ocasionada por otros aperos más superficiales.

Los subsoladores pueden ir provistos de distintos tipos de dientes, tal y como muestra el dibujo adjunto. Las rejas señaladas con la A y la B necesitan alrededor de un 25% menos de fuerza de tracción debido a su forma inclinada. Los arados escarificadores de tipo *chisel* o cinsel permiten labores menos profundas que los subsoladores y, a menudo, son menos pesados.

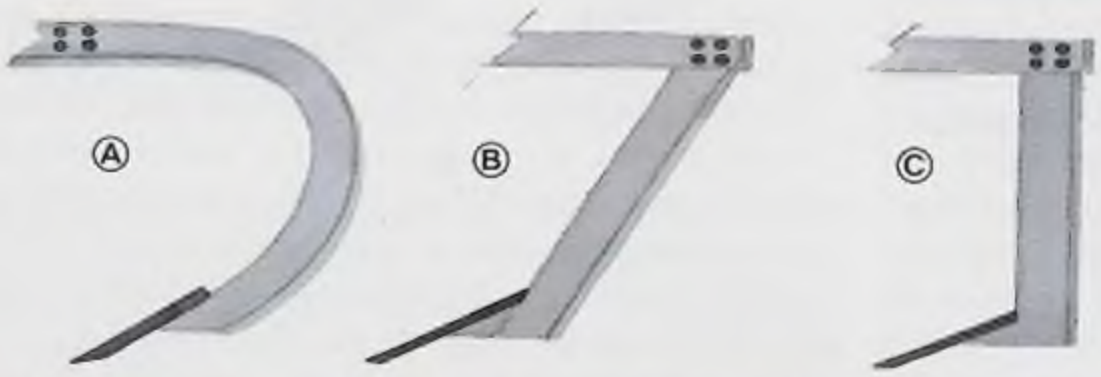
2



3



4



5



6



9.3.1.2. Arado de vertedera

En los cereales, es el arado más típico y el más utilizado por los agricultores. Su labor menos profunda que los subsoladores o escarificadores permite la inversión de la capa arable y pulverización de la misma. Junto con el arado de discos, se engloba en el grupo de los arados con volteo. Su trabajo aumenta la porosidad, dota al terreno de una mayor capacidad de retención de agua y permite enterrar los rastrojos del cultivo precedente. Además, ejerce una acción insecticida, puesto que entierra en profundidad muchas larvas de los llamados insectos del suelo.
En la vertedera se reconocen tres zonas bien diferenciadas: la **reja**, el **frente** y el **ala**. La misión de la reja es iniciar el proceso de rotura del terreno, el frente culmina la rotura y empieza el volteo del prisma y, finalmente, el ala termina el volteo. Existen en el mercado distintos tipos de vertederas: la **cilíndrica**, la **universal** y la **alabeada**. Las utilidades de cada una de ellas, así como sus especificaciones técnicas, deben ser estudiadas por el lector en los folletos publicitarios de las distintas casas comerciales.



9.3.1.3. Arado de disco

El mayor problema de los arados de vertedera es la gran fricción ejercida por las partes del arado íntimamente en contacto sobre el suelo. Sobre todo en terrenos arenosos, se provoca un desgaste rápido de las piezas de trabajo. Además, un elevado porcentaje de piedras en el suelo puede provocar deformaciones y roturas en los arados de vertedera. Parece ser que con los arados de discos disminuyen enormemente la fricción y los problemas con los obstáculos.
Se trata de un arado formado por discos en forma de casquete esférico, que giran alrededor de unos ejes unidos al bastidor. Estos ejes forman un cierto ángulo con la dirección de avance, encontrándose, por otra parte, inclinados con relación al plano horizontal. La tierra cortada por el disco presiona sobre éste y lo hace girar, arrastrando y elevando el suelo.



En la fotografía, equipo combinado de arado de vertedera reversible y rodillo. Maquinaria comercializada por Rabe Werk GmbH+Co.

Cuando alcanza una cierta altura, una rasqueta desvía la trayectoria de las partículas, que caen al fondo del surco, produciéndose de este modo el volteo.
Los arados de discos parecen especialmente indicados para aquellos terrenos pesados y adherentes en los que existe gran dificultad de deslizamiento del suelo sobre la superficie de volteo, así como para aquéllos en que se ha formado suela de labor. Son aptos también para los suelos excesivamente pedregosos, puesto que el disco rueda sobre el obstáculo en vez de engancharlo, como ocurre con los de vertedera. También es aplicable en aquellos terrenos donde la textura y estructura son óptimas sólo en las capas muy superficiales, y en los cuales no es conveniente la inversión de la capa de tierra. Asimismo, en los terrenos muy duros o abrasivos también es recomendable su uso puesto que, por un lado, el arado de disco ofrece menor resistencia al suelo (suelos duros) y, por otro lado, sufre menos erosión con los arenosos (muy abrasivos).

En función de la longitud de trabajo, existen muchos tipos de arados de vertedera. En este caso, la vertedera de dos patas reversibles de la fotografía, comercializada por Agrostroj Prostějoc permite, gracias a su gran maniobrabilidad, el laboreo de pequeños campos.



Otro modelo de arado de disco con raquetas. Apero comercializado por Joskin, S.A.



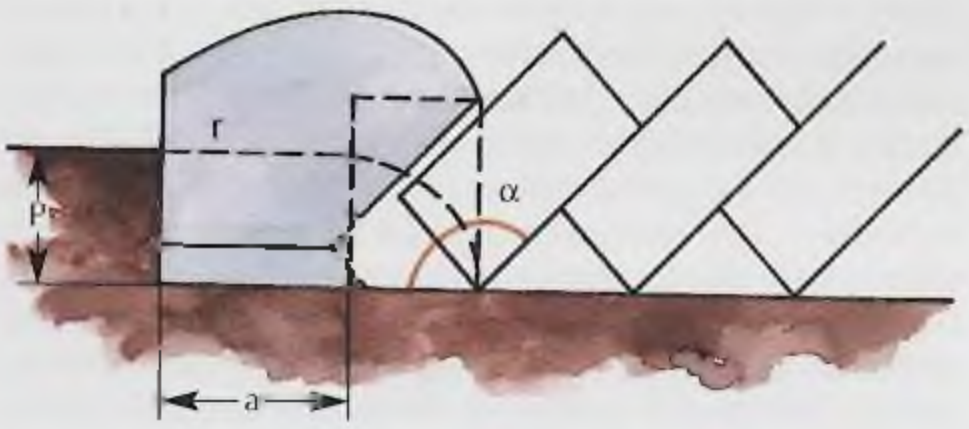
***Arado de disco con raquetas**, las cuales permiten la limpieza del disco durante el laboreo. Maquinaria comercializada por Rabe Werk GmbH+Co.*

9.3.1.4. Arados fijos y reversibles

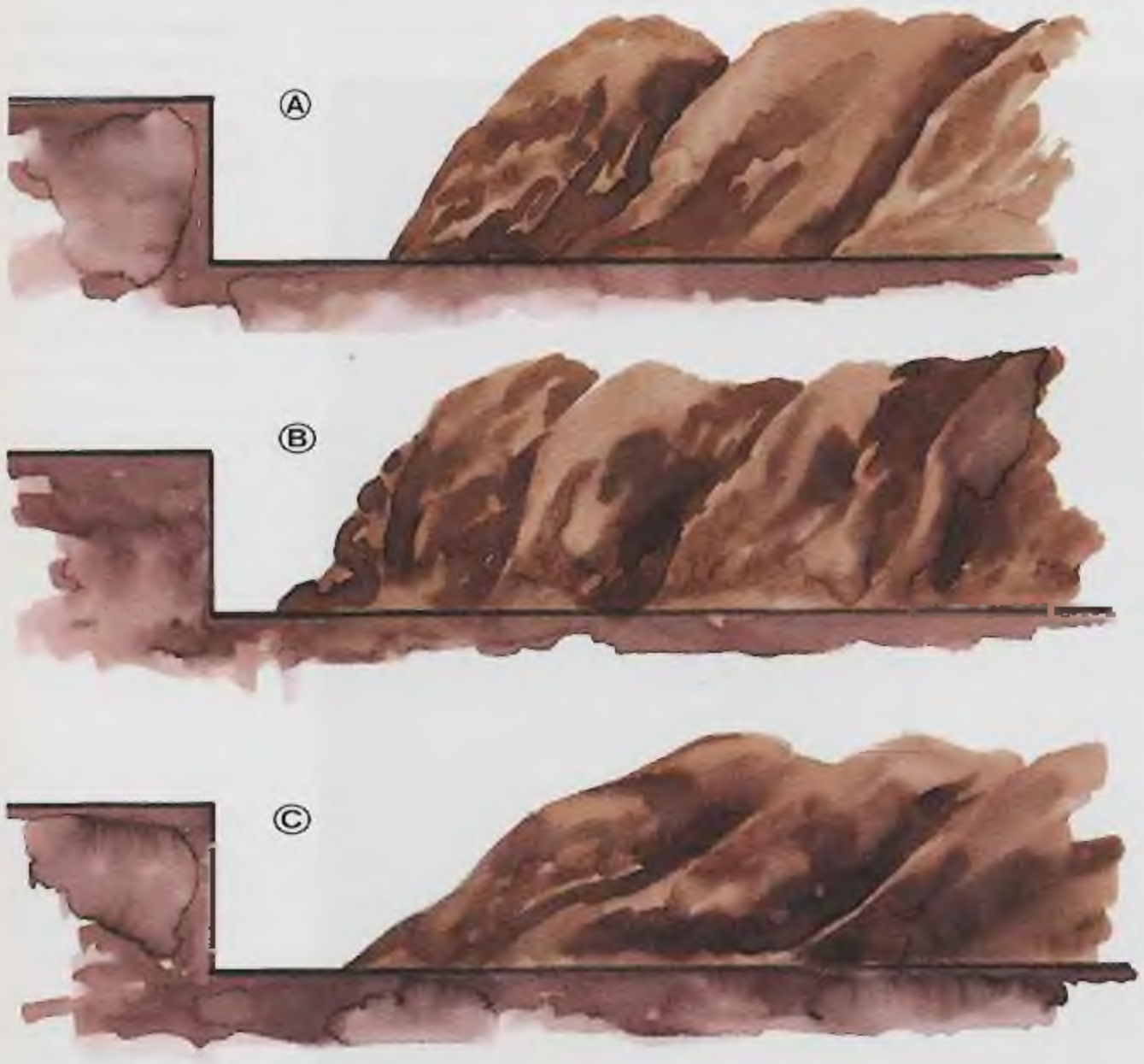
Al introducirse la reja de un arado en el terreno y realizar el corte de un prisma continuo de tierra, éste se rompe en diferentes capas por la formación de grietas primarias, y después en fracciones (grietas secundarias), con lo que resulta desmenuzado, efecto que termina de realizarse al ser volteado por la vertedera. Los prismas invertidos y apoyados cada uno sobre el anterior (ver gráfico), en realidad se desmoronan, quedando un surco como se indica en la siguiente figura. Puesto que el arado no es simétrico, no realiza una labor simétrica, con lo que las pasadas en un sentido realizarán el trabajo inverso que las pasadas en sentido contrario. Estas dos labores, iguales pero opuestas, reciben el nombre de **hendiendo** y **alomando.**

Con los arados fijos, el volteo del prisma de tierra se produce siempre hacia un mismo lado. Con un arado reversible, se puede voltear hacia un lado u otro indistintamente, con lo que se puede labrar de forma continua, girando tractor y arado en las cabeceras, desde un extremo de la parcela a otro.

Volteo del prisma de tierra:
r) reja del arado
p) profundidad de trabajo
a) anchura de la reja
α) ángulo de volteo



En realidad, los prismas de tierra se deforman, originando los surcos típicos de arado. Las diferentes formas de la ilustración son:
A) bien realizado
B) demasiado empinado
C) demasiado tumbado.



Detalle de las púas de la fresadora vertical modelo Cyclotiller. (Gentileza de Maschinenfabrik RAU GmbH)



9.3.2. Fresadoras

La marca comercial de las primeras fresadoras comercializadas era *rotovátor,* por lo que, en muchas literaturas, el lector encontrará todavía esta primera denominación, algo errónea, puesto que corresponde más al nombre de una marca comercial que a un tipo de maquinaria. El nombre propio de este tipo de aperos es el de **fresadoras** o **rotocultores**. Trabajan éstos el terreno mediante unas cuchillas giratorias accionadas a través de la toma de fuerza del tractor. Incluimos, en este apartado de las fresadoras, otro apero de características similares, llamado **azada mecánica** o **cavadora**.

Los rotocultores constituyen un tipo de maquinaria muy empleado en las fincas de cultivos intensivos y de frutales. Las labores que realizan son muy variadas pero, en síntesis, puede decirse que airean el terreno, lo deshacen en partículas de diversos tamaños y lo mezclan de una forma intensa en una sola pasada. En cultivos intensivos, la fresa puede ser el complemento de los arados como eslabón final de las labores en la preparación del lecho de siembra, o incluso puede ser el único, sustituyendo por entero a la labor de los arados. Presenta el gran inconveniente de que, puesto que su trabajo es relativamente superficial, a menudo provoca la suela de labor.

Es un apero, a diferencia de las anteriores azadas, accionado por la toma de fuerza del tractor, y su conexión se realiza a través de un **eje cardánico.** Existen dos tipos de fresadoras, según su eje de giro: **transversales** y **verticales.** La más usual es la transversal, que gira en el mismo sentido de la marcha; la de eje vertical, llamada también **azada rotativa**, es poco empleada, a pesar de que su marcha es muy uniforme debido a que los dientes están siempre en contacto con el terreno.



Modus operandi de la fresadora transversal. Según la posición de la tapa y la relación de velocidades de avance y de giro, se produce:
A) *pulverización fina: tapa bajada y relación velocidad de cuchillos-giro de avance alta;*
B) *desmenuzamiento grueso: tapa levantada y relación velocidad de cuchillos-giro de avance alta.*



La profundidad de trabajo de los rotocultores, regulable mediante el sistema hidráulico del tractor, es usualmente de 12 a 15 cm, llegando en las fresadoras pesadas a 25 cm. La anchura de trabajo más usual oscila entre 1,40 y 1,80 m, pero pueden encontrarse aperos comercializados desde los 90 hasta los 280 cm. Puesto que estos aperos van conectados a la toma de fuerza del tractor, tienen su propia dinámica (no son sólo arrastrados); así, puede variarse a voluntad el **rotor** mediante un cambio de marchas del tractor; o bien, en los tractores más simples que no disponen de cambio de marchas para la toma hidráulica, cambiando un par de engranajes. Las revoluciones normales oscilan entre las 140 y 250 r.p.m.
Para conseguir una pulverización fina, interesa que el rotor gire lo más rápidamente posible, que el tractor avance lentamente y que la tapa trasera de la fresadora esté bajada, mientras que si se quiere una labor más grosera, la velocidad del rotor deberá ser lenta, el tractor irá más deprisa y la tapa trasera estará levantada. Lo ideal es avanzar a velocidad lenta (1-2 Km/h), yendo el rotor también a velocidad lenta. Cuando se contiene la velocidad, se requiere menos potencia, con lo que se consume menos combustible. Además, se ayuda a mantener la estructura del suelo, evitando la formación de la suela de labor. Asimismo, se reduce el gasto de cuchillas.



En la fresadora vertical, azada rotativa o grada de púas rotativas, los dientes giran en un eje vertical, en contacto constante con el suelo. En función de que las púas sean mayores o menores, se llama azada o grada rotativa.
Es el modelo Cyclotiller de la firma Maschinenfabrik RAU GmbH.



A la izquierda: *En el mercado existe un amplio abanico de modelos de fresadoras. La de la fotografía pertenece a la firma Ferri Romolo. Se trata de un apero de pequeñas dimensiones que puede ser accionado por un tractor de potencia media baja: bastan 35-50 CV.*



El modelo R2 ®, también de Ferri Romolo, es apto para tractores de 55 a 80 CV. Su gran anchura de trabajo (3,35 m) permite la realización de las labores en muy pocas pasadas.

Cuando es necesaria una labor más profunda, pueden elegirse fresadoras de grandes cuchillas. Claro está que será necesario disponer de un tractor potente, de 100 a 150 CV. Comercializada por Ferri Romolo.

9.3.2.1. Cavadoras

Las **cavadoras** o **azadas mecánicas** tienen gran aceptación en los cultivos hortícolas, ya que presentan una ventaja importante respecto a las fresadoras: no forman suela de labor. Las cuchillas o azadas son accionadas por un eje cigüeñal a través de los cuadriláteros articulados, que permiten que su movimiento sea oscilante, muy semejante al de las azadas manuales. El número de brazos puede ser 3, 4 o 6; la anchura de trabajo, de 1 a 2 m; la profundidad, de 20 a 25 cm, y la velocidad, de 1 a 1,5 Km/h. La potencia consumida es análoga a la de una fresadora, pero es superior si se regula la cavadora para la realización de labores a mayor profundidad.



El eje de rotación de las cavadoras o azadas mecánicas no dispone de las tradicionales cuchillas típicas de las fresadoras, sino que va provisto de unas palas parecidas a las azadas manuales. Este tipo de maquinaria presenta la ventaja de no formar suela de labor. Gentileza de FERRI ROMOTO.

9.4. APEROS PARA LABORES COMPLEMENTARIAS

Se incluyen aquí aquellos aperos no empleados estrictamente para alzar el cultivo anterior, sino para preparar el lecho de siembra del cultivo siguiente. Así, trabajos como el estercolado o la incorporación de abonos minerales, el allanado del suelo, desterronar o combatir las malas hierbas, etc., son trabajos que se realizan con una serie de máquinas suplementarias que veremos a continuación.

9.4.1. Cultivadores

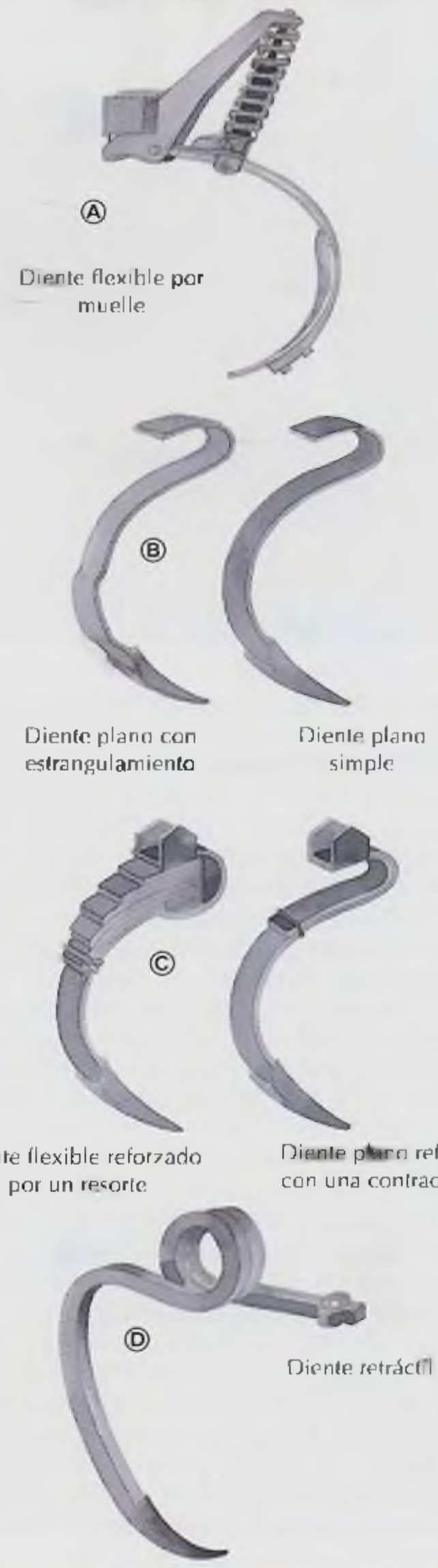
Los cultivadores se emplean en múltiples funciones: desherbaje, como desterronadoras, mullido de la capa superficial del terreno, preparación del suelo para el riego, e incorporación al suelo de abonos y pesticidas. Están constituidos por una serie de bra-



En la fotografía, un apero de tres cuerpos combinado, óptimo para el laboreo mínimo. Penetran en primer lugar las rejas escarificadoras tipo cisel; a continuación, un cultivador con rejas de cola de golondrina permite desterronar y, finalmente, un rodillo trazador permite la preparación del lecho de siembra. Con sólo una pasada puede dejarse la tierra lista para la siembra. Fabricado por Brenig GreenMaster Landtechnik GmbH.



Este modelo de cultivador de brazos flexibles en espiral permite la preparación del lecho de siembra. Fabricado por Ottavioli Constructeur.



Distintos tipos de brazos de cultivadores:
A) rígido con muelle
B) flexibles de acero plano
C) flexibles de ballesta
D) flexible en espiral



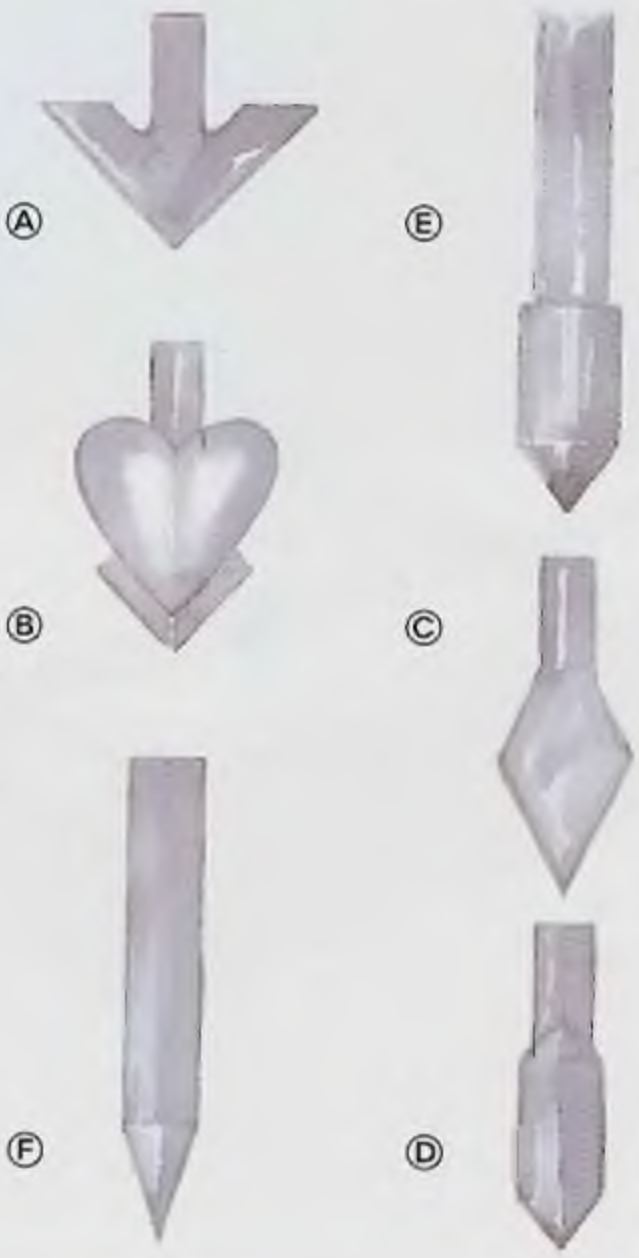


Modelo de grada de discos doble de cuatro cuerpos. Se trata del Centor 50 A ® de la firma RAU-Jean de Bru.

zos en cuyo extremo hay unas rejas que pueden ser de formas muy diversas y que, en general, se pueden montar a distancias variables sobre un bastidor, constituido este último por un conjunto de barras esenciales.

Pueden clasificarse los distintos tipos de cultivadores en función del tipo de brazos; así, los encontramos **rígidos, rígidos con muelle, flexibles, flexibles con ballesta, flexibles en espiral,** etc. Quizá la diferencia esencial entre los distintos cultivadores estriba en la forma de sus rejas o, lo que es lo mismo, en el tipo de trabajo que realizan. Si los ordenamos de mayor a menor anchura, tenemos:

- **Extirpadoras** Ⓐ, también llamadas de cola de golondrina. Se utilizan para eliminar las malas hierbas.
- **Aporcadoras** Ⓑ, cuya utilidad es la formación de caballones.
- **Cavadoras** Ⓒ, de función parecida a las extirpadoras, pero más estrechas.
- **Binadoras** Ⓔ, como las anteriores, pero aún más estrechas. Se utilizan para la escarda.
- **Escarificadoras** Ⓕ, fuertes y robustas, que permiten trabajar a gran profundidad.



- **Regenedadoras de prados** Ⓓ, muy estrechas y cortantes. Se utilizan para regenerar las praderas. Este apero es muy utilizado para la recuperación de céspedes en campos deportivos.

9.4.2. Gradas

La labor principal de las gradas es preparar el lecho de siembra, es decir pulverizar al máximo las partículas del terreno para albergar la simiente. A diferencia de las rejas de los cultivadores, que sólo soportan una presión frontal del terreno, los distintos tipos de gradas están diseñados para soportar fricciones frontales y laterales, lo que facilita el desmenuzamiento de las partículas del suelo. Como los arados, las gradas son aperos arrastrados, sin conexión con la toma de fuerza del tractor. Entre los distintos tipos encontramos, como más importantes, las **desterronadoras**, las de **púas** y las de **discos**.

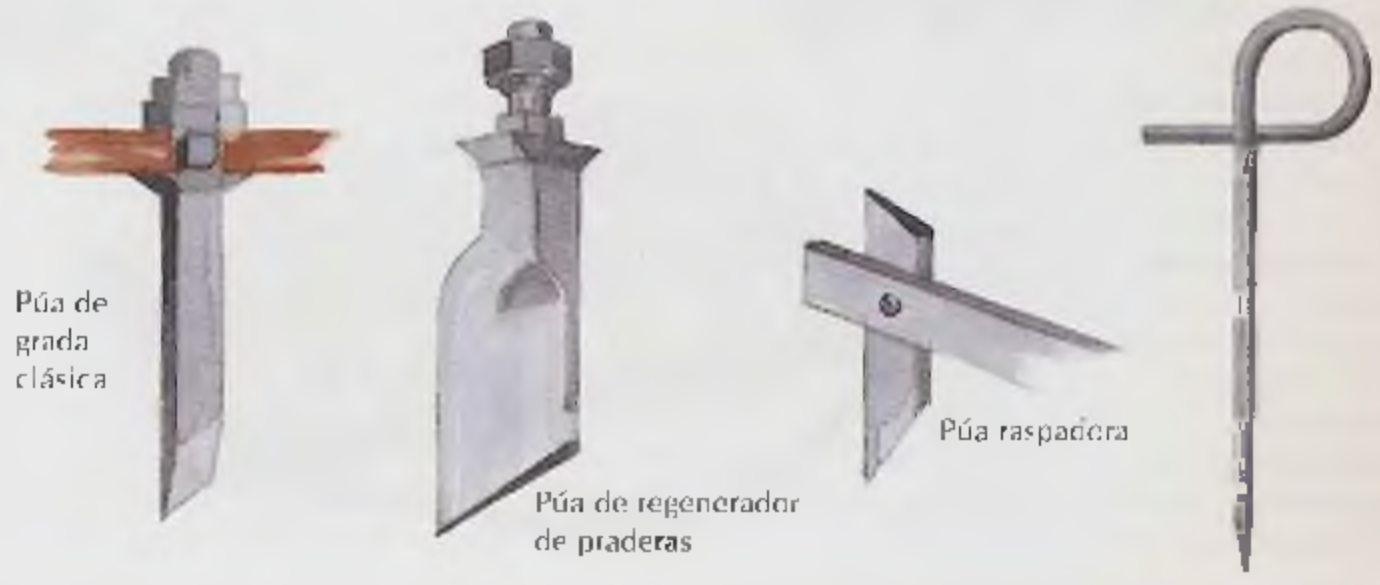
Las gradas rodantes, o desterronadoras, están constituidas por ejes rotativos con múltiples puntas afiladas dispuestas en varios ejes horizontales, y que ruedan sobre el terreno al ser arrastradas por el tractor. Se utilizan después de alzar para deshacer los terrones, realizándose muchas veces ambas operaciones al mismo tiempo. Los ejes van soportados por rodamientos, por lo que no se producen nunca atascos. Encontramos gradas desterronadoras de dos tipos: las **gradas de estrella** y las de **paletas**.

Las gradas de púas están constituidas por un bastidor más o menos rígido que va provisto de múltiples púas perpendiculares al terreno, y cuya misión consiste en desmenuzar la capa superficial del terreno al ir arañándolo a una profundidad determinada. Las gradas de púas pueden ser: **rígidas, articuladas, reticuladas** y de **púas móviles**.

A la izquierda arriba: Cultivador de rejas muy estrechas y cortantes, este apero recibe también el nombre de regenedador de prados. Es muy utilizado para la recuperación de céspedes en campos deportivos. Fabricado por Whirlwind Holland B.V.

A la izquierda: Distintos tipos de rejas de cultivadores

Diferentes formas de púas utilizadas en las gradas



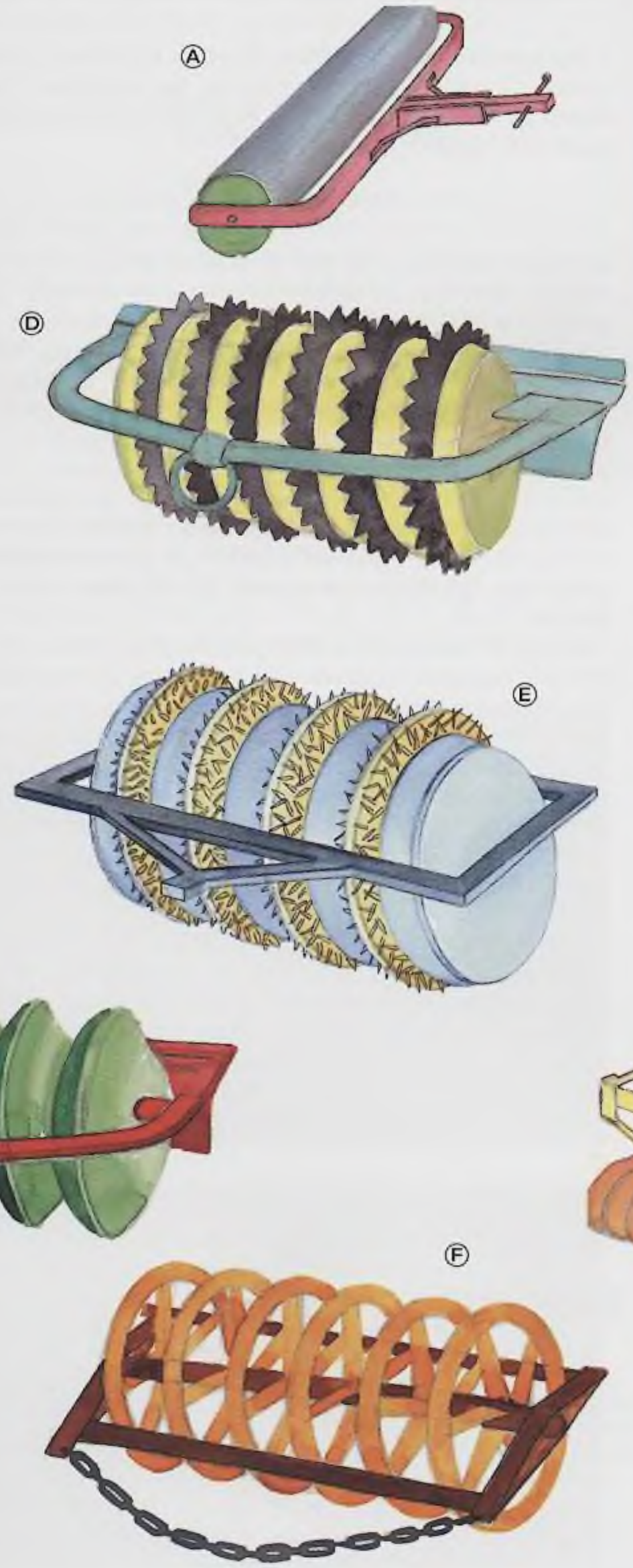
Los discos del rulo Croskill tienen protuberancias laterales redondeadas y un alisado superior al diámetro del eje soportado, permitiendo a estos un desplazamiento vertical libre y girar a una velocidad diferente.
Apero comercializado por RAU-Jean de Bru.





El rodillo trazador de la fotografía es el modelo SKF ® de la firma Rabe Werk Gmb+Co. Permite acoplar al mismo tiempo aperos sembradores.

Las gradas de discos están constituidas por un conjunto de discos abombados, de borde liso o acanalado, montados en dos o cuatro ejes horizontales que giran libremente soportados por unos rodamientos, los cuales quedan inclinados con respecto a la dirección de avance. Son utilizadas en labores fundamentales como alzar, en labores complementarias y en el laboreo mínimo. El número de discos montados en cada eje o cuerpo es variable, oscilando entre 4 y 15, y su dimensión más estándar es de 510 a 610 mm. Según la disposición de los cuerpos en una grada de discos, distinguimos los siguientes tipos: **gradas simples**, **dobles** y **excéntricas**.



9.4.3. Rodillos

Los rodillos, o rulos, son instrumentos cilíndricos arrastrados que ruedan en el sentido de la marcha. Sus dimensiones más usuales oscilan entre los 40 y 60 cm de diámetro, con una anchura próxima a los 2 m, siendo su peso alrededor de 600-800 Kg. Se utilizan con finalidades varias, entre las que se cuenta el apelmazamiento de la parte superior del terreno después de la siembra, con la finalidad de disminuir la porosidad de la parte superficial para que las plántulas, al germinar, estén en mayor contacto con las partículas del suelo. Pueden citarse otras finalidades de las pasadas de rulo, como destruir los terrones, uniformar el firme para la siembra, y apelmazar la parte superior edáfica para evitar pérdidas de humedad. Los distintos tipos de rodillos son: **lisos**, **ondulados**, **trazadores**, **Cambridge**, **Croskill** y de **subsuelo** (ver dibujo adjunto).

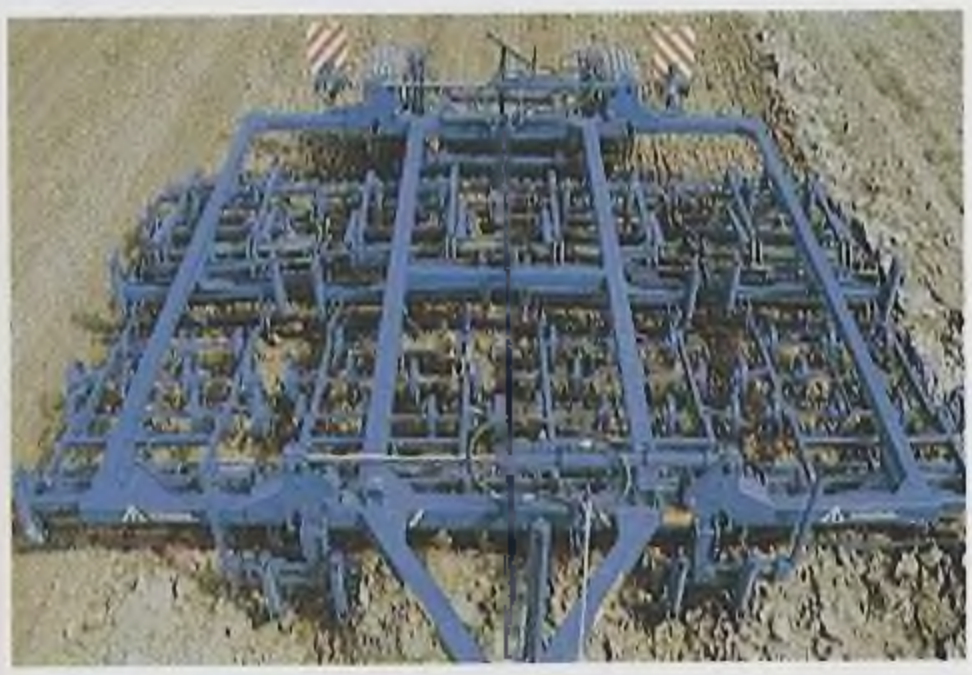
Distintos tipos de rodillo:
a) liso
b) ondulado
c) trazador
d) Cambridge
e) Croskul
f) de subsuelo



Se trata de un modelo de rastra de tipo rotativo accionada por la toma de fuerza del tractor. En su concepción, es parecida a las fresadoras de eje vertical, aunque estas gradas poseen una profundidad de trabajo inferior. Maquinaria fabricada por Fradent di Bruno F.

9.4.4. Rastras

Son aperos de formas muy diversas cuya finalidad es allanar el terreno en su capa superficial. Con este tipo de maquinaria se consigue, además, eliminar las malas hierbas existentes, romper la costra y mullir la capa superficial, provocando su aireación. Antiguamente, era el mismo agricultor quien se las construía mediante tablas pesadas provistas de clavos, o bien a partir de un conjunto de vigas de hierro soldadas entre sí.



A la izquierda: Las rastras comercializadas por Rabe Werk GmbH+Co. permiten romper la costra y mullir la capa superficial del tereno.

9.5. ABONADORAS

La maquinaria específica para abonar el suelo ha sufrido últimamente grandes transformaciones debido a la necesidad de realizar aportaciones de abono muy localizadas. La ubicación del abono cerca de la planta obedece al principio de obtener el máximo rendimiento del cultivo con el menor coste posible. Así, los aperos para abonar la tierra han experimentado un gran avance tecnológico de especialización, que les ha permitido adaptarse a cualquier tipo de abono, a la localización del mismo y a distintos cultivos. Es evidente que no es lo mismo repartir abono sólido, líquido o gaseoso, distribuirlo en toda la extensión del terreno, a bandas o en profundidad, abonar cultivos hortícolas, frutales o cereales, etc.

Características físicas de los principales abonos minerales

Fertilizante	Tipo	Estado físico	Densidad (kg/l)	Higroscopicidad
Nitrogenados:				
– Amoniacales	Sulfato amónico	Cristalizado	1,08	Débil
	Cianamida cálcica	Polvo o granulado	1,00 - 1,05	Nula
	Fosfato amónico	Cristalizado	1,00	Nula
	Urea	Granulado	0,73	Nula
– Nítricos	Nitrato de ca	Triturado	1,00	Elevado
	Nitrato sódico	Cristalizado	1,25	Débil
	Nitrato potásico	Cristalizado	1,00	Débil
– Nítrico amoniacales	Nitrato amónico	Granulado	1,25	Alta
Fosfatados:	Superfosfato	Polvo	1,00	Débil
	Escorias	Polvo	2,00	Débil
	Fosfatos naturales	Polvo	1,28	Nula
Potásicos:	Cloruro potásico	Cristalizado	1,00	Débil
	Sulfato potásico	Cristalizado	0,90	Débil

Los abonos sólidos son los más utilizados en los cultivos. Las dosis de aplicación varían entre los 50 y los 1.200 Kg/Ha. Su forma de aplicación dependerá de las condiciones específicas de cada caso: suelo, clima, cultivo, etc. Entre los abonos sólidos, encontramos los **granulados**, los **cristalizados** y los **pulverulentos**, cuyo tamaño de partículas es de 0,5-5 mm, 0,2-1 mm y 0,001-0,1 mm, respectivamente. Una de las cuestiones que se valoran mayormente en un abono, es su facilidad de dispersión: cuanto mayor sea el tamaño de sus partículas, menor será su grado de dependencia eólica. Es también muy importante su grado de higroscopicidad: cuanta mayor cantidad de agua retengan, mayores dificultades habrá en su dispersión, puesto que serán mucho menos fluidos.

Los abonos sólidos son muy empleados en las siguientes circunstancias y cultivos: en praderas, aplicados en líneas; en bandas, conjuntamente con otra operación de cultivo; aplicados al unísono con la siembra; distribución en superficie, después del arado, mezclados con la tierra y antes de la siembra; en aplicación profunda con rejas subsoladoras; distribución en superficie y antes de la labor de arado; o colocación en el fondo de los surcos abiertos por las rejas.

Los fertilizantes líquidos y gaseosos son mucho más minoritarios en sus aplicaciones. Los líquidos se suelen aplicar en disoluciones donde el fertilizante queda disuelto en agua, o en disoluciones coloidales, también llamadas suspensiones, cuya formulación permite concentraciones mucho más elevadas. El **amoníaco anhidro** es el fertilizante gaseoso de mayor uso en la actualidad. Se emplea en estado líquido envasado bajo presión, pero se transforma en gaseoso a presión atmosférica normal, cuando queda incorporado al suelo.

Aquellos abonos de granulometría muy fina o pulverulentos, tienen una gran dependencia eólica, lo que significa que son fácilmente arrastrados por el viento. En cambio, los de grano más grueso, debido a su mayor peso, son difícilmente aerotransportados cuando son lanzados por una abonadora.



Modo de trabajo de las distribuidoras de abono centrífugas (Foto cedida por BASF, S.A.)

La BS 1400 ® es una abonadora de platos giratorios. Fabricada y distribuida por Comercial Vicon, S.A.

9.5.1. Abonadoras para fertilizantes sólidos

Este tipo de abonadoras debe presentar unas determinadas características para que su funcionamiento sea óptimo. Se espera de ellas un repartimiento homogéneo del abono; deben ser fabricadas con materiales anticorrosión, puesto que muchos abonos son cáusticos; deben solventar, en parte, la problemática que representa el hecho de que muchos abonos sean muy higroscópicos, lo que facilita la formación de terrones que dificultan su distribución. Por lo general, están compuestas por una tolva donde se deposita una cantidad determinada de abono, y de un sistema de distribución sobre el terreno.

Existen en el mercado cinco tipos principales de abonadoras según su sistema de distribución:

• **Distribuidoras por gravedad**

Son aptas para abonos granulados y pulverulentos y permiten que el abono caiga por su propio peso. Su anchura de trabajo varía entre 1,75 y 5 m. Las tolvas suelen tener una capacidad de 50 a 100 Kg por metro de anchura, y para evitar la formación de terrones, pueden llevar un sistema agitador. Para evitar la corrosión es conveniente escoger los modelos fabricados con metal inoxidable o plástico. Disponen normalmente de ruedas y son arrastradas por el tractor, aunque algunas son del tipo suspendido con anclaje a los tres puntos. Según su mecanismo, podemos encontrar las siguientes abonadoras: de **tornillo sin fin**, de **rejilla**, de **rodillo**, de **cadenas**, de **platos giratorios**, de **fondo móvil** y de **tolva central**.

• **Distribuidoras neumáticas**

El abono es arrastrado por una corriente de aire a presión a lo largo de una barra o rampa con boquillas. Son aptas para la distribución de cualquier tipo de abono, incluidos los pulverulentos. Se encuentran en el mercado distintos modelos cuyas anchuras de trabajo varían desde los 5 hasta los 15 metros. El abono mineral es introducido en una corriente de aire a través de un dosificador, constituido éste por un rodillo de dientes o una rueda de celdas o alveolos giratorios accionados por el tractor. Con este sistema, se consigue una calidad de distribución muy buena, manteniendo la uniformidad de distribución para dosis muy bajas.



• **Distribuidoras centrífugas**

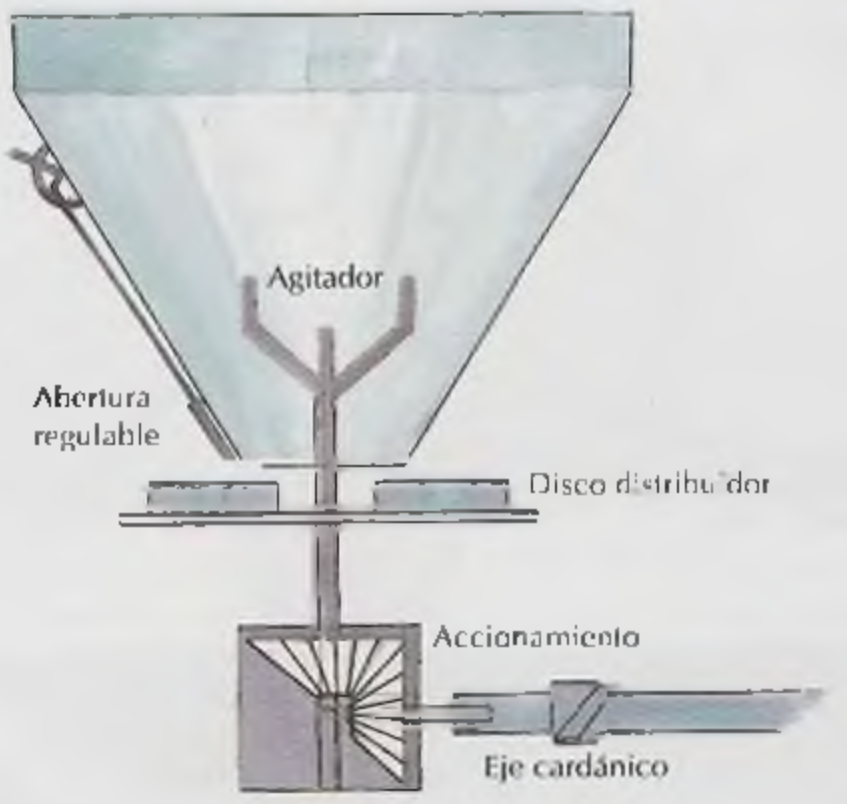
Son muy adecuadas para la distribución de abonos granulados cuyos granos se proyectan mecánicamente sobre el terreno. Constan de una tolva bajo la cual va montado el dispositivo de distribución, desde el cual es proyectado el producto a gran distancia. Su capacidad es de 300 a 700 Kg de abono, y la tolva va provista de un mecanismo agitador desmontable. Su anchura de trabajo oscila entre los 8 y los 14 m. Este tipo de máquinas puede ser utilizado como sembradora a voleo. Estas abonadoras van suspendidas, por lo general, en los tres puntos del tractor y son accionadas por la toma de fuerza aunque, a veces, también llevan ruedas para poder engancharse a pequeños tractores o a remolques.



Este modelo de abonadora centrífuga, de Comercial Vicon, S.A., asegura una distribución uniforme del abono únicamente hacia la izquierda y derecha, y no hacia delante o hacia atrás, lo que se traduce en una mayor limpieza de los mecanismos del apero, puesto que el fertilizante no se arroja sobre él.

• Distribuidoras en líneas
También llamadas localizadoras. Estas abonadoras sitúan el abono en una banda estrecha junto a, o debajo de, las plantas a abonar. Se utilizan preferentemente en cultivos en líneas a distancia considerable (tomate, maíz...). Su uso es frecuentemente combinado con las escardas entre las líneas de cereales o también con la labor de siembra. Las abonadoras **localizadoras en profundidad** van provistas de unas rejas abridoras, en cuya parte trasera se deposita el abono, que cae a través de unos tubos gruesos flexibles o sobre una rampa formada por la propia reja.

• Abonadoras en líneas
Son del tipo convencional de tolva y eje interior de paletas de tornillo sin fin, que impulsan el abono a través de unos tubos de salida sobre cada línea, o en una o dos bandas por medio de unas pantallas. En ciertos casos, deben acoplarse éstas a una localizadora en profundidad a la que se le desmonta la reja.



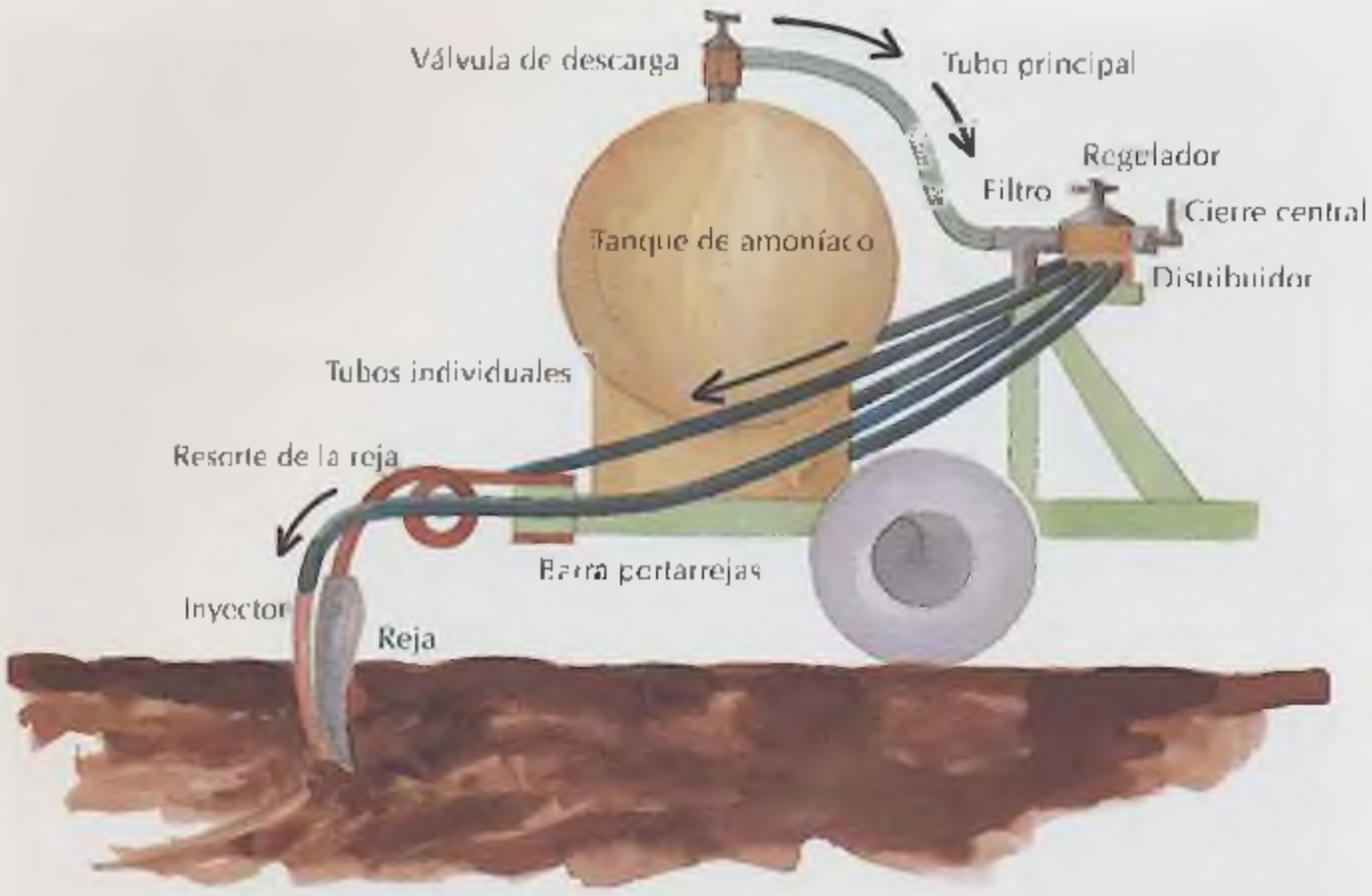
Sección esquemática de una distribuidora de abono centrífuga

A la izquierda:
Distintos esquemas de las distribuidoras de abono:
A/ *de tornillo sin fin*
B/ *de rejillas*
C/ *de rodillo*
D/ *de cadenas*
E/ *de platos giratorios*
F/ *de fondo móvil*

9.5.2. Abonadoras para fertilizantes líquidos

La utilización de abonos líquidos resulta muy buena para el cultivo (facilidad de asimilación y control estricto de las dosis), aunque presenta el inconveniente de que las abonadoras para este fin son caras y su amortización costosa. Pueden distinguirse dos tipos: aquéllas utilizadas para la aplicación de abonos gaseosos, que deben trabajar a alta presión (12-18 bars) inyectando el amoníaco líquido en el suelo (pasa a su estado gaseoso a presión atmosférica), y aquéllas destinadas a la aplicación de soluciones nutritivas de minerales solubles (urea, amoníaco, nitratos solubles...). En los dos casos, aplicaciones gaseosas y líquidas, se precisa de un cierto tempero en el suelo para que el abono se mezcle con el agua de la tierra y pueda ser absorbido por la planta. En caso contrario, la fertilización resulta defectuosa.

Actualmente existen abonadoras para la aplicación de líquidos en superficie, sin la necesidad de complejos aparatos de inyección al suelo. Muchas formulaciones de abonos solubles comercializadas pueden ser aplicadas con este sistema. Distribuida por Comercial Vicon, S.A.



Abonadora apropiada para fertilizantes gaseosos. El amoníaco líquido es inyectado en profundidad y en el suelo se transforma en gas, siendo entonces aprovechado su nitrógeno por las plantas.

En la actualidad, existen abonos solubles o disoluciones coloidales (suspensiones) de todos los nutrientes necesarios para las plantas, incluidos los micronutrientes como el boro, hierro, cobre, cinc, etc. Este tipo de abono puede aplicarse también mediante un sistema de riego por goteo o mediante aspersores.

9.6. SEMBRADORAS

Existe una multitud de sembradoras adaptadas a los distintos tipos de siembra usualmente practicados. El objetivo de las distintas máquinas sembradoras es colocar las semillas en el terreno sin dañarlas. Por lo general, los tipos de siembra están estrechamente ligados a los distintos tipos de cultivos; es decir que cada cultivo, en función de sus características, requiere su manera propia de ser sembrado. La finalidad de los tipos de siembra y, por extensión, de las sembradoras, es establecer una densidad superficial de plantas óptima, con un marco de plantación adecuado desde los puntos de vista económico y agronómico. La densidad de las plantas, o marco de plantación, viene determinada por la clase de cultivo, la textura y la fertilidad del suelo, la humedad disponible (regadío o secano), y por el coste de las labores a que obliga cada tipo de densidad (aclareo, desherbaje, cultivo, recolección, etc.).



Fotografía de una sembradora neumática en líneas, de accionamiento desde el suelo. Estos aperos de precisión permiten afinar mucho la densidad de siembra. Comercializada por Hassia Maschinenfabrik GmbH.

Las plantas pueden cultivarse según dos modelos. El **cultivo en toda la superficie** se realiza cuando no es necesario dar labores durante todo o la mayor parte del tiempo de desarrollo de las plantas, como por ejemplo en los cereales de invierno. El **cultivo en líneas** se practica cuando la siembra se realiza en hileras, para permitir el posterior paso de la maquinaria para las distintas labores.

El distinto tipo de cultivo a realizar origina los siguientes tipos de siembras:

- **A voleo**

Se distribuyen al azar las semillas en toda la superficie del terreno.

- **En líneas o a chorrillo**

La siembra se realiza en hileras de forma aleatoria depositando la semilla en los surcos. Las hileras pueden medir desde 1 cm hasta 6-8 cm, en fajas o bandas.

- **A golpes**

Como la anterior, pero observando dentro de la misma hilera unas pautas: se deposita un grupo de semillas a determinada distancia dentro de la misma línea.

- **Monograno**

Como la anterior, pero se deposita una sola semilla cada vez.



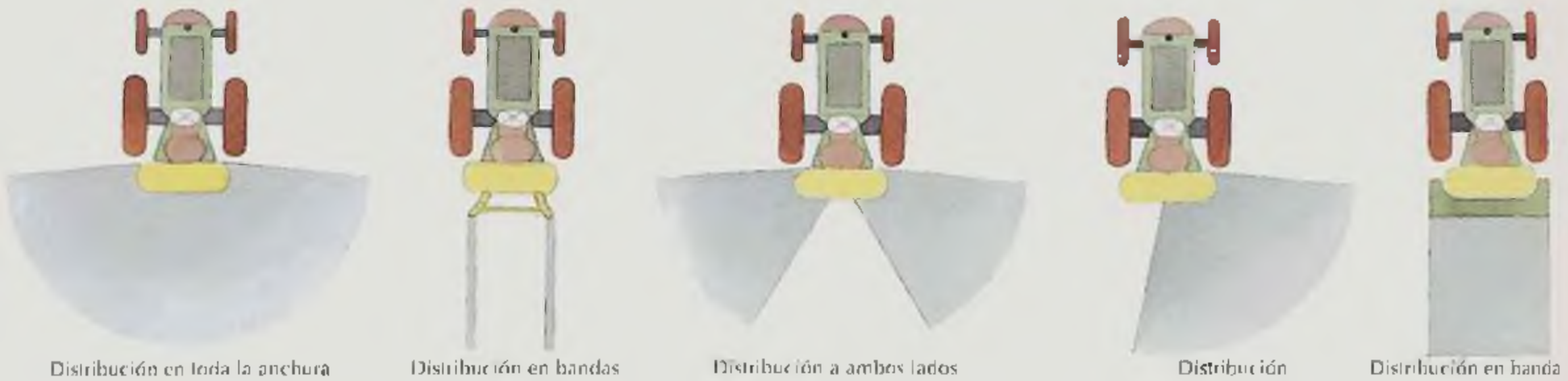
Sembradora convencional neumática de la firma Sola, S.L. El modelo más alto de la gama, el EURO 888 ®, permite un ancho de labor de 4.00 metros con una separación entre líneas de 12 cm. La tolva admite 660 Kg de semilla.

9.6.1. Tipos de sembradoras

- **Sembradoras a voleo**

Las sembradoras a voleo son apropiadas para las semillas pequeñas y, en especial, para las pratenses. De construcción muy simple, podemos encontrarlas de dos tipos: las **centrífugas** y las de **descarga libre**. Las primeras, son análogas en su funcionamiento a las abonadoras del mismo tipo, siendo una maquinaria a menudo polivalente para la distribución de cualquier tipo de grano. Las sembradoras de descarga libre dejan caer la semilla por gravedad y suelen estar provistas, en su parte posterior, de una grada de púas o rodillos que permite enterrar la simiente.

Otras sembradoras a voleo, pero de concepción completamente distinta a las citadas, son las que permiten la **siembra aérea** y las utilizadas para **hidrosiembra**. Para la siembra aérea, con la ayuda de avionetas, se utilizan los mismos equipos que para el abonado aéreo. Las hidrosembradoras se emplean mayormente para la implantación de praderas en ta-



Distribución en toda la anchura máxima (sin accesorios)

Distribución en bandas (accesorio especial)

Distribución a ambos lados (pantalla central)

Distribución a un solo lado

Distribución en banda (pantalla total)

ludes de carreteras y autopistas. Se trata de una maquinaria especial asociada al tractor, que permite lanzar a gran distancia la semilla mezclada con abono, agua y sustancias adherentes.

• Sembradoras en líneas

Las sembradoras en líneas deben realizar las siguientes operaciones: abrir el surco donde va a ser depositada la semilla (mediante rejas asurcadoras, cuchillas circulares, etc.); dosificar y depositar la semilla en el surco y enterrarla, y comprimir el suelo (para favorecer la germinación). La tolva de la semilla debe ser de fácil llenado, vaciado y limpieza, con una capacidad mínima de 100 litros de semilla por metro de anchura de siembra. Estas sembradoras se clasifican en función de su mecanismo dosificador, y se encuentran comercializadas las siguientes: de **ruedas dentadas**, de **rodillo acanalado**, **centrífugas** y **neumáticas**.

• Sembradoras a golpes o monograno

Las sembradoras a golpes o monograno son las llamadas sembradoras de precisión. Las sembradoras a golpes son las que depositan un número más o menos determinado de semillas dentro de una misma línea, de forma equidistante. Las monograno son el mismo tipo de maquinaria, pero en vez de depositar varias semillas, depositan sólo una. El mismo tipo de máquina puede convertirse alternativamente de una a otra con sólo cambiar los platos de distribución. Por lo general, reciben el nombre de sembradoras a golpes aquéllas adaptadas a la siembra de semilla gruesa (maíz, algodón y leguminosas para grano). Estas mismas, modificadas para obtener una maquinaria del tipo monograno, son las empleadas para semillas muy pequeñas (remolacha, hortalizas, etc.). Permiten afinar mucho la densidad de plantas por hectárea, lo que repercute en una disminución de la cantidad de semilla a aplicar, en una mayor facilidad para la realización de las labores de cultivo mecanizadas (mayor regularidad en las líneas), en una disminución de la mano de obra (aclareo innecesario), y en unas óptimas condiciones para la recolección.

Las sembradoras de precisión permiten adaptarse a cualquier tipo de semilla mediante las distintas regulaciones en sus elementos mecánicos. Puede regularse la dosis de siembra, la distancia entre semillas, su profundidad y la distancia entre líneas de siembra. Además, pueden acoplarse a estas sembradoras otro tipo de maquinaria, como pulverizadores para tratamiento herbicida y abonadoras localizadas para el abonado de fondo.



***Arriba:** Posibilidades de distribución con una sembradora centrífuga. Alternativamente puede utilizarse para el abonado con los mismos tipos de distribución.*

*Secuencia **cronológica de las distintas operaciones** que realizan las **sembradoras en líneas.***

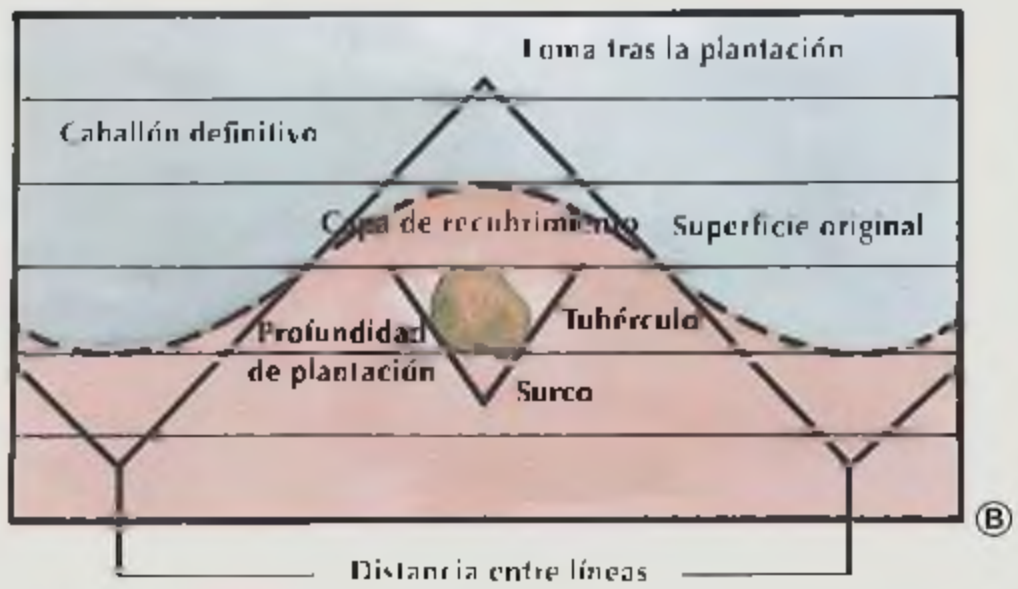
9.7. PLANTADORAS Y TRASPLANTADORAS

El cultivo de la patata, según los autores, puede considerarse como intensivo o extensivo. Su estudio viene reflejado en el primer tema de esta obra, o sea, como cultivo intensivo. Pero en determinadas zonas, su cultivo está extremadamente mecanizado, a la vez que se destinan a su producción grandes extensiones. La patata es un tubérculo que se reproduce vegetativamente, y no por semilla como otras especies. Así, su implantación en el campo requiere un tipo de maquinaria distinta a las sembradoras anteriormente descritas. Se trata de las **máquinas plantadoras**.



Plantadora de patatas automática de cadena de cangilones, con tolva de fondo móvil. Fabricada por Hassia Maschinenfabrik GmbH.

Los tubérculos de patata de siembra deben ser colocados en el terreno a una misma profundidad y a distancias determinadas, tanto dentro de la línea como entre líneas. La máquina plantadora realiza las operaciones de abrir el surco, colocar el tubérculo, cerrar y aporcar. Las densidades de siembra oscilan, en función de las variedades, entre las 30.000 y las 60.000 plantas/Ha, siendo su marco de plantación medio de 30 x 75 cm. La forma del caballón debe ser la indicada en la figura: las patatas deben quedar a la altura de la superficie original del terreno y recubiertas por una capa de tierra de al menos 5 cm.



A/ Posición correcta de la patata en el terreno. Las plantadoras permiten que la profundidad de siembra sea homogénea.

B/ Otros pulverizadores acoplados al tracto, permiten la aplicación de herbicidas en preemergencia de las malas hierbas y del cultivo. Fabricado y distribuido por Hardi International A/S.

Según el sistema de alimentación, se distinguen tres tipos de máquinas plantadoras de patatas. Las de **alimentación manual** son muy aptas para superficies pequeñas, precisan de un operario por línea y no son muy rápidas, puesto que su velocidad viene limitada por las 120 patatas/hora que un operario puede manejar. Las **automáticas** son aquellas plantadoras que no precisan de mano de obra y están especialmente diseñadas para grandes extensiones: mediante una cadena de cangilones, desplazan las patatas de la tolva hasta el surco. Estas plantadoras disponen de un dispositivo corrector de errores, que consiste en un palpador, mecánico o electrónico, que detecta el paso de las patatas y envía una señal cuando un cangilón está vacío. Las **semiautomáticas** son similares a las automáticas, con la salvedad de que requieren a un operario para rellenar los cangilones que aparecen vacíos.



A bis/ Detalle de los cangilones de la plantadora de patatas de la página anterior. (Hassia Maschinenfabrik GmbH).

Dividiendo una gota de 400 µ de diámetro en gotas de 200 µ, obtendremos 8 gotas con la misma cantidad de agua. Esto posibilita una mayor cobertura y mayor posibilidad de alcance del objetivo. (Gentileza de Hardi International, A/S.)

Ⓐ bis

La máquinas **trasplantadoras** se utilizan fundamentalmente en horticultura, viveros, etc., y su misión es la de trasplantar las plantas producidas en semillero. Suelen ser de alimentación manual, consiguiéndose una velocidad de 0,4 a 2 Km/h, según la densidad de plantas por hectárea. Una vez alimentada manualmente, la máquina coloca la planta en posición erecta, aprieta la tierra de la base y, en algunos casos, incluso llega a regar el fondo del surco. Trabajan a una profundidad de hasta 20 cm, en líneas con una separación de entre 25 y 75 cm, y a una distancia dentro de la línea entre 15 y 120 cm. Al tener piezas intercambiables, son máquinas que permiten el trasplante de plantas de raíz, bulbosas, cepellones, etc.

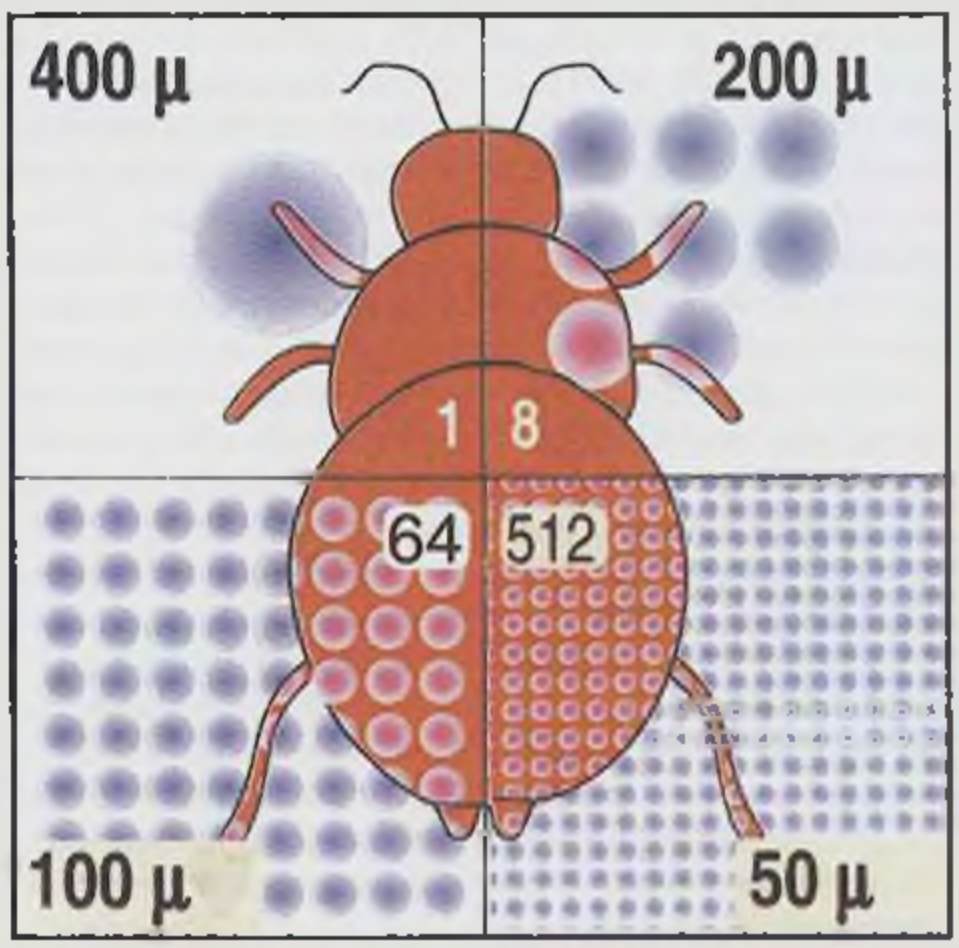
Es frecuente que sea aplicable la misma plantadora de patatas adaptada a la operación de trasplante. Una máquina específica de este tipo la constituyen las trasplantadoras de arroz. En este caso, el mecanismo está constituido por unas agujas, o dedos, que agarran un conjunto de plantitas dispuestas en cepellón sobre una bandeja y que las introducen en el fango. Al igual que ocurría con las plantadoras ya citadas, pueden regularse la profundidad de trasplante y la distancia de plantación.



En la pág. siguiente superior izquierda: C/ Ciertas máquinas para la protección de cultivos permiten, gracias a su altura, la aplicación de pesticidas en cultivos ya desarrollados, causando entonces un daño mínimo a los mismos. Maquinaria fabricada por Gambetubarre, s.r.l.

9.8. MAQUINARIA PARA LA PROTECCIÓN DE LOS CULTIVOS

Este apartado comprende la maquinaria empleada para la protección de los vegetales, es decir para la aplicación de productos fitosanitarios, incluidos los herbicidas. Un tratamiento fitosanitario tiene por objeto recubrir la planta de un determinado producto, de la forma más homogénea y continua posible, con la finalidad de impedir el desarrollo de la enfermedad o plaga a tratar. El lector debe remitirse al tema cuarto de esta obra donde encontrará, ampliamente definidos, los conceptos de materia activa, mojante, diluyente, así como la forma más conveniente de mantenimiento y limpieza de estos aparatos. Los distintos tipos de aplicación de los productos líquidos producen gotas de distintos tamaños de tal modo que, al disminuir el diámetro de las gotas, se aumenta su número y, con ello, la superficie que puede cubrirse con una cantidad de producto determinada.



Ⓒ



Ⓓ



D/ *Este pulverizador permite el tratamiento contra los insectos del suelo cuando las raíces y cuello del cultivo son más sensibles a su ataque. Fabricado y distribuido por Hardi International A/S.*

1963



E/ *El atomizador TS 3082 ® de Hardi International A/S permite los tratamientos entre líneas de frutales. Las diminutas gotas conseguidas con este tipo de maquina posibilitan elevar el potencial intrínseco del insecticida y/o fungicida.*

Combinación años 1958 y 1973

Ⓔ



En función del tipo de producto que debe ser aplicado, encontramos dos grandes grupos de tipo de maquinaria. Los **pulverizadores** distribuyen sustancias líquidas en forma de gotas. Los **espolvoreadores** distribuyen productos sólidos en forma pulverulenta. Dentro de los aparatos para distribuir líquidos, y en función del diámetro de las gotas o partículas que emiten, encontramos los propios **pulverizadores** o de chorro proyectado, los **atomizadores** o de chorro transportado, los **nebulizadores** o térmicos, y los **giratorios** o centrífugos. Veamos seguidamente todos ellos.

9.8.1. Pulverizadores

Al ejercer una presión hidráulica sobre el líquido de tratamiento, éste sale con fuerza de las boquillas en forma de gotas, siendo la distancia alcanzada por dichas gotas variable según su tamaño (las más finas son las primeras frenadas por el aire). El diámetro de estas gotas oscila entre 150 y 450 µ.

Los pulverizadores se adaptan a una extensa gama de productos fitosanitarios. Pueden realizarse tratamientos muy localizados, tal es el caso de las aplicaciones invernales en árboles frutales. Requieren, por unidad de tiempo, menos energía motriz que los atomizadores, aunque su precio de adquisición es también inferior. El gran tamaño de las gotas emitidas por estos aparatos implica que deban utilizarse cantidades mayores de producto por hectárea, en comparación con otras máquinas de tratamientos. La misma dimensión de las gotas impide que el producto llegue a todas las partes de la planta, quedando a menudo las partes internas sin tratar.



1969



1963



1972



1967

Evolución de los pulverizadores a través de los tiempos



Forma de trabajo de un atomizador neumático de mochila. Fabricado por Whirlwind Holland B.V.

Atomizador neumático de mochila. Su presión permite tratar frutales de una cierta altura. Fabricado por E. Alman & Company Ltd.

9.8.2. Atomizadores

El sistema de funcionamiento de los atomizadores es análogo al anterior con la diferencia que, justo antes de la salida del líquido, van provistos de un ventilador que lanza una corriente de aire a gran velocidad, lo que permite dividir las gotas en partes sumamente pequeñas (atomizar). El diámetro de estas partículas es del orden de las 50 a 150 μ. Presenta una gran ventaja respecto a los pulverizadores anteriores puesto que, al ser el diámetro de las gotas mucho más pequeño, éstas alcanzan una superficie mayor. Podemos encontrar dos tipos de atomizadores según el tamaño de sus gotas: los **hidroneumáticos** y los **neumáticos**.

La finura de la pulverización es mucho mejor en los atomizadores que en los pulverizadores de chorro proyectado, ya que el diámetro de las gotas es inferior, lo que permite utilizar menores dosis de líquido (del orden de 50 l/Ha y a veces menos), con el consiguiente aumento del rendimiento horario, al reducirse los tiempos muertos de llenado. Disminuyen las pérdidas por escurrimiento en la parte aérea de la planta, debido precisamente a la finura de la pulverización. El número de impactos sobre el vegetal aumenta, lo que lo hace muy interesante para los tratamientos fungicidas. Además, el producto queda depositado tanto en el haz como en el envés de la hojas.

Con los nebulizadores se consigue una densa niebla, liviana y flotante, que contiene las diminutas gotas de producto fitosanitario; gracias a su estado físico nebulizado, llegará a todas las partes de la planta. Swingfog, comercializado por Tectraplant, S.L.



Este atomizador comercializado por Hardi International A/S permite los tratamientos insecticidas y fungicidas en viveros de forestales y frutales.



Como inconveniente, podemos citar que, justamente por la finura de las gotas, éstas pueden ser transportadas por el viento a los cultivos colindantes, lo que puede ser nocivo para ciertas plantas si los productos fitosanitarios utilizados son tóxicos (fungicidas cúpricos). La energía necesaria para su utilización, así como su coste y mantenimiento, son superiores a los de los pulverizadores. En condiciones de extrema sequedad y evaporación, puede ocurrir que las gotas se evaporen antes de llegar a la planta, lo que puede paliarse añadiendo al caldo algún producto antievaporación.



9.8.3. Nebulizadores

La concepción técnica de los nebulizadores es radicalmente distinta: las gotas son transportadas (que no impulsadas) mediante gas o vapor, ambos calientes. Se crea de esta manera una niebla de gas combinado con diminutas gotas de producto fitosanitario capaz de llegar a todos los rincones de la planta. Deben distinguirse dos tipos de nieblas se-



Maquinaria para la protección de cultivos en invernadero: nebulizador. Modelo Swingfog ® de Tectraplant, S.L.

gún el tamaño de sus partículas: las **groseras** o **mojantes**, con gotas alrededor de 20 a 50 µ, y las **finas** o **secas**, con partículas inferiores a las 20 µ.
Estos aparatos están especialmente diseñados para tratamientos dentro de los invernaderos, puesto que las nieblas al aire libre son fácilmente transportadas por la atmósfera, incluso en condiciones de calma total. Sus fabricantes los recomiendan, arguyendo que una niebla puede llegar invariablemente a todas las partes de la planta, más que cualquier otro tipo de pulverización o atomización. Su principal desventaja es su elevado costo de compra y mantenimiento.

9.8.4. Centrífugos

Los pulverizadores giratorios, o centrífugos, permiten el paso por gravedad del caldo de tratamiento a través de un disco giratorio (7.000-10.000 r.p.m.), llegándose a alcanzar partículas de 170 µ (BV o bajo volumen) y 50 µ (UBV o ultrabajo volumen). Se emplea este sistema sobre todo en aparatos de lanza manual accionados a pilas con motores eléctricos de 7 W de potencia.

Pulverizador centrífugo manual, especialmente diseñado para tratamientos herbicidas a ultrabajo volumen (U.B.V.)



Espolvoreador para pequeñas superficies. El modelo GR 75 ®, de la firma GR di Gamberini Remo, tiene una capacidad de 75 Kg y queda suspendido cuando se engancha al tractor, siendo accionado por su toma de fuerza.



Este otro espolvoreador, de la misma firma que el anterior, posee una mayor capacidad (hasta 200 Kg en su modelo más potente). Precisa de un tractor de 15 CV, al cual va acoplado en su toma de fuerza. Permite proyectar cualquier polvo pesticida hasta un máximo de 8 m por cada lado.

9.8.5. Espolvoreadores

A la derecha: Equipo de cuchillas o rejas inyectoras. Especialmente indicado para la aplicación en profundidad de nematicidas e insecticidas.

Los espolvoreadores son unas máquinas que distribuyen la materia activa en forma de polvo a través de una corriente de aire. El mayor problema que presenta esta técnica es la poca adherencia del polvo sobre las plantas, lo que provoca que su permanencia en ella sea corta. De ahí que sea interesante realizar la operación por la mañana temprano, cuando las plantas están cubiertas de rocío. En tratamientos en grandes extensiones, se utilizan las horas de la noche, con vientos en calma y sin que el calentamiento del suelo produzca corrientes ascendentes que separen el producto del suelo.

La adherencia del polvo sobre la planta depende de las condiciones atmosféricas, pudiendo mejorarse mediante las técnicas de humedecimiento o de carga electroestática de las partículas, aunque estos métodos están todavía en período experimental.

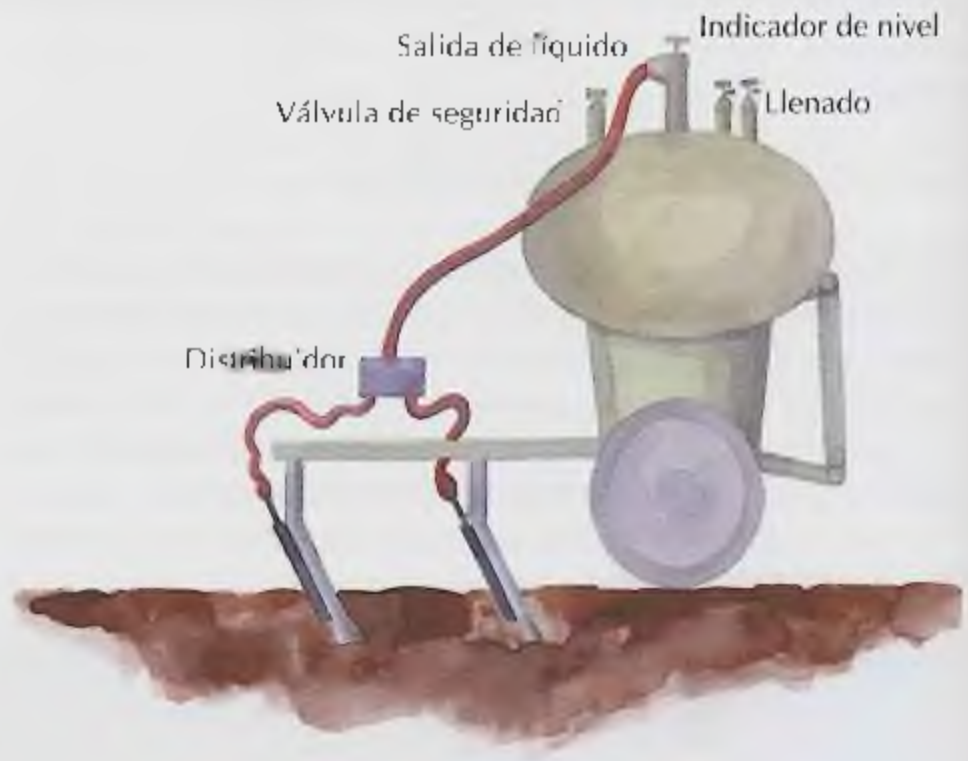
Con respecto a la maquinaria de pulverización, los espolvoreadores presentan como principal ventaja el no necesitar agua para su aplicación (ni cubas, ni transporte, ni pozos, etc.). Por contra, presentan la desventaja de que los tratamientos no pueden aplicarse en días de viento, puesto que podrían causar fitotoxicidades en los cultivos colindantes.

9.8.6. Máquinas para tratamientos del suelo

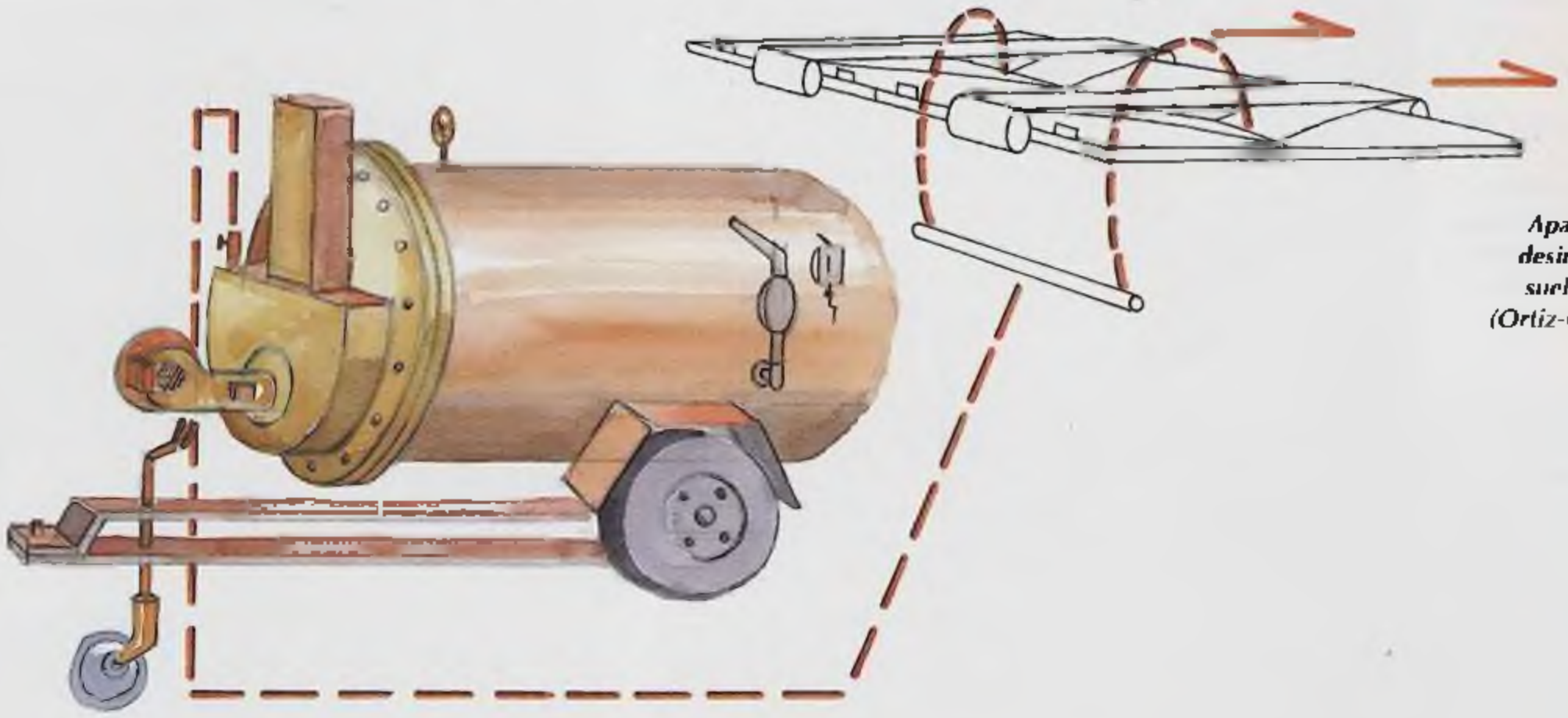
Ciertos parásitos del suelo, como los hongos y los nematodos, causan graves daños a las plantas cultivadas (ver tema cuarto: Defensa de las plantas cultivadas). La lucha contra estos agentes puede realizarse por medios físicos o químicos, pero en ambos casos es necesario disponer de maquinaria adecuada.

La **esterilización del suelo por calor** es un método antiguo de desinfección que elimina buena parte de los nematodos, algunos hongos y ciertas semillas de malas hierbas del suelo. En los casos en que deba desinfectarse un substrato para posteriormente aplicarlo en horticultura o jardinería, el problema es relativamente sencillo, puesto que basta colocar el substrato en cuestión en unos recipientes destinados a tal fin y calentarlo a través de una resistencia eléctrica.

En los casos en que deba desinfectarse el terreno *in situ*, el suelo es directamente tratado por pequeñas parcelas mediante inyecciones de vapor de agua. Los aparatos de esterilización por vapor de agua tienen forma de rastra o colchones rectangulares cuyos dientes penetran en el suelo hasta la profundidad que se desee tratar. Los chorros de vapor salen a una temperatura de 110°C aproximadamente. La temperatura no debe ser mayor para no alterar biológica o químicamente el suelo.



Para la **desinfección química del suelo** se utilizan productos que pueden ser sólidos o líquidos. Los productos sólidos, que son aplicados mediante **sembradoras localizadoras**, son herbicidas o insecticidas microgranulados o pulverulentos, y suelen aplicarse en el mismo momento en que se realiza la siembra. En la aplicación de productos líquidos, se aprovechan los vapores que desprenden y se consideran fumigantes, puesto que tienen una acción insecticida, fungicida, nematicida y herbicida. La distribución de estos productos se realiza mediante distintos aperos, entre los cuales cabe citar los **inyectores** y las **cuchillas** o **rejas inyectoras**. Esta maquinaria inyecta en profundidad el líquido y, a menudo, por ser muy tóxico, debe realizarse la operación bajo lonas.



***Aparato para la desinfección del suelo por vapor** (Ortiz-Cañavate J.)*

9.8.7. Máquinas para tratamientos aéreos

En los tratamientos aéreos se utilizan avionetas o helicópteros, siendo el coste por hora de estos últimos mucho más caro (del orden de dos a tres veces). Las avionetas desarrollan mayor velocidad, lo cual es conveniente para grandes extensiones; además permiten mayor carga. Sin embargo, los helicópteros presentan ciertas ventajas que los hacen interesantes: pueden aterrizar y despegar en terrenos de dimensiones muy reducidas (20 m^2 bastan) e, incluso, en terrenos encharcados; presentan mayor seguridad y maniobrabilidad y distribuyen mejor el producto debido al aire descendente que ocasionan sus hélices.

La potencia de las avionetas agrícolas modernas oscila entre los 125 y 240 Kw, siendo posible una carga de 300 a 750 Kg. Generalmente, se trabaja a BV, con una dosis de 30 a 60 l/Ha, siendo el tamaño más indicado para las gotas de 180 µ. Si se dispone de tecnología especial, puede reducirse el tamaño de las gotas y trabajar a UBV. Se necesitan entonces dosis de 0,5 a 10 l/Ha. Una limitación importante para los tratamientos aéreos es el viento: no deben realizarse las aplicaciones si el viento supera los 4 m/s, en especial si se emplean productos que puedan dañar los cultivos colindantes, como los fungicidas cúpricos.



Pulverizador de baja volumen (BV) montado sobre avioneta. Gentileza de K. Brzica.



Los helicópteros adaptados para la realización de los tratamientos aéreos permiten la pulverización del producto fitosanitario de forma muy localizada. Gentileza de Sandoz.

10. RECOLECCIÓN

La cosecha, así como la conservación del grano, constituyen los objetivos básicos de la producción. La cosecha se recolecta madura y debe poder conservarse con la finalidad de asegurar la alimentación, animal o humana, el resto del año. Seguramente la recolección ocupó un lugar destacado en las labores agrícolas en la historia del hombre: en la prehistoria, el hombre aprendió primero a cosechar antes que a cultivar.



Segadora de discos rotativos para la siega del forraje (Gentileza de Comercial Vicon, S.A.)



Arriba: El cultivo de la remolacha azucarera o forrajera exige unos determinados aperos. En este caso, un remolque para el traslado de la producción y una pala frontal óptima para su manejo. Comercializada por Xaver Fend & Co.



Segadora-recolectora para maíz forrajero. Se trata del modelo MH 90S ® fabricado por Comercial Vicon, S.A.

10.1. PRINCIPIOS GENERALES

El grano está fisiológicamente maduro al llegar al estadio de grano pastoso, pero como en ese momento tiene aproximadamente un 40% de humedad, debe retardarse su recolección hasta que esté más seco. Esto no representa ningún inconveniente en aquellos casos en los que parte de la producción debe destinarse a la siembra de un nuevo cultivo: el grano que se ha secado en la planta conserva todas sus propiedades de germinación.

El porcentaje de humedad del grano recolectado puede variar, pues, desde el 40-45% hasta el 10-12%; la recolección con los porcentajes más altos permite avanzar la cosecha con la finalidad de implantar rápidamente un nuevo cultivo o de evitar riesgos. En cuanto a los más bajos, ahorran los costes de desecación necesarios antes de su almacenaje. Éstas son las pautas que indican si una recolección debe ser más temprana o más tardía, pero cada cultivo tiene las suyas propias:

- La cosecha del maíz conviene realizarla con un 25-30% de humedad, porque si es demasiado seco, se rompen los granos en el momento en que la cosechadora desgrana las mazorcas.
- El arroz es mejor cosecharlo con un 18-21% de humedad. De esta manera, se obtiene un mejor rendimiento industrial en las operaciones del descascarillado y limpieza.
- Los restantes cereales deben recolectarse lo más secos posible, con la finalidad de no tener que secarlos (ahorro de costes).

La recolección se practica actualmente con la cosechadora, que separa el grano de la paja: el grano es llevado al almacén y la paja se deja sobre el campo para ser, posteriormente, embalada y recogida, triturada y enterrada o bien quemada. En cuanto al maíz, pueden recogerse las mazorcas enteras por medio de cosechadoras que las separan del resto de la planta; antiguamente, era el procedimiento habitual y se realizaba manualmente.

10.2. RECOLECCIÓN DEL FORRAJE

Las especies forrajeras, es decir las cultivadas para la alimentación animal, pueden ser consumidas por el ganado directamente del campo o bien convenientemente conservadas en los almacenes y silos, como reserva para el otoño e invierno. Para su conservación, la primera operación a realizar es la siega de la planta. Antiguamente, **guadañas** y **hoces** cum-



La firma Gebründer Welger GmbH & Co. KG comercializa la empacadora RP 155®. Después de segar, hilerar y voltear, cuando la paja ha alcanzado la humedad pertinente, debe procederse a recogerse y empacarse.

plían, no sin cierto riesgo para el operario, esta función. Los aperos de siega, convenientemente afilados, servían para separar la planta de la tierra mediante un procedimiento mecánico. Actualmente, es impensable su utilización debido al elevado coste de la mano de obra y al tiempo necesario que debe invertirse en esta labor. Sólo en pequeñísimas extensiones o en países poco desarrollados siguen utilizándose estas herramientas.

Hacia 1822, se inventó una máquina de tracción animal destinada a cortar la hierba, pero hasta la primera mitad del siglo XIX no se introdujo de forma definitiva. Fue en Estados Unidos donde aparecieron las primeras barras de corte. Las **segadoras**, según el movimiento de los órganos de corte, pueden clasificarse en **alternativas** y **rotativas**. En las alternativas, se requieren dos piezas. Una de ellas es móvil, mientras que la otra puede ser fija o móvil, actuando ésta segunda de contracuchilla. Es decir, actúan de forma similar a unas tijeras.

En las segadoras rotativas, la concepción del corte es distinta. Éste se produce por el impacto sobre el tallo de una cuchilla que gira a gran velocidad alrededor de un eje. Ciertos autores recomiendan las segadoras rotativas en la siega del forraje para henificación puesto que, al ocasionar varios cortes en distintas zonas de la planta, se favorece su secado natural en el mismo campo. En las segadoras alternativas, la siega se realiza de forma más irregular, por lo que se recomienda su uso en aquellos cultivos forrajeros que deban rebrotar.

Cuando el forraje ha sido segado, debe permanecer en el suelo hasta alcanzar el grado de sequedad que permita almacenarlo. Se utiliza entonces una máquina específica que permite acelerar el proceso de henificado, consiguiendo una uniformidad en el secado de tallos y hojas, a fin de evitar una desecación prematura de estas últimas, así como su caída. Las segadoras-picadoras, acondicionadoras y rastrillos volteadores e hileradores de heno, cumplen esta función.



Antiguamente, guadañas y hoces eran los aperos típicos para la recolección del forraje y el grano de los cereales.



Actualmente, el manejo de las pacas de paja es sumamente fácil, gracias al avance tecnológico experimentado por los aperos agrícolas. Maquinaria comercializada por Praneda B.V.



Detalle del brazo neumático de un tractor en el manejo de paca. Comercializado por Praneda B.V.

A) Forma de trabajar del modelo HSR 200 R ® de la firma JF-Fabriken - J. Freudendahl A/S. Se trata de un rastrillo hilerador de molinete cilíndrico.

B) La segadora rotativa CM 1900 ® es una máquina muy práctica que permite el secado del heno en un corto período de tiempo. Comercializada por la firma JF-Fabriken - J. Freudendahl A/S

Las segadoras-picadoras trocean la hierba a lo largo de su recorrido, desde que es cortada hasta que queda fuera del alcance de las cuchillas. Esta maquinaria permite obtener un forraje con menos del 50% de humedad. Las **acondicionadoras** son aquellas máquinas que quiebran, rasgan y aplastan los tallos y hojas de las plantas mediante un laminado entre dos rodillos. Con ello se pretende proporcionar una mayor cantidad de fisuras por las que se pierda la humedad en el menor tiempo posible. **Rastrillos** e **hileradoras** comprenden un conjunto de máquinas que realizan una función polivalente: hileran, esparcen, airean y voltean el forraje. Los distintos rastrillos pueden clasificarse en distintos tipos: de **molinete cilíndrico**, de **cadenas** y de **discos rotativos** de eje vertical.

Ⓐ



Ⓑ



Ⓒ



Ⓓ



C) JF-Fabriken - J. Freudendahl A/S comercializa una máquina específica para el troceado y recogida del forraje. Según la anchura requerida de trabajo, puede escogerse entre los modelos FH 1100 ®, FH 1300 ®, y FH 1450 ®, de 1,1, 1,3 y 1,45 metros respectivamente.

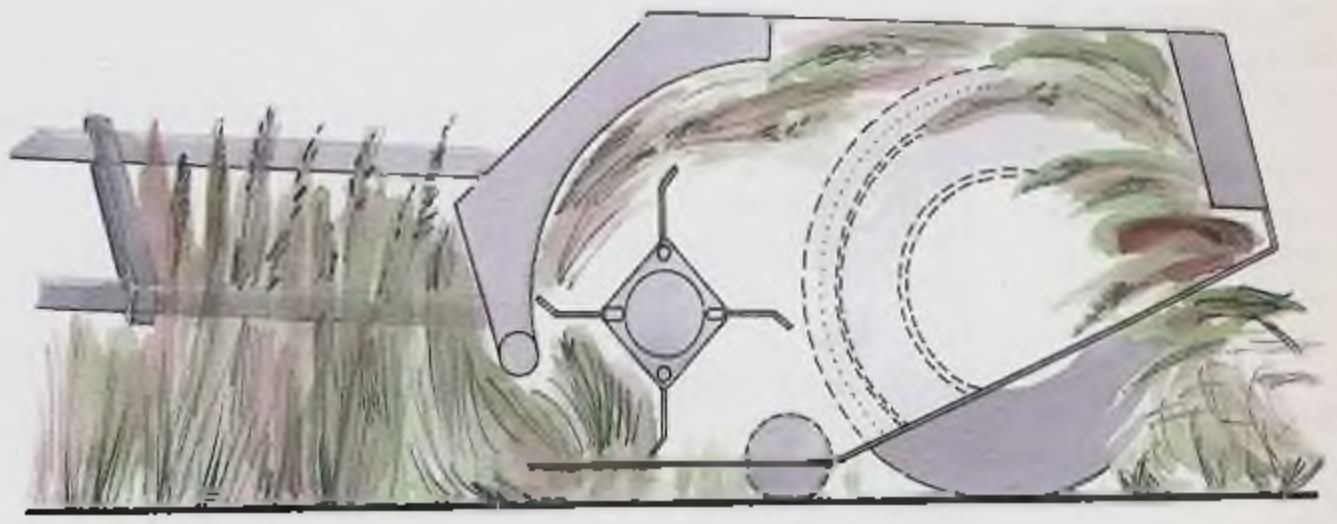
D) Modo de trabajar del rastrillo de cadenas. Este modelo de JF-Fabriken - J. Freudendahl A/S hilera y voltea el forraje de hileras de hasta 4 metros de ancho por pasada.



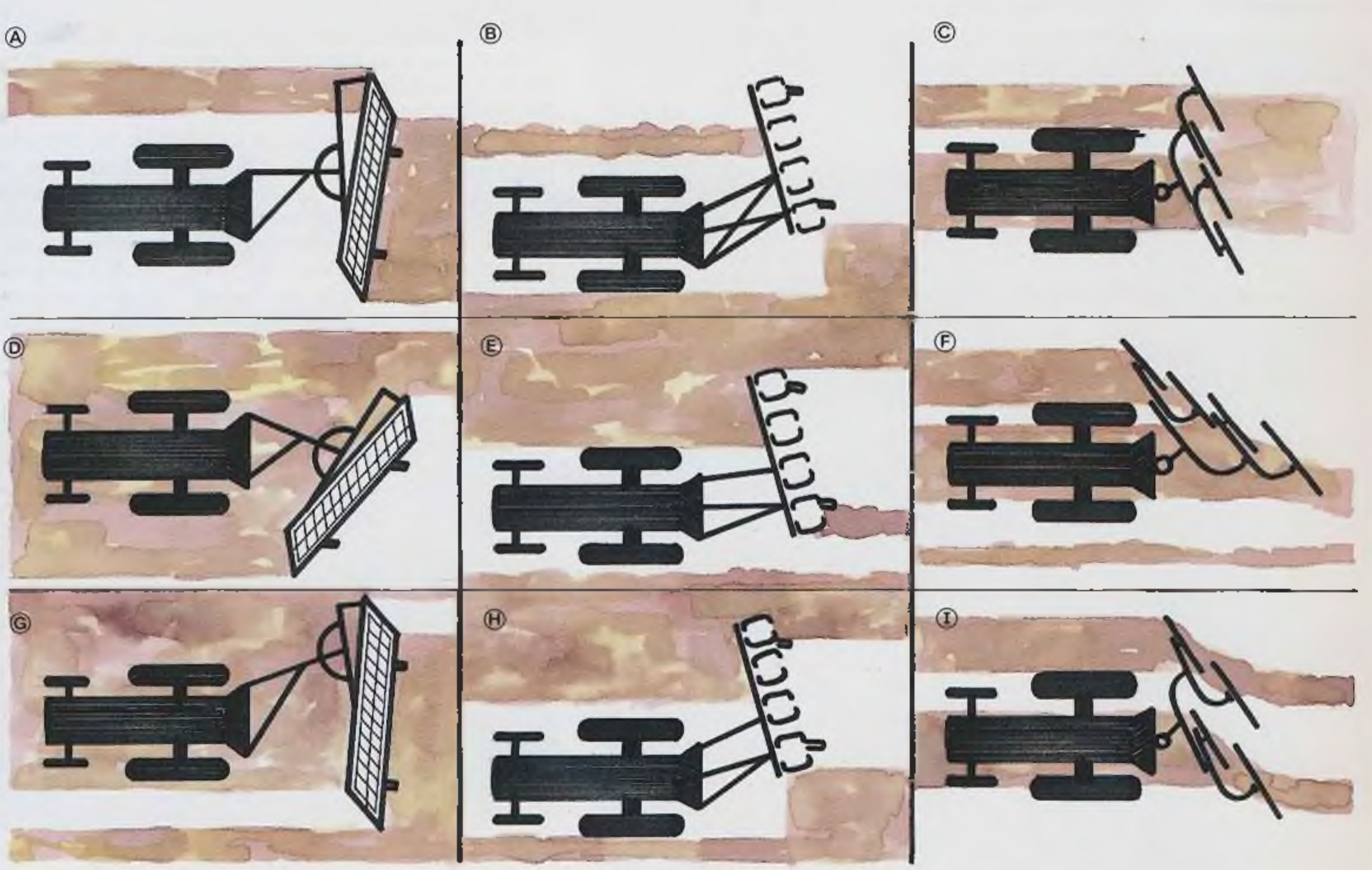
Fue en 1822 cuando se inventó la primera máquina de tracción animal destinada a cortar la hierba.



El rastrillo hilerador rotativo de JF-Fabriken - J. Freudendahl A/S permite hilerar y esparcir con un gran rendimiento de superficie de trabajo, hasta 3 m de ancho.



Modo de actuación de una segadora rotativa. Su corte se realiza por impacto.

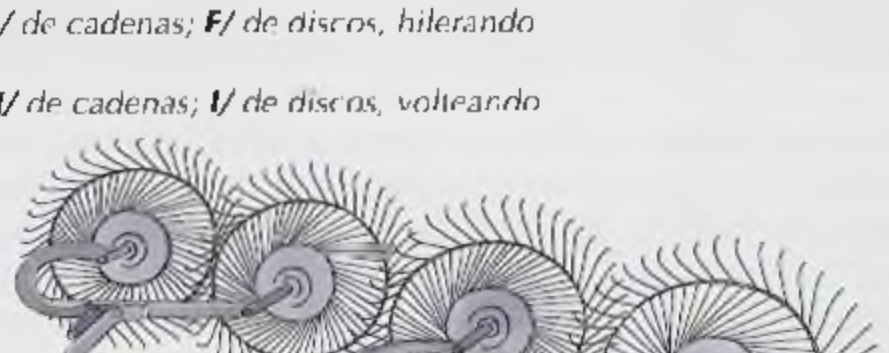


***Formas de trabajo de los rastrillos:** A/ molinete; B/ de cadenas; C/ de discos, esparciendo*

***Formas de trabajo de los rastrillos:** D/ molinete; E/ de cadenas; F/ de discos, hilerando*

***Formas de trabajo de los rastrillos:** G/ molinete; H/ de cadenas; I/ de discos, volteando*

El forraje, una vez secado en el campo, debe ser recogido, troceado, empacado y ensilado. La descripción de los distintos tipos de maquinaria para estas operaciones, así como los distintos tipos de silos para este fin, sobrepasan en mucho las pretensiones de esta obra. El lector deberá recurrir a libros de maquinaria agrícola, en cuyo contenido se detallan las máquinas, las labores que realizan, las condiciones de uso y sus especificaciones técnicas.



Rastrilla de discos

10.3. RECOLECCIÓN DEL GRANO

Recibe el nombre de ***tamo*** el polvo o paja menuda subproducto de la trilla de los cereales.

Por convenio internacional, la unidad de medida ***hUTH*** significa: horas de trabajo de operario.

Cosechadora automotriz o autopropulsada. El grano queda almacenado en su interior mientras que la paja, troceada, se expulsa al exterior. Sampo Rosenlew Ltd.

Para la recolección del grano se utiliza el mismo principio de corte que para el forraje, aunque este tipo de maquinaria debe disponer, además, de un **sistema de trilla** (separación del grano de la paja) y de **recogida** (el grano por un lado y la paja por otro). La primera **segadora-atadora** apareció en Estados Unidos a finales del siglo XIX, y era de tracción animal.

Las segadoras-atadoras se siguen utilizando en combinación con las **trilladoras**. Son las precursoras de las primeras máquinas que se comecializaron y, como su nombre indica, realizan dos funciones: cortar el cereal y atarlo. Este tipo simple de maquinaria puede ser propulsado por la toma de fuerza del tractor o bien autopropulsado adaptándolo a un motocultor. Las máquinas de este último tipo reciben el nombre de **motosegadoras-atadoras**.



Este modelo de cosechadora automatriz (derecha), fabricada y comercializada por Sampo Rosenlew Ltd., tiene una capacidad de almacenamiento de grano de 4,2 m³. Cada cierto tiempo, debe descargarse en el remolque.

El primer intento de construir una **trilladora** se llevó a cabo en Escocia, en el siglo XVIII. Se trata de una máquina más completa que la segadora-atadora ya que, además de las funciones de siega y atado, consigue la separación del grano de la paja. Además, permite la limpieza del grano o separación del ***tamo***, polvo y semillas extrañas. Para poder realizar la trilla, es necesario que el grano posea sólo un 20-22% de humedad, mientras que para su almacenamiento, es conveniente que no pase del 15%. Quizá el elemento más importante de este tipo de maquinaria sea el **órgano de trilla**, el cual permite, mediante el cilindro desgranador y cóncavo, separar de la paja el 90-95% de los granos. A esta cifra se le conoce también como **eficacia de trilla** y cada trilladora tiene el suyo.

La maquinaria actual empleada para la recolección del grano recibe el nombre de **cosechadora**. Una cosechadora no es más que una segadora-atadora y una trilladora unidas en una misma máquina. Realiza ésta multitud de acciones de forma simultánea: **siega**, **trilla**, **aventa** y **clasifica las semillas**, permitiendo un ahorro considerable de mano de obra. Así, en el siglo pasado, la siembra a mano y la recolección con hoz de una hectárea de trigo suponía el empleo de unas 1.400 ***hUTH*** mientras que, actualmente, en las grandes explotaciones cerealistas supermecanizadas, el mismo trabajo supone sólo de 5 a 10 hUTH.

La cosechadora inició su andadura en California y en Australia, y su tracción era animal. Hasta la década de los ochenta del siglo pasado, no se incorporaron para su arrastre los primeros tractores de vapor. A principios de este siglo, la tracción de los tractores pasó a ser de gasolina. Fue en 1938 cuando se comercializaron, en Estados Unidos, las primeras cosechadoras autopropulsadas. Como su propio nombre indica, las **cosechadoras autopropulsadas** son aquéllas que no precisan de un sistema de arrastre (como por ejemplo un tractor) para ser accionadas. Se comercializan actualmente dos tipos de cosechadoras: las **automotrices**, o autopropulsadas, y las **arrastradas.**

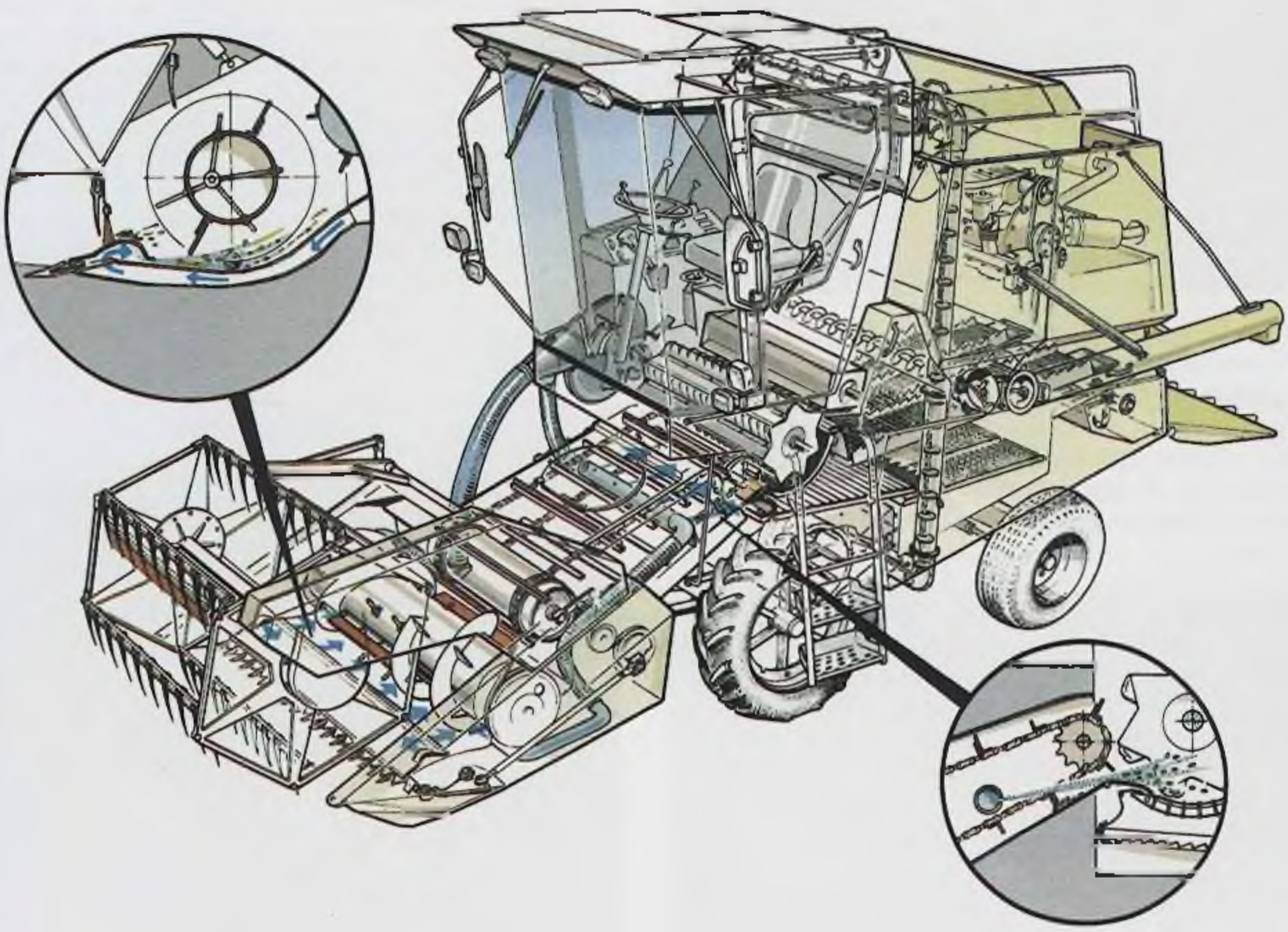


10.3.1. Cosechadora arrastrada

Dentro de las cosechadoras arrastradas, tenemos las accionadas por la toma de fuerza del tractor y las que lo son mediante un motor auxiliar. Así como las autopropulsadas son todas de tipo **longitudinal**, es decir que el recorrido de la mies dentro de la cosechadora va de delante hacia atrás sin cambiar de dirección, todavía existen algunas cosechadoras arrastradas que son del tipo **longitudinal-transversal**, con objeto de conseguir que la máquina arrastrada sea más corta, aunque resulte más ancha. La principal ventaja de este tipo de cosechadoras es su bajo coste, lo que las hace interesantes incluso para superficies pequeñas. Su principal inconveniente es su escasa movilidad.



Las cosechadoras autopropulsadas o automotrices expulsan, después de la trilla, la paja finamente troceada sobre el terreno. Con una posterior labor de arado, puede enterrarse esta materia orgánica en el suelo. Modelo 2060 ® fabricado por Sampo Rosenlew Ltd.



Cosechadora autopropulsada. Las cosechadoras automáticas no necesitan acoplarse a la toma de fuerza del tractor (Gentileza de Sampo Rosenlew Ltd.)

10.3.2. Cosechadora automotriz

Las cosechadoras autopropulsadas suelen tener tres marchas adelante y una atrás. Cada una de ellas puede ser regulada gradualmente de modo continuo en la relación 1:2 e incluso 1:2,5 mediante cambio continuo de correa trapezoidal. De este modo se tiene, a la potencia máxima del motor, una variación continua de la velocidad de avance entre 2 y 16 Km/hora. Aparte de ser utilizadas para la recolección de cereales (trigo, cebada, avena, centeno, maíz, sorgo y arroz), las cosechadoras sirven para recolectar otros tipos de granos: girasol, soja, colza, cártamo y leguminosas para grano (lentejas, yeros, judías, guisantes, garbanzos, etc.); basta con variar la separación entre el cóncavo y el cilindro desgranador, y el número de revoluciones de este último. Las operaciones, ya apuntadas, que se realizan en el interior de una cosechadora son cinco: **siega y alimentación** en la plataforma de corte, **trilla**, **separación del grano** de la paja en los sacudidores, **limpieza del grano** en las cribas y, finalmente, **almacenaje y descarga** del grano.



La serie 2000 ®, modelos 2.045 ®, 2050 ®, 2055 ® y 2060 ® fabricados por Sampo Rosenlew Ltd., sólo se diferencian por su capacidad de trabajo; es decir, por la anchura de la barra de corte y por su potencia. En la fotografía, todos los modelos de esta serie cosechando al unísono.

10.3.3. Equipos de recolección

Actualmente existen maquinarias integradas que cumplen con la recolección, embalaje y almacenaje de los más variados cultivos. Así, encontramos cosechadoras de algodón, de maíz grano, para la recolección de la patata, para la remolacha y zanahoria, frutas y hortalizas, etc. Estas completas máquinas realizan secuencialmente las más variadas funciones. Por poner un ejemplo, las cosechadoras integrales de remolacha cumplen los siguientes trabajos: descoronado (separar el fruto de las hojas), arranque (del suelo), hilerado (ordenación del fruto en líneas sobre el terreno), recogida (del suelo), limpieza (eliminar tierra adherida), carga y transporte. Para cada una de estas labores, existe un dispositivo mecánico concreto, a su vez regulable sobre sí mismo y de forma independiente.

El agricultor dispone en el mercado de la maquinaria agrícola de **los equipos de recolección**, que son las máquinas cosechadoras que realizan múltiples funciones a la vez, pero puede optar por la adquisición de máquinas separadas, cada una de las cuales realiza una sola labor (el resultado de las labores individuales de cada máquina es el mismo que el conseguido con los equipos integrales de recolección). La elección entre un **equipo de recolección** o un **equipo descompuesto** (conjunto de varias máquinas simples), deberá efectuarse en función de la superficie de la explotación y de las condiciones particulares de cada finca. Por su parte, los sistemas descompuestos tienen un bajo coste de adquisición, puede escogerse entre una gran variedad de equipos y rendimientos (desde una a seis hileras de trabajo) y ofrecen asimismo una gran perfección en cada operación realizada, puesto que la máquina está diseñada exclusivamente para un sólo fin. Son, además, de fácil manejo, con pocas regulaciones que deban ser atendidas, y su utilización es posible en fincas pequeñas.

Por su lado, los equipos de recolección ofrecen un gran rendimiento en el trabajo, especialmente los autopropulsados con dos o tres hileras. Tienen un elevado coste de adquisición, aunque éste puede verse compensado si la compra se realiza a través de una asociación de agricultores con intereses comunes. Estas máquinas necesitan una gran superficie de trabajo para poder ser consideradas rentables. Son desaconsejables en aquellos terrenos muy irregulares y pequeños, en los que se mueven con dificultad.



A la derecha: Equipo completo para la recolección de manzanas. Fabricado por Munckhof.

Pequeño equipo completo para la recolección del maíz forrajero. El mismo tractor acciona la segadora, la cual arroja el forraje en el remolque. Comercializada por la firma JF-Fabriken - J. Freudendahl.



11. CONSERVACIÓN DEL GRANO

11.1. RECEPCIÓN DEL GRANO

Después de la recolección, el grano debe ser almacenado bajo determinadas condiciones que lo mantengan relativamente inalterable. Durante su almacenamiento, el grano de los cereales adquiere mayor poder germinativo y, para el grano de trigo en particular, el porcentaje de harina panificable es también superior. Pero por lo general, el grano pierde, puesto que si bien pasa a un estado de vida latente, sufre ciertas alteraciones.

En los silos o almacenes, el grano **respira**, lo cual representa pérdidas de peso y un incremento de su temperatura. Si en el almacén falta oxígeno, pero las condiciones de humedad y temperatura son idóneas, ocurren ciertas fermentaciones anaerobias (fermentaciones de tipo láctico o acético).



Los silos de grano modernos permiten, de forma automática, el control de la humedad y de la temperatura en su interior, con la finalidad de que el grano almacenado se conserve. (Gentileza de Ballarini Socama S. p. A.)

- **Degradaciones enzimáticas**

Puede ocurrir también que, bajo ciertas condiciones de almacenamiento, el grano tenga los parámetros necesarios para germinar, lo que provoca una alteración de sus sustancias nutritivas, con la consiguiente pérdida de calidad.

- **Ataques de macroorganismos**

Ciertos insectos de los órdenes lepidópteros y coleópteros, cuya procedencia puede ser el campo o los mismos graneros, pueden atacar fuertemente el grano seco almacenado, siempre que la temperatura sea favorable a su desarrollo. Es importante la distinción entre los insectos que pueden actuar sobre el grano entero y aquéllos que necesitan que el grano esté roto; estos últimos atacan también la harina. Otros animales superiores, como los mamíferos roedores o los mismos pájaros, pueden causar graves pérdidas en los graneros.

- **Ataques de microorganismos**

Entre los organismos microscópicos que afectan el grano de los almacenes, pueden citarse las **bacterias**. Sus ataques son frecuentes cuando el grano ha sido ensilado con demasiada humedad (> 21%), con lo que la humedad relativa del granero (sobre todo si está poco ventilado), alcanza fácilmente el 90%. Otros organismos, como los **hongos**, pueden proceder del campo (necesitan 20% de humedad en el grano para atacar), o desarrollarse en el granero (ciertos hongos atacan los granos secos).

De forma sintetizada, y en función de lo dicho, los factores principales que influyen en la conservación del grano son la **temperatura** y la **humedad**. Remitimos al lector al gráfico de la página siguiente, donde se correlacionan estos dos factores con los distintos tipos de agentes que pueden afectar el grano ensilado. La **integridad física** del grano es importante, puesto que sus tegumentos lo protegen de distintos ataques. El polvo, los restos de paja y los granos extraños constituyen focos que concentran más humedad y propician condiciones favorables a las infecciones fúngicas, por lo que es muy recomendable ensilar el grano lo más **limpio** posible. La **limpieza de la maquinaria** que manipula el grano debe ser también un factor preponderante: unos granos viejos infectados atrapados en los engranajes de los aperos pueden transmitir muchas enfermedades a la cosecha entrante. La **desinfección de los graneros** es también una cuestión muy importante, máxime por lo que respecta a los insectos, puesto que un silo mal desinfectado puede echar a perder la cosecha.

11.2. INTEGRIDAD, LIMPIEZA, SECADO Y ENFRIAMIENTO

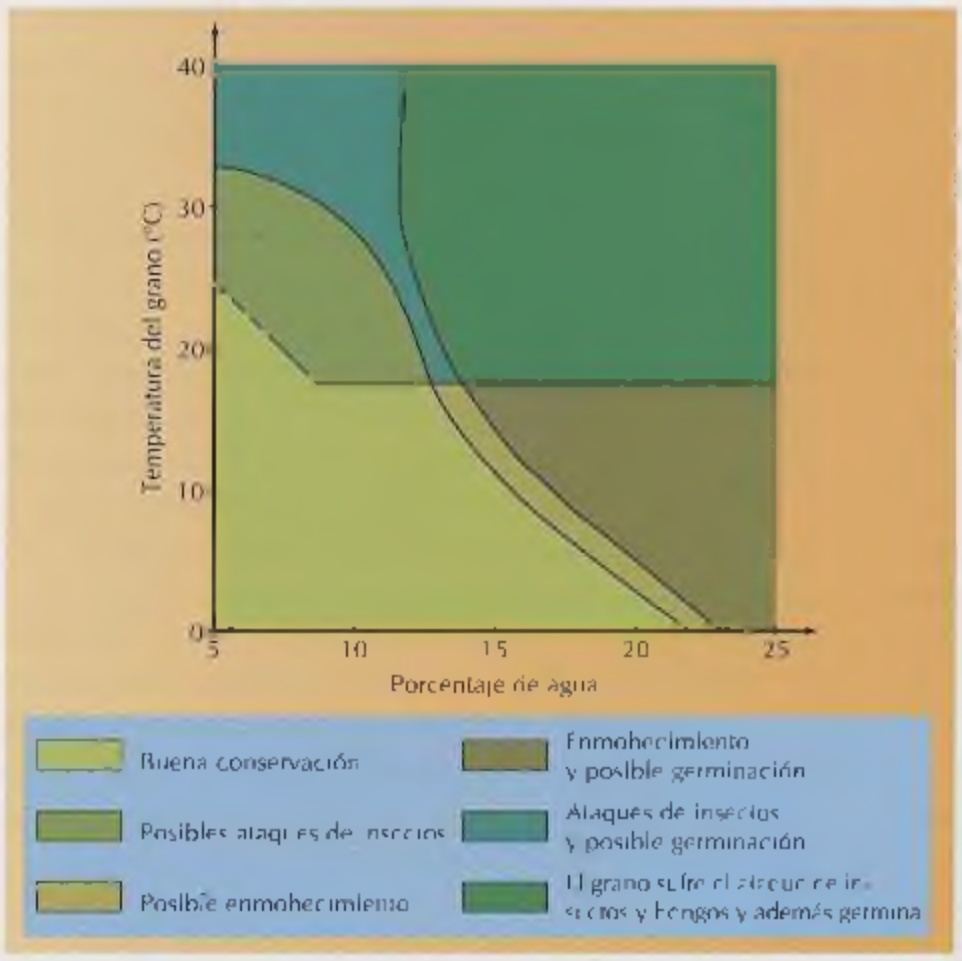
La **integridad física** de los granos se consigue con la atención pertinente en las condiciones de trabajo de la cosechadora y, además, en la posterior manipulación de los mismos. Para mover el grano a conservar, las maquinarias más adecuadas son las **cintas transportadoras de caucho**. Las del **tipo sin fin** los son medianamente, y las de **tubos neumáticos** constituyen el peor mecanismo.



Planta completa de secado, limpieza y almacenamiento de grano. Fabricada por Industrias Luis Peris, S. A.



Diagrama general de la conservación de los granos, en función de la humedad y la temperatura del silo. (Adaptado de Burges y Borrell.)



Instalaciones de aluminio para el secado del grano. Los secadores fabricados en aluminio son especialmente indicados para su instalación en el exterior, por su resistencia a la oxidación. Fabricada por Industrias Luis Peris, S A.

El Rotoclean ® de la firma Industrias Luis Peris, S.A., es un limpiador para todo tipo de granos, maíz, arroz, etc. Es conocido por su alta capacidad cuando se manejan partidas con un contenido en agua extremadamente alto.

La limpieza del grano que deba destinarse a posteriores siembras, exige que el producto final posea una pureza que en muchos casos debe estar por encima del 99,9% (en función de la especie). La limpiadora selecta Delta Super Universal 108 ® de la firma Industrias Luis Peris, S.A. , va equipada con un buen sistema de criba y aspiración, puede trabajar sobre muy diferentes semillas, cereales, hortícolas, pratenses, flores, etc.

La **limpieza del grano** se inicia con la cosechadora y por eso debe graduarse ésta adecuadamente, pero el resultado obtenido depende igualmente del estado inicial del grano. Limpiarlo posteriormente es relativamente fácil: sólo debe tamizarse. Esta operación se realizaba habitualmente en las mismas explotaciones con máquinas simples (las tamizadoras manuales). Actualmente existen máquinas más complejas, que tienen más capacidad y realizan un trabajo más perfecto.

El **secado** del grano puede originar unos costes añadidos mucho más importantes que los que supone limpiarlo, por lo que se recomienda encarecidamente, siempre que sea posible, su secado en el campo. Llevar el grano a un nivel de humedad adecuado para su conservación constituye uno de los dos factores vitales para una buena conservación. Es corriente secar el grano de arroz en las ***eras***, todavía con los métodos tradicionales manuales. Las operaciones de secado manual representan un gran incremento en los costos de producción, debido a su carácter manual. El maíz, así como el sorgo, pueden secarse (ver capítulo trece) por medios naturales en los llamados **silos-jaula**, formados éstos por un armazón de hierro elevado sobre el suelo (50 o 60 cm) y sólidamente anclado en los cimientos. Sin embargo, es más frecuente el empleo, para esta operación, de instalaciones de secado artificial. Los demás cereales, cuya maduración y recolección ocurre en condiciones climáticas más secas, suelen secarse en el mismo campo.

Si las condiciones ambientales son favorables (temperatura moderada y humedad relativa baja), permiten secar el grano a temperatura ambiente, si éste se aísla convenientemente. La mayor o menor sequedad de la semilla depende de la especie y de la humedad relativa ambiental. Pero también interviene un tercer factor: la temperatura del aire. Así, para secar un grano húmedo, deberá ponerse en contacto con un aire cuanto más seco y caliente mejor; el aire caliente es más eficaz, puesto que contribuye al decremento de la humedad relativa.

Pero si el grano está apilado, tiene un comportamiento distinto: los mismos granos, en sus distintas capas, ejercen de aislante térmico, con lo cual el intercambio de aire de dentro hacia fuera es muy reducido, lo que impide el decremento de la humedad del grano. Por lo tanto, no puede esperarse apilar el grano caliente y húmedo esperando a que obtenga la humedad adecuada, sino que debe ser revuelto para su aireación o bien habrá que aplicarle una ventilación forzada artificial.

Una última operación, que consiste en rebajar la temperatura del grano, recibe el nombre de **enfriamiento**. Esta labor consigue eliminar la humedad sobrante del grano (puesto que el aire frío es más seco que el caliente). Antes de su almacenamiento, el grano debe pasar por un sistema de ventilación forzada que sitúe su temperatura alrededor de los 15-16°C en verano y los 5-10°C en invierno.

El secado artificial del grano puede realizarse en **instalaciones de secado** especiales, inmediatamente después de la cosecha o más adelante. El aire caliente no





debe sobrepasar los 80°C, para evitar la degradación tecnológica del trigo. En aquellos casos en que el grano se destina a nuevas plantaciones, no deberá sobrepasar los 43°C, para no afectar el poder germinativo de la simiente. Un método de secado interesante es el que combina la utilización de aire caliente en instalaciones de secado, hasta alcanzar niveles de humedad del grano próximos o iguales al 18-20%, con el aire frío, mediante ventilación forzada durante un par de meses, para terminar el secado. Este método presenta ciertas ventajas, como la reducción de los costos, el incremento de la capacidad de la instalación de secado y la mayor facilidad en la manipulación del grano, puesto que seco se trabaja mejor.

Cuando el grano está seco y frío, se conserva mucho mejor. No obstante, es importante vigilar la temperatura del grano almacenado, puesto que ésta puede verse incrementada por determinados factores. Si esto ocurre, debe enfriarse de nuevo mediante la ventilación forzada.

11.3. CONSERVACIÓN DEL GRANO

Mantener las temperaturas bajas mediante los procedimientos descritos en el apartado anterior, limita la reproducción de los distintos insectos parásitos del grano. Una vez almacenado el grano en las condiciones óptimas de humedad y temperatura, debe realizarse otra labor: la lucha química contra los **insectos de los graneros**. Esta lucha se establece a dos niveles:

- **Tratamiento químico** previo en los graneros, con tal de eliminar los insectos residentes que podrían infectar el grano.
- **Tratamiento sobre el mismo grano** en el momento de su almacenamiento o bien en el mismo silo.

El agricultor puede escoger entre una amplia variedad de productos aptos para este fin: sólidos, líquidos o gaseosos. Deben, no obstante, observarse ciertas limitaciones en su empleo. No conviene emplear productos residualmente tóxicos en aquellos casos en que el grano se destine, directa o indirectamente, a la alimentación humana y/o animal. Deben desestimarse aquellos productos que puedan afectar el poder germinativo del grano si éste tiene que servir para nuevas plantaciones. Ciertos desinfectantes muy tóxicos (categorías C y D), deben ser aplicados por personal técnico especializado y bajo determinadas condiciones de seguridad. Remitimos al lector al cuadro adjunto, donde se detallan las posibles materias activas a utilizar y sus categorías toxicológicas.

Contra otros animales, como los **roedores** y las **aves**, son necesarias medidas de tipo mecánico y preventivo, cuyo resultado no es completamente satisfactorio. Citaremos, entre otros, la instalación de rejas en las ventanas, taponar los agujeros que originan con vidrio picado, etc. Otros sistemas tradicionales, como el empleo de gatos y ratoneras, u otros más modernos, como la utilización de productos químicos, tampoco son eficaces al cien por cien.

- **Ventilación**. Para evitar la entrada de roedores y aves en los graneros, podrían cerrarse las ventanas, pero no es una práctica adecuada puesto que, con el local cerrado, aumentan mucho la temperatura y la humedad del grano, lo cual no es conveniente para su conservación. Es decir, los graneros deben estar bien ventilados, pero sus ventanas y oberturas convenientemente protegidas para impedir la entrada de animales. Los hórreos gallegos son el prototipo de almacenes para grano utilizados antiguamente: separados del suelo para evitar que la humedad estropee el cereal almacenado, y suficientemente ventilados, con la misma finalidad. Hoy en día, los silos metálicos herméticos consiguen los mismos objetivos que los tradicionales mediante sofisticados sistemas de regulación hídrica (humedad relativa) y térmica (temperatura). Son instalaciones caras, que pueden ser costeadas por cooperativas de agricultores, puesto que su gran capacidad permite el almacenamiento de varias cosechas al mismo tiempo.



La capacidad de los silos comercializados oscila entre los muy pequeños de 10 m³ hasta los de 10.000 m³ como los de la fotografía. (Gentileza de Ballarini Socama S. p. A.)

CLASIFICACIÓN	TTO. EN GRANO	TTO. LOCALES VACIOS	PRINCIPIO ACTIVO
A	SI	SI	BROMOFÓS
A	SI	SI	MALATHIÓN
A	SI	SI	METIL PIRIMIFÓS
A	SI	SI	PIRETRINAS
A	NO	SI	FOXIM
A	NO	SI	METIL CLORPIRIFÓS
C*	SI	SI	SULFURO DE CARBONO
A	NO	SI	METACRIFOS
C*	NO	SI	DICLORVOS
D*	SI	SI	FOSFAMINA
D*			
D*	S:	SI	BROMURO DE METILO

Insecticidas registrados y autorizados por el Ministerio de Agricultura para el tratamiento de los granos almacenados destinados a la alimentación humana y animal.
**** Manipulación empresa autorizada.***

En la página anterior: Las **eras** son unos espacios de tierra limpia y firme donde se trillan las mieses.



El capítulo de la protección de cultivos es, en mucho, uno de los más importantes para lograr las producciones esperadas. Eliminar las malas hierbas se hace imprescindible si se quieren alcanzar los objetivos productivos fijados. En la fotografía, una máquina especial para la escarda de cereales: barra de 24 metros de púas binadoras con dientes flexibles, con la cual el daño al cultivo es mínimo. Fabricado por Hatzenbichler.

En la pág. contigua: intervalos de aplicación de las distintas materias activas herbicidas según el estadio fenológico de los cereales. Adaptado de una publicación del Servicio de Protección de los Vegetales de la Generalitat de Catalunya.

Escarda en maíz. Este apero de la marca Hatzenbichler es un modelo extremadamente versátil que permite ser empleado simultáneamente como binadora, abonadora en líneas, e incluso distribuidora.

12. ACCIDENTES, MALAS HIERBAS, ENFERMEDADES Y PLAGAS

El conjunto de agentes que pueden causar alteraciones en las plantas cerealistas se dividen en dos grandes grupos: los **agentes abióticos** y los **bióticos.** El primer grupo está constituido por aquellas afecciones causadas por agentes no vivos, como la temperatura, heladas, viento, etc. En el segundo se englobaban aquellas fisiopatías producidas por agentes vivos, como las malas hierbas, los hongos, nematodos e insectos. Veamos seguidamente todos ellos.

12.1. ACCIDENTES

Unas **temperaturas** por debajo de los 0°C pueden provocar heladas y afectar las plantas de cereal. Al descender la temperatura, el agua de las células se desplaza hacia el exterior de éstas y la planta muere por deshidratación. La resistencia al frío es una característica de la especie y de la variedad; el centeno, por ejemplo, es mucho más resistente al frío que el trigo, por lo que puede cultivarse en las frías zonas del norte de Europa aunque, por regla general, las plántulas de los cereales de invierno son especialmente resistentes al frío cuando poseen sólo tres o cuatro hojas, disminuyendo esta facultad a partir de la quinta hoja. Durante la floración, las temperaturas por debajo de los 16°C impiden la fecundación (**corrimiento de la flor**).

Un exceso de **humedad**, principalmente en los terrenos arcillosos, puede provocar **asfixia radicular.** La asfixia, además, es especialmente perniciosa porque favorece los gérmenes anaerobios que causan podredumbres en las raíces. Otros microorganismos, los aerobios, que intervienen en la fijación del nitrógeno de la atmósfera, pueden morir a causa de una falta de oxígeno en el suelo, lo que se traduce en una menor disponibilidad de nitrógeno para la planta. Una excesiva pluviometría provoca una lixiviación del nitrato del suelo hacia capas más profundas, donde no es aprovechable por el vegetal.

Un exceso de **calor** puede provocar el fenómeno del **asurado.** La maduración es la última fase del período vegetativo y corresponde a la acumulación de almidón en el grano. Este almidón procede de la fotosíntesis que prosigue aún en las últimas hojas y en la espiga. Por otra parte, se produce un movimiento de los glúcidos y de las proteínas hacia la espiga en el momento de la maduración del grano. Si las temperaturas son muy elevadas y el viento fuerte y seco, la movilización de los últimos recursos de agua disponible para la emigración de glúcidos y prótidos queda perjudicada y ocurre el fenómeno del asurado, quedando los granos arrugados por no poder acumular el máximo de reservas.

Recibe el nombre de **encamado** un accidente común en los cereales, que consiste en la flexión de la planta hacia el suelo. Ocurre entonces que la floración se desarrolla de forma defectuosa, quedando los granos pequeños y malformados; además, la siega o recolección resultan dificultosas. El **encamado no parasitario**, descrito como accidente, puede ocurrir en terrenos fértiles debido a un desequilibrio nutricional. En efecto, un abonado con un exceso de nitrógeno, comparado con cantidades pobres de fósforo y potasio, produce unas plantas desproporcionadamente alargadas, frágiles y propensas al encamado. También puede ser provocado por un desequilibrio entre la nutrición nitrogenada y la nutrición carbonatada del vegetal. Existen otras causas que pueden, asimismo, provocar el encamado, como por ejemplo una siembra excesivamente densa, lluvias demasiado fuertes y persistentes e, incluso, fuertes vientos. Conviene no confundirlo con el encamado parasitario descrito más adelante. La resistencia al encamado de las especies cerealistas es una característica varietal.

Ocurre el llamado **corrimiento de la flor** cuando no hay fecundación, y puede ser debido a un desequilibrio en el abonado entre los macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio.



12.2. PLANTAS ADVENTICIAS

La lucha contra las malas hierbas en los cereales se basa, actualmente, en la utilización de herbicidas, tanto para los cereales de invierno como para los de verano. En estos últimos, hasta hace poco, se practicaba el desherbaje manualmente, durante el crecimiento del cultivo. Si, desde los últimos 25 años, los herbicidas químicos han contribuido decisivamente a la extensión del monocultivo cerealista y a incrementar el nivel de rendimiento del cultivo, también es cierto que la utilización creciente de los numerosos productos existentes comporta ciertos problemas:

- A pesar de que el coste de los productos es relativamente bajo y económicamente compensado por la mayor producción, contribuye al encarecimiento del sistema productivo.
- A menudo se desconoce cómo se degradan en el suelo estos herbicidas.
- En ciertas ocasiones, los productos son utilizados por el agricultor de forma poco ortodoxa e indiscriminada, con total inobservancia de las dosis prescritas y sin conocer a ciencia cierta sus efectos.
- Se produce un desplazamiento de la flora hacia especies más resistentes a los productos empleados.
- Existen variedades de cereales sensibles que no permiten el uso de ciertos productos.

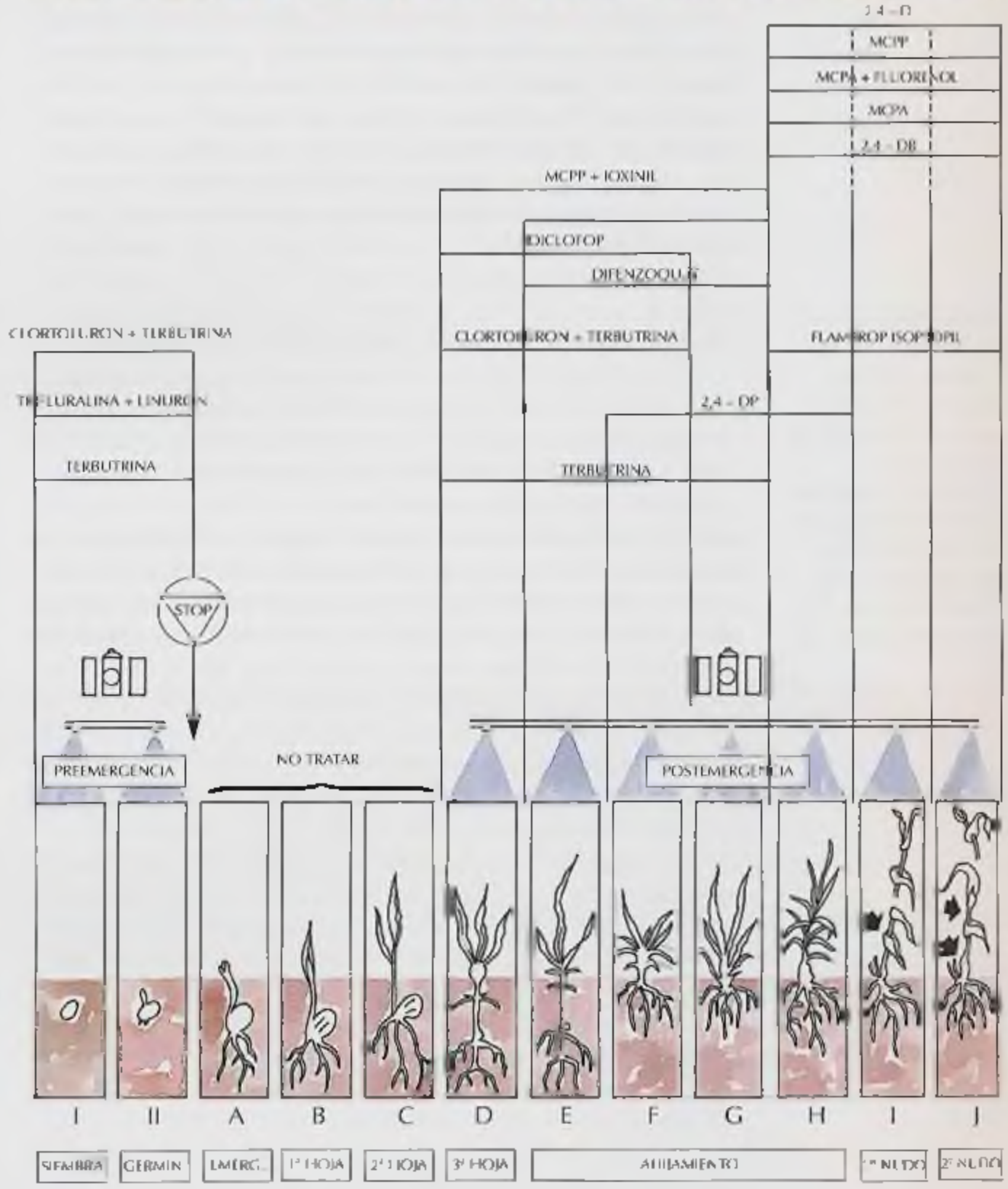
Por las cuestiones anteriormente descritas, puede afirmarse que los métodos alternativos y tradicionales de lucha contra las malas hierbas siguen actualmente muy vigentes, y su utilización, al menos con carácter preventivo, debe tenerse siempre presente. La adecuada preparación del terreno mediante la cual pueden eliminarse las adventicias precoces, y la rotación de cultivos con la alternancia de cereales forrajeros que permiten el uso de distintas materias activas herbicidas, son los sistemas más utilizados contra las malas hierbas.

Las **aplicaciones herbicidas** pueden realizarse en distintos momentos del desarrollo del cultivo: durante la siembra (**presiembra** o **preemergencia**), al inicio de la vegetación o bien durante el ciclo vegetativo. La elección de un tratamiento herbicida en el momento de la siembra significa estar seguro de que las plantas miescícolas invadirán rápidamente el cultivo y que su control posterior no resultará eficaz o posible. Se justifica en circunstancias de fuerte intensificación productiva.

Este tipo de tratamientos es el habitual en maíz y sorgo, pero en los cereales de invierno, es mejor esperar a la evolución natural de las malas hierbas y realizar la aplicación del herbicida en el momento adecuado, siempre y cuando exista una previsión de poder entrar en el campo para realizar el tratamiento en postemergencia del cultivo.

Independientemente del momento de aplicación, la elección del herbicida debe efectuarse en función de las malas hierbas existentes y de su estadio de desarrollo: es mejor tratar lo antes posible. Además, depende también del cereal, de su especie y variedad, del tipo de suelo, de la pluviometría y de las temperaturas esperadas después de la aplicación. Finalmente, la elección del producto debe realizarse en función de su precio, es decir que debe compararse el coste del producto con los beneficios que se esperan obtener de su aplicación.





Por regla general, ante la disyuntiva de aplicar o no cualquier herbicida, recomendamos el seguimiento correlativo de estos puntos básicos: ante todo deberán identificarse las malas hierbas determinando su grado de desarrollo, se seleccionarán posteriormente los productos químicos convenientes con la especial precaución de que no puedan dañar el cultivo y, finalmente, se respetarán meticulosamente las formas y dosis de aplicación establecidas por el fabricante. Seleccionado el herbicida, conviene aplicarlo de tal forma que su efecto sea máximo sobre las malas hierbas en cuestión y mínimo sobre el cereal. Paralelamente, debe prestarse atención a la posible fitotoxicidad de los cultivos colindantes y a la seguridad del operador.

Muchos aperos pueden ser acoplados al tractor con la finalidad de realizar las binas o escardas mecánicas a las que nos referimos frecuentemente en el texto, en especial cuando las plántulas del cultivo son jóvenes y permiten pasar con el tractor. En la fotografía, un modelo de la marca Hatzenbichler realizando una escarda entre pequeñas plantas de maíz.

Para conseguir el máximo efecto sobre las malas hierbas a tratar, no debe aplicarse una dosis inferior a la prescrita por el fabricante: en preemergencia, debe aplicarse el producto con el terreno bien preparado y con suficiente humedad para que la planta pueda absorberlo. En postemergencia, debe tratarse cuando la temperatura sea favorable al desarrollo de las malas hierbas. Remarcaremos, por último, que el herbicida debe ser repartido de forma homogénea sobre el campo.

Para perjudicar mínimamente el cereal con el producto herbicida, no deben sobrepasarse las dosis indicadas por el fabricante: si una determinada mala hierba resiste cierto producto, es mejor cambiar de materia activa que aumentar la dosis de aplicación. No debe tratarse cuando el cereal se encuentre en un cierto estadio de menor resistencia, por ejemplo cuando no ha llegado o ha sobrepasado el estadio fijado por el fabricante, cuando su estado sanitario sea defectuoso o bien cuando las condiciones meteorológicas sean desfavorables (heladas, hielo o sequedad excesiva).

12.3. ENFERMEDADES CRIPTOGÁMICAS

La incidencia de las enfermedades producidas por hongos tiene actualmente una importancia creciente sobre el rendimiento de los **cereales de invierno**. Muchos agrónomos coinciden en afirmar que el crecimiento de las afecciones fúngicas obedece a la simplificación de las prácticas de cultivo y a la utilización de variedades con un potencial productivo más elevado. Así, resulta que enfermedades como la **septoria** o el **oídio**, cuya presencia en los cultivos tenía poca importancia en tiempos pasados relativamente recientes, causan actualmente graves daños económicos en los cereales, lo que ha obligado al agricultor a realizar habitualmente tratamientos fungicidas en los sistemas de cultivo más intensivos.

En cambio, en los **cereales de verano**, la incidencia de estas enfermedades es muy inferior. En el maíz, por ejemplo, las afecciones producidas por el **carbón** o *Ustilago maidis* no representan, en la práctica, ningún problema económico. Asimismo, en el arroz, enfermedades como la *Piricularia oryzas*, el *Helminthosporium oryzas* e, incluso, la **septoria** (*Sclerotium oryzas*), no han producido, de momento, ataques de consideración. No obstante, la incidencia de las distintas enfermedades puede variar, y de hecho varía, de unas zonas a otras.

Las afecciones que producen las enfermedades criptogámicas sobre los distintos cereales pueden incidir sobre el **rendimiento del cultivo** y al mismo tiempo sobre la **calidad de la cosecha**. Cuando afectan el rendimiento, producen una depresión en el número de tallos e hijuelos (**encamado parasitario**, **oídio**, **fusariosis**, etc.), en la fertilidad de la espiga (**carbones**, **caries**, **helmintosporiosis**, etc.) y en el peso de 1.000 semillas. Los hongos, como los distintos **fusariums** sobre la espiga, **septoria**, **encamado parasitario**, **oídio** y las distintas **royas** que producen alteraciones en el peso del grano, provocan el llamado **asurado**. En efecto, perturban la alimentación en agua y la migración de sustancias de reserva hacia el grano.

La calidad de la cosecha puede quedar afectada por:

- La reducción del **peso específico del grano**, como consecuencia de las enfermedades que atacan las vainas, hojas, tallos o glumas: **encamado parasitario**, **fusariosis**, **septoria**, **royas**, etc.
- El **oídio**, al atacar a las **cebadas cerveceras** y provocar un aumento del número de granos pequeños, con lo que se estropea la cosecha.
- La reducción del **porcentaje de proteína** del grano, a causa de las royas.
- La reducción de los **rendimientos en sémola** y del **porcentaje de granos vítreos** en trigos duros, también por la acción de las royas.

Además, ciertas enfermedades pueden ser perjudiciales para el hombre, como el consumo de granos afectados por *Claviceps purpurea*, el cual provoca la enfermedad llamada **ergotismo**, o bien el consumo de subproductos con un alto porcentaje de granos afectados por **fusariosis**. La lucha contra estas enfermedades comprende tres estrategias de actuación distintas y deben ser observadas cronológicamente. Las técnicas culturales de tipo preventivo son las primeras que deben realizarse junto con la desinfección de la semilla antes de la siembra. En último lugar, si las dos anteriores no arrojan los resultados esperados, deberán emplearse entonces productos químicos.

12.3.1. Técnicas culturales de prevención

La evolución de las enfermedades y su importancia sobre el rendimiento de los cereales depende de muchos factores. El clima del año, el tipo de suelo, las variedades sembradas, la rotación de especies practicada, las técnicas de cultivo, la fecha, densidad y profundidad de siembra, etc. son parámetros que determinan un posible ataque y su intensidad. Es decir que, juntamente a los factores del medio, influyen también las técnicas culturales practicadas. La lucha contra estas enfermedades debe empezar con la utilización de las técnicas culturales apropiadas. Actualmente, existe una cierta tendencia a descuidar estas labores antiguas debido a que no siempre ofrecen los resultados esperados. Las prácticas o técnicas culturales pueden influir, favoreciendo o no el desarrollo de los hongos parásitos, o bien incidiendo sobre el cultivo, fortaleciendo o debilitando la resistencia de los cereales a los distintos hongos. Ciertas enfermedades no pueden ser controladas mediante productos químicos, puesto que éstos no existen. Afecciones como el **mal del pie** (*Ophiobolus graminis*) o el **ergotismo** (*Claviceps purpurea*) deben ser combatidas exclusivamente mediante prácticas culturales.

La selección genética de **variedades resistentes** es un buen método de lucha preventiva. Presenta, no obstante, ciertas limitaciones. A menudo aparecen mutaciones de un hongo que le permiten atacar variedades de cereal que hasta ese momento se comportaban como resistentes.

La repetición frecuente, sobre una misma parcela, del mismo tipo de cultivo favorece el desarrollo de las enfermedades. Las **alternativas** y **rotaciones** de cultivo son una buena práctica cultural preventiva para controlar el nivel de las poblaciones de estos organismos. Es decir, convertir un cultivo tradicionalmente extensivo a intensivo favorece, por lo general, el incremento de las enfermedades criptogámicas.

La **fecha de siembra** puede influir de manera distinta

según el tipo de enfermedad de que se trate: las siembras precoces de otoño favorecen el encamado parasitario y las royas; en cambio, las tardías de primavera son más afectadas por el oídio. Las **dosis de siembra** elevadas favorecen, asimismo, la transmisión de parásitos a través de las raíces y, al mismo tiempo, contribuyen a crear un microclima húmedo que es favorable al desarrollo de las enfermedades de las hojas. La **profundidad** de las siembras retarda la emergencia del cereal y lo hace más sensible a las enfermedades.

Las **aportaciones de nitrógeno** excesivas o tardías favorecen el desarrollo de los tejidos jóvenes y aumentan la sensibilidad de las plantas a las enfermedades. El **potasio**, parece ser, aumenta la resistencia de los cereales a ciertas enfermedades. Por lo general, una planta bien alimentada será más resistente a todo tipo de enfermedades, siempre y cuando no exista un desequilibrio en su nutrición; es decir, las proporciones de nitrógeno, fósforo y potasio deben mantener unas constantes entre sí.

12.3.2. Principales enfermedades y lucha

En el último capítulo de este tema, el lector encontrará información detallada de las enfermedades de cada cultivo, así como los principales productos que se utilizan para combatirlas. Como punto de referencia, ofrecemos al lector dos cuadros. El de la página siguiente es una relación de enfermedades fúngicas, los cultivos afectados y la localización en la planta de sus síntomas. El de esta página es una llave sistemática que sirve para determinar el tipo de enfermedad frente a la que nos encontramos. El ciclo biológico de estos hongos, así como el momento en que deben ser tratados, dependen de la climatología e, incluso, del microclima de cada región. Las fechas de los tratamientos deben ser consultadas en los boletines de avisos que editan las distintas administraciones locales.

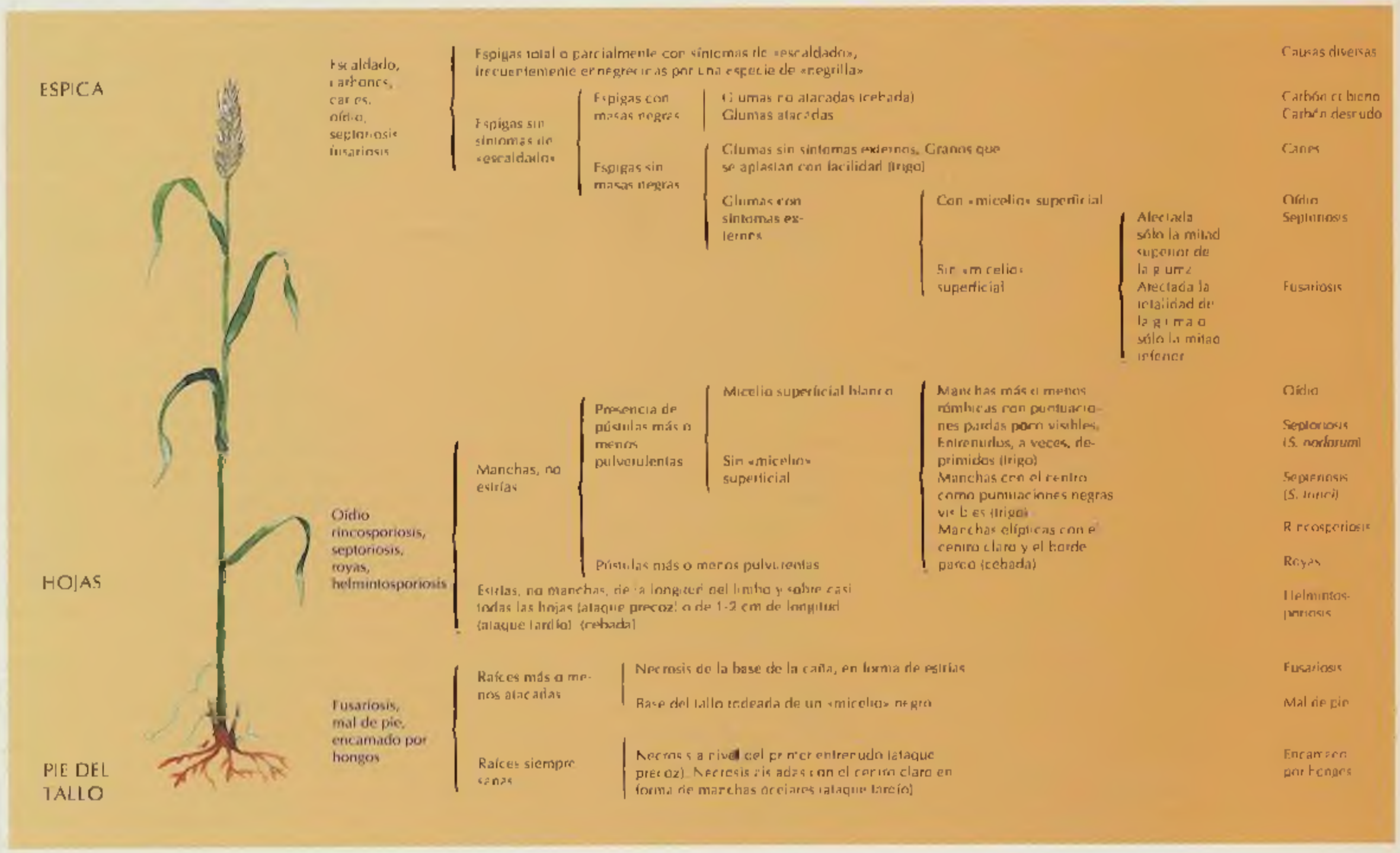
Con los **tratamientos preventivos** destinados a la **desinfección de las semillas** (ver capítulos 6 y 11), pueden combatirse muchas enfermedades antes de su aparición en el cultivo. Se controlan de forma eficaz los **carbones** de trigos y cebadas, la **helmintosporiosis** de la cebada, la **caries** del trigo, la **fusariosis** y **septoria** que afectan el nacimiento de la mayoría de cereales y el **oídio** de la cebada.

Existe también la posibilidad de realizar los tratamientos en **postemergencia del cultivo**. Desde 1970, se empezaron a utilizar, en Europa, fungicidas para luchar contra los hongos parásitos de los cereales en vegetación. Se consiguen buenos resultados contra las enfermedades que afectan el cuello del trigo, como el **encamado parasitario** y las distintas **fusariosis**, y también contra los hongos que afectan las hojas y espigas, como **fusariosis**, **septoria**, **oídio**, y las **royas amarillas y pardas**. En cuanto a la cebada, también se combate con éxito la **rincosporiosis**, además de las enfermedades que atacan el trigo.

12.4. NEMATODOS

Constituyen la plaga más importante de los cereales en España, en especial la especie *Heterodera avenae*. En el tema cuarto de esta obra vienen extensamente descritos los nematodos (su naturaleza, sus

Cuadro clasificatorio de los insectos que pueden afectar al cultivo de cereales: las partes de la planta afectada, los síntomas y el nombre técnico del parásito. Reproducido de "El cultivo del trigo y la cebada" del Servicio de Extensión Agraria



Relación de enfermedades fúngicas, los cultivos afectados y la localización, en la planta, de sus síntomas. Tomado de "Les maladies des céréales", ITCF, 1980

ENFERMEDADES CRIPTOGÁMICAS (Hongos parásitos)	CULTIVOS AFECTADOS				LOCALIZACIÓN DE LOS SÍNTOMAS							
									Hojas			
	TRIGO	CEBADA	AVENA	CENTENO	Plántula	Macollo	Encañado	Nudos	Vaina	Limbo	Espiga	Grano
CARIES *(Tilletia caries)*	*											*
CARBONES DESNUDOS *(Ustilago sp.)*	U. Tritici	U. Muda										*
CARBONES VESTIDOS *(Ustilago sp.)*		U. hordei	U. avenae									*
ERGOTISMO *(Claviceps purpurea)*	*	*	*	*								*
FUSARIOSIS *(Fusarium nivale y roseum)*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*
HELMINTOSPORIOSIS *(Helmintosphorium sp.)*		H. gramineum H. Teres							*	*		
OÍDIO *(Erysiphe graminis)*	f. sp. tritici	f. sp. hordei	f. sp. avenae	f. sp. secalis					*	*	*	
MAL DEL PIE *(Ophiobolus graminis)*	*	*	*	*		*	*				*	
ENCAMADO PARASITARIO *(Cercosporella herpotricoides)*	*	*	*	*			*		*		*	
RINCOSPORIOSIS *(Rhynchosporium secalis)*		f. sp. hordei		f. sp. secalis					*	*		
ROYA PARDA *(Puccinia sp.)*	P. tritici	P. hordei		P. dispersa						*		
ROYA *(Puccinia coronata)*			*							*		
ROYA AMARILLA *(Puccinia striiformis)*	f. sp. tritici	f. sp. hordei		f. sp. secalis						*	*	
ROYA NEGRA *(Puccinia graminis)*	f. sp. tritici	f. sp. hordei	f. sp. avenae	f. sp. secalis					*	*	*	
SEPTORIA *(Septoria sp.)*	S. nodorum S. tritici	S. passerinii	S. avenae	S. secalis	*			*	*	*	*	

Leyenda: * = cultivo o parte de la planta atacada

ciclos biológicos, sus distintas especies y los daños que causan en los más diversos cultivos). Bastará con recordar que son animales de aspecto vermiforme que viven en el suelo o en las raíces y tallos de las mismas plantas de las que se alimentan. Su alimentación fitófaga los constituye como animales muy polífagos, puesto que afectan multitud de especies vegetales, desde los cereales hasta los frutales, pasando por las hortalizas y los cultivos florales en invernaderos.

Las estrategias encaminadas a combatir los nematodos en explotaciones cerealistas han de basarse en medidas indirectas que atenúen los daños en el mayor grado posible. Por lo general, se trata de prácticas culturales de carácter preventivo, pero existen algunos productos químicos desinfectantes que pueden ser utilizados. La alternancia de cultivos suele dar buenos resultados, evitando plantar cereal sobre cereal y optando por otro cultivo distinto como, por ejemplo, la remolacha azucarera. En zonas afectadas, puede ser interesante retrasar las siembras para evitar la coincidencia del período crítico del cultivo y la actividad de las larvas procedentes de quistes eclosionados. Se considera también fundamental el combatir las malas hierbas, que también son hospedantes de los nematodos y que contribuyen a aumentar la población parásita.

Los cereales son especialmente sensibles a los nematodos en sus primeros estadios de vida, por lo que puede resultar conveniente un abonado de nitrógeno en cobertura durante el estado de plántulas, para acelerar al máximo su crecimiento. Los tratamientos nematicidas, en explotaciones de cultivos extensivos, solamente pueden ser aconsejados en rodales muy concretos, puesto que su coste no queda cubierto por el rendimiento económico de estos cultivos. Alternativamente puede optarse por rebajar las dosis usuales y extender el tratamiento a toda la parcela, de forma que quede protegida la planta en su período más sensible.

12.5. INSECTOS

La relación de insectos que pueden ocasionar perjuicios graves a los cereales es muy amplia pero, por lo general, las poblaciones de parásitos se mantienen estables bajo ciertos límites que permiten soportar económicamente los daños que ocasionan. Ofrecemos al lector una sistemática para la determinación de las distintas plagas en función de los síntomas visuales que se aprecian en las distintas partes de las plantas. En el apartado cuarto de esta obra se describen con amplitud los distintos insectos parásitos de los vegetales, sus ciclos biológicos, las afecciones que causan en las plantas, etc. Aconsejamos su lectura para una mayor información sobre plagas.

Los **insectos del suelo** comprenden un gran número de especies, entre las cuales cabe citar, por su importancia, las larvas de los **gusanos de alambre** (*Agriotes sp.*), **gusano blanco** (*Melolontha melolontha*), **gusanos grises** (*Scotia ypsilon* y *segetum*) y las **tipulas** (*Tipula sp.*). Las poblaciones de las larvas de estos insectos, que viven en el suelo y se alimentan de las raíces de las plantas cultivadas, pueden aumentar si no se remueve el terreno con la arada, y también si no se practica la alternancia de cultivos. La lucha contra estos insectos pasa, primero, por la protección de la semilla con un insecticida o, posteriormente, mediante tratamientos insecticidas en el suelo, de forma localizada o en toda la extensión de la parcela. Las aplicaciones insecticidas en la totalidad de la parcela son caras y sólo quedar justificadas en caso de fuerte invasión.

Los **chinches** del trigo comprenden dos especies similares en sus características, el **garrapatillo** o **paulilla** (*Aelia rostrata*) y el **paulillón** (*Eurygaster*

maurus). Se trata de insectos migratorios que pasan el invierno en zonas altas para trasladarse, en primavera, a los sembrados. Allí se reproducen, y son los insectos adultos que han nacido en primavera los que causan los daños en los cereales. Son características sus picaduras en el grano, en el cual inyectan una sustancia que destruye el gluten y que confiere un sabor y un olor desagradable a la harina. Un grano afectado con un 5% de picaduras no es aceptado en los molinos. Pueden combatirse mediante prácticas culturales, como por ejemplo utilizando variedades precoces para que maduren antes de la aparición de los insectos adultos, o bien con insecticidas clásicos como el **triclorfón**, **carbaril** o **malatión**.

En los últimos años, la literatura técnica se refiere a los **pulgones** como a una plaga a controlar en los cereales de invierno, plaga desconocida en los cultivos cerealistas hasta hace muy poco tiempo. Su aparición en los campos obedece a un desequilibrio ecológico ocasionado, entre otras razones, por la práctica de tratamientos químicos masivos e indiscriminados (destrucción de los enemigos naturales de estos insectos) y porque se han variado los ciclos de los cultivos con la introducción de nuevas variedades, siembras más primerizas, etc.

Por otro lado, los pulgones constituyen una plaga con una gran adaptabilidad al medio, porque pueden desarrollarse rápidamente cuando encuentran una planta huésped favorable (se caracterizan por vivir sucesivamente en distintas plantas), y porque pueden desplazarse cuando en un sitio no encuentran suficiente alimento. Además, los pulgones se adaptan a las condiciones climáticas locales, invernando en estado de huevos si se trata de zonas muy frías, o en formas partenogenéticas si viven en lugares con inviernos suaves.

Los pulgones que afectan los cereales más frecuentes en Europa comprenden quince especies de las cuales las más importantes son: *Sitobion avenae F.*, de color variable verde, rosa o marrón; *Metopolosiphum dirhodum Wlk.*, de un color verde pálido y *Rhopalosiphum padi L.*, de un marrón verdoso. Los daños que causan a los cereales pueden ser directos, como las afecciones producidas sobre el contenido de nitrógeno del grano, o indirectos, como la acción vectora de otras enfermedades, como los virus, que ejercen algunos pulgones. Otros insectos, como el lepidóptero *Cnephasia pumicana*, causan daños en el tallo, provocando la desaparición de la espiga. Este último es un parásito específico de trigos y cebadas. Los tratamientos con insecticidas del tipo **malatión** aplicados durante el encañado, son suficientes para su control.

Es imprescindible citar las plagas del maíz, como la *Pyrausta* y *Sesamia*, cuya acción destructora en el interior del tronco las hace muy temibles entre los agricultores. En España, el arroz tiene dos plagas importantes: el barrenador del tallo o *Chilo suppressalis* y el chinche del arroz o **pudenta** (*Eusarcoris incospicuus H.S.*).

Los dos tipos de chinche del trigo: el garrapatillo o paulilla (arriba) y el paulillón (abajo). (Tomado de Bonnemaison)



12.6. AVES

Gorriones, cuervos, estorninos, garzas, etc., pueden constituir plagas importantes para todos los cereales, ya sea en el momento de la siembra, puesto que se comen la semilla y las pequeñas plántulas, ya sea antes de la cosecha, puesto que consumen el grano ya maduro. En el primer caso, el tratamiento de las simientes con productos repulsivos puede ser eficaz. Por contra, para la protección de las cosechas contra los pájaros granívoros, no puede recomendarse ningún método realmente adecuado.

Cuadro clasificatorio de las enfermedades criptogámicas que afectan a los cereales: las partes de la planta afectada, los síntomas y el hongo causante más probable. Reproducido de "El cultivo del trigo y la cebada" del Servicio de Extensión Agraria.



Nematodos, chinches, pulgones, cnephasia	Granos de tamaño inferior al normal, casi estériles, llenos de gran número de nematodos de 0,8 mm. No confundir con granos atacados por caries o tizne.	Nematodos (anguilulas)
	Granos deformados que presentan 1-2 puntos negros en el centro de una mancha amarilleta.	Chinches (paulilla y paulillón)
	Espigas blancas aisladas como consecuencia de picaduras en su base.	Chinches (paulilla y paulillón)
	Espigas atacadas por pulgones.	Pulgones
	Las larvas de 4° a 5° estado atacan el zurrón, devoran aristas, raquis y flores; destruyen algunos granos. También atacan el pedúnculo de la espiga, apareciendo blancas y estériles.	Cnephasia
Nematodos, orugas, pulgones, babosilla cnephasia	Plantas hinchadas en la base, cortas, presencia de larvas, nematodos alargados de 1-0,8 mm.	Nematodos (anguilulas)
	Tallos caídos inmediatamente por orugas de 30 mm, verdosas, con cuatro líneas longitudinales pardo-violeta.	Oruga
	Hojas marchitas amarillas o rojo violeta a consecuencia de picaduras.	Pulgones
	Pequeñas mordeduras de la epidermis superior dispuestas siguiendo las nervaciones de las hojas, muy estrechas y de 10-40 mm de longitud. Larvas amarillas y blancas de 4-5 mm.	Babosilla
	Las larvas de primer a tercer estado devoran el parénquima de las hojas entre las dos epidermis, formando minas paralelas a los nervios de 1 a 2 cm de longitud y 1 mm de ancho.	Cnephasia
Gusanos blancos, gusanos de alambre, pulgones, nematodos	Raíces roídas: Larvas de 9-25 mm cilíndricas, de 1-2,5 mm de diámetro, amarillo-pajizo, con tegumentos muy duros.	Gusano de alambre
	Raíces roídas: Larvas blandas gruesas, blancas, con cabeza negra, con el cuerpo muy curvado, tres pares de patas.	Gusano blanco
	Raíces parasitadas por pulgones globulosos amarillentos.	Pulgones de raíz
	Raíces cortas con cabellera presentando agallas estéricas de 0,5-0,8 mm de diámetro.	Nematodos (heteroderas)



Detalle del cultivo de la remolacha azucarera (Gentileza de BASF, S.A.)

13. PRINCIPALES CULTIVOS EXTENSIVOS

En este capítulo se describen particularmente los principales cultivos extensivos que, por ser los más extendidos en todos los países y por su importancia económica, merecen un capítulo aparte. La descripción de uno sólo de estos cultivos, como por ejemplo el trigo, podría ocupar una monografía de varias decenas de páginas; así, el lector interesado en alguno de ellos deberá recurrir a libros más específicos, donde sin duda encontrará una información mucho más amplia. No obstante, se ha puesto especial interés en no omitir ninguno de los aspectos que integran el cultivo de cada extensivo.

Además de los cereales típicos, se consideran cultivos extensivos otras plantas como la colza de la familia de las crucíferas, ciertas leguminosas como la soja, el girasol de la familia de las compuestas y otras especies como el café, el algodón y el tabaco, a los cuales se dedican grandes extensiones de terreno en todo el mundo. El lector encontrará mención de su ciclo vegetativo, variedades, lugar en las alternativas, exigencias del cultivo, abonado, siembra, riego, herbicidas, accidentes, enfermedades, plagas, recolección y un último apartado donde se detalla el aprovechamiento usual que tiene el producto agrícola.

Esquema del ciclo vegetativo de los cereales de invierno: las semillas se siembran en otoño, pasan el invierno en un período de latencia, para germinar en primavera. La recolección se realiza a la salida de la primavera o a mediados de verano, en función de las variedades cultivadas.

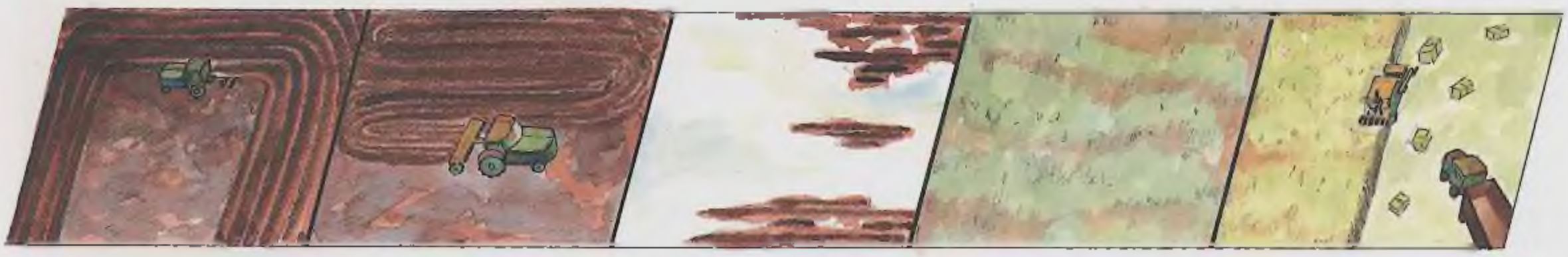
13.1. TRIGO

El trigo, como los demás cereales, es una planta herbácea y monocotiledónea perteneciente a la familia de las gramíneas. Su notación científica es la de *Triticum sp.*, género que engloba todas las especies de trigo existentes. Botánicamente, los trigos se clasifican según el número de cromosomas que poseen en sus células. Así, encontramos trigos diploides (2n=14 cromosomas), tetraploides (2n=28 cromosomas) y hexaploides (2n=42 cromosomas).

Por lo general, el trigo presenta raíces fasciculadas, la mayoría de las cuales se encuentran a una profundidad de 0 a 25 cm, pudiéndose encontrarlas hasta los 150 cm. Su desarrollo depende de multitud de variables como son la variedad, el estado de desarrollo, la textura del terreno, la profundidad de la capa freática, la climatología durante la nacencia y posterior desarrollo, etc. Al comienzo de la fase vegetativa, el tallo se halla dentro de una masa celular que constituye el **nudo de ahijamiento.** Este tallo presenta brotes auxiliares a partir de los cuales se originan los tallos hijos. El tallo se alarga durante el **encañado**, llevando 7 u 8 hojas envainadoras a lo largo de la longitud de un entrenudo. En casi todas las variedades, el tallo, que al principio es macizo, se vuelve después hueco, salvo en los nudos, donde permanece compacto.

Las hojas son cintiformes, paralelinervias y terminadas en punta. La espiga se forma en el brote terminal del nudo del ahijamiento. Cuando termina el ahijamiento, la espiga comienza a elevarse en el tallo, a la vez que éste se alarga en la fase del encañado. Al terminar el desarrollo del tallo, aparece la espiga envuelta en la última hoja. Es la etapa llamada **fase de espigado.** Una espiga está formada por un eje central llamado **raquis** a partir del cual se distribuyen pequeñas espiguillas a derecha e izquierda, en un número no superior a 25. Estas pequeñas espigas se insertan directamente en el raquis y se recubren unas a otras. Cada espiguilla contiene varias flores, de las cuales sólo son fértiles -en función de la variedad- entre 2 y 5. La espiguilla está compuesta por dos **brácteas** o **glumas**. Por encima de ellas, e inserta sobre un pedúnculo, se encuentra la bráctea inferior, que posee en su axila una flor, la cual lleva a su vez otra bráctea superior. Estas brácteas se denominan **glumillas** o **glumelas.**

Las flores son fecundadas antes de su eclosión, lo



Primero se ara y se grada el terreno. Esto retrasa el crecimiento de las malas hierbas, permitiendo adelantarse a la germinación del trigo. La siembra, antiguamente realizada a mano, está ahora totalmente mecanizada.

Es beneficioso que en invierno la tierra quede protegida contra las heladas por una capa aislante de nieve. Un invierno frío con poca nieve suele dar una cosecha pobre. En cuanto la nieve se funde y el sol calienta la tierra, las semillas empiezan a germinar.

La recolección es una operación delicada muy dependiente del buen tiempo, ya que si se cosecha el grano húmedo, éste se deteriora rápidamente en los silos de almacenamiento.



Triga en flor (Gentileza de ICI Seeds)

que convierte a este planta en **autógama**. Así, a través de generaciones, las distintas variedades de trigo conservan las características agronómicas iniciales de los progenitores. Para cruzar dos variedades distintas de trigo, deben utilizarse operaciones especiales de fecundación artificial como el **castrado**, que consiste en suprimir los estambres de la variedad que haya de servir de madre. La flor da lugar a un fruto único, denominado **grano**, que lleva un embrión o **germen** junto a la sustancia nutritiva de reserva.

13.1.1. Ciclo vegetativo

El ciclo vegetativo del trigo consta de tres fases. La primera comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado, el cual recibe el nombre impropio de **período vegetativo**. La segunda va desde el encañado hasta la culminación del espigado y recibe el nombre de **período de reproducción**. En la tercera y última, acaece la maduración del grano, que transcurre hasta la recolección. En la práctica agrícola, se le denomina **período de maduración**.

El grano de siembra, conservado convenientemente en silos con una humedad no superior al 11%, mantiene su capacidad germinativa durante unos diez años, aunque la práctica habitual recomienda no almacenarlo por un período superior a dos años, puesto que, con el tiempo, pierde parte de su poder germinativo. Una vez en el suelo, el grano germina cuando ha absorbido el 25% de su peso en agua (aunque puede retener hasta un 65%). Pasa entonces de un estado latente a la vida activa. La temperatura óptima de germinación se sitúa alrededor de los 20-25°C, aunque en las variedades de invierno aparecen las primeras raicillas cuando la temperatura alcanza los 3-4°C. Además de la temperatura, debe considerarse la humedad del suelo y la profundidad de siembra. Por regla general, el trigo germina en 12 o 15 días cuando la humedad del suelo está alrededor del 60% de su capacidad de campo (ver tema Suelos y abonos), siempre y cuando la profundidad de siembra no sea excesiva.

Cuando la temperatura del suelo y la humedad absorbida por el grano permiten disolver los elementos nutritivos de la semilla, aparece una raicilla, llamada **principal o primaria,** recubierta por un envoltorio fino llamado **coleorriza**, al mismo tiempo que aparece también el **coleóptilo** que recubre la **plúmula**. La raíz principal crece alimentándose primero de las sustancias de reserva del grano y, posteriormente, de los nutrientes disueltos en el suelo. El grano es desplazado hacia la superficie, apareciendo simultáneamente nuevas raicillas. Cuando el coleóptilo llega a la superficie, aparece la primera hoja. Cuando ésta llega a la mitad de su desarrollo, aparece la segunda. La planta posee entonces 5 o 6 raicillas. Poco después se empieza a ver la punta de la tercera hoja y, entonces, a través del coleóptilo, por transparencia, se puede observar un filamento (**rizoma**) que termina en un abultamiento que comienza a hincharse hasta formar un nudo de ahijamiento.

Cuando va a aparecer la cuarta hoja acaece el **ahijamiento**, que no es más que la formación de tallos secundarios a partir del rizoma. El nudo de ahijamiento se engruesa hasta alcanzar una dimensión de cuatro o cinco nudos juntos. Cada uno de ellos dará origen a una nueva hoja, y en las axilas de ésta surge una yema axilar que da origen a un tallo secundario. La importancia, en mayor o menor grado, del ahijamiento, depende de la variedad del trigo, de las condiciones climáticas y de la riqueza del suelo en nitrógeno.

Recibe el nombre de **fase de encañado** cuando un determinado número de tallos herbáceos se transforma en tallos rematados por espigas, mientras que otros se retrasan en su crecimiento, se detienen e incluso pueden llegar a retroceder en el mismo. Ocurre luego la **fase del espigado**, en la cual la planta presenta su crecimiento máximo. En efecto, se estima que las plantas de trigo elaboran las 3/4 partes de su materia seca total entre el ahijamiento y la floración. Acontece luego la última fase o **período de maduración**, la cual se caracteriza por la acumulación de almidón en el grano.



Espigas maduras de trigo desnudo (Gentileza de Agro Lorin)

13.1.2. Variedades

Las variedades de trigo quedan clasificadas en función del período de cultivo del cereal. Así, encontramos **variedades de otoño** o **ciclo largo**; de **primavera** o **ciclo corto** y las **variedades alternativas**. La diferencia entre estos grupos se basa en sus necesidades en la duración de su período vegetativo. Para cumplir su ciclo vegetativo, cada variedad requiere un determinado calor que se mide por la suma de diferencias entre la temperatura media de cada día y el **0 vegetativo**. Esta cantidad de calor se conoce como **integral térmica** y difiere en función de las variedades. Así, los trigos de otoño requieren de 1.900 a 2.400°C, en oposición de los de primavera que precisan de 1.250 a 1.550°C. Puede parecer un contrasentido que la integral térmica de las variedades de primavera sea inferior al de las variedades de otoño, pero se comprende que, siendo las variedades de primavera de ciclo corto, acumulen menos horas de calor (pues residen menos tiempo en el suelo) que las variedades de invierno o de ciclo largo.

Las **variedades de otoño** o de **ciclo largo** necesitan un período de tiempo más o menos largo para poder emitir la espiga. Por esta razón se siembran en otoño o a principios de invierno. Dentro de este grupo pueden diferenciarse varios niveles de precocidad, tanto por lo que se refiere al espigado como a la maduración del grano. Las variedades de ciclo largo son aptas en zonas de inviernos fríos en los que la siembra debe realizarse en octubre o noviembre; la plantación no debe demorarse más allá de la primera decena de diciembre puesto que, en caso contrario, podrían acaecer irregularidades en la maduración de las espigas. Se caracterizan por su gran poder de ahijamiento y por necesitar un período de reposo invernal. Por lo que se refiere a la resistencia a las enfermedades y a la productividad y adaptación al suelo, se dispone de multitud de variedades que satisfacen las condiciones más exigentes.

Las **variedades de primavera** o de **ciclo corto** no necesitan pasar por un período de reposo invernal en el suelo. Suelen plantarse a finales de invierno y son comúnmente sensibles a las bajas temperaturas. Su calidad harino panadera es muy alta, lo que compensa en parte su poca propensión al ahijamiento y, consecuentemente, su baja productividad. Son menos estimadas que las de ciclo largo por los graves riesgos que entrañan: debiendo sembrarse en diciembre o enero en zonas templadas, pueden sufrir las consecuencias de las heladas tardías de primavera.

Las **variedades alternativas** poseen las características interesantes de las dos anteriores. Por un lado, pueden sembrarse tardíamente a finales de invierno, para madurar luego como las variedades de ciclo largo o de otoño. Entre las alternativas cabe diferenciar las **tardías** o de **ciclo medio**, y las **precoces**. Las variedades alternativas tardías deben sembrarse pronto (noviembre-diciembre) y las alternativas precoces pueden sembrarse en diciembre, enero e incluso en febrero en zonas frías.

La elección de la variedad más adecuada en cada caso es una decisión importante y compleja, pues intervienen en ella multitud de factores. El consejo de un técnico, la lectura de los boletines del Ministerio de Agricultura y las informaciones técnicas de las casas comerciales deben ser suficientes para correlacionar factores tan distintos como las condiciones climáticas (pluviometría total, distribución de las lluvias, temperaturas extremas, humedad, etc.), las características del suelo (profundidad, textura, contenido en materia orgánica, pH, pF, drenaje, contenido en nutrientes, etc.), el lugar que el cultivo debe ocupar en la rotación y los fines a que se destine la producción. En función de las características que se dispongan, puede exigírsele a una variedad la producción, su calidad, la precocidad, su resistencia genética a enfermedades y accidentes y su poder de ahijamiento.

El género *Triticum* comprende diversas especies, muchas de ellas cultivadas desde tiempos ancestrales. Los romanos, por ejemplo, ya cultivaban los trigos de grano duro (*Triticum durum*). Por las características de su grano, se clasifican las distintas variedades de trigo existentes. Así, disponemos de variedades de **trigo blando**, de **trigo duro**, y las variedades **híbridas** obtenidas mediante métodos de selección y mejora genética. Cada grupo anterior comprende un sinfín de variedades (algunas de ciclo corto y otras de ciclo largo), cada una de ellas con sus pertinentes características.

Aunque la descripción exhaustiva de todas las variedades de *Triticum* y sus características no son el objetivo de este tratado, ofrecemos al lector dos listas adjuntas al texto. La primera es una relación de las variedades más frecuentes de trigo duro; la segunda presenta las variedades más interesantes de trigo blando. Las casas comerciales y los laboratorios oficiales de selección y mejora deben inscribir las nuevas varieda-

Denominación varietal	Fecha de inscripción
Abadía	14-8-76
Alaga	2-12-74
Aldeano	12-12-84
Anento	3-03-88
Antón	25-04-84
Ardente	26-11-85
Beror	6-08-80
Bidi-17	2-12-74
Bonzo	25-04-84
Camacho	11-03-81
Castronuevo	12-12-84
Cibeles (T-343)	3-02-82
Cocorit	7-09-77
D-104	2-12-74
Esquilache (TD-253)	2-12-74
Ferox	26-11-85
Jabato	15-04-87
Jaguar	12-12-84
Jiloca	6-08-80
Kidur	6-08-80
Mexa	6-08-80
Mundial	12-11-83
Nita	1-07-81
Nuño, Yavaros C-79	12-12-84
Páramo (TD-330)	7-03-83
Peñafiel	12-12-84
Pinguino	7-09-77
Randur	6-08-80
Roqueño (TD-332)	3-02-82
Safari	6-08-80
Senatori Capelli	2-12-74
Tejón (TD-335)	15-09-82
Valgera	15-09-82
Valnova	3-02-82
Vitrón	12-11-83

Lista actualizada de variedades de trigo duro inscritas en el Registro de Variedades del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero

Denominación varietal	Fecha de inscripción
Abel	6-08-80
Ablaca (T-331)	3-02-82
Ahoukir	12-12-84
Adalid	12-12-87
Adonay	12-12-87
Albares	12-11-82
Alcalá	25-04-84
Alcazaba	15-04-87
Alcázar	30-10-78
Alcotán	15-09-82
Alfori	12-12-87
Alejo	1-08-86
Alto	1-07-81
Alud	1-08-86
Amiro	12-12-87
Amón	12-12-87
Anza	2-12-74
Apuesto	12-12-87
Aragón-03	2-12-74
Aranda	7-03-83
Arcole	3-02-82
Ardec	1-07-81
Arganda	12-11-83
Argelato	2-12-74
Ariana	2-12-74
Artal	15-04-87
Asteroide	12-11-83
Astral	2-12-74
AT-14	2-12-74
Autonomía	2-12-74
Azor	1-07-81
Azulón	26-11-85
Bastión	7-09-77
Bellido (T-323)	3-02-82
Betres	3-02-82
Beuno	16-11-82
Bolero	12-11-83
Boulmiche	2-12-74
Bracero (T-346)	2-05-83
Cabezorro	2-12-74
Cajeme-71, sin. Bluebird-4	2-12-74
Candeal Arévalo	2-12-74
Capitole	2-12-74
Caral	12-11-83
Cárdeno	25-04-84
Cargifaro	12-11-83
Carlaya	12-12-84
Cascón	2-12-74
Castán	7-09-77
Chamorro	26-11-85
Champlein	2-12-74
Cocagne	12-11-83
Compadre (T-85)	2-12-74
Corzo	2-11-81
Costal	17-09-83
Diego	26-11-85
Dollar	12-12-87
Don Antonio	7-09-77
Echo	12-12-84
Emilio Morandi	3-02-82
Escualo (GV-1)	1-07-81
Estrella	2-12-74
Festín	12-11-83
Fiel	15-09-82
Florence Aurora	2-12-74
Fondo	3-02-82
Forlon (T-326)	16-11-82
Frandoc	26-11-85
Garant	12-12-87
Gaucho	15-04-87
Glauco	12-12-84
Golo	15-09-82
Hardi	2-12-74
Hugo	12-12-87
Impeto	2-12-74
Inia-66	2-12-74
Itrio	16-11-82
Jupateco	4-11-76
Lachish	3-02-82
Lozano	7-09-77
Maestro	3-02-82
Manero	25-04-84
Mara	2-12-74
Marca	6-08-80
Marius	6-08-80
Montcada	2-12-74
Montserrat	1-12-74
Nacozari (M-76)	15-09-82
Navarro-105	2-12-74
Nivelo	15-04-87
Noroit	6-08-90
Novisad-7000	26-11-85
Oroel	11-03-81
Orso	2-12-74
Osona	15-04-87
Pané-247	2-12-74
Partizanka	30-10-78
Pavón (F-76)	15-09-82
Pesudo (T-336)	16-11-82
Pilos	1-07-81
Pirón	15-09-82
Pistou	15-09-87
Potam-70	15-09-82
Prinqual	3-02-82
Pursang	7-03-82
Recital	25-04-84
Rex	2-12-74
Rinconada	1-07-81
Sansa	6-08-80
Sevillano	12-12-84
Shasta	3-02-82
Siete Cerros	2-12-74
Silver	15-09-82
Sion	30-10-78
Splendeur	2-12-74
Super X	3-02-82
Sureño (T-338)	3-02-82
Taba	15-09-82
Talento	7-09-77
Tanori	14-08-76
Tarot	1-07-81
Tauro (King-33)	1-07-81
Tavares	2-12-74
Tilán	26-11-85
Top	12-12-84
Tornado	1-07-81
Tramontana	15-04-87
Triana	12-12-87
Vakon	15-09-82
Yaft	7-09-77
Yécora, sin. Bluebird-2	2-12-74
Yenca	15-09-82

Lista actualizada de variedades de trigo blando inscritas en el Registro de Variedades del Instituo Nacional de semillas y Plantas de Vivero

des seleccionadas en el **Registro oficial de Variedades** del Ministerio de Agricultura. Nólese que todas las variedades llevan relacionada la fecha en la que fueron inscritas. Mediante determinadas técnicas de fecundación artificial, se obtienen nuevas variedades que pretenden reunir ciertos caracteres interesantes de los progenitores. Estas nuevas variedades reciben el nombre de **variedades híbridas**. Su coste de obtención se sitúa en 2,5 a 3 puntos por encima del coste de las semillas tradicionales, pero su productividad suele verse incrementada en un 15% o más respecto a las variedades obtenidas por selección tradicional.

13.1.3. Lugar en las alternativas

Cuando una parcela no ha sido cultivada en el último año, recibe el nombre de **barbecho semillado** o **barbecho blanco**. Sobre el campo no cultivado se realizan las labores pertinentes para enterrar las malas hierbas que han ido germinando. Éstas sirven además de materia orgánica y de abono al ser incorporadas al suelo; el terreno está listo para albergar un nuevo cultivo si con la última labor se ha incorporado el abonado químico de fondo.

El trigo suele ser cabeza de alternativa en los barbechos y, por lo general, no se repite trigo sobre trigo, exceptuando aquellas ocasiones en que el agricultor decide rectificar las parcelas de su barbecho.

13.1.4. Exigencias del cultivo

Por lo que hace referencia al suelo, el trigo se desarrolla bien en terrenos francos y profundos. En estos terrenos, el sistema radicular alcanza un buen crecimiento. Los terrenos ligeramente ácidos (pH ~ 5,4 a 7) son los más convenientes, aunque las plantas de trigo toleran medios más alcalinos. En cuanto a la pluviometría, es deseable que ésta quede bien repartida, que sea más abundante en primavera y menos en invierno. Se ha comprobado que los trigos viven bien con sólo 300-400 mm al año, siempre que la textura del terreno sea buena (ni demasiado arcillosa, ni demasiado arenosa) y la lluvia esté bien repartida, aunque suelen ser preferibles lluvias de 500 a 600 mm. La textura del terreno es un factor muy importante al evaluar las necesidades hídricas: un terreno muy arcilloso puede ser perjudicial en invierno puesto que retendrá demasiada humedad; los

terrenos demasiado arenosos pueden provocar una acusada escasez hídrica en primavera.

13.1.5. Abonado

Por lo que se refiere a las necesidades de abonado del trigo, recomendamos recurrir al primer tema de esta obra para recordar los principios de un buen abonado, cuestión sobre la que no insistiremos aquí. Bastará con recordar que el fósforo y el potasio pueden y deben aplicarse como abonado de fondo enterrados con las labores previas a la siembra. Lo más frecuente es aplicarlos como abonos compuestos ternarios, que llevan también nitrógeno. Durante el cultivo deberán hacerse aportaciones periódicas de nitrógeno, en especial durante las fases críticas como el ahijamiento, el encañado y la maduración del grano. Esto nos lleva a considerar tres aportaciones de abono a lo largo del ciclo vegetativo: la primera como abonado de fondo con todas las unidades fertilizantes de fósforo, potasio y una tercera parte de las unidades de nitrógeno. Las unidades nitrogenadas que faltan se repartirán en dos veces a lo largo del cultivo, preferentemente en el ahijado y en el encañado, aplicándose en cobertura.

Tabla de las unidades fertilizantes medias necesarias, en función de las producciones de trigo esperadas

Producción de trigo esperada (TM)	Ud de N	Ud de P_2O_5	Ud de K_2O
1	35	25	25
2	70	50	50
3	105	75	75
4	140	100	100
5	175	125	125
6	210	150	150

Las unidades de fertilizantes aportadas son directamente proporcionales a la producción de trigo esperada. Ofrecemos al lector una tabla de las unidades fertilizantes medias necesarias para conseguir las producciones (en Tm) de trigo. No obstante, para el cálculo de las necesidades de nitrógeno totales, deben tenerse en cuenta la cantidad de materia orgánica existente en el suelo (sobre aportación de nitrógeno) y el precedente cultural, puesto que si éste fue una leguminosa, presumiblemente se habrán fijado al suelo entre 60 y 150 Kg de nitrógeno por Tm de suelo. Es importante considerar también que las aportaciones de estiércol suministran al suelo cantidades no despreciables de nitrógeno. Finalmente, insistiremos en la importancia de proporcionar a las plantas un abonado equilibrado en sus elementos nitrógeno, fósforo y potasio, puesto que los desequilibrios nutricionales pueden provocar graves consecuencias en las plantas, afectando en especial a la productividad del trigo.

13.1.6. Siembra

Antes de la siembra, se procederá a la **preparación del terreno**. Para ello, se utilizarán las gradas de disco pesadas para enterrar primero los restos del barbecho anterior, y en una segunda pasada se aprovechará para incorporar el abonado de fondo. Antes de la siembra, es recomendable la desinfección de las semillas con algún fungicida apropiado (**benomil**, **metiltiofanato**, **oxicloruros de cobre**, etc.). La dosis de semilla oscila entre los 60 Kg por hectárea para terrenos poco fértiles y de secano, y los 250 Kg por hectárea para terrenos muy fértiles y de regadío. Pero en cualquier caso, las dosis de siembra dependerán de la pluviometría anual, de la variedad empleada, del método y de la época de siembra, y de la preparación del terreno.
La siembra puede realizarse a mano (a voleo) o mediante sembradora especializada. Si se utiliza maquinaria, la distribución de la semilla es más regular y pueden minimizarse las dosis de siembra. Son corrientes las sembradoras fijas que guardan una distancia entre líneas de 17 a 18 cm.

13.1.7. Riego

En los lugares donde es posible el riego (superficies de regadío), es conveniente, en otoños secos, un riego adecuado antes o después de la nacencia. El encañado es un período de intensa asimilación de agua, por lo que es una época en la que debe regarse. Durante el espigado, es conveniente regar, aunque puede ser peligroso en las zonas donde las temperaturas elevadas favorecen las enfermedades criptogámicas, en especial la roya. En climas templados, cuando las primaveras son excesivamente calurosas y secas, deben efectuarse dos riegos en marzo, el primero durante los primeros días y el segundo justo antes del espigado.
En detrimento del riego clásico, cobra cada día mayor importancia el riego por aspersión, gracias al cual se evita en gran parte el daño físico del cultivo.

13.1.8. Herbicidas

Por lo que se refiere al desherbaje, el lector debe remitirse al tema tercero de esta obra, donde se relacionan los herbicidas más usuales y sus formas de actuación. Bastará con recordar que la aplicación de herbicidas en cereales puede realizarse en pre-



Basagran ® es un herbicida selectivo de postemergencia para el control de las malas hierbas dicotiledóneas en el cultivo de los cereales y en particular del arroz. Fabricado por BASF, S.A.



Plantas miescícolas: bledo (Amaranthus retroflexus) (Gentileza de Shering)



Malas hierbas: acederilla (Rumex acetosella) (Gentileza de Shering)

plantación, preemergencia del trigo o cuando el cultivo está en crecimiento. Existen en el mercado productos de reciente factura que eliminan malas hierbas de hoja estrecha como la avena loca (*Avena fatua*), pero que respetan otras gramíneas como el trigo. Tal es el caso de un herbicida del grupo de los carbamatos, el **trialato**. Éste debe ser aplicado inmediatamente después de la siembra del trigo (en preemergencia) y nunca a los tres o cuatro días de haber sembrado.

Otros herbicidas, como los hormonales selectivos contra las malas hierbas de hoja ancha, pueden aplicarse en pleno ciclo vegetativo del trigo, pero presentan el inconveniente de ser muy volátiles, y su uso en días de viento debe ser restringido, puesto que a menudo afectan a cultivos colindantes. Los herbicidas hormonales como el **MCPA**, **MCPB** y el **2,4-D** son muy utilizados, aunque ciertas dicotiledóneas escapan a su acción. Tal es el caso de la *Matricaria chamomilla*, el *Gallium aparine*, la amapola (*Papaver rhoeas*), etc.

13.1.9. Accidentes, enfermedades y plagas

Son múltiples los **accidentes** no parasitarios que pueden causar alteraciones fisiológicas en el trigo (ver capítulo 12). Las **temperaturas** por debajo de los 0°C pueden provocar heladas y afectar a las plantas. La resistencia a las bajas temperaturas es una característica varietal aunque, por regla general, las plántulas de trigo son especialmente resistentes al frío cuando poseen sólo tres o cuatro hojas, disminuyendo esta facultad a partir de la quinta hoja. Durante la floración, las temperaturas por debajo de los 16°C impiden la fecundación (**corrimiento de la flor**). Un exceso de **humedad**, principalmente en los terrenos arcillosos, puede provocar **asfixia radicular**. Un exceso de **calor** puede provocar el fenómeno del **asurado**, o como lo llaman en otras regiones, del **escaldado**.

El trigo puede sufrir también el **encamado**. Ocurre entonces que la floración se desarrolla de forma defectuosa y los granos de trigo quedan pequeños y malformados. Además, la siega o recolección resultan dificultosas. El encamado no parasitario, descrito como accidente, puede ocurrir en terrenos fértiles debido a un desequilibrio nutricional. El encamado puede ser también debido a una siembra excesivamente densa, a lluvias demasiado fuertes y persistentes, e incluso a fuertes vientos. La resistencia al encamado de las variedades de trigo es una característica varietal. Ocurre también en el trigo el llamado **corrimiento de la flor** cuando no hay fecundación. Puede ser debido a un desequilibrio en el abonado entre los macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio.

El capítulo de las **enfermedades criptogámicas** cobra especial relevancia en los cultivos cerealistas y en especial en el trigo. Los ciclos de las royas de los cereales (*Puccinia sp.*) se describieron ampliamente en el tema tercero de esta obra y no vamos a insistir sobre ello. Bastará con recordar que las royas ocasionan unas pústulas en las hojas y en las espigas de los cereales. En las hojas perjudican la asimilación de los nutrientes y perturban el metabolismo, con lo que el rendimiento disminuye. En el tallo afectan a los vasos conductores, disminuyendo el transporte de savia. Las pústulas son el origen de un gran número de esporas que son transportadas por el viento y que originan la propagación de la enfermedad a las parcelas colindantes. Deben utilizarse medidas preventivas para su control, como por ejemplo el empleo de variedades resistentes, aunque es también adecuado el uso de fungicidas químicos aplicados de forma preventiva, como el **triadimefón** y el **butrizol**.

Otros géneros de hongos perniciosos como los *Helminthosporium sp.*, *Septoria sp.*, el **oídio** (*Erysiphe graminis*), el **fizón** o la **caries** del trigo (*Tilletia sp.*), el **carbón desnudo** del trigo (*Ustilago tritici*), el **mal del pie** (*Ophiobolus graminis*), los *Fusarium* y el **encamado parasitario** (*Cercosporella herpotrichoides*), son frecuentes en los trigales. Sus síntomas, aunque sensiblemente distintos, provocan en el cereal parecidas consecuencias que se resumen en una disminución generalizada de la productividad y en una reducción de la calidad de la harina resultante cuando están muy extendidos. Además de las medidas de lucha de tipo preventivo ya comentadas, co-

mo el empleo de variedades resistentes y los tratamientos con fungicidas químicos, cabe citar las desinfecciones de semillas antes de la plantación con productos como el **benomil**, el **metiltiofanato** y la asociación de benomil con **oxiquinoleato de cobre**. Además, se recomiendan encarecidamente la limpieza de rastrojos (puesto que muchos hongos los utilizan como segundos huéspedes) y la práctica sistemática del barbecho (dado que ciertos hongos son específicos de algunas especies y no de otras).

Dentro de los **nematodos**, encontramos también parásitos del trigo. Los animales del género *Heterodera sp.* son comunes en los trigales, observándose sus efectos en forma de rodales en las parcelas cultivadas; las plantas de *Triticum* afectadas se oscurecen y pierden su verdor característico. El control y medios de lucha contra los nematodos vienen extensamente explicados en el tema tercero de esta obra, que trata de la patología vegetal y sus posibles correcciones.

Por lo que se refiere a las **plagas** del trigo, cabe citar los insectos comprendidos en los géneros *Aelia* y *Eurygaster*. Son los llamados chinches del trigo, que causan verdaderos quebraderos de cabeza en algunas zonas donde son muy propensos. Estos chinches atacan las espigas clavando su pico en el grano, que se arruga y deforma. Su efecto pernicioso es mayor en relación a la calidad de las harinas finales que en la disminución propia de la cosecha. En efecto, estos insectos emiten unos enzimas que destruyen el gluten, con lo cual las harinas son de menor calidad. La inspección visual periódica es la mejor manera de determinar su presencia en los campos de trigo. Los chinches se pueden observar a la salida del sol sobre las espigas, en su parte orientada hacia la salida del sol. Los productos químicos pertinentes para su lucha son, entre otros, el **dimetoato**, el **malathión**, el **triclorfón**, etc. Los tratamientos deben realizarse a la salida del sol y no durante las avanzadas horas del día, ya que el insecto se refugia del calor bajando al suelo y resulta entonces difícil de alcanzar.

Los **pulgones** o áfidos, pertenecientes a la familia de los *Aphidae*, son también insectos chupadores perniciosos para el trigo. Como atacan preferentemente las hojas y las espigas, cuando son numerosos, los daños en la producción del grano son considerables. Para su lucha biológica, se dispone de otros insectos entomófagos que ayudan sensiblemente a controlar las poblaciones de áfidos. La mariquita (*Coccinella septempunctata*), y la *Chrysopa vulgaris* son ejemplos de estos insectos. Asimismo, pueden aprovecharse las condiciones climatológicas desfavorables para los pulgones, como por ejemplo una pluviometría considerable a finales de invierno-primavera. Cuando las lluvias son intensas, las formas aladas de los pulgones son destruidas en un 90%, lo que impide su dispersión hacia otras parcelas. Los productos químicos anteriormente citados, como el **dimetoato** contra los chinches, son también muy aptos para el control de los pulgones. Otros géneros de insectos causan de igual forma daños en las producciones de trigo. Citaremos como ejemplo los insectos comprendidos en los órdenes de los **himenópteros**, **dípteros**, **coleópteros**, **tisanópteros**, etc.

Otros insectos muy perniciosos son los gorgojos del trigo. Estos animales, pertenecientes a la especie *Sitophilus granarius*, se instalan en los graneros y causan graves destrozos en el trigo almacenado. Se trata de un pequeño insecto casi negro, de unos 4 o 5 mm de longitud, cuya hembra realiza la puesta dentro del grano. A los pocos días, el huevo eclosiona y la pequeña larva vive, hasta su total desarrollo que ocurre por espacio de un mes, a expensas del grano, al que destruye por completo. Como medida preventiva, debe almacenarse el grano con poca humedad (menor al 11%), puesto que los gorgojos se desarrollan mucho mejor con una cierta humedad. También es común la desinfección del grano y graneros con **fosfuro de aluminio**, producto muy tóxico por inhalación, pero que da muy buenos resultados contra huevos, larvas y adultos si la aplicación se efectúa correctamente. Otros insectos que afectan a los granos almacenados están comprendidos dentro del orden de los **lepidópteros** (*Citrotoga cerealella, Tinea granella, etc.*) y de los **coleópteros** (*Tribolium sp.* y *Tenebroides sp.*). Puede emplearse también el fosfuro de aluminio como insecticida para combatirlos.

13.1.10. Recolección

Actualmente, todo el trigo se recoge con cosechadora autopropulsada. Es práctica habitual dejar el trigo recolectado amontonado en la era con la finalidad de secarlo, en especial si debe ser almacenado y no se entrega inmediatamente. Aunque el trigo, en el momento de su recolección, tenga menos del 11% de humedad, es conveniente dejarlo secar todavía más, puesto que si se almacena húmedo, las posibilidades de ataques de gorgojos son muy altas. Por lo general, el trigo recolectado con las cosechadoras suele presentar poca presencia debido a las glumillas adheridas al grano (**grano vestido**), y también a la presencia de granos partidos y otras impurezas. Es conveniente entonces pasarlo por las llamadas limpiadoras de grano. Por lo que hace referencia a su almacenamiento, debe procurarse que los almacenes sean secos y ventilados, impidiendo la entrada de pequeños roedores y lluvia por las ventanas.

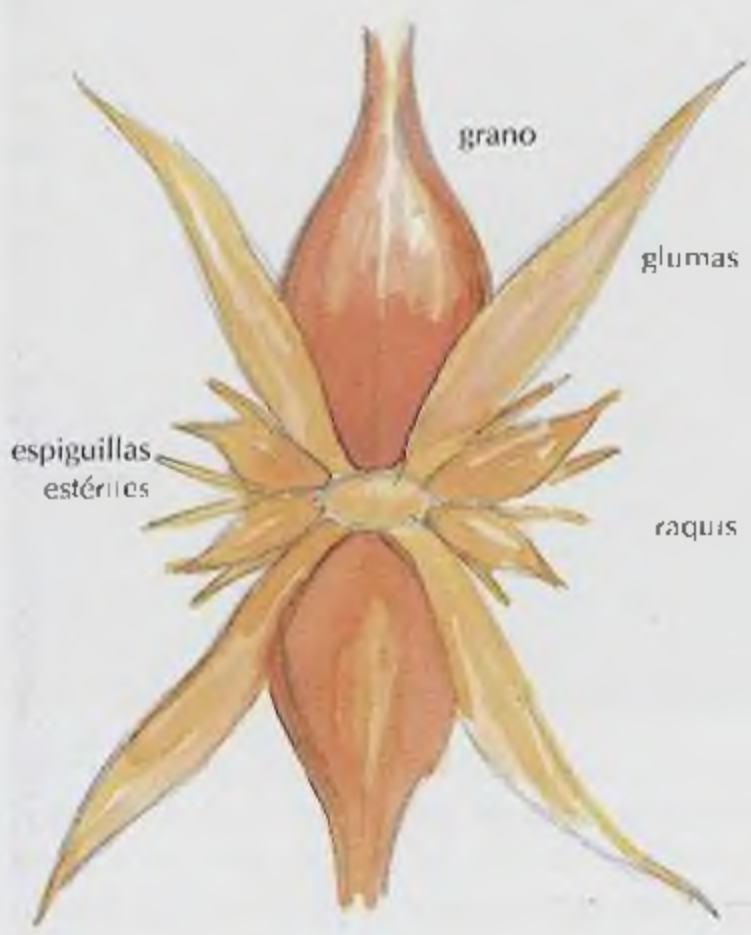


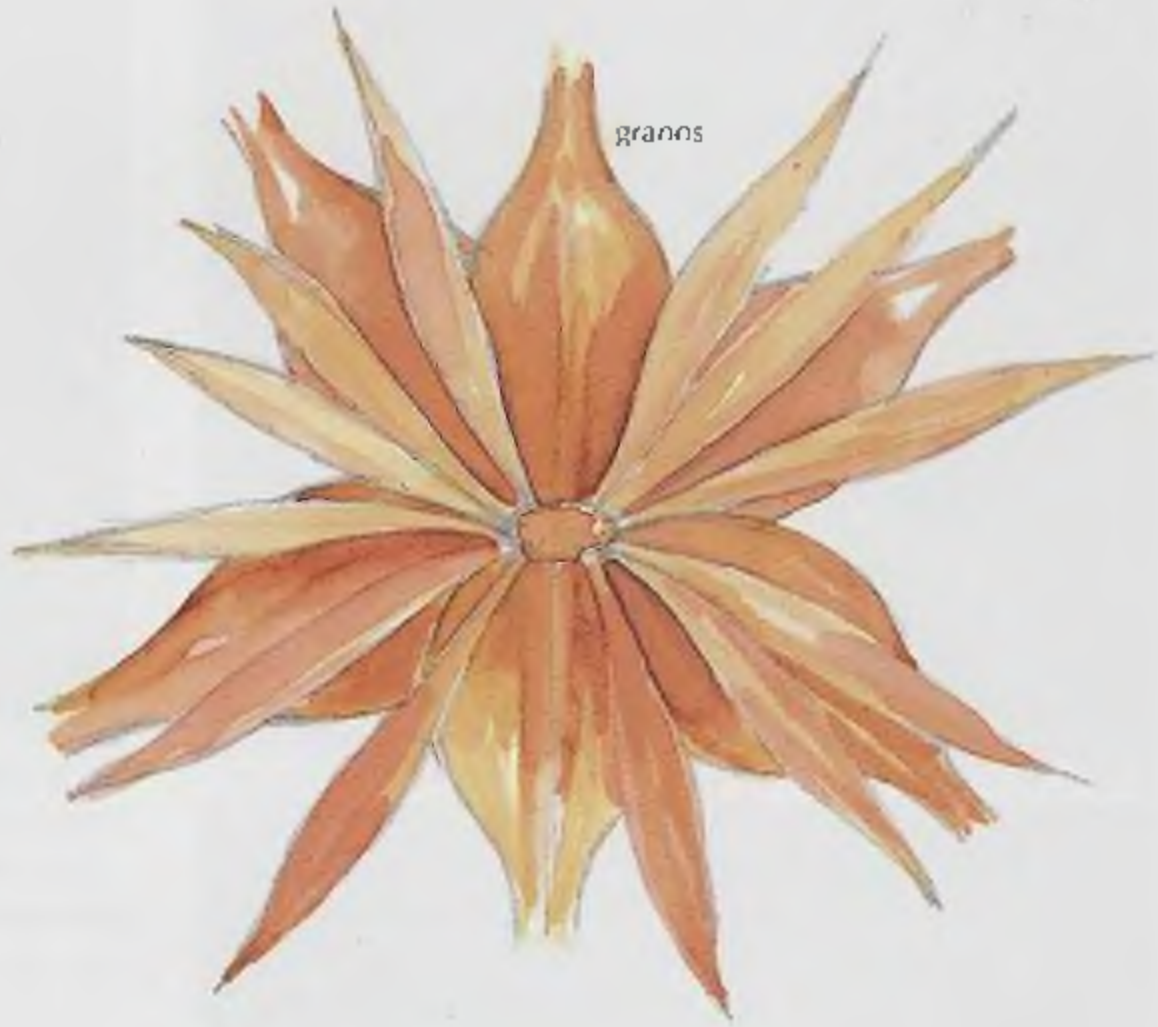
Espigas maduras y secas de cebada: es el momento de la recolección. (Gentileza de Agro Lorin)

13.1.11. Aprovechamiento

El grano de trigo suele medirse en **hectolitros** y su peso oscila entre los 76 y 80 Kg/Hl. En casos muy excepcionales, con variedades muy productivas cultivadas en condiciones óptimas, se alcanzan los 80 Kg/Hl. Por lo general, un trigo será de mayor calidad si su peso hectolitro o peso específico es mayor. Usualmente, el grano de trigo se destina a las panificadoras; se utiliza entonces el **grado de extracción** o **rendimiento por molienda**. Esta medida constituye el porcentaje de harina panificable que se puede obtener de la molienda del trigo. Este rendimiento oscila entre el 70 y el 75% (el resto son harinillas, salvados, etc., que no son panificables). Existen diversas fórmulas para el cálculo de este porcentaje. Citaremos, por ejemplo, el *Indice Chopin*, el de *Zeleny* y el de *Hagberg*.

Planta de porte bajo debido a su corto tallo, su sistema radicular se desarrolla de forma más superficial que la del trigo. En los primeros estadios de su crecimiento, la planta de trigo suele estar más erguida que la de la cebada, presentando ésta última unas hojas más estrechas y de un color verde pálido más acusado que las del trigo. En el punto en que el limbo se separa del tallo, al terminar la zona envainadora de la hoja, se desarrollan dos estípulas que se entrecruzan por delante del tallo y una corta lígula dentada aplicada contra éste. Como en el caso del trigo, se trata de una planta autógama, dado que las flores se abren después de haberse realizado la fecundación. Las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas. Las variedades, pues, conservan sus características a través de generaciones. A excepción de las variedades "desnudas", el fruto de la cebada es en cariópside y presenta las glumillas adheridas.





Una sección transversal de la espiga de la cebada de cuatro carreras presenta una forma cuadrada; si el corte se efectúa con la espiga de la cebada de seis carreras, su sección resulta hexagonal.

13.2. CEBADA

Se trata de una planta de la familia de las gramíneas, cuyo género *Hordeum sp.* comprende distintas especies y sus variedades. Las espiguillas se encuentran unidas directamente al raquis y están dispuestas de forma que se recubren unas a otras. Las glumas son alargadas y agudas en su vértice, y las glumillas están adheridas al grano, salvo en la cebada conocida como "desnuda". Las glumillas se prolongan por medio de una arista. De forma general, las cebadas se clasifican en función de las espiguillas que quedan en cada diente del raquis. Si en la maduración permanecen las tres, nos encontramos frente a la cebada de seis carreras o cebada caballar (*Hordeum hexastichum*). Si sólo maduran las laterales, abortando la central, la cebada es de cuatro carreras (*Hordeum tetrastichum*). Si la espiguilla intermedia madura mientras las dos laterales abortan, la planta recibe el nombre de cebada de dos carreras o cebada cervecera (*Hordeum distichum*).

Una sección transversal de la espiga de la cebada de cuatro carreras presenta una forma cuadrada; si el corte se efectúa con la espiga de la cebada de seis carreras, su sección resulta hexagonal. En cuanto a la espiga de la cebada de dos carreras, presenta una forma aplastada y sus espiguillas van insertas, oponiéndose alternativamente unas a otras en sentido perpendicular al del aplastamiento.

13.2.1. Variedades

Para la elección de la variedad más adecuada a nuestras condiciones de cultivo, debe atenderse a tres características varietales: la **productividad**, los **factores de regularidad de los rendimientos** y la **calidad** del grano.

La productividad se calibra como la capacidad de produción de una variedad determinada de cebada en condiciones de secano y de cultivo mediocre (poco abono, terreno poco apto, etc.). Evidentemente, cuando el cultivo pueda llevarse a cabo con re-

Lista actualizada de variedades de cebada de seis carreras (hexásticas), inscritas en el Registro de Variedades del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero

Denominación varietal	Fecha de inscripción
Aver	15-05-74
Albarete	15-05-74
Alicia 2	27-10-80
Almunia	15-05-74
Alsekal	7-09-77
Ao 1	15-05-74
Astrix	15-05-74
Barbarrosa	27-10-80
Begoña	25-04-84
Beria	15-05-74
Bosquet	3-02-82
Carla	1-08-86
Cerro	15-05-74
Criter	16-11-82
Dacil	16-11-82
Dobla	6-08-80
Dvo	6-08-80
Gerbel	27-06-81
Hauf de Grignon	15-05-74
Hesa	27-06-81
Hop	14-08-76
Mikado	27-06-81
Monlon	15-05-74
Motan	16-11-82
Nimphe	15-05-74
Nuévede	3-02-82
Plaisant	16-11-82
Presa Tepempe	15-05-74
Rebeca	6-08-80
Rebur	6-08-80
Saphir	14-08-76
Steplic	27-06-81
Suher	27-06-81
Tabarca	12-04-84
Tatiana	16-11-82
Tecla	25-04-84
Tina	30-10-78
Vegal	27-10-80

Denominación varietal	Fecha de inscripción
Abacus	15-05-74
Abundancia	26-11-85
Adora	27-06-81
Almudena	26-11-85
Alpha	4-11-76
Alva	6-08-80
Ajenjera	12-12-84
Amaltea	1-08-86
Apex	5-01-88
Arabella	15-04-87
Aramir	27-06-81
Araya	17-09-83
Anemis	15-09-82
Aiem	3-02-82
Albos	7-09-77
Aurea	12-11-83
Aurore	15-05-74
Avatar	3-02-82
Averz	3-03-88
Bacchus	12-11-81
Beka	15-05-74
Beriac	16-10-78
Brava	2-11-81
Camélot	5-04-87
Cameo	15-04-87
Carina	15-05-74
Cebilo	15-09-82
Claret	6-08-80
Cleo	5-01-88
Cobra	15-04-87
Copelia	6-08-80
Cresta	15-04-87
Cusia	27-06-81
Elixir	26-11-85
Evasem	27-06-81
Escarpa	15-09-82
Elika	26-11-85
Gabriela	12-11-83
Georgie	15-05-74
Goldmarker	3-03-82
Hassan	15-05-74
Helena	26-11-85
Helias	15-05-74
Icare	5-01-88
Iyri	3-02-82
Ingrid	15-05-74
Iranis	7-03-83
Irene	26-11-85
Janes	27-06-81
Júpiter	6-08-80
Keiru	6-08-80
Klaxon	12-12-84
Krisina	15-05-74
Kym	6-08-80
Logra	15-05-74
Lud	15-05-74
Maika	27-06-81
Maria	26-11-85
Melusine	1-08-86
Menuet	2-11-81
Miranda	7-09-77
Mocador	16-11-82
Mentu	6-08-80
Murieta	1-02-82
Nepri	27-06-81
Neu	3-02-82
Orella	12-11-81
Olivia	12-11-83
Osa	12-11-81
Osiris	12-12-84
Pamela	12-12-84
Pallas	15-05-74
Pastel	15-04-87
Pony	26-11-85
Patrik	6-08-80
Paula	17-09-83
Pen	27-06-81
Pirouette	27-06-81
Polka	6-06-80
Ponhos	7-09-77
Prover	12-11-83
Proxer	15-05-74
Pronta	14-08-76
Regatta	5-01-88
Reinette	12-11-83
Sandra	6-08-80
Senja	15-09-82
Tipper	26-11-85
Trail D'Union	15-05-74
Troubadour	7-03-83
Unión	15-05-74
Varsa	27-06-81
Vass	27-06-81
Viva	15-12-84
Volare	7-09-77
Welam	3-02-82
Wisa	15-05-74
Zaida	26-11-85
Zephir	7-09-77

Lista actualizada de cebada de dos carreras (dísticas), inscritas en el Registro de Variedades del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero

gadío, se le exigirá a la variedad su máxima productividad.

Los factores más importantes de regularidad de los rendimientos son la **precocidad**, el **encamado**, la **resistencia al frío**, la **resistencia a plagas y enfermedades** y finalmente a los **factores de calidad**. La precocidad es determinante en aquellas zonas donde sean frecuentes las heladas tardías de primavera. En estos casos, deben escogerse las variedades más precoces existentes. Además, una mayor precocidad permitirá una mayor resistencia a la sequía. Por lo general, la cebada es más sensible que el trigo al encamado. En tierras fértiles y años lluviosos, conviene escoger variedades resistentes a este accidente, puesto que su incidencia en la producción de la cebada puede no ser despreciable. Otra característica varietal es la resistencia al frío. Las cebadas de ciclo corto suelen ser más sensibles al frío. Existen variedades de cebada resistentes a distintas enfermedades criptogámicas, enfermedades que suelen ser las mismas que las descritas para el trigo.

La calidad es otro factor importante en la elección de variedades: las de ciclo largo, con mayor contenido en proteínas, suelen destinarse a la alimentación animal, y las de menor cantidad proteica (las de ciclo corto), se destinan a maltería y producción de cervezas.

Como en el caso del trigo, las variedades de cebada existentes en el mercado son múltiples, y no es el objetivo de esta obra la exposición de sus distintas características. No obstante, ofrecemos al lector dos listas de variedades comerciales, las de dos carreras y las de seis, omitiendo las de cuatro, por ser menos utilizadas y, consecuentemente, menos interesantes.

13.2.2. Exigencias del cultivo

Los agricultores suelen considerar que la cebada es menos exigente en sus necesidades hídricas que el trigo, pero esta aseveración no es del todo cierta. Su coeficiente de transpiración es superior al del trigo pero, puesto que la cebada tiene un ciclo vegetativo más corto, la cantidad total de agua absorbida durante su ciclo vegetativo es algo inferior. Además, sus necesidades hídricas se concentran en el inicio de su crecimiento, lo que representa una ventaja con respecto al trigo, puesto que se reducen las posibilidades de asurado antes de su recolección.

Por lo que se refiere a sus necesidades edáficas, la cebada prefiere terrenos fértiles, aunque se obtienen cosechas más que aceptables en aquéllos poco profundos y pedregosos siempre que sus necesidades hídricas en los primeros estadios queden satisfechas. Vive mal en terrenos demasiado arcillosos, seguramente porque éstos drenan mal en invierno y se encharcan con facilidad, siendo recomendable en estos suelos, la siembra de trigo como alternativa. Esta planta acepta un gran abanico por lo que se refiere al pH del suelo, pero vive mejor en los alcalinos, soportando terrenos con gran contenido en calcio.

13.2.3. Abonado

Es la cebada una planta muy exigente en elementos nutritivos durante la primera fase de su ciclo vegetativo, disminuyendo después sus necesidades hasta llegar a anularse. Siendo la cebada una planta con una gran tendencia natural al encamado, las aportaciones de nitrógeno deben ser cuidadosamente calculadas. Las dosis de nitrógeno deben cuidarse todavía más cuando se trata de variedades de dos carreras o cerveceras, puesto que un exceso de nitrógeno favorece la síntesis de proteínas y disminuye el valor del grano destinado a tales industrias. La extracción media de las plantas de cebada por hectárea y por tonelada métrica producida, ronda las siguientes cantidades:

26 Kg de N
20,5 Kg de P_2O_5
25 Kg de K_2O

Con las extracciones pueden calcularse las necesidades para un cultivo de cebada del que se espera una producción, por ejemplo, de 3.000 Kg/Ha. Así, será necesario aportar al suelo aproximadamente 80, 80 y 80 Kg de unidades fertilizantes de N, P_2O_5 y K_2O, respectivamente. Estas cantidades han sido calculadas teniendo en cuenta el posible lavado de nitrógeno y una cierta retrogradación del fósforo. Parte del nitrógeno puede, y debe, aplicarse en cobertera, pero esta operación hay que realizarla pronto, puesto que las plantas de cebada son más ávidas al principio de su desarrollo y porque el N tardío favorece el encamado. Además, deben recalcularse estas cantidades en función del cultivo anterior, del estiércol incorporado, de los resultados de los análisis de suelo, etc.

13.2.4. Siembra

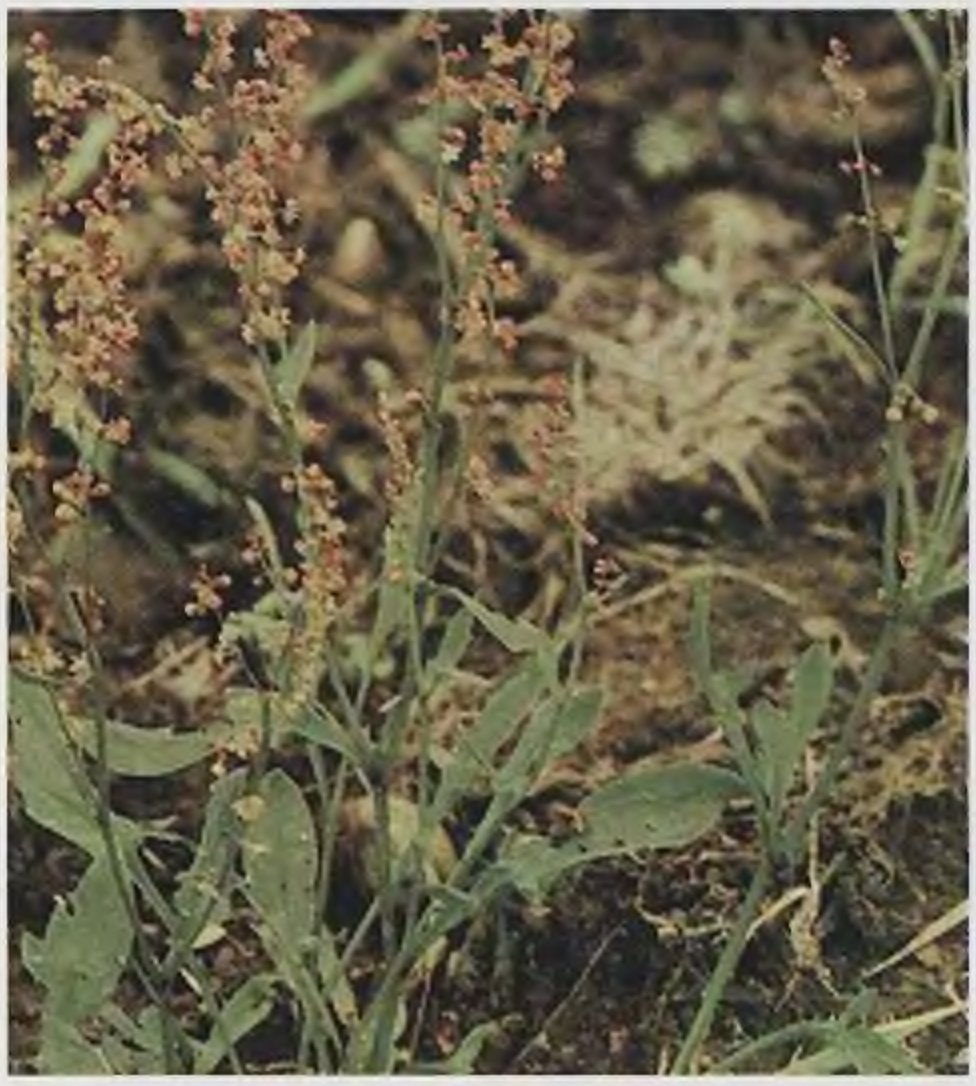
Como ocurría con el trigo y, por regla general, para todos los cultivos cerealistas, en la **preparación del terreno** es importante que el suelo no quede demasiado mullido antes de la siembra, lo que se consigue con pases de gradas de discos, pases de rulos o ambos a la vez. Diversos autores recomiendan una cantidad de semilla próxima a los 120-160 Kg/Ha. El momento de la siembra más adecuado es aquél que impide a la planta pasar los fríos invernales demasiado desarrollada. Para las zonas templadas, el mejor momento es el otoño, cuando todavía no han empezado las lluvias estacionales. De igual manera que para el trigo, la siembra puede realizarse a mano o a máquina, siendo este último método el que permite mayor previsión y cierto ahorro de semilla.

13.2.5. Riego

Los riegos de la cebada deben limitarse al período del encañado, puesto que si se realizan en el espigado, se corre el riesgo de favorecer el encamado y la roya.

13.2.6. Herbicidas

En aquellas cebadas destinadas al forraje animal, no suelen emplearse herbicidas, puesto que el agricultor prefiere no perder, para los años venideros, la riqueza botánica de sus parcelas, con la finalidad de que sean un complemento para la alimentación del ganado. En aquellas cebadas cultivadas con fines industriales (industrias cerveceras), sí deben utilizarse herbicidas, puesto que se persigue, entonces, la máxima productividad. En aquellos casos en que se utilicen herbicidas, puede y debe recurrirse a las mismas materias activas que se citaron para el trigo. Estos productos químicos desherbantes pueden, según su naturaleza química, aplicarse en presiembra, en preemergencia del cultivo y en pleno cultivo.



Malas hierbas: acederilla (Rumex acetosella) (Gentileza de Shering)



Plantas adventicias: vinagreta (Rumex acetosa) (Gentileza de Shering)

13.2.7. Accidentes, enfermedades y plagas

Con mucho, el **accidente** más importante de la cebada es el encamado ya descrito. Por lo que respecta a las **enfermedades criptogámicas** que afectan a este cultivo, cabe citar los mismos hongos mencionados para el trigo y comprendidos en los géneros *Puccinia sp., Ustilago* y *Septoria*. Otros hongos pueden considerarse específicos de la cebada. Tal es el caso del *Helminthosporius gramineus*, el cual ocasiona, a finales de primavera, unas manchas alargadas y longitudinales de un color pardo violáceo. Si el ataque es fuerte, puede detener el crecimiento de la planta e impedir que los granos de las espigas maduren de forma normal. Es conveniente la desinfección de los granos de cebada destinados a la siembra, puesto que de esta manera se evitan posteriores problemas de tipo criptogámico. Los productos fungicidas a utilizar son los mismos que los citados en el caso del trigo.



A la derecha: Detalle ampliado de la inflorescencia de la avena (Foto cedida por BASF, S.A.)

A la izquierda: El Funbas ® es un producto fungicida sistémico comercializado por BASF, S.A. para combatir oídio, royas y rincosporiosis en los cultivos de trigo y cebada.

En cuanto a **las plagas** que afectan a la cebada, cabría citar los mismos géneros de insectos del orden de los hemípteros que afectan al trigo (*Aelia* y *Eurygaster*), pero sus daños son, en este cultivo, menores o de menor importancia económica que en el caso del cultivo precedente. En primer lugar, porque estos insectos causan una disminución de la calidad de la harina panificable en el caso del trigo, lo que no reviste tanta importancia en el caso de la cebada, y en segundo lugar, porque la cebada espiga y madura antes que el trigo, lo que no la hace tan susceptible al ataque de estos insectos. Otros insectos fitófagos del cultivo, los **gorgojos** de los graneros, atacan también la cebada, y para su lucha debe recurrirse a los mismos métodos y productos que para el trigo.

13.2.8. Recolección

La recolección se realiza con la misma maquinaria citada para el trigo. Se trata de cosechadoras autopropulsadas que son polivalentes para la recolección de todos los cultivos cerealistas.

13.2.9. Aprovechamiento

La cebada puede destinarse a planta forrajera para que el ganado la consuma directamente del campo. A menudo se siembra mezclada con otras plantas de la familia de las leguminosas, como la veza o la arveja. Se emplean también tanto el grano como la paja como forraje ensilado para la alimentación del ganado estabulado.

Para consumo humano, su importancia en la fabricación de la cerveza es capital. Las cebadas de dos carreras, también llamadas cerveceras, son las adecuadas para la fabricación de esta bebida. Estas cebadas no son demasiado ricas en proteínas, lo que favorece la fabricación de cervezas de alta calidad. Además, durante su cultivo, no deben ser excesivamente abonadas con nitrógeno, puesto que este macroelemento favorece el incremento de proteínas en la planta. Las cebadas cerveceras deben poseer una capacidad germinativa no inferior al 95% y el grano debe recolectarse y conservarse bien maduro y seco.



13.3. AVENA

El nombre botánico de la avena es *Avena sativa*. Se trata de una gramínea de sistema radicular pseudofasciculado más desarrollado que el del trigo y que el de la cebada. Las hojas son alargadas y planas, y en su unión con el tallo tienen una lígula, aunque carecen de estípulas. Puede distinguirse el cultivo de la cebada del de la avena puesto que este último presenta un color más azulado, a diferencia del follaje de la cebada que tiene un color verde más claro. La fructificación de la avena presenta un racimo de espiguillas con dos o tres flores situadas sobre largos pedúnculos. Esta inflorescencia recibe el nombre de **panícula**. El fruto es un **cariópside**, con las glumillas adheridas. Al igual que en el caso del trigo, se trata de una planta herbácea autógama, aunque existe un cierto número de flores que abren sus glumas y glumillas antes de la maduración de estambres y pistilos, lo que favorece, en parte, la interpolinización de las plantas y las consecuentes degeneraciones de las variedades seleccionadas.

13.3.1. Variedades

Como en los cultivos mencionados anteriormente, la descripción de las variedades de avena seleccionadas sobrepasa la extensión y pretensiones de esta obra. El lector encontrará las características de cada variedad en los trípticos publicados por las casas comerciales propietarias de cada una de ellas y en los boletines del Ministerio de Agricultura. Bastará con citar aquí algunas de las variedades más comunes, como la **Previsión**, **Coker 227**, **Sol II**, **Blancanieves**, **Cóndor**, **Moyencourt** y **Blenda**.

13.3.2. Lugar en las alternativas

Para la mayoría de autores, la avena debe ocupar un segundo o tercer lugar en los ciclos rotativos de un barbecho; se recomienda pues, debido a su rusticidad, el cultivo después del trigo o de la cebada en segundas o terceras pajas. En terrenos pobres, donde no es corriente sembrar ni trigo ni cebada, la avena ocupará el primer lugar en las alternativas, sembrándose directamente sobre barbecho blanco o semillado.

13.3.3. Exigencias del cultivo

Uno de los factores de producción limitantes en el cultivo de la avena es el agua. Así, cuando se dan primaveras considerablemente lluviosas, se obtienen unas producciones óptimas, puesto que esta planta posee un elevado coeficiente de transpiración y sus necesidades hídricas son altas. No obstante, un exceso de agua en terrenos demasiado arcillosos puede perjudicarlo. Se obtiene un buen desarrollo en terrenos ligeramente ácidos (pH ≈ de 5 a 7). Aunque la avena no es demasiado exigente en cuanto a suelo, es preferible huir de los terrenos demasiado calizos.

13.3.4. Abonado

Como se describe en el tema primero de esta obra, que trata del abonado de los cultivos y sus dosis, una manera de aproximarse a las necesidades de abono de una determinada planta es atendiendo a las **extracciones del cultivo**. Estas extracciones se calculan a partir de complejos análisis realizados en el laboratorio, y constituyen las cantidades medias de los distintos nutrientes que una determinada planta ha sustraído del suelo. La extracción media de la avena por hectárea y tonelada métrica es de:

27,5 Kg de N
12,5 Kg de P_2O_5
30,0 Kg de K_2O

Con las extracciones pueden calcularse las necesidades para un cultivo de avena del que se espera una producción, de por ejemplo, 2.500 Kg/Ha. Así, será necesario aportar al suelo aproximadamente 70, 32 y 75 Kg de unidades fertilizantes de N, P_2O_5 y K_2O, respectivamente. Estas cantidades corresponden a las necesidades de restitución, pero deben aplicarse los coeficientes pertinentes de corrección en el caso de conocerse las cantidades de nutrientes del suelo (análisis de suelo), si se ha aplicado un buen estercolado antes de la siembra (menor cantidad de abono); o si el antecedente cultural ha sido un cultivo de leguminosas (reducción de las unidades de nitrógeno).



El Duplosan KV ® es un herbicida selectivo contra malas hierbas dicotiledóneas recomendado en los cultivos de cereales (trigo, cebada y avena). Fabricado y distribuido por BASF, S.A.

13.3.5. Cultivo

Antes de la siembra, se procederá a la **preparación del terreno** de manera similar a la que se describió para el cultivo de la cebada. Por lo general, la avena resulta un cultivo poco cuidado, por lo que sus producciones no son sobresalientes. Si se pone especial atención en la preparación del terreno y en el abonado, este cultivo es capaz de ofrecer producciones relativamente altas si las condiciones de pluviometría primaverales acompañan. La cantidad de semilla empleada suele ser muy variable. Se considera una dosis corriente la de 100 a 150 Kg/Ha. Las labores de cultivo son similares a las de la cebada, aunque no es frecuente el empleo de herbicidas. La recolección suele realizarse con cosechadora autopropulsada.

13.3.6. Accidentes, enfermedades y plagas

Con muchos paralelismos con el trigo y la cebada, la avena es atacada por el **carbón vestido** (*Ustilago avenae*) que se comporta de forma parecida al **tizón** del trigo. Entre las royas específicas de la avena, cabe destacar la *Puccinia coronifera*, cuyas esporas son de un color anaranjado vivo y cuyo ataque puede causar daños importantes. La avena también sufre el ataque de otros hongos como la **roya negra**, diversas **fusariosis**, **oídio**, **pie negro**, **encamado parasitario** y **septoriosis**. Aunque el rendimiento económico de la avena no justifica, en muchos casos, el empleo de productos anticriptogámicos, sí resulta





Plantas mieseícolas: lengua de vaca (Rumex crispus) (Gentileza de Shering)

conveniente la desinfección de las semillas antes de la siembra, con los mismos productos que se citaron en el caso del trigo. Si se decide el empleo de fungicidas contra el carbón vestido, puede recurrirse a los clásicos **maneb, mancozeb, benomilo**, etc.

El grano de avena almacenado sufre también, como en el caso del trigo, el ataque de los gorgojos de los graneros, aunque sus daños son mucho menores.

13.3.7. Aprovechamiento

La mayor parte de la producción de avena se destina a la manufacturación de piensos para el ganado. Dado que el grano de esta gramínea posee un alto contenido en vitamina E, es muy apto para animales de trabajo y reproductores. Es también muy utilizada como forraje en verde asociada a vezas o cebada para la alimentación de la ganadería. Para consumo humano, es destacable su utilización en la fabricación de alcohol y bebidas, y también de productos dietéticos.

13.4. CENTENO

A la derecha: Malas hierbas: artemisa (Artemisa vulgaris) (Gentileza de Shering)

Científicamente llamado *Secale cereale*, el centeno tiene un sistema radicular fasciculado parecido al del trigo, aunque más desarrollado. Se le considera una de las especies cerealistas más rústicas. Su tallo es largo y flexible y sus hojas son estrechas. Como en la cebada, sus espiguillas no tienen pedúnculo y van todas unidas directamente al raquis, correspondiendo una sola a cada diente de éste. Sus glumas son alargadas y agudas en su ápice y sus glumillas, vellosas por la parte central, se prolongan en una larga arista. La espiga es muy delgada y larga, y en ella cada espiguilla produce tres flores, de las cuales suele abortar una.

13.4.1. Variedades

En las zonas mediterráneas, se cultiva más el trigo que el centeno, por lo que las variedades cerealistas selectas del centeno son poco conocidas en España. Se disponen variedades seleccionadas de procedencia nórdica como la **Petkus** alemana y polacas como la **Royal** y la **Varne**.

13.4.2. Exigencias del cultivo

Siendo muy poco exigente en lo que se refiere a la calidad de la tierra, vive mejor en los terrenos ácidos y arenosos y climas fríos del norte de Europa. Se desarrolla bien en suelos poco profundos y montañosos. En países como Alemania y Polonia, con climas considerablemente fríos, se cultiva como sustituto del trigo y del pan blanco, soportando bien las rigurosas heladas de los inviernos nórdicos.

13.4.3. Cultivo

Siendo el centeno un cereal cultivado en tierras pobres, se espera de él, por lo general, muy poco rendimiento, por lo cual las labores que se realizan para su cultivo son nulas o muy escasas. Por lo que se refiere a su abonado, a pesar de que la mayoría de superficies no reciben ninguna aportación de fertilizantes, se recomienda la aportación de 20 a 40 unidades de N, de 70 a 80 unidades de P_2O_5 y unas 70 unidades fertilizantes de K_2O.
Como el centeno se cultiva en zonas frías, la siembra debe hacerse muy pronto. Generalmente se realiza antes de que lleguen las primeras lluvias otoñales. La dosis de siembra debe ser de unos 100 a 120 Kg por Ha.

13.4.4. Enfermedades y plagas

El centeno es atacado por los **nematodos** con relativa frecuencia. Su lucha pasa por la selección de variedades resistentes y la rotación de los cultivos o barbecho.
Por lo que se refiere a las **enfermedades criptogámicas**, cabe destacar la **roya del tallo** (*Puccinia graminis secalis*), la **de la hoja** (*Puccinia graminis recondita*) y **la roya amarilla** (*Puccinia striiformis*). Otro hongo no específico del centeno, que también ataca otras gramíneas como las pratenses, el trigo, la cebada y el arroz, es el **cornezuelo** (*Claviceps purpurea*). Este hongo produce un alcaloide tóxico para el hombre y se utiliza en farmacia. Es conveniente tratar la semilla con productos **organocúpricos**, pues el centeno es sensible al *Fusarium nivale*.



Ciertos **insectos** de la familia de los céfidos (*Cephus pygmaeus* y *Trachelus tabidus*) pueden atacar, al igual que ocurre con el trigo, las plantas de centeno.



13.4.5. Aprovechamiento

Siendo muy cultivado en zonas frías del norte de Europa, se obtiene de él un pan oscuro que se endurece menos rápidamente que el del trigo. La superficie destinada al centeno se reduce cada año en todos los países.

Plantas miescícolas: mercurial (Mercurialis annua) (Gentileza de Shering)

13.5. MAÍZ

El maíz o *Zea mays* pertenece a la familia de las gramíneas y, como los cultivos anteriores, es un cereal. Importado de América por los descubridores, su primera clasificación se realizó en Estados Unidos, por lo que se conservan los nombres en inglés, siendo éstos aceptados internacionalmente. Esta clasificación atiende a la estructura de los granos que produce, lo que origina los siguientes tipos de maíz:

- **Dent-corn** es el maíz dentado, también llamado "diente de caballo", caracterizado por presentar una depresión en el grano.
- **Flint-corn** presenta un grano duro y liso, llamado en España "maíz duro".
- **Sweet-corn** es el maíz azucarado.
- **Soft-corn** es el maíz blando.
- **Pop-corn** es el que se consume como una golosina.
- **Pot-corn** es el maíz vestido.
- **Waxy-corn** es el tipo de maíz que se destina a la industria para la producción de almidón. Recibe el nombre de maíz ceroso o industrial.
- **Coyote-corn** es el maíz silvestre, el que germina espontáneamente en los prados no cultivados. Recibe también el nombre de ramificado.

Plantas adventicias: beleño negro (Hyoscyamus niger) (Gentileza de Shering)



Campo de maíz

De todos ellos, los más cultivados son el dentado y el duro, los cuales se engloban en el llamado **maíz vítreo.** Los maíces vítreos son de grano menos harinoso, con menor contenido en almidón y más contenido en proteína. El **maíz ceroso** o "waxy- corn" se cultiva exclusivamente para la producción de almidón, del que tiene gran contenido. Las zonas de mayor producción y exportación de este tipo de maíz son los países de América del Norte, lo que ha impulsado a la C.E.E. a intentar cultivarlo en las zonas cálidas europeas como Italia o España.

Se trata de una planta de gran vigor, cuyas raíces fasciculadas poseen una gran potencia y un rápido desarrollo. Los tallos alcanzan a menudo los cuatro metros de altura y sus hojas son anchas y abrazadoras. Residen en la misma planta, pero en sitios separados, flores masculinas y femeninas (planta monoica). Las flores masculinas aparecen en la extremidad del tallo y están agrupadas en panículas (el nombre vulgar es **penachos**). Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga suele llamársele **mazorca** y presenta, en su extremidad superior, largos estilos en forma de pincel que reciben el nombre de **barbas** o **sedas.** La mazorca, o fruto, está formada por una parte central llamada **zuro,** donde se adhieren los granos de maíz en número de varios centenares por cada mazorca. El zuro, o corazón, representa del 15 al 30% del peso de la espiga. La fecundación de las flores femeninas puede suceder mediante el polen de los penachos de la misma planta o el de otras plantas. Cuando se realiza con el polen de otras plantas, es corriente que algunos granos de la mazorca presenten una coloración diferente.

13.5.1. Ciclo vegetativo

El ciclo vegetativo del maíz empieza con la **nacencia**, de unos seis u ocho días de duración, y comprende desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo. Una vez el maíz ha germinado, empieza el período de **crecimiento**, en el cual aparece una nueva hoja cada tres días, si las condiciones de cultivo y climáticas son normales. A los veinte días de la nacencia, la planta deberá tener unas cinco o seis hojas, alcanzándose su plenitud foliar dentro de la cuarta o quinta semana. Se considera como la fase de **floración** el momento en que la panoja, formada en el interior del tallo, se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen suele durar, en función de la temperatura y de la disponibilidad hídrica, unos ocho o diez días.

Con la fecundación de los óvulos por el polen, se inicia la **fructificación**, finalizada la cual los estilos de la mazorca viran a un color castaño. La mazorca toma su tamaño definitivo a la tercera semana después de la polinización, se forman los granos y, dentro de ellos, el embrión. Seguidamente, los granos se llenan de una sustancia lechosa, rica en azúcares, que se transforma, al final de la maduración, en almidón. Al mes y medio de la polinización, que corresponde con el final de la octava semana, el grano alcanza su **madurez fisiológica** conteniendo su máximo de materia seca. Suele tener entonces el 33% de humedad. Posteriormente, debido a las condiciones ambientales de humedad y temperatura, el grano se seca y se va aproximando a su **madurez comercial.**

13.5.2. Variedades

Es en el maíz donde las variedades híbridas cobran auténtica importancia. El lector deberá recurrir al apartado *3.5. Variedades de los cereales*, para recordar los fundamentos básicos de la genética: significado de líneas puras, individuos homocigóticos y heterocigóticos, fenómeno de heterosis o vigor híbrido, variedades híbridas, etc.

Ciclo	Denominación	Días desde nacencia a madurez fisiológica
100	Ultraprecoces	< 80
200	Muy precoces	80-90
300	Precoces	90-100
400	Semiprecoces	100-105
500	Semiprecoces	105-110
600	Ciclo medio	120-125
700	Semitardíos	125-130
800	Tardíos	130-140
900	Muy tardíos	140-150
1000	Ultratardíos	> 155

Clasificación de las variedades híbridas del maíz en función de su precocidad

A pesar de que el maíz, como ya se ha dicho, presenta inflorescencias masculinas y femeninas en la misma planta y, por lo tanto, puede autofecundarse sobre sí misma, el 98% de la fecundación en el maíz es **cruzada**; es decir que gracias al viento, las plantas se fecundan entre ellas, pero no sobre sí

Lista actualizada de las variedades híbridas del maíz, clasificadas según su precocidad. La nomenclatura numérica aleatoria del 200 al 800 adjudicada a cada ciclo vegetativo, señala las variedades muy precoces a tardías, respectivamente.

CICLO 200

Nombre	País de origen	Tipo de híbrido	Fecha de inscripción
Adour-250	Francia	HD	1975
Caldera-535	USA	HD	1981
Dea	USA	HS	1982
DK-216	USA	HD	1982
Eperón	Francia	HS	1988
G-4082	USA	H3L	1977
Hórreo-270	España	H3L	1982
Hórreo-330	España	H3L	1981
Intra-260	Francia	H3L	1974
Luisa-PR-3949	USA	HS	1987
Minedor	USA	HS	1988
Misión-201	España	H3L	1987
M-280	Francia	HD	1986
PS-271	España	H3I	1984
PS-272	España	H3L	1987
PS-290	España	H3I	1981
PX-7	USA	H3LE	1984
SN-96	Francia	H3L	1984
Trial	Francia	H3I	1988

CICLO 300

Nombre	País de origen	Tipo de híbrido	Fecha de inscripción
AE-260	USA	HS	1988
AE-325	USA	HS	1988
DX-498	USA	HS	1988
Eva	USA	HS	1981
G-350	USA	HD	1974
H-81501	USA	HS	1987
LG-15	Francia	HD	1974
Melisa PR-3704	USA	HS	1988
Montejo	Bélgica	HS	1982
M-379	Francia	HDE	1982
Pau-360	Francia	H3L	1984
PS-366	España	H3L	1984
PX-20	USA	HS	1977
PX-9283	USA	HS	1988
Rebeka PR-3803	USA	HS	1986
Vulcano	USA	HS	1988
XL-312	USA	H3LE	1983

CICLO 400

Nombre	País de origen	Tipo de híbrido	Fecha de inscripción
AE-431	USA	HS	1988
Altón	USA	HS	1986
Cantaleso LG-18	Francia	HS	1985
Danika	USA	HS	1987
Demar	USA	HS	1988
DK-222	USA	HD	1978
Domino-440	España	H3L	1983
Domino-450	España	HS	1981
PS-431	España	HD	1974
PX-9292	USA	HS	1988
RX-39	USA	H3L	1974
Sabrina PR-3707	USA	HS	1984
Valeria PR-3540	USA	HS	1986
Volga PR-3475	USA	HS	1986
XL-32A	USA	HS	1981

CICLO 500

Nombre	País de origen	Tipo de híbrido	Fecha de inscripción
A-335	USA	HD	1974
Adour-534	Francia	HS	1978
Bremia	USA	HS	1986
Calvi	Francia	HS	1988
Damon	USA	H3LE	1983
Golf	USA	HS	1987
G-4408	USA	HS	1980
G-4524	USA	HS	1982
Lenor G-4441	USA	HS	1986
Orellana	Bélgica	HS	1982
Pamela PR-3471	USA	HS	1988
Potro-527	Francia	HS	1986
PR-3551	USA	HS	1984
PS-551	España	HD	1974
P-3536	USA	H3LE	1981
P-3543	USA	H3L	1978
Sonar	USA	HS	1985
XL-32AA	USA	HS	1980

CICLO 600

Nombre	País de origen	Tipo de híbrido	Fecha de inscripción
Acturus W-4.600	USA	HS	1986
AE-707	USA	H3LE	1980
Comet	USA	H3LE	1983
Cortes	USA	HS	1982
Gheppio	Francia	HS	1985
Granada	USA	H3L	1988
Isora PR-3380	USA	HS	1985
Logos DK-636	USA	HS	1988
Luana PR-3377	USA	HS	1984
Matador	Alemania	HS	1981
Meteor	USA	HS	1984
Mirador LG-57	Francia	H3L	1985
Nelson	USA	HS	1988
Orfis G-4597	USA	HS	1988
Palma PR-3352	USA	HS	1985
Palomar	USA	HS	1982
Pizarro	Bélgica	HS	1982
PN-9635	USA	H3L	1982
Remo	USA	HS	1988
SNH-731	USA	HS	1986
Mistral	—	HS	—
Pantera	—	HS	—
SC-874	—	HS	—
XP-7.286	—	HS	—

CICLO 700

Nombre	País de origen	Tipo de híbrido	Fecha de inscripción
Adour-640	Francia	HS	1976
AE-664	USA	HS	1986
AE-703	USA	HS	1974
AE-750	USA	HS	1986
AE-7020	USA	H3L	1983
Agus LG-2661	Francia	HS	1986
Albufera	USA	HS	1984
Flamingo	USA	HS	1987
Furia PR-3297	USA	HS	1986
Fuhun M-8556	USA	HS	1988
G-4507	USA	HS	1977
Ivana PR-3181	USA	HS	1988
Max	USA	HS	1984
Monteverde	España	HS	1986
Mundial	USA	H3LE	1983
M-650	Francia	H3LE	1983
Nelia PR-3198	USA	HS	1984
Nepris	Francia	HS	1987
Polaris	USA	HS	1984
PS-71	España	HS	1985
PS-734	España	HD	1974
PX-74	USA	HS	1979
PX-675	USA	H3I	1982
PX-9540	USA	HS	1988
Río Bravo	USA	HS	1984
Roxalis	Francia	HS	1988
RX-90	USA	HS	1978
Valdivia	USA-Bélgica	HS	1988
XI-72	USA	HS	1974
XL-72AA	USA	HS	1981
XL-75A	USA	H3LE	1980
Bianca	—	HS	—
Italia	—	HS	—
Mérida	—	HS	—
Pianosa	—	HS	—

CICLO 800

Nombre	País de origen	Tipo de híbrido	Fecha de inscripción
AE-8004	USA	HS	1981
Alios	—	HS	—
Amanda P-3186	USA	HS	1984
Anelo-810	España	HS	1987
Badajoz	USA	HS	1988
Celina PR-3124	USA	HS	1988
G-4647	USA	HS	1985
G-4727	USA	HS	1982
G-5050	USA	H3L	1976
M-770	Francia	HS	1983
Molto	—	HS	—
Paolo DK-711	USA	HS	1987
Prisma C-4730	USA	HS	1986
P-3783	USA	HS	1980
RX-904 Mincio	USA	HS	1980
Virax G-4754	USA	HS	1986
XI-365	USA	H3LE	1974

La inflorescencia del maíz: la mazorca (Gentileza de Agro Lorin)

Las inflorescencias masculinas del maíz despuntan por encima del cultivo. Es planta alógama. Su fecundación deviene pues, en un 90%, cruzada. (Gentileza del Groupe Roullier)

Mazorca de maíz de la variedad híbrida FAO d'OR, seleccionada y comercializada por Vilmorin



mismas. Los granos obtenidos en las mazorcas del maíz no pertenecen todos a la misma variedad, sino a variedades distintas, con lo que se obtienen poblaciones y no auténticas variedades.
Mediante complicados sistemas de castración y fecundación, se consiguen **líneas puras** de maíz, las cuales, cruzadas, originan las **variedades híbridas** de maíz. Estos híbridos presentan la particularidad de ofrecer un rendimiento superior a las antiguas variedades de polinización libre. Esta mayor productividad se estima normalmente entre un 25 y un 35%, e incluso más.
En una reunión internacional organizada por la FAO en 1952, se clasificaron diez variedades híbridas del maíz en función de su precocidad. En la página 472 se ofrece al lector esta tabla, donde se adjudicaron a los ciclos de estos grupos una nomenclatura numérica aleatoria del 100 al 1000, de ultraprecoces a ultratardíos respectivamente. En la tabla se nota también los días transcurridos desde la nacencia hasta su madurez fisiológica. Actualmente, y con la intención de definir todavía más la clasificación de los maíces, se estudia la implantación de dos índices nuevos. El denominado **índice base** o **índice de precocidad** vendría dado por el número de unidades de temperatura por encima de los 6°C necesarias para la siembra y la fecha en la que han aparecido el 50% de los pistilos. El otro, el denominado **índice de madurez**, viene dado por el número de unidades de temperatura por encima de los 6°C necesarias desde la fecha del alargamiento de los estilos hasta que el grano alcanza una humedad del 33%, momento en que, como hemos dicho, se considera que alcanza la madurez fisiológica.
Para la elección de las variedades más adecuadas en cada caso y climatología, deben consultarse cuidadosamente las características varietales en los trípticos publicitarios de las casas comerciales y también en los boletines del Ministerio de Agricultura. En líneas generales, las variedades de ciclo corto consiguen huir de las temibles heladas otoñales, puesto que su recolección se realiza pronto, con la ventaja añadida de que se consigue un secado natural en la misma parcela, con lo que se eliminan los costes de un secado artificial. Por otra parte, las variedades de ciclo corto poseen, en general, menor capacidad productiva, por lo que es aconsejable, dentro de las posibilidades climáticas de cada región, la elección de variedades de ciclo lo más largo posible.
Se ofrecen al lector, en la página anterior, siete tablas correspondientes a las variedades comercializadas en España, distribuidas según su precocidad y notadas con los números del 200 al 800, según haremo establecido anteriormente.

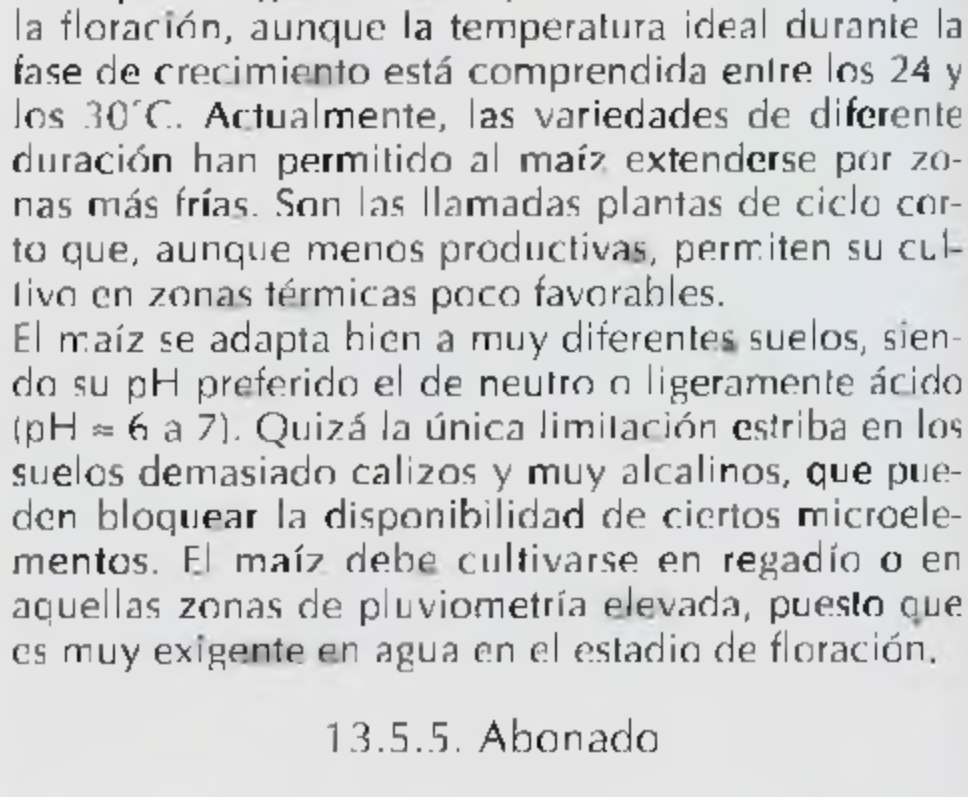




A la derecha: La bina o escarda mecánica entre las líneas del maíz es imprescindible en los primeros estadios del cultivo, puesto que es entonces cuando las malas hierbas compiten en mayor medida con él.

13.5.3. Lugar en las alternativas

Sobre barbecho semillado o blanco, el maíz puede suceder a cualquier otro cultivo. En regadío y segunda cosecha, se recomienda emplazar el maíz detrás de trigo o habas.



13.5.4. Exigencias del cultivo

El maíz es un cereal de verano, debido a que sus exigencias en temperatura sor altas. Son imprescindibles un mínimo de 10°C para la siembra, unos 15°C para la germinación y no menos de 18°C para la floración, aunque la temperatura ideal durante la fase de crecimiento está comprendida entre los 24 y los 30°C. Actualmente, las variedades de diferente duración han permitido al maíz extenderse por zonas más frías. Son las llamadas plantas de ciclo corto que, aunque menos productivas, permiten su cultivo en zonas térmicas poco favorables.
El maíz se adapta bien a muy diferentes suelos, siendo su pH preferido el de neutro o ligeramente ácido (pH ≈ 6 a 7). Quizá la única limitación estriba en los suelos demasiado calizos y muy alcalinos, que pueden bloquear la disponibilidad de ciertos microelementos. El maíz debe cultivarse en regadío o en aquellas zonas de pluviometría elevada, puesto que es muy exigente en agua en el estadio de floración.

13.5.5. Abonado

Las extracciones medias del cultivo de los principales macroelementos N-P-K por tonelada métrica son: 25 Kg de N, 11 Kg de P_2O_5 y 23 Kg de K_2O. Por cada 1.000 Kg de producción esperada, se pueden dar, como orientativas, las siguientes cantidades de abono:

30 Kg de N
15 Kg de P_2O_5
25 Kg de K_2O

En función de la producción de grano esperada, el agricultor deberá multiplicar estas unidades fertilizantes por el factor correspondiente. Así, para una producción esperada de 9.000 Kg, será preciso multiplicar las unidades anteriores por 9. Como en los cultivos precedentes, estas cantidades deberán ser corregidas en función del análisis de suelos y sus resultados en fósforo y potasio asimilable. Además, deberá tenerse en cuenta si el precedente cultural fue una leguminosa o bien si ha habido un estercolado reciente, lo que supondrá modificar la dosis del abonado nitrogenado.

Por lo que se refiere al nitrógeno, cabe decir que éste es absorbido por el maíz desde justo antes de la floración hasta 25 o 30 días después de la misma. Es entonces cuando las necesidades en este macroelemento son máximas. Cuando la planta sufre una carencia de nitrógeno, las puntas de las hojas se tornan amarillas, extendiéndose esta coloración a lo largo de la nervadura central y en forma de V. Entonces, el aspecto global de la planta es mediocre, disminuye su vigor, las hojas son pequeñas y las mazorcas tienen las puntas vacías de grano.

El período de máxima necesidad de fósforo coincide en la planta con las máximas necesidades de nitrógeno. Una carencia de fósforo suele afectar a la fecundación de las mazorcas, las cuales sufren malformaciones, y algunas carreras presentan granos rudimentarios.

Cuando la planta acusa una carencia de potasio en los primeros estadios, las plántulas jóvenes toman tonalidades amarillo o amarillo-grisáceo, apareciendo algunas veces rayas o manchas amarillentas. Las puntas y los bordes de las hojas se secan y aparecen éstas como chamuscadas o quemadas. Más adelante, una carencia de potasio induce a la planta al encamado y a una especial sensibilidad al ataque de los hongos.

Una carencia de magnesio puede detectarse por presentar la planta rayas amarillentas a lo largo de las nerviaciones y, con frecuencia, color púrpura en el envés de las hojas bajas. Las mazorcas también acusan una falta de magnesio y devienen de menor tamaño respecto a aquéllas cuyas plantas están bien nutridas.

En terrenos especialmente ácidos, puede ocurrir una deficiencia de boro asimilable. En estos casos, las mazorcas quedan arrugadas por el lado que queda frente al tallo, mientras que el resto de la mazorca permanece inalterado.

En el maíz, la producción y la calidad del grano dependen del abonado en mayor medida, si cabe, que cualquier otro cultivo cerealista. El nitrógeno debe aplicarse unos diez o quince días antes de la floración, lo que garantiza la cantidad suficiente de proteínas en el grano y un nivel de producción correcto. Como abonado de fondo, deben aportarse todas las unidades nutritivas de fósforo y potasio y una tercera parte de las de nitrógeno. Posteriormente, se aplicarán en cobertera los dos tercios restantes, uno en el momento del aclareo y otro un mes después.

13.5.6. Siembra

Antes de la siembra debe realizarse la **preparación del terreno**. Ésta tendrá por objeto la obtención de una tierra mullida en profundidad, pero sin que quede demasiado hueca. Con las labores de preparación del suelo se pretende, además, eliminar las malas hierbas en superficie, desterronar la tierra y nivelarla.

Según distintos autores, es posible, e incluso preferible, la siembra a finales de febrero en aquellas zonas relativamente cálidas, puesto que aunque aparezcan heladas tardías de primavera, la planta del maíz no se resiente. Además, esta práctica presenta distintas ventajas. El vegetal escapa de los ataques, en sus primeros estadios, de los gusanos del suelo; la polinización ocurre pronto, con lo que se consigue huir de las altas temperaturas; la maduración del grano transcurre también en un período cuyas temperaturas no son excesivamente altas; se ahorra en riegos; permite adelantar la recolección, lo que es útil si se piensa sembrar algún cultivo otoñal. Finalmente, permite ahorrar algún tratamiento contra la araña roja. Como regla general, la siembra se realizará cuando la temperatura del suelo sobrepase los 10°C de temperatura.

Para el cálculo de densidades de siembra, existe en agricultura una norma importante a tener en cuenta: si se siembra el cultivo demasiado denso, las producciones son menores a las esperadas (competencia entre plantas); por contra, si la densidad de siembra es baja, la productividad por planta es elevada, pero la productividad total de la parcela no es compensada, debido a la falta de plantas. Esta cuestión, traducida al cultivo del maíz, significa que con densidades de siembra muy altas, las mazorcas quedan pequeñas; si, por lo contrario, la densidad es baja, las mazorcas alcanzan un gran desarrollo, pero éste no compensa la menor densidad de siembra. La densidad de siembra es una cuestión varietal. Así, existen variedades que toleran altas densidades sin por ello mermar demasiado la producción total de la parcela.

La siembra del maíz se realiza frecuentemente con **sembradoras neumáticas de precisión**, las cuales dejan un espacio entre líneas de plantas. La distancia entre hileras de maíz y la distancia entre planta y planta, es decir el **marco de plantación**, es una cuestión prioritaria que debe ser resuelta atendiendo a las características varietales que se pretenden cultivar. Como ya se ha comentado, deben consultarse las informaciones técnicas de cada casa comercial y los boletines oficiales del Ministerio, para saber las características concretas de una variedad determinada. Como parámetro de referencia, cabe citar que una siembra realizada con sembradoras de precisión a una dosis de 100.000 plantas/Ha y un poder germinativo del 85 a 90%, arroja una densidad real de 85-90.000 plantas/Ha. Esta dosis puede ser correcta para ciertas variedades, climatologías y terrenos en regadío, pero en secano las dosis deben ser mucho menores.

No debe enterrarse el grano a demasiada profundidad. Se recomienda no sobrepasar los 2 o 3 cm en suelos húmedos arcillosos y los 8 o 10 cm en los arenosos, pues éstos se desecan más fácilmente. La misma sembradora neumática deja el grano recubierto por una fina capa de tierra, la cual no debe exceder de los 3-5 cm. En aquellos casos en que se observan fallos de nacencia importantes, no debe resembrarse, pues las resiembras no prosperan: hay que levantar el cultivo y volver a sembrar seleccio-

nando otra variedad de ciclo más corto (puesto que habremos perdido un cierto número de días).

13.5.7. Riego

No es conveniente que el cultivo pase períodos de falta de agua puesto que, entonces, los estomas se cierran, se reduce la fotosíntesis y el rendimiento final es menor. Durante la floración, es especialmente perniciosa una época de falta de agua, lo que puede llegar a representar una disminución del 30% de la cosecha. El riego puede aplicarse a manta o mediante maquinaria especial. Si se opta por el sistema de aspersores semifijos, deben dejarse durante la siembra calles más anchas justo por donde vaya a discurrir la tubería móvil, con la finalidad de facilitar el riego.

Relación de adventicias dicotiledóneas y monocotiledóneas de mayor presencia en los maizales (Tomado de A. Guerrero)

Adventicias de hoja ancha (dicotiledóneas)	
Nombre científico	Nombre vulgar
Amaranthus retroflexus	Amaranto o bledo
Chenopodium sp.	Cenizo
Convulvus sp.	Corregüela
Sonchus sp.	Cerraja
Solanum nigrum	Tomatito
Adventicias de hoja estrecha (monocotiledóneas)	
Nombre científico	Nombre vulgar
Digitaria sanguinalis	Pata de gallina
Echinochloa crus-galli	Cola de caballo
Cyperus sp.	Castañuela
Phalaris canariensis	Alpiste
Poa annua	Poa
Setaria sp.	Almorejo
Cynodon dactylon	Grama
Sorghum halepense	Cañota





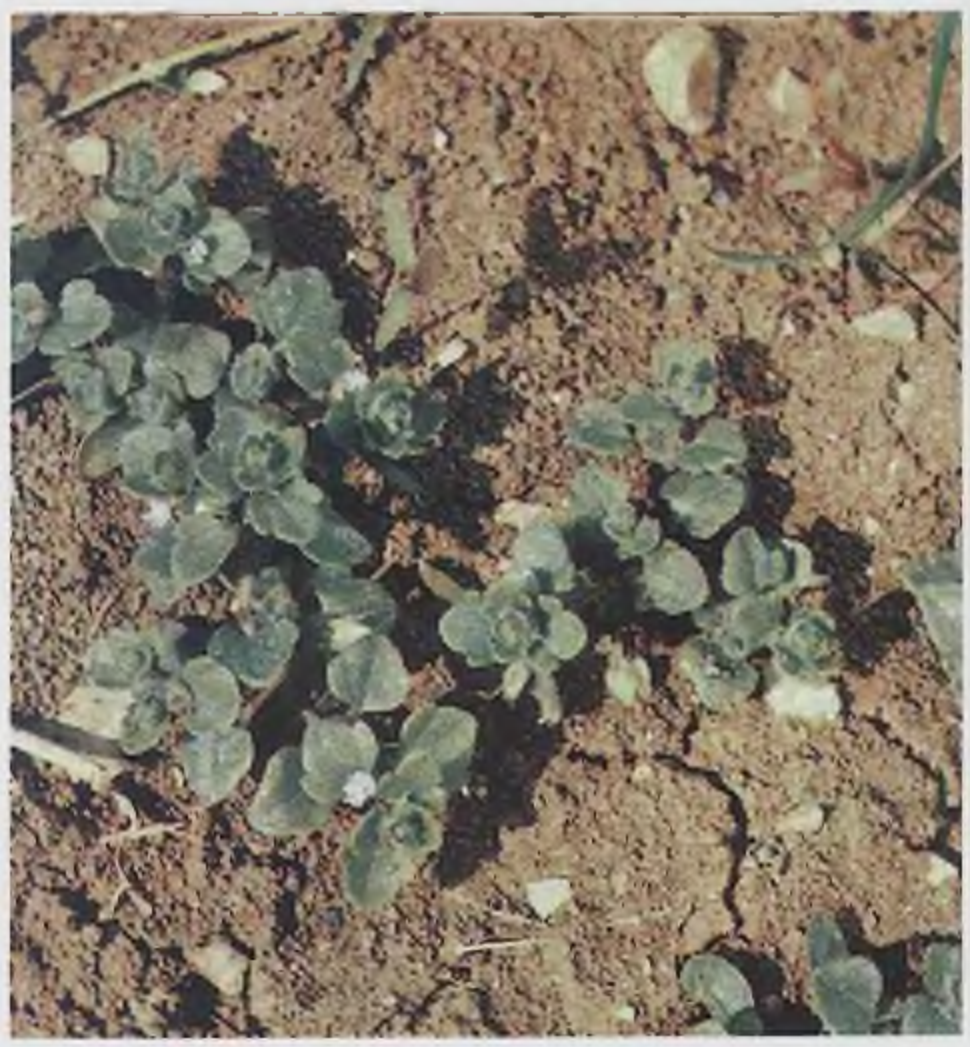
Plantación de maíz (Fotos cedidas por ICI Seeds)

13.5.8. Herbicidas

Como se explica en el tema tercero de esta obra, las malas hierbas ejercen una competencia directa con el cultivo por los nutrientes y por el espacio de cultivo. Esta competencia es más acusada cuando las plántulas del maíz son jóvenes, ya que su sistema radicular no abarca suficiente espacio en el suelo. En aquellas zonas donde se practica el monocultivo, ciertos géneros de malas hierbas especialmente resistentes aumentan progresivamente sus poblaciones año tras año aunque se empleen herbicidas. Adventicias como el *Cyperus* y el *Sorghum* son ejemplos claros de lo dicho. Ofrecemos, sobre estas líneas, una lista de las malas hierbas más frecuentes en el cultivo del maíz.

La bina o escarda mecánica entre las líneas del maíz son imprescindibles en los primeros estadios del cultivo, puesto que es entonces cuando las malas hierbas compiten en mayor medida con él. Debe procurarse que las labores mecánicas sean superficiales, con el objetivo de no dañar las raicillas del cultivo. Las operaciones mecánicas de desherbaje deben combinarse con las aplicaciones de productos químicos; la extensión de la parcela, la climatología, el estadio fenológico del cultivo, el tipo de malas hierbas existentes y su estado de desarrollo, etc., determinarán el empleo de la escarda química o de la mecánica.

La mayoría de los herbicidas que se emplean en el maíz se engloban en el grupo de los de preemergencia. Debe pues aplicarse el herbicida después de la



Plantas adventicias: té de Europa (veronica hederifolia) (Gentileza de Shering)



Malas hierbas: cardo rojo (Carduus notans) (Gentileza de Shering)

siembra y antes de la nacencia del cultivo. La materia activa permanece en los primeros centímetros del suelo, eliminando las malas hierbas y respetando el maíz todavía no nacido. Para más información sobre herbicidas, materias activas, modos de aplicación, dosis, etc., debe consultarse el tema tercero de esta obra, así como las especificaciones técnicas de cada producto editadas por las casas comerciales, y los boletines técnicos de las distintas administraciones. Bastará con citar los grupos químicos de herbicidas de mayor utilización en el maíz, como las triazinas (**simazina, atrazina, terbutrina**, etc.), las amidas (**metolacloro** y **propacloro**), los tiocarbamatos (**eptan** y **butilato**) y las anilinas.

Otros herbicidas, como los hormonales selectivos que eliminan las plantas de hojas ancha respetando las de hoja estrecha, deben utilizarse con precaución en postemergencia del cultivo. Sus aplicaciones se acotarán a los primeros estadios fenológicos de la planta, antes de que el maíz tenga cuatro o cinco hojas y la temperatura ambiente no exceda de 20°C, ni sea extremadamente fría. Herbicidas selectivos hormonales como el **2,4 D** y el **MCPA** son frecuentemente utilizados en el maíz. Cuando el maíz ha alcanzado los 50 cm de altura, pueden utilizarse herbicidas de contacto, como por ejemplo el **paraquat**, siempre y cuando las aplicaciones se efectúen dirigidas para no mojar la planta.

13.5.9. Accidentes, enfermedades y plagas

En ciertos momentos de sequía, las hojas del maíz se vuelven amarillentas y, a diferencia de lo que ocurre cuando la fisiopatía es debida a una falta de nitrógeno, todas las hojas de la planta amarillean al mismo tiempo. Durante la emisión del polen y el alargamiento de los estilos, pueden presentarse problemas de fecundación si las temperaturas son extremadamente elevadas. Si sobrevienen heladas antes de la maduración, sin que se haya producido todavía la total transformación de los azúcares del grano en almidón, se interrumpe el proceso de forma irreversible, quedando el grano blando y con un secado mucho más difícil, ya que, cuando cesa la helada, los últimos procesos vitales de la planta se centran en un transporte de humedad al grano.

Por lo que hace referencia a las enfermedades **criptogámicas** que afectan el cultivo, cabe citar el **carbón del maíz** (*Ustilago maydis*). Esta enfermedad se caracteriza por la aparición de grandes tumores en los tallos e incluso en las hojas; en ellos se observa que la epidermis de la parte afectada encierra un polvo negro. Este polvo constituye las clamidosporas del hongo, las cuales son arrastradas por el viento. En contacto con el agua, forman un promicelio productor de basidiosporas, las cuales germinan y penetran en la planta, desarrollándose el micelio entre los tejidos y apareciendo los tumores en diferentes puntos. Se dispone en el mercado de variedades híbridas resistentes a este hongo y de otras especialmente sensibles. En zonas donde la presencia del hongo tiene gran incidencia, el agricultor debe escoger plantas resistentes.

Ciertos autores señalan que se obtienen buenos resultados preventivos desinfectando la semilla contra este hongo con el fungicida sistémico **carboxina**.

Otras enfermedades de origen fúngico, como las causadas por *Helminthosporium* o la roya *Puccinia sorghi*, son también frecuentes en el maíz y deben ser combatidas a nivel preventivo desinfectando las semillas con **maneb**, **mancozeb**, etc., o bien con aplicaciones sobre el cultivo con **carbendazima**, **maneb**, **tridemorf**, etc. contra helminthosporium, y **oxicarboxina**, **propiconazol**, **triadimenol**, etc. en el caso de que sea la roya la enfermedad a controlar.

Algunos **ácaros** nocivos, como la araña roja (*Tetranychus sp.*), causan graves daños en el maíz en zonas calurosas, en especial en los meses de setiembre y agosto. La inspección visual de la mala hierba *Solanum nigrum* ofrece un medio eficaz para detectar este ácaro en las plantaciones: el ácaro infesta primero a esta adventicia que a las plantas del maíz. Una vez se han detectado ciertas poblaciones de araña roja, puede realizarse un tratamiento semipreventivo con azufre en espolvoreo, aplicación que tiene la ventaja de no afectar a la fauna útil entomófaga. Cuando existe un serio problema de infestación de este ácaro en un cultivo, pueden emplearse acaricidas como el **tetradifón**, el **dicofol** o bien una mezcla comercial de ambos.

Por lo que hace referencia a los insectos, éstos pueden clasificarse según el tipo de daño que causan al cultivo. Los insectos del suelo, como los **gusanos de alambre** (*Agriotes lineatus*), los **gusanos blancos** (*Anoxia villosa, Melolontha melolontha, Tropinota irta*, etc.), los **gusanos grises** (*Agrotis segetum*) y los **tipúlidos** (*Tipulia oleracea*), aunque de costumbres y ciclos biológicos distintos, afectan de forma parecida a las raíces y cuello del maíz. Antes de la siembra pueden desarrollarse, para su control, estrategias de tipo preventivo, como la labranza de los campos, la desinfección del terreno con insecticidas granulados como el **dazomet** o, en el momento de sembrar, con **carbofurán**, **clorpirifos**, **fonofós**, etc. Una vez el cultivo está establecido, deben efectuarse tratamien-

tos curativos con piretrinas sintéticas (**protenofos**, **tetraclorvinfos**, **triclorfón**, etc.) o bien utilizando cebos a base de **metil-pirinifos** o **triclorfón**.
Otros insectos, como las **orugas taladradoras** del tallo del maíz (*Sesamia nonagrioides* y *Pyrausta nubilalis*), pertenecen al orden de los lepidópteros, y sus larvas causan daños en el interior de las cañas del maíz. Ambos insectos pasan el invierno en estado de orugas en el interior de las galerías que realizan dentro del maíz, donde crisalidan. Las mariposas salen hacia el mes de mayo y realizan la puesta en sitios resguardados de la lluvia y del sol, corrientemente en el envés de las hojas. Cuando eclosionan los huevos, salen las larvas que se alimentan primero de las hojas de la planta, para posteriormente penetrar dentro de ella. En los maíces sembrados en junio o julio es donde se aprecian los daños más acusados y es cuando se hacen necesarios los oportunos tratamientos preventivos. Entre otros, pueden utilizarse insecticidas biológicos, como el **Bacillus thurigensis**, o químicos, como el **clorpirifos, diazinón**, **fenitrotión**, **triclorfón**, etc.
Uno de los lepidópteros más nocivos para el maíz es el *Heliothis sp.* Como los anteriores, es un insecto fitófago, pero en este caso, se alimenta primero de las hojas del maíz y después del grano de las mazorcas, cuando éstas se forman. Por reducir drásticamente la cosecha, este insecto es considerado uno de los más perniciosos de los maizales. El **endosulfán**, **clorpirifos**, **deltametrín**, **metamidofos**, etc., son algunos de los insecticidas más utilizados para su control.

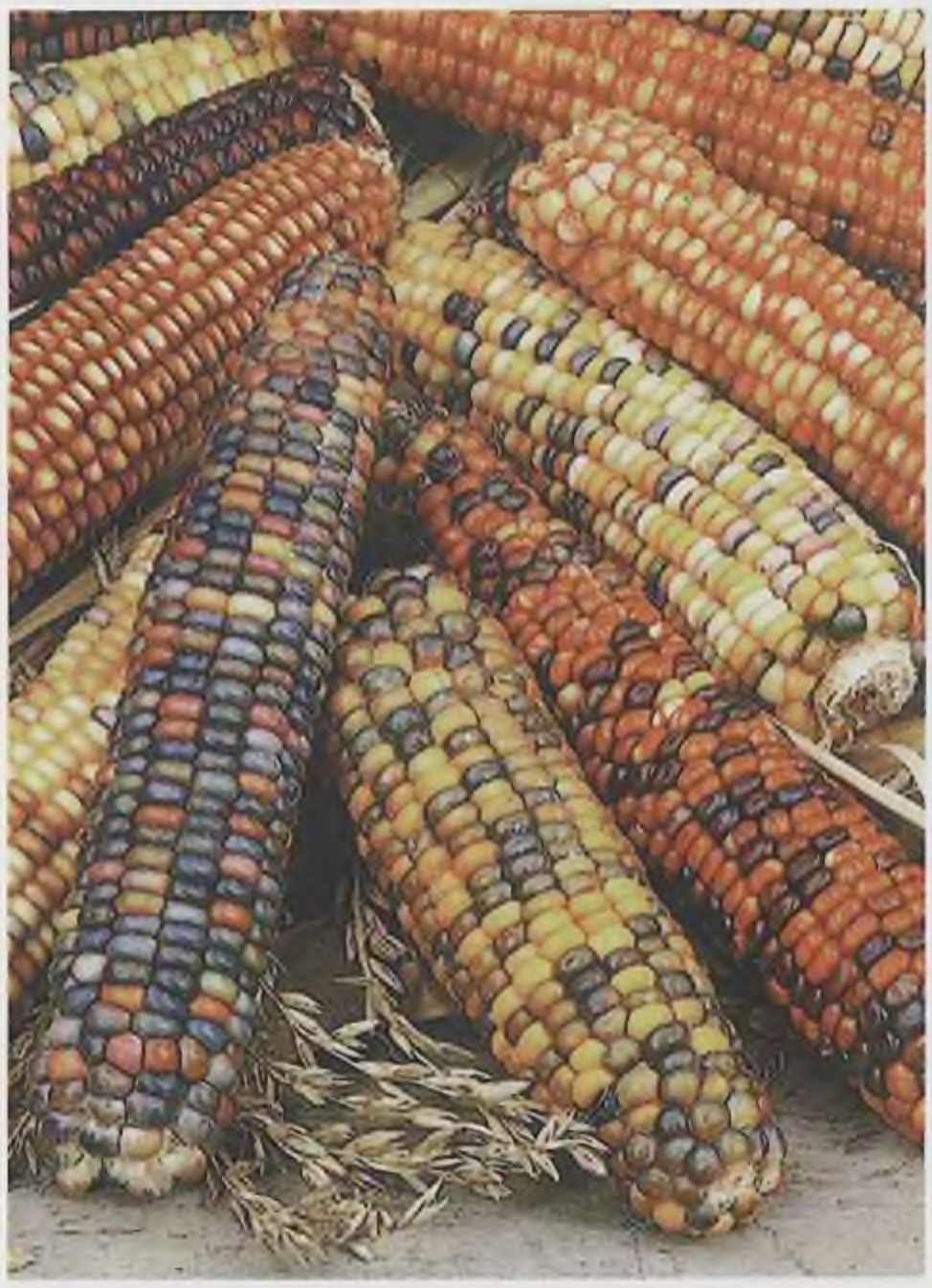


El abanico de posibilidades que tiene el agricultor con respecto a la maquinaria es muy grande. En la fotografía, una cosechadora de maíz para forraje de una sola reja, que puede ser accionada con un tractor de baja potencia. 45 C.V bastan. ***(Gentileza de Agromáquinas y Remolques, S.A.)***

13.5.10. Recolección

Cuando el 50-75% de las espatas de las mazorcas se vuelven amarillas, puede decirse que el maíz ha alcanzado su estado de madurez fisiológica, lo que permite ya su recolección. Sin embargo, en este momento suele tener demasiada humedad. En los maizales ubicados en zonas cálidas, pueden dejarse las mazorcas en la planta hasta que se sequen. En zonas donde la madurez se logra en períodos de lluvias, deben recolectarse las mazorcas con demasiada humedad, lo que obliga a la utilización de maquinaria especial de secado. Para rebajar la humedad al punto óptimo de ensilamiento, que oscila entre el 13 y el 14%, se utilizan las **secadoras**. Las secadoras suelen utilizar una corriente de aire caliente que evapora la humedad del grano. Antiguamente, al no existir maquinaria especializada de secado, se almacenaba el grano húmedo en silos especiales de aireación. De todos son conocidos los hórreos gallegos.
Las labores de recolección del maíz comprenden el **arranque** de la mazorcas, la **eliminación de sus brácteas**, el **desgranado** y la siega o el **desmenuzamiento de los tallos**. Pueden adaptarse las cosechadoras de cereales a la recolección del maíz, pero suele ser más recomendable, si se dispone de medios económicos, la adquisición de **cosechadoras autopropulsadas**. Esta maquinaria realiza de una sola pasada la recolección de las mazorcas, la limpieza de las brácteas y el desgranado de los zuros.

La recolección de los maíces vítreos con destino a la manufacturación de harinas debe realizarse con menos del 14% de humedad, pues de otro modo se pierden proteínas en su secado. Aunque sería más adecuado enterrar los rastrojos después de la recolección, con la finalidad de aumentar el nivel de materia orgánica en el suelo, en la práctica es frecuente juntarlos en montones y quemarlos, debido a la dificultad que presenta su incorporación. Sin embargo, actualmente existe maquinaria especial que permite trocear los restos del cultivo para su posterior incorporación al suelo mediante labores normales. Este tipo de maquinaria recibe el nombre de **desbrozadoras mecánicas**. De entre todos los cereales, el maíz es el que mayores posibilidades de altos rendimientos tiene, pudiéndose llegar en regadío a 15.000 Kg de grano por hectárea.



Ciertas variedades de maíz cuyas mazorcas tienen variados colores vistosos, se comercializan también como ornamentales. Seleccionadas y comercializadas por Vilmorin.

13.5.11. Aprovechamiento

El maíz fue importado por los descubridores de América, primeramente a España y posteriormente a todo el continente europeo, extendiéndose por toda la cuenca mediterránea. Su gran adaptabilidad a todos los climas y terrenos permite que se cultive en todos los continentes, ocupando una franja que comprende desde las zonas cálidas de los climas templados hasta las zonas húmedas tropicales.

La producción del maíz se destina a la alimentación del ganado: es uno de los componentes básicos de los piensos para aves y cerdos, por su alto contenido nutritivo. Aunque en distintas proporciones, el maíz molido e incorporado al pienso contiene, entre otras sustancias, proteínas, fósforo, algo de calcio, lípidos, provitamina A, etc. Para complementarlos, a los piensos con base de maíz se les añaden, entre otras sustancias, el mismo zuro (triturado junto al grano), cebada, avena, etc. Los rastrojos del maíz pueden ser aprovechados como forraje en verde para los animales.

Cierta parte de la producción del maíz se destina a la industria para la obtención de almidón, para algunas harinas de alimentación humana y para la obtención de aceite. Los maíces vítreos se destinan actualmente a ciertos usos alimentarios, como harinas para desayunos, comidas para niños, palomitas, etc.

Además de las aplicaciones ya comentadas, los tallos del cultivo, tras haber sido recolectados y convenientemente secados, pueden utilizarse para la obtención de pasta de papel. Los zuros constituyen un excelente combustible: dos toneladas equivalen aproximadamente a una tonelada de carbón. Además, los zuros intervienen en algunos procesos industriales. Se utilizan, por ejemplo, para la obtención de furfurol, sustancia muy utilizada en la industria química. Ciertas variedades, cuyas mazorcas tienen variados colores vistosos, se comecializan también como ornamentales.



13.6. SORGO

El sorgo pertenece a la familia de las gramíneas. Sus especies son el *Sorghum vulgare* y el *Andropogum sorghum sudanensis*, este último originario de Sudán. En terrenos profundos y permeables, su sistema radicular alcanza los 2 m de profundidad. En nuestras latitudes, el sorgo presenta inflorescencias masculinas y femeninas en la misma planta, es decir poseen estambres y pistilos en la misma flor; pero en Sudán, se han encontrado plantas de sorgo dioicas. Esta planta alcanza un desarrollo de entre uno y dos metros, sus inflorescencias se constituyen en panojas y sus semillas, esféricas y oblongas, miden unos 3 mm, presentando un color negro rojizo y amarillento.



Detalle de la inflorescencia del sorgo (Gentileza de ICI Seeds)

13.6.1. Variedades

Las variedades de sorgo pueden englobarse en cuatro grandes grupos en función de su ciclo vegetativo. Encontramos **sorgos tardíos, medios, precoces**, y **muy precoces**. Ofrecemos al lector una lista completa de las variedades comerciales existentes en el mercado español, así como el tipo de ciclo al que pertenecen.

Detalle de una sembradora de maiz de precisión (Gentileza de Becker)

Lista actualizada de variedades de sorgo, inscritas en el Registro de Variedades del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de vivero

Denominación varietal	País de origen	Ciclo	Fecha de inscripción
Aralba	Francia	Tardío	1984
Argence	Francia	Tardío	1985
A-28	USA	Muy precoz	1981
Bartol	USA	Precoz	1985
Bravo F	USA	Medio	1989
Bravo M	USA	Medio	1986
Cetrero	USA	Medio	1983
Corral	USA	Medio	1985
Dorado DR	USA	Precoz	1985
Dorado F	USA	Precoz	1974
Double TX	USA	Tardío	1974
D-55	USA	Medio	1981
Eneka-1580	USA	Precoz	1984
E-59	USA	Medio	1980
Granador	USA	Precoz	1983
G-550	USA	Medio	1986
G-1400	USA	Precoz	1986
G-1516 BR	USA	Tardío	1987
H-7910	USA	Tardío	1985
Hazera-226	Israel	Muy precoz	1977
Hazera-610	Israel	Medio	1974
Hazera-6078	Israel	Medio	1983
HW-5445	USA	Precoz	1987
NK-121	USA	Muy precoz	1979
NK-180	USA	Precoz	1979
Pilos-708	Alemania	Tardío	1988
PRB-864	USA	Precoz	1983
PR-8239	USA	Medio	1986
PR-8244	USA	Medio	1985
PR-8416 A	USA	Medio	1982
PR-8515	USA	Medio	1988
PR-8680	USA	Precoz	1983
PR-8686	USA	Muy precoz	1989
P-8501	USA	Medio	1979
Regulus-705	Alemania	Medio	1988
Tamaran	USA	Precoz	1989
TT-Y-45	USA	Medio	1983
Topaz	USA	Semitardío	1977
Veloz-701	Alemania	Precoz	1988

13.6.2. Lugar en las alternativas

En regadío, el sorgo puede ir detrás del trigo o habas en segunda cosecha. En primera cosecha, puede ir detrás de cualquier otro cultivo.

13.6.3. Exigencias del cultivo

Esta planta se desarrolla bien en terrenos alcalinos, principalmente aquellas variedades azucaradas que precisan, para su formación, carbonato de calcio en el suelo. Si el pH del suelo acompaña, aumenta el contenido en sacarosa en tallos y hojas. Se cultiva mejor en terrenos sanos, profundos y no demasiado pesados. Soporta relativamente la salinidad.

Comparándolo con el maíz, el sorgo soporta mejor la sequía, puesto que para formar un kilogramo de materia seca, necesita menor cantidad de agua. En períodos de gran sequía, acaece el paro vegetativo, aunque este vegetal es capaz de reanudar su crecimiento cuando vuelve a disponer de agua.

En cuanto a temperaturas, el sorgo soporta bien las cotas bajas al principio de su desarrollo, de forma parecida al maíz; los descensos de temperatura en el momento de su floración pueden reducir el rendimiento del grano. Cuando las temperaturas alcanzan cotas demasiado altas, el sorgo las soporta mejor que el maíz. Si vive en un suelo relativamente fresco, no se observa corrimiento de flores con los fuertes calores. La temperatura sí puede ser un factor de producción limitante para su germinación. En efecto, por debajo de los 12-13°C, la semilla no puede germinar, por lo que es conveniente su siembra tres o cuatro semanas después del maíz. Hasta que la temperatura no rebasa los 15°C, el sorgo no alcanza su crecimiento verdaderamente activo, siendo en la cota de los 32°C donde se sitúa su óptimo térmico de crecimiento.

13.6.4. Abonado

En regadío suelen esperarse mayores producciones que en secano. Así, de un sorgo cultivado en regadío, cabe esperar una producción alrededor de los 7.000 Kg de grano por hectárea. Las necesidades de abono, en unidades fertilizantes, son las siguientes:

200 Kg de N
100 Kg de P_2O_5
150 Kg de K_2O

En las unidades de nitrógeno están ya calculadas las pérdidas medias de este macroelemento por lixiviación y también ciertas mermas por retrogradación del fósforo. Como en cultivos anteriores, deben recalcularse estas dosis si el suelo es específicamente rico en potasio y/o fósforo o si el suelo es especialmente rico en materia orgánica.

13.6.5. Siembra

Antes de la siembra, se procederá a la **preparación del terreno** de forma similar a la del maíz. Puede darse una labor de alzar profunda, un par de cohechos y pases de cultivador para que mantengan el terreno limpio de malas hierbas. Cuando el terreno está preparado para recibir la simiente, se procede a la siembra, la cual, y por regla general, debe comen-

Malas hierbas: cerraja (Sonchus arvensis) (Gentileza de Shering)

A la derecha: Plantas miescícolas: borroncillo (Veronica persica) (Gentileza de Shering)





zar de quince a treinta días después de lo que es usual en el maíz en cada región. La densidad de siembra no debe preocuparnos excesivamente puesto que, a diferencia del maíz, el sorgo puede compensar, gracias al ahijamiento, la falta de plantas. Una densidad de 20 a 30 plantas por m^2 y una separación de líneas de entre 20 y 60 cm es la densidad aconsejada por la mayoría de autores. Como factor de conversión, puede tomarse la cantidad de 15 Kg/Ha de semilla. No es conveniente enterrar demasiado la semilla, siendo recomendable no sobrepasar los 2 o 4 cm de profundidad. Para la siembra del sorgo pueden emplearse con éxito las mismas sembradoras mecánicas que se citaron para el trigo o, adaptando los tipos de discos al grano del sorgo, las mismas que para el maíz.

13.6.6. Riego

A lo largo del período vegetativo del sorgo deben contabilizarse unos cinco riegos. Aunque se trata de una planta que soporta bien una cierta sequía, unos riegos adecuados permiten obtener mejores producciones. El período crítico de necesidades de agua del sorgo va desde el momento en que aparece la panícula en las hojas del vértice de las plantas hasta el final del estado lechoso del grano. Debido al tamaño corto de los tallos, el riego por aspersión es más fácil de realizar que en el caso del maíz y menos exigente en mano de obra. En aquellos casos en que se dude de la cantidad de agua que podrá suministrarse al cultivo, es mejor optar por el sorgo, puesto que éste tiene menos exigencias hídricas que el maíz.

13.6.7. Herbicidas

Por lo general, los tratamientos de preemergencia son preferibles a los selectivos. Productos químicos como la **atrazina** y la **atrazina + terbutrina** actúan por absorción radicular y foliar, debiendo ser aplicados en postsiembra o preemergencia del sorgo. Otros herbicidas, como los selectivos contra malas hierbas de hoja ancha, deben emplearse en postemergencia del cultivo, con las debidas precauciones para con los cultivos colindantes. Materias activas muy utilizadas como el **MCPA** o los distintos ésteres de la sal **2,4D**, son ejemplos de productos selectivos aptos para el desherbaje del sorgo en pleno cultivo.

13.6.8. Accidentes, enfermedades y plagas

Todas las enfermedades criptogámicas y plagas descritas para el cultivo del maíz deberían repetirse para el cultivo del sorgo. Asímismo, los medios de lucha son también extrapolables. Algunas variedades de sorgo son especialmente sensibles a ciertos productos fitosanitarios, por lo que es muy conveniente consultar con el servicio técnico de las casas comerciales antes de utilizar cualquier pesticida.

13.6.9. Recolección

Como en la mayoría de cereales, la recolección del sorgo se realiza actualmente con maquinaria cosechadora autopropulsada. El grano no debe almacenarse con más del 15% de humedad. Si el almacenamiento es de larga duración, es recomendable que la humedad del grano no supere el 12%.

13.6.10. Aprovechamiento

Su producción se destina, por lo general, a la elaboración de forrajes para el ganado, aunque el grano sin transformación también sirve de alimento para la ganadería. Comparativamente con el grano del maíz, el sorgo posee menor valor energético. En efecto, el sorgo es más pobre en materia grasa, pero más rico en proteínas. Hay que tener precaución cuando se aprovecha el sorgo en pastoreo, puesto que en las zonas terminales de crecimiento de esta planta se concentra un glucósido que se transforma en ácido cianhídrico por la acción de ciertas diastasas. Como es sabido, este ácido es de una gran toxicidad. Este glucósido se acumula en los brotes tiernos durante el crecimiento de la planta, pero desaparece después de la floración, y su concentración en la planta se incrementa con las heladas, con las altas temperaturas y con la sequía. El riego contribuye a disminuir las concentraciones de este glucósido.
Además, el sorgo tiene muy buena salida comercial como fuente de materia prima para las industrias productoras de almidón, dextrinas, dextrosas, aceites, etc.

13.7. ARROZ

El arroz, científicamente *Oryza sativa*, es una gramínea monocotiledónea. Planta herbácea anual, su tallo está constituido por una caña erecta que llega a tener más de un metro de altura. Sus hojas son alternas, envainadoras, lineales y ásperas, y miden de 5 a



El arroz se cultiva en los suelos encharcados de los deltas y marismas. (Gentileza de Agro Larin)

Denominación varietal	Fecha de inscripción
Bahía	7-05-74
Balilla	7-05-74
Balilla x Sollana	7-05-74
Balstirsia AC	7-05-74
Belle Patna	7-05-74
Belis	21-09-82
Blue Belle	7-05-74
Blue Bonnet	7-05-74
Bomba	7-05-74
Bombón	7-05-74
Bord	4-08-87
Colina	7-05-74
Delta	7-05-74
Francés	7-05-74
Girona	7-05-74
Gulfmont	18-05-88
Indio	4-08-87
Ilalpatna	7-05-74
Isicar	24-10-78
Lebonnet	4-08-87
Lemont	18-05-88
Lisc	7-05-74
Matusaska	7-05-74
Naro X Sollara	7-05-74
Newbonnet	4-08-87
Nova	24-10-78
Pegonil	7-05-74
Ribe	7-05-74
Ribello	7-05-74
Rinaldo Bersani	7-05-74
Rubino	9-04-86
Senia	9-04-86
Sequial	7-05-74
Skybonnet	18-05-88
Starbonnet	7-05-74
Tebonnet	4-08-87
Tebre	9-04-86
Thaibonnet, L-202	4-08-87
Thainato	4-08-87
Venecia	9-04-86

Lista actualizada de variedades de arroz inscritas en el Registro de Variedades del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero



En muchas zonas de Asia, el cultivo del arroz sigue practicándose con los sistemas tradicionales de antaño.

10 mm de anchura. Las flores, de color verde blanquecino y dispuestas en espiguillas, constituyen en su conjunto una panoja grande, terminal, estrecha, colgante después de la floración. Cada espiguilla es uniflora y está provista de una gluma con dos valvas pequeñas. El grano, que mide unos milímetros, es en cariópside y, además del embrión, consta de una parte más interna llamada **endosperma**, de unos envoltorios ricos en proteínas y grasas, y de una cascarilla celulósica de un color marrón blanquecino.

13.7.1. Ciclo vegetativo

Una vez el grano de arroz ha germinado, acaece el crecimiento de raíces, tallos y hojas. La **panícula**, llamada también **espiga**, comienza a formarse unos treinta días antes del espigado y, siete días después de comenzar su formación alcanza ya unos 2 mm. La floración tiene lugar el mismo día del espigado o al día siguiente, durante las últimas horas de la mañana.

Preparación del terreno



Se anega el campo. Se prepara el suelo con azadones y arados tirados por búfalos, creando una capa de barro en el fondo. Las orillas que separan los campos retienen el agua y sirven de senderos.

Plantación



Las plantas de arroz, germinadas en semilleros, se plantan a mano en el barro.

Maduración



Cuando surgen las espigas de arroz, se drena el campo, y éstas maduran en suelo seco. Después son recolectadas con los aperos tradicionales: la hoz y el balancín.

Recolección





13.7.2. Variedades

Ofrecemos en la página anterior un listado de variedades cuyo cultivo es frecuente en las zonas arroceras españolas. Cada una de ellas posee unas características concretas por lo que se refiere al porte de la planta, a su color, forma de sus hojas, tallo, tipo de panícula y longitud y forma del grano. El lector puede encontrar en las bibliografías más especializadas, además de las características ya citadas, la precocidad del espigado y de la madurez de cada variedad, su capacidad productiva, su resistencia a ciertos accidentes como el encamado y el desgranado, su resistencia a ciertas enfermedades y plagas, etc.

13.7.3. Exigencias del cultivo

A diferencia de todas las demás gramíneas e incluso de las demás plantas cultivadas, el arroz debe ser cultivado bajo condiciones especiales: los arrozales deben permanecer inundados la mayor parte del tiempo. El terreno se divide en parcelas separadas por grandes caballones que permitirán la retención del agua. En cada caballón se practican unos pasos, llamados **hoquillas**, que permiten el paso del agua de las parcelas de mayor cota a las de menor. Cuando el agua no resulta muy salina, el agua que llega a la parcela de cota más baja suele reelevarse con bombas para reutilizarla en superficies de cotas superiores. Cuando la reutilización del agua no es posible, por ser ésta demasiado salina, el agua se vierte directamente a desagüe.

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 o 13°C, pero nace mucho mejor en semilleros a una temperatura de 30 a 35°C. Por encima de los 40°C, no germina. Una vez germinado, crece bien con temperaturas que oscilen entre los 7 y los 23°C. Si se dan temperaturas superiores, la planta crece muy rápidamente, pero sus tejidos resultan entonces demasiado blandos, lo que les hace susceptibles a muchas enfermedades criptogámicas. Para la floración, se precisan un mínimo de 15°C, siendo su óptimo próximo a los 30°C; durante este período, si ocurre un tiempo lluvioso y las temperaturas son bajas, se perjudica la polinización. Durante la maduración del grano, es preferible que las noches sean frescas, puesto que si son demasiado cálidas, la respiración de la planta se intensifica, consumiendo muchas de las sustancias sintetizadas durante el día por la fotosíntesis, lo que dificulta la maduración de los granos de arroz. Quince días antes del espigado, cuando la espiga se desarrolla rápidamente, las plantas son especialmente sensibles a las condiciones ambientales adversas.

13.7.4. Abonado

Es práctica usual, en el cultivo del arroz, realizar un abonado de fondo, además del abonado mineral, con materia orgánica. En parcelas improductivas recuperadas, una dosis de 50.000 a 70.000 Kg de abono orgánico (estiércol, residuos urbanos, etc.) por hectárea, es la correcta; para el abonado orgánico de mantenimiento, las dosis rondan los 10.000 Kg/ha.

A partir de las extracciones medias de N-P-K que el cultivo absorbe del suelo, pueden calcularse las necesidades medias de nutrientes por tonelada métrica de producción de arroz. Su estimación numérica es:

21 Kg de N, 11 Kg de P_2O_5 y 18 Kg de K_2O. Si la producción esperada ronda los 6.000 Kg por hectárea, se pueden dar, como orientativas, las siguientes cantidades de abono:

125 Kg de N
90 Kg de P_2O_5
90 Kg de K_2O

Para la aportación de las unidades de potasio, deben emplearse siempre abonos en forma de sulfato potásico y nunca en forma de cloruro puesto que, siendo el arroz cultivado en los deltas y marismas de las desembocaduras de los ríos, el agua suele tener concentraciones elevadas de cloruro sódico, por lo que, si abonamos con potasio procedente de cloruro, pueden presentarse problemas de salinidad debido a un exceso de cloro. Para satisfacer las unidades fertilizantes mentadas, se emplea con frecuencia el **sulfato amónico**, el **superfosfato**, el **sulfato potásico** e incluso la **urea** y el **amoníaco anhidro**.

Como en los cultivos ya descritos, las unidades fertilizantes de potasio y fósforo deben suministrarse antes de la implantación del cultivo. Se incorporan éstas en seco con una grada de discos o un pase de cultivador. Es posible también su incorporación cuando la parcela está inundada, mediante un **pase de fangueo**. Los abonos líquidos en suspensión tienen, cada día más, un lugar importante en el cultivo del arroz. Ciertos autores señalan que la absorción del nitrógeno por la planta es mayor y mejor con los abonos solubles, lo que se traduce en una nacencia más vigorosa, en el adelanto de unos días en el cultivo y en una mayor comodidad de aplicación.

Según el estadio en que se encuentra el cultivo, las exigencias en cuanto a los elementos nutritivos varían. Así, la absorción de nitrógeno y potasa es máxima en el período del ahijamiento. Por contra, en la fase final de éste, son mayores las necesidades de fósforo, magnesio y calcio. La mayor parte de los nutrientes son absorbidos antes de la fructificación del grano, momento a partir del cual las necesidades disminuyen y prácticamente se anulan. Finalmente, señalaremos que la absorción de los elementos nutritivos es directamente proporcional a la masa radicular de la planta, así como a la circulación del agua de riego que favorece una oxigenación del terreno.

13.7.5. Siembra

Antes de la siembra, debe realizarse la **preparación del terreno**, cuestión que es altamente importante en el arroz debido a las particularidades del cultivo. El terreno debe nivelarse muy bien. Las pendientes menores al 1‰ son las más adecuadas, e incluso puede nivelarse a 0, lo que permite parcelas o **tablas** de hasta 15 Ha. Con los adelantos técnicos disponibles en aparatos medidores de agrimensura, es preferible realizar las labores de nivelación con instrumentos de láser; aunque costosos, pueden ser adquiridos en cooperativa con otros agricultores. Su utilización supone poder realizar estos trabajos con suma precisión, con un mínimo gasto y en muy poco tiempo. Al final del invierno, se realiza la labor de **alzar** con el **arado de vertedera** o con **cultivador de ganchos**. Con la finalidad de preparar el terreno lo más disgregado posible, puede ser necesario dar dos pases dobles cruzados **de escarificador**.

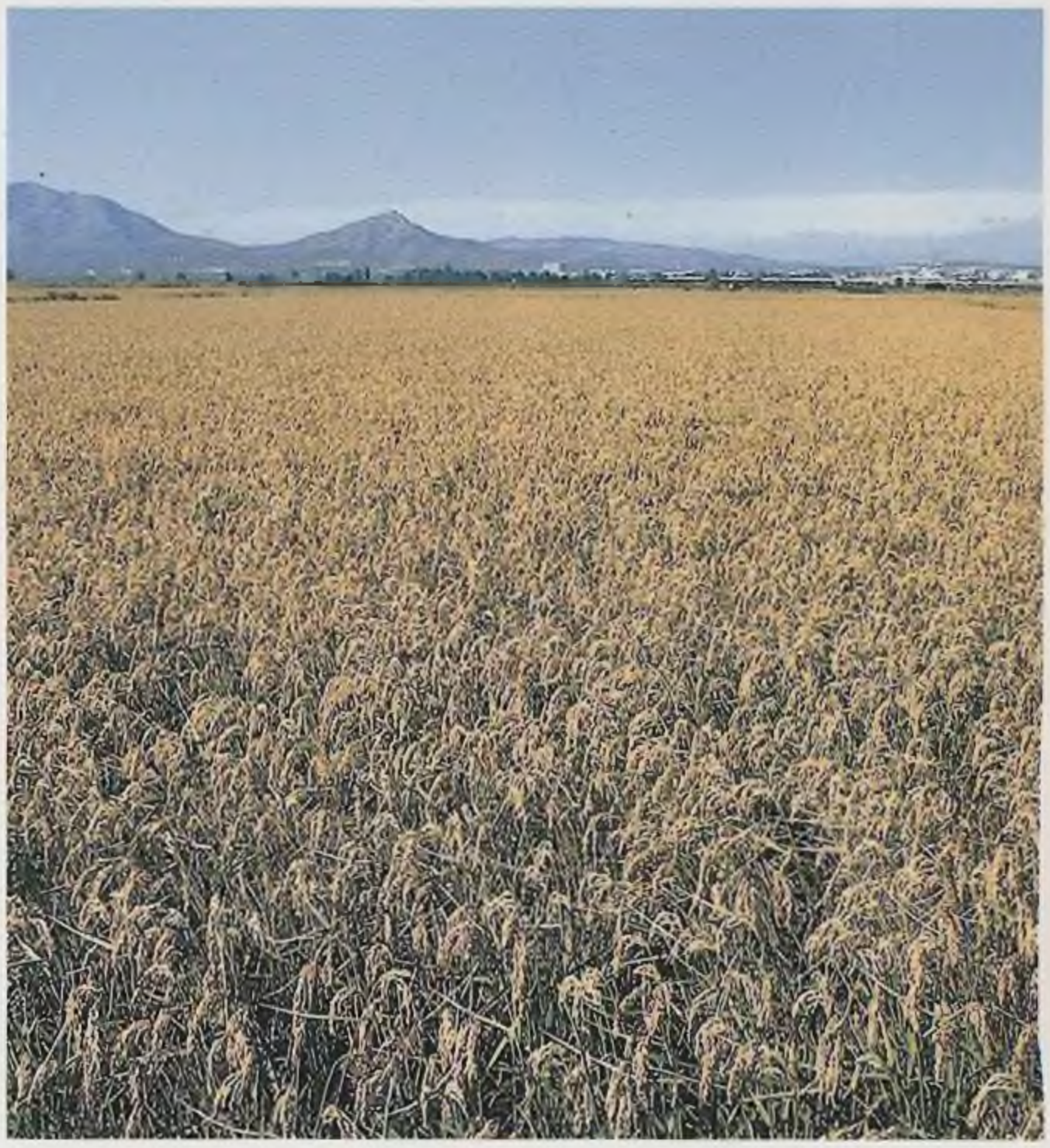
La siembra puede realizarse directamente (**siembra directa**) o bien utilizando planteles cultivados en viveros, para después trasplantarlos en la parcela definitiva. El arroz se siembra cuando en el terreno inundado el agua no supera los 5 cm de altura y el grano depositado no se cubre. La siembra puede realizarse a mano, a voleo, con maquinaria especial o, en los casos de grandes extensiones, con avión. En cualquiera de los sistemas citados, la siembra debe hacerse cuando el agua está clara y los lodos han precipitado hacia el fondo. La cantidad de semilla a utilizar dependerá de las variedades y de la capacidad de ahijamiento de cada una. Después del ahijamiento, deben quedar, para las variedades de panícula corta y tallo grueso, unos 250-300 tallos/m^2 . Para las variedades de panícula larga, abierta y tallo fino, este número debe estar comprendido entre los 300 y 350 tallos/m^2, lo que traducido en cantidad de semilla viene a suponer unos 130-150 Kg/Ha.

Cuando la siembra se realiza con máquinas sembradoras especializadas, éstas van provistas de tubos que se desplazan, flotando, por encima del nivel del agua. En aquellos casos en que las dimensiones del cultivo lo justifiquen, y en los que se efectúe la siembra con avión, ésta debe realizarse en días sin viento y a una altura lo suficientemente baja como para que el grano no se hunda en la tierra al caer, puesto que si queda enterrado a demasiada profundidad, no nace. En función de la climatología de las distintas zonas arroceras, el período de siembra abarca desde la segunda quincena de abril hasta finales de mayo.

Facet ® es un herbicida para el control de Echinochloa sp. en el cultivo del arroz. Distribuido por BASF, S.A.

Basagran M ® es un herbicida selectivo de postemergencia para el control de las malas hierbas dicotiledóneas y cyperáceas en el cultivo del arroz. Comercializado por BASF, S.A.





13.7.6. Riego

El caudal de agua necesario para el cultivo del arroz es muy alto: puede variar de 2 a 4 litros por segundo y hectárea, según las características del suelo y el clima. En el riego debe cuidarse que el agua tenga la altura debida en relación con el desarrollo de la planta. En los primeros estadios del crecimiento, después de la germinación, es conveniente que el nivel del agua sea alto, puesto que esta manera presenta diversas ventajas: se consigue proteger las plántulas del frío, se entorpece el desarrollo de las malas hierbas, se impide la degradación de ciertos herbicidas en caso de que se usen y, además, se impide que el movimiento superficial del agua por el viento arranque las jóvenes plantas. Posteriormente, durante los siguientes estadios, es conveniente mantener el agua a una altura razonable que permita a las hojas despuntar por encima de la superficie.

El agua debe ser renovada periódicamente con la finalidad de oxigenar el cultivo, siendo práctica habitual dejar secar las parcelas de arroz desde el final del ahijado hasta el comienzo de la formación de la panícula. Las finalidades de esta operación son, entre otras, disminuir el riesgo de encamado, preparar la planta para el período de fructificación, defenderse de las numerosas algas que compiten con el arroz y, finalmente, aprovechar este momento para la aplicación de herbicidas selectivos hormonales de contacto.

Malas hierbas: junco (Juncus compressus) (Gentileza de Shering)

Malas hierbas: pata de gallina (Digital sanguinalis) (Gentileza de Shering)



13.7.7. Herbicidas

Uno de los problemas exclusivos del cultivo del arroz es la presencia de algas en las parcelas. Las algas compiten con el cultivo y pueden llegar a causar serios problemas puesto que dificultan la realización de las labores. Suelen utilizarse para su eliminación piedras de sulfato de cobre (u otros alguicidas) depositadas en las piqueras. En aquellos casos en que se utilice sulfato de cobre, debe considerarse éste como un aporte suplementario de sulfato y de cobre al cultivo, por lo que es conveniente recalcular las dosis de abonado.



Pueden dividirse los tratamientos herbicidas a realizar en un arrozal en función de la mala hierba que deba ser controlada. Una de las plantas adventicias cuya presencia y competencia es más nociva para el arroz es la **cola de caballo** o *Echinochloa sp.* Se trata de una planta miescícola de la familia de las gramíneas. Pueden emplearse los herbicidas **molinato** (formulado como granulado o líquido emulsionable), **tiocarbacilo** (líquido emulsionable) o **tiobencarb** (granulado) en presiembra del arroz y en pre-emergencia de la *Echinochloa*, aunque también puede recurrirse a los mismos productos en postsiembra del arroz y pre y/o postemergencia de la *Echinochloa*. Es factible también realizar un tratamiento herbicida en postemergencia de la *Echinochloa* antes de que la adventicia alcance el estadio de la tercera o cuarta hoja verdadera. Para esta operación pueden emplearse formulados a base de **propanil**, y su aplicación debe realizarse con mochila o con avioneta, puesto que las ruedas de la maquinaria causan graves daños a las plantas de arroz en su estado joven. Aconsejamos encarecidamente la lectura de la etiqueta del producto para determinar las dosis y modos de aplicación de estos tratamientos.

Para el control de dicotiledóneas y ciertas monocoti-

ledóneas, como las pertenecientes a las familias alismatáceas y ciperáceas, se han utilizado tradicionalmente los herbicidas hormonales selectivos clásicos como el **2,4D**, **2,4,5-T**, **MCPA**, y **2,4,5-TP**. Sin embargo, debido a los numerosos daños causados en los cultivos, el Ministerio de Agricultura español ha desautorizado su uso en el arroz. Sólo han quedado autorizados algunos derivados poco volátiles del **MCPA**. A la **bentazona**, herbicida de reciente factura, se le considera un producto altamente selectivo para el arroz, ya que elimina las mismas adventicias que los hormonales y que, por ser poco o nada volátil, no representa ningún peligro para los cultivos colindantes. Comparativamente a los hormonales clásicos, la bentazona tiene la ventaja de poder ser aplicada en cualquier estadio del arroz, a diferencia de los otros selectivos que deben aplicarse entre los 55 y 85 días después de la siembra, o sea durante el período comprendido entre el ahijamiento completo del arroz y la fase en que esté la espiga en zurrón. Los herbicidas selectivos del arroz causan, a menudo, fitotoxicidad en el mismo. Para evitar esta cuestión, a menudo el agricultor mezcla, junto al herbicida, cierta cantidad de abono foliar (N-P-K) con la finalidad de contrarrestar la acción depresiva del herbicida.

Otras malas hierbas, como las vivaces **grama de agua** (*Paspalum distichum*) y **espiga de agua** (*Potamogeton natuns*) son, desgraciadamente, resistentes a los herbicidas anteriormente citados. Antiguamente, con las labores de escarda manuales, eran plantas cuyas poblaciones se controlaban sin problemas, pero actualmente representan auténticas plagas para los cultivos. Antes de la nacencia del arroz pueden eliminarse con la materia activa **paraquat**, pero después de la germinación, la escarda debe realizarse a mano. Para eliminar estas malas hierbas de los caballones, en aplicaciones muy localizadas y siempre evitando tocar el cultivo, puede emplearse el herbicida antes citado e incluso el **dalapón** o el **glifosato**.

13.7.8. Accidentes, enfermedades y plagas

• Accidentes

El agua de regadío del arroz no debe superar 1 gramo por litro de cloruro sódico. Cuando se iguala o se sobrepasa esta cota, el cultivo empieza a acusar el exceso de salinidad. Otro accidente común en el cultivo del arroz es el **encame** de las plantas, puesto que éstas son especialmente sensibles a esta fisiopatía; un exceso de nitrógeno suele incrementar la sensibilidad al encame del arroz. En determinados estadios del cultivo, éste puede amarillear por una falta de nitrógeno, lo que debe ser subsanado con una aportación suplementaria de unos 100 Kg/Ha de nitrato; esta aportación debe realizarse cuando el agua de la parcela ha escurrido. Entonces el nitrógeno es absorbido por la planta en 24 horas.

• Enfermedades

Como medida preventiva contra las **enfermedades criptogámicas**, suele emplearse la mezcla comercial de **carboxina + tiram** para la desinfección de la semilla. Si el grano se deja en remojo con una solución de estas materias activas, los problemas posteriores durante el cultivo por causa de los hongos



Malas hierbas: cola de caballo (Echinochloa crus-galli) (Gentileza de Shering)

Rizhoctonia y *Helminthosporium* se reducen enormemente. Otras medidas preventivas que ya conocemos, como el empleo de variedades resistentes a ciertas enfermedades fúngicas, no abusar del abonado nitrogenado utilizando un buen equilibrio entre los tres macroelementos, la destrucción de los restos de las cosechas, etc., favorecen la sanidad de las plantas y la prevención de las enfermedades fúngicas.

Quizá quepa citar como enfermedad más perniciosa en el cultivo del arroz, la causada por el **mal del cuello** (*Pericularia oryzae*), enfermedad que afecta a las panículas y hojas del arroz. Los ataques más peligrosos son los que ocurren en el nudo basal de la panoja, formándose una zona necrótica por encima y por debajo del cuello, que interrumpe la circulación de la savia, inhibe el crecimiento de los tejidos y los desorganiza. Puede ser empleado el caldo bordelés para su tratamiento; pero, para que éste resulte eficaz, debe ser repetitivo, lo que resulta costoso y produce mermas en el rendimiento de la cosecha. Otros fungicidas que pueden utilizarse, como el **triciclazol** o ciertos productos mercuriales, son aptos para tal finalidad, pero estos últimos presentan la desventaja de ser fitotóxicos para ciertas variedades de arroz.

• Plagas

Entre los **insectos** que atacan este cultivo, destacan lepidópteros como el **barrenador del arroz** (*Chilo suppressalis*) y la **rosquilla negra** (*Spodoptera littoralis*), hemípteros como la **pudenta** (*Eusarcoris sp.*), ciertos dípteros como los **gusanos de los planteles** (englobados en varias familias) y, de forma menos frecuente, también los **pulgones.** Todos ellos, de biologías distintas, causan distintos daños en las plantas del arroz: desde el barrenador que labra galerías en los tallos, la pudenta que causa la depreciación comercial del grano o la rosquilla negra que afecta a las hojas por su acción defoliadora. Insecticidas químicos como el **fenitrothión**, **malathión**, **carbaril**, **triclorfón**, etc. son productos autorizados para el control de las plagas citadas. Asímismo, el *Sitophilus oryzae*, o **gorgojo del arroz**, es un insecto fitófago



En Europa y América, el arroz forma parte de las tradiciones culinarias de todos los países. (Gentileza del Groupe Roullier)

que se alimenta del grano almacenado. Para la desinfección del grano y de los silos de almacenamiento, vale cuanto se dijo para el trigo.

13.7.9. Recolección

La recolección se realiza con cosechadoras parecidas, en su concepción, a las ya descritas para los demás cultivos cerealistas, con la salvedad, en este caso, de que la maquinaria debe estar provista de ruedas del tipo oruga. Cuando el arroz comienza a granar, se suspende el riego. Entonces el grano debe tener la suficiente dureza como para impedir ser cortado por los dientes. En función del momento de la recolección y de la climatología, el arroz sale de la cosechadora con mayor o menor humedad. Lo ideal resulta cuando el grano tiene menos del 14% de humedad. Cuando la humedad se sitúa alrededor del 25-30%, el grano debe secarse al sol o bien en secaderos térmicos.

El arroz más apreciado, y el de mayor precio, es el que mantiene el máximo número de granos enteros después de ser cosechado. Si el grano está muy húmedo, o bien si la siega se ha realizado muy pronto, las operaciones de secado son imprescindibles, pero debido a ellas, el porcentaje de granos partidos resulta alto. Después de la recolección, se quema el rastrojo y se realiza la labor de **fangueo**, que consiste en mover el barro con unas ruedas especiales.



13.7.10. Aprovechamiento

El arroz, después del trigo, es uno de los alimentos básicos de la humanidad; así lo demuestran las altas cifras de producción mundial, sólo superadas por el trigo. En las regiones superpobladas de Asia, el arroz supera con creces al trigo en producción y consumo. Es allí el principal, y a veces el único, alimento de una numerosa población. No puede considerarse el arroz como un alimento completo, puesto que es pobre en sustancias nitrogenadas y muy pobre en materia grasa (menos del 1%). En Europa y América, el arroz forma parte de las tradiciones culinarias de todos los países. Pero por su riqueza en almidón (féculas), se utiliza como base de muchos productos que ofrece la industria alimentaria, y se emplea también en la producción de cervezas, con la finalidad de aumentar el grado alcohólico de la bebida.

La paja de arroz, mezclada con otras sustancias, tiene muchas aplicaciones, entre las que destacan su empleo en la fabricación de una cierta calidad de papel, su utilización para embalaje de material fino (lozas, vidrio, porcelanas, etc.) e, incluso, su utilización como combustible. Los residuos procedentes del descascarillado del grano se utilizan como alimento para el ganado.

13.8. GIRASOL

El girasol (*Heliantus annus*) fue importado de América por los conquistadores y, durante unos siglos, se cultivó en Europa sólo como planta ornamental. A principios del siglo XIX, un agricultor ruso extrajo por primera vez aceite de girasol gracias a una pequeña prensa. Cultivada desde entonces como planta oleaginosa, se extendió rápidamente por toda Europa y, en especial, en los países eslavos. Actualmente, se cultiva en muchos países de todo el mundo como España, Francia, Argentina, etc.

El girasol es una planta anual cuya **raíz** principal, a diferencia de las raíces fasciculadas de los cereales, se desarrolla en profundidad en el terreno hasta unos 50-70 cm, alcanzado, a menudo, mayor longitud que el propio tallo. Posteriormente se desarrollan nuevas raíces secundarias que colonizan, a lo largo y ancho del terreno, una gran extensión. En el momento de la floración, cuando la masa radicular es máxima, las raíces se extienden lateralmente a una distancia de hasta 40 cm de la raíz principal y a una profundidad de 30 cm. El volumen y la extensión de las raíces dependen mucho de las disponibilidades hídricas existentes en el suelo; en los cultivos de secano, el aparato radicular sufre su máximo crecimiento en profundidad al buscar la humedad. Cuando sobrevienen lluvias durante la vegetación, se desarrollan las llamadas **raíces adventicias**, cuyo crecimiento en superficie inunda rápidamente el suelo.

El **tallo** alcanza, según variedades, entre 60 y 220 cm de altura. Cuando el **capítulo**, o flor del girasol,



Plantación de girasol (Gentileza de Euroligo)

Nombre	País de origen	Tipo de variedad	Año de inscripción
Adalid	España	HS	1983
Adalid E.	España	HS	1985
Albasol	Francia	HS	1988
Algazul	España	H3L	1982
Alhama	España	HS	1983
Alhama E.	España	HS	1985
Alhama S.	España	HS	1985
Alhama-12	España	HS	1984
Almansur S.	España	HS	1985
Arbung N-123	España	HS	1983
Arbung E-353	España	HS	1983
Arbung F-253	España	HS	1987
Arbung G-133	España	HS	1983
Arbung I-233	España	HS	1986
Arbung P-113	España	HS	1983
Arbung V-183	España	HS	1986
Ariflor	Francia	H3L	1987
Arocha	España	H3L	1982
Calera	USA	HS	1988
Cepsola	España	HS	1984
Cerflor	Francia	H3L	1983
Enano	USA	HS	1987
Fantasia-2	USA	HS	1986
Fantasia-3	USA	HS	1986
Fantasia-4	USA	HS	1987
Flo-328	Rumanía	HS	1986
Florasol	USA	HS	1981
Florida	USA	HS	1984
Florida-2	USA	H3L	1985
Florida-2000	España	H3L	1985
Floril	USA	HS	1988
Girador	España	H3L	1985
Girospan-70	USA	HS	1985
Girospan-80	USA	HS	1985
Heliandalus	España	HS	1984
Helioespaña F-223	España	HS	1988
Helioespaña R-173	España	HS	1988
Hysun-33	Austria	HS	1987
HS-891	USA	HS	1983
Lidia	Francia	HS	1985
Lotus-915	Alemania	HS	1988
Luzsol	Francia	HS	1987
Maribel	USA	HS	1988
Mirasol	USA	HS	1979
Monte-45	España	HS	1987
Montenuovo	España	HS	1986
Numa-1	España	H3L	1987
Numa-6	España	H3L	1988
Numa-12	España	H3L	1987
Numa-17	España	HS	1988
Odil	USA	HS	1988
Orosol	USA	HS	1985
Osuna HS-101 C	España	HS	1977
Osuna HS-105 C	España	HS	1977
Pemir	España	Polin. libre	1981
Peredovick	España	Polin. Libre	1974
Riosol	USA	HS	1985
Rustiflor	Francia	H3L	1983
SH-21	España	HS	1984
SH-25	USA	HS	1976
SH-26	USA	H3L	1984
SH-31	España	HS	1983
SH-222	España	HS	1985
SH-3322	España	HS	1987
SH-3422	España	HS	1986
SH-3822	España	HS	1986
Sirio	USA	HS	1988
Solre	USA	HS	1987
Sunbred-257	USA	HS	1988
Sunbred-285	USA	HS	1988
Sungro-372 A	USA	HS	1979
Sungro-380	USA	HS	1979
Sungro-386	USA	HS	1988
Tesoro	USA	HS	1983
Tesoro-92	España	H3L	1987
Texas	USA	HS	1983
Toledo-2	España	HS	1984
Toledo-8	España	HS	1984
Toledo-9	España	HS	1984
Toledo-55	España	HS	1984
Tomejil	España	HS	1981
Topflor	Francia	HS	1983
Tornasol	USA	HS	1986
Ulises	España	HS	1986
VYP	España	H3L	1985
VYP-60	España	H3L	1986
VYP-70	España	H3L	1988

Lista actualizada de variedades de girasol, inscritas en el Registro de Variedades del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero

alcanza la madurez, se inclina el tallo en su parte terminal, con lo que el capítulo queda colgando por debajo de la altura de la planta. Según variedades, esta inclinación del tallo es más o menos pronunciada, lo que permite evitar los golpes de sol o la acción granívora de los pájaros sobre los capítulos. Por lo general, un único tallo presenta, en su ápice terminal, una sola flor, aunque en variedades mejoradas más modernas, se desarrollan otros tallos ramificados o secundarios, cada uno de los cuales produce otro capítulo. Son los llamados **capítulos secundarios.**

Las **hojas** de esta planta, largamente pecioladas, varían en número de 12 a 40, y son de gran tamaño. Los dos o tres pares de hojas de la base, que son las primeras, se distribuyen de forma opuesta, y los siguientes pares, de forma alterna. Su color, que varía desde el verde oscuro al verde casi amarillo, así como el número de hojas, dependen de la variedad.

La **flor** del girasol, cuyo diámetro puede variar entre los 10 y 40 cm, es en realidad una inflorescencia en capítulo compuesta por muchas flores, situadas éstas en un receptáculo discoidal. Durante el día, el disco floral no maduro describe una rotación heliotrópica positiva, para quedar en una posición horizontal durante la noche. Al final de su maduración, los capítulos permanecen orientados hacia donde sale el sol.

Los capítulos comprenden dos tipos de flores, las **liguladas** y las **tubulosas.** Las primeras son por lo general asexuadas, se hallan dispuestas radialmente y poseen un color amarillo. Las segundas, las tubulosas, son hermafroditas y se consideran las auténticas flores; se disponen en el disco en arcos espirales distribuidas de forma radial desde su centro.

El girasol es planta **alógama** (fecundación cruzada) porque la parte femenina de la flor madura más tarde que la parte masculina y porque su sistema genético impide la autofecundación. La fecundación ocurre principalmente gracias a los insectos (polinización entomófila) y, en menor medida, al viento (anemófila). Las **semillas** contienen sustancias proteicas e hidratos de carbono, aunque su mayor riqueza corresponde al aceite: una partida de girasol con el 9% de humedad y el 2% de impurezas viene a tener un rendimiento medio en aceite del 44%, porcentaje que representa el 50% de aceite sobre materia seca. Las cáscaras también son aprovechables, pues contienen de 1,6 a 6% de aceite, además de cantidades nada desdeñables de celulosa y otros glúcidos.





El capítulo, o flor del girasol, fructifica en la parte terminal del tallo. Éste alcanza, según variedades, entre los 60 y 220 cm de altura.

Capítulos de girasol (Gentileza de Agro Lorin)

13.8.1. Variedades

Hasta principios de los años 70, se cultivaron en España los girasoles procedentes de Rusia y este de Europa. Desde entonces, organismos oficiales como el **INIA** (Instituto Nacional de Investigación Agraria) y las distintas casas comerciales de semillas aunaron sus esfuerzos en conseguir variedades híbridas de girasol más productivas, con la ventaja añadida que algunas de ellas son resistentes a la peor enfermedad que afecta a esta planta: el mildiu. Todas las variedades de girasol se encuentran englobadas en dos grandes grupos: las de **girasol oleaginosa** y las destinadas al **consumo humano**, que reciben también el nombre de **pipa blanca**. Ofrecemos al lector una lista actualizada de variedades inscritas en el *Registro de Variedades Comerciales de Plantas*.

13.8.2. Lugar en las alternativas

El girasol debe alternarse con plantas de enraizamiento superficial como los cereales, puesto que este cultivo aprovecha el agua en profundidad. Muchos agrónomos coinciden en fijar un plazo de unos **4-6** años antes de volver a sembrar girasol. Entre otras razones, arguyen que ciertas enfermedades perniciosas, como la *Sclerotinia sclerotiorum* y, sobre todo, el **mildiu**, alcanzan poblaciones fúngicas demasiado elevadas cuando se repite año tras año este cultivo en una misma parcela. Pero esta cuestión es poco relevante en aquellas zonas de clima caluroso donde el ciclo vegetativo de este cultivo se desarrolla en épocas de una cierta sequía. De hecho, en muchas zonas de España, el cultivo se repite cada dos años sin que hayan aparecido, por el momento, graves daños por la acción de estos hongos.
Como ejemplos habituales de alternativas de cultivos, cabe reseñar la de trigo-girasol-trigo-girasol, o las siguientes, que parece demostrado que ofrecen mayor producción: trigo-garbanzos-trigo-girasol, o trigo-habas-trigo-girasol. En regadío, parece que el maíz es una buena planta precedente para el girasol.

13.8.3. Exigencias del cultivo

• **Temperatura**. El girasol es una planta de climas cálidos, que alcanza con temperaturas superiores un buen desarrollo. Para la germinación de la semilla, precisa una media mínima de 5°C durante 24 horas. Soporta bien unas temperaturas de 6 a 8°C durante su estadio de plántula, pero a partir de la quinta hoja, precisa temperaturas más elevadas. Para su crecimiento son óptimas temperaturas alrededor de los 25-30°C, pero crece bien, aunque más lentamente, con 13-14°C. La integral térmica necesaria para su crecimiento es la de 1.600-2.000°C, considerados como la suma de las temperaturas medias diarias por encima de los 5°C. Una insuficiencia de calor puede impedir la maduración afectando a la etapa de crecimiento activo y de florecimiento.

• **Luz**. Es un factor esencial para el buen desarrollo de la planta. Durante el período de crecimiento, es más importante el fotoperíodo, interviniendo éste en una mayor o menor velocidad del desarrollo y formación de hojas. Cuando la planta alcanza el estadio de diferenciación del receptáculo, el fotoperíodo pasa a un segundo lugar, para cobrar más importancia otras dos características de la luz: la iluminación y la cantidad de luz recibida por la planta.

• **Humedad**. Juntamente con la temperatura y la luz, el agua es uno de los principales factores de producción del girasol. Éste consume importantes cantidades de agua, tanto en la época de crecimiento activo como en la etapa de formación y llenado de la semilla. En lugares como España, donde las precipitaciones en los secanos son insuficientes, los recursos de agua del suelo representan un papel principal en la producción. Solamente en las regiones frías y húmedas, de insolación reducida, pueden convertirse la luz y la temperatura en factores de primera clase. Con referencia al agua acumulada en el subsuelo, varios autores coinciden en afirmar que las precipitaciones acaecidas en el período de otoño-invierno, junto con el poderoso aparato radicular de esta planta, que permite su aprovechamiento, suelen ser suficientes para el período crítico de máxima necesidad, o sea en la etapa de la formación del capítulo.

• **Suelo**. El girasol prefiere los suelos con textura arcillo-arenosa, con agua freática a pequeña profundidad, ricos en materia orgánica y permeables. No son adecuados los terrenos con características extremas, como los de pH ácido o fuertemente alcalino, pedregosos o salinos.

13.8.4. Abonado

Según numerosos estudios, el girasol tiene el más alto contenido porcentual de elementos nutritivos al comenzar su vegetación, momento que se considera crítico, puesto que coincide con el de máxima absorción de nutrientes. A medida que la planta va creciendo, las concentraciones disminuyen en porcentaje sobre el total de la materia vegetal. Durante la maduración, los nutrientes nitrogenados y fosfóricos experimentan una migración desde las partes vegetativas hasta las reproductivas, lo que explica que a partir de la formación del capítulo, las partes vegetativas arrojen el menor contenido en nutrientes.

Es importante además considerar, a diferencia de otros extensivos, que la gran masa radicular de este vegetal le faculta para el aprovechamiento del abono aplicado en profundidad (abonado de fondo), y mucho menos el de cobertera o aplicado superficialmente. En efecto, numerosos ensayos demuestran que, sobre todo con los fertilizantes poco móviles como los fosfóricos y potásicos, un abonado en cobertera de estos elementos no produce un aumento de la producción de la semilla.

Con la finalidad de establecer unas dosis de abonado, así como un calendario de aplicaciones, deben diferenciarse dos grandes grupos según su sistema de cultivo: los de secano y los regadío. No se abonan en España los cultivos de girasol en secano, puesto que ciertas experiencias demuestran que el factor limitante de producción en condiciones de secano es el agua y no el abono, por lo que un gasto en el capítulo de los fertilizantes no induce a una mayor producción.

En regadío, cuando el agua no es un factor limitante, parece demostrado que dosis proporcionalmente más altas de nitrógeno aumentan la cantidad de semilla producida por hectárea, así como el diámetro del capítulo, mientras que disminuye el porcentaje de grasa contenida. Resultados parecidos se obtienen cuando se incrementan las dosis de fósforo y potasio. De las distintas experiencias y de los resultados obtenidos, las diversas literaturas coinciden en aconsejar para el regadío aportaciones de cada uno de los tres elementos N-P-K entre 50 y 100 unidades por hectárea, debiendo aportarse la mitad del nitrógeno como abonado de fondo junto con el fósforo y el potasio, y la otra mitad en cobertera, tres o cuatro semanas después de la nacencia. El abonado de fondo se realizará en profundidad o, mejor aún, localizado junto al grano de siembra, en especial en aquellos terrenos pobres en fósforo y/o potasio.

De entre todos los micronutrientes, el boro, del cual el girasol es muy ávido, es el elemento que más fácilmente puede llevar el cultivo a una carencia. Cuando hay deficiencia en este nutriente, se observa, al principio, en las hojas más jóvenes, una coloración pardo-rojiza en la base y en los bordes de las hojas, y también una distorsión y un encorvamiento de estas mismas hojas que se muestran más rígidas que de costumbre. Cuando la enfermedad avanza, aparecen en las hojas zonas necrosadas en los márgenes y ápices, y a veces también se necrosa toda la hoja, sobre todo en la parte superior de la planta. Para constatar una deficiencia de este elemento, deben llevarse muestras de tejido vegetal a un laboratorio especializado. Si los resultados son iguales o inferiores a las 37 ppm de boro, se recomienda una aplicación de este elemento vía foliar, a razón de 0,5-1 Kg/Ha al principio de la formación del botón floral. Posteriormente, cuando se haya alzado el cultivo, es conveniente aplicar un abonado corrector de fondo, a razón de 1-2 Kg de boro por hectárea.

13.8.5. Siembra

Antes de la siembra, debe **prepararse el terreno** para el cultivo. Según las regiones, las labores preparatorias del terreno pueden ser las **convencionales**: alzar el barbecho con la arada, subsolar, aplicación de herbicida, labrar incorporando el abonado de fondo y preparación del lecho de siembra; o bien, con la finalidad de ahorrase labores, puede practicarse el sistema de "**no laboreo**". La elección de uno o de otro, e incluso de alguno intermedio (**laboreo mínimo**), deberá determinarse en función de las características del terreno, de las poblaciones de malas hierbas y de la disponibilidad de mano de obra para la realización de cada labor. Para una mayor información de los sistemas de preparación del terreno, puede consultarse el capítulo quinto de este tema. Recordaremos solamente que el girasol es cultivo de profundas raíces, por lo que debe acondicionarse el terreno en profundidad. Son pues recomendables las labores con la arada (35-40 cm), ya que eliminan muchas adventicias. Sin embargo, en aquellos terrenos que se endurecen cuando pierden tempero, la labor más apropiada es el subsolado, que impide la pérdida de agua.

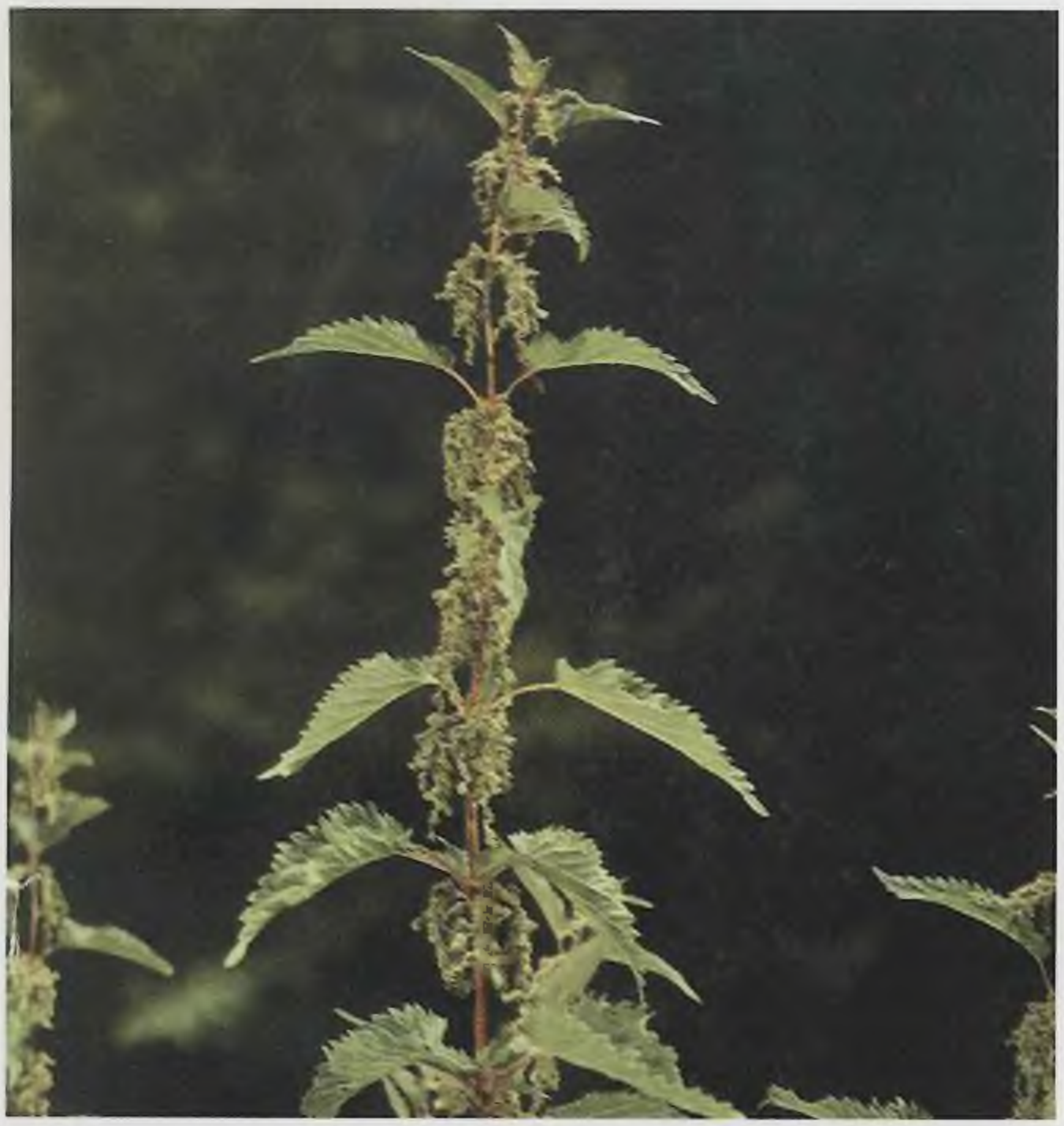
La **siembra** puede realizarse con la misma sembradora de los cereales convenientemente modificada, aunque su utilización provoca rotura de semillas y no resulta tan precisa como las conseguidas mediante las sembradoras especializadas para girasol, que son las llamadas **monograno**. Estas sembradoras deben regularse según el calibre de la semilla, encargando platos con diámetro de orificios apropiados para que caigan las semillas una a una. A pesar de que la germinación de la semilla acaece a partir de los 5°C, se recomienda no sembrar hasta que el suelo alcance los 10°C, puesto que con temperaturas más bajas, su germinación y posterior crecimiento es muy lento. En las zonas más cálidas, la siembra es usual en marzo-abril, y en las más frías en mayo- junio.

La **profundidad** de siembra debe establecerse en función de la temperatura, humedad y del tipo de suelo. En condiciones óptimas, la profundidad debe oscilar entre 1 y 3 cm. En zonas de precipitaciones reducidas, la semilla debe ser enterrada entre los 6 y los 8 cm.

Para el cálculo de la **densidad**, o dosis de siembra, deben tenerse en cuenta los siguiente datos: el marco de plantación o las plantas que deseamos (plantas/Ha), el número de semillas por kilogramo y el porcentaje de germinación de una variedad determinada (la legislación vigente marca un mínimo del 85%). El número de semillas que contiene cada kilogramo varía según el calibre comercial de la simiente:

- Calibre extra: mínimo de 8.700 semillas/Kg
- Calibre grueso: mínimo de 10.000 semillas/Kg

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA



Malas hierbas: ortiga grande (Urtica dioica) (Gentileza de Shering)

- Calibre estándar: mínimo de 13.400 semillas/Kg
- Calibre medio: mínimo de 19.800 semillas/Kg

Si se estiman en un 20% las pérdidas de plantas nacidas provocadas por diversos accidentes como ataques de pájaros, roedores, gusanos del suelo, etc., puede considerarse que sólo llega a desarrollarse el 80% de las plantas. Entonces, la fórmula para determinar la densidad de siembra es:

$$\text{Dosis de siembra} = \frac{\text{Plantas definitivas}}{\text{Nº de semillas/Kg} * 0{,}85 * 0{,}80}$$

Como ejemplo práctico, un agricultor que quisiera tener una densidad de siembra de 55.000 plantas/Ha con una semilla de calibre grueso, debería utilizar una dosis de:

$$\text{Dosis de siembra} = \frac{55.000}{10.500 * 0{,}85 * 0{,}80} = 7{,}7 \text{ Kg/Ha}$$

En los secanos, se estima una densidad entre las 40.000 y las 70.000 plantas por hectárea; en regadío, naturalmente, es mucho más alta. Se recomiendan siembras algo más densas de lo calculado con la previsión de realizar un ligero aclareo para afinar una densidad definitiva más correcta y una mejor distribución de las plantas. El girasol nace a los 10-15 días de su siembra y crece al principio muy lentamente. Debe esperarse, entonces, a que las líneas queden bien marcadas para poder pasar con el cultivador.

13.8.6. Riego

En los regadíos, el riego debe realizarse cuando los capítulos alcanzan las proporciones de una alcachofa; es entonces el momento de máxima necesidad de agua. En este momento deben utilizarse alrededor de 50-60 litros/m^2. Un segundo riego, también muy importante, es el que debe realizarse en plena floración; se emplearán entonces de 60 a 80 litros/m^2. Si el sistema de riego disponible es por aspersión, debe retrasarse la aportación de agua, puesto que puede verse perjudicada la polinización. Un tercer riego, o riego de maduración, es el que debe ser aplicado al final de la floración. Contribuirá éste al llenado de la semilla. Si el terreno no ofrece suficiente tempero para la germinación, puede optarse por un cuarto riego, cronológicamente anterior a los descritos, y a una dosis de 20-25 litros/m^2, el cual facilitará la germinación y posterior nacencia.

13.8.7. Herbicidas

Las binas o escardas, aunque muy frecuentes con la utilización de herbicidas, también se realizan a menudo por medios mecánicos. Cuando no se utilizan herbicidas antes de la siembra, son las labores de preparación del terreno las encargadas de realizar la bina. Inmediatamente después de la preparación del lecho de siembra debe realizarse ésta, para permitir que el girasol y las adventicias nazcan al unísono, y no después, lo que favorecería la competencia de éstas al cultivo. También son frecuentes



Plantas adventicias: diente de león (Taraxacum officinale) (Gentileza de Shering)

las escardas mecánicas con el cultivador en postemergencia del cultivo, realizándose éstas cuando el girasol alcanza las 4-6 hojas verdaderas, estado que lo hace resistente a posibles enterrados y roturas de plantas.
En secano es corriente dar uno o dos pases de cultivador mientras el crecimiento de las plantas no impide su paso. Pero si la aplicación del herbicida en presiembra ha dado un buen resultado, entonces es preferible no realizar la bina, puesto que cualquier labor en el terreno contribuye a que éste pierda humedad. A partir de un cierto momento, el mismo cultivo ahoga el desarrollo de las adventicias.
Cuando se realizan las escardas químicas, debe distinguirse entre aquellos productos que se aplican en **presiembra** y los que se aplican en **preemergencia** del cultivo. Los herbicidas a utilizar antes de la siembra deben incorporarse al suelo a unos 6-8 cm de profundidad mediante dos pases de cultivador. Productos como la **trifluralina**, **etafluralina** y la **dinitramina** son muy utilizados. Los productos de aplicación después de la siembra, pero antes de la emergencia del cultivo y de las malas hierbas, deben aplicarse dentro de los dos días siguientes a la siembra. Algunos, como el **alacloro**, poseen muy buena selectividad para el girasol a la vez que una buena efectividad contra las gramíneas. Otros herbicidas que pueden utilizarse en preemergencia son la **terbutrina**, **linurón**, **fluorcloridona** y ciertas mezclas comerciales de los mismos.

13.8.8. Accidentes, enfermedades y plagas

• Accidentes
Los accidentes debidos a condiciones climáticas y meteorológicas adversas constituyen el grupo de agentes que pueden producir mayores afecciones en el cultivo del girasol. Si en el momento de la polinización sobrevienen fuertes lluvias, éstas lavan el polen e impiden el vuelo de las abejas, lo que perjudica la fecundación. Por otra parte, la luz solar directa puede secar el polen, lo que origina un pérdida de su capacidad de fecundación. La **necrosis** de las brácteas de los capítulos florales ocurre en zonas donde las temperaturas son elevadas. Se cree, por tanto, que se trata de una termopatía provocada por golpes de sol. Los genetistas buscan variedades de girasol que permitan que, tras la maduración de los capítulos, queden éstos volcados hacia el suelo, lo que evitaría que quedaran expuestos a los rayos solares.

• Enfermedades
De entre los **virus** que afectan a este cultivo, cabe destacar el del **mosaico del girasol**. Se transmite por las semillas infectadas o por ciertos insectos vectores. Las plantas atacadas presentan manchas descoloridas con aspecto de mosaico.
Entre las **enfermedades criptogámicas**, cabe destacar, como muy perniciosa, el **mildiu** (*Plasmopara helianthi*). Este hongo afecta cualquier parte y estadio de la planta, produciendo en ella el llamado **enanismo** del girasol. En las hojas de las plantas infectadas, aparecen manchas cloróticas en forma de mosaico que contrastan con el verde normal del tejido sano. Si la infección ocurre en la germinación, las plantas acaban pereciendo sin llegar a formar capítulos. Si la infección ocurre en pleno crecimiento, el desarrollo se estanca y los capítulos que florecen son pequeños, quedando las semillas pequeñas y escasas en número. Su lucha debe ser de tipo preventivo, puesto que no existen productos químicos. El empleo de simientes sanitariamente certificadas, no resembrar girasol en parcelas afectadas antes de seis o siete años, el empleo de variedades resistentes, etc., son algunas de las medidas profilácticas posibles.
Otra enfermedad muy perniciosa es la **podredumbre blanca** del girasol (*Sclerotinia sclerotiorum*). Esta enfermedad encuentra sus óptimas condiciones de desarrollo cuando las lluvias son abundantes y las temperaturas más bien bajas, pudiendo atacar las plantas en cualquiera de sus estadios (son mucho más sensibles cuando son jóvenes o en su fase de formación de capítulos). Los tejidos de la parte invadida por el hongo se vuelven blandos, de color castaño, y se pudren originando la marchitez y muerte de las plántulas. En condiciones de humedad relativa elevada, las partes atacadas se cubren de una fina capa blanca (no son más que las hifas del hongo). No se dispone en el mercado de variedades resistentes, siendo la única alternativa para su combate no repetir el cultivo en seis o siete años si se han detectado fuertes ataques de esta enfermedad.
Se describen en la literatura otras enfermedades fúngicas de menor envergadura en cuanto a daños producidos se refiere. Citaremos la **podredumbre gris** del girasol (*Botrytis cinerea*), el **moho** del girasol (*Puccinia helianthi*), la *Septoria helianthi*, la *Alternaria helianthi* y el *Verticilium dahlias*.

• Plagas
Pueden distinguirse dos tipos de plagas que afectan al cultivo del girasol: los insectos del suelo y los que afectan a su parte aérea. En cuanto a los **insectos del suelo**, es recomendable realizar un tratamiento contra ellos al unísono con la siembra, mediante máquinas microgranuladoras asociadas a la misma sembradora. Los insecticidas granulados contra los gusanos blancos, los de alambre e incluso miriápodos, como **clorpirifos, carbofurán, fonofos, bendiocard**, etc. son muy eficaces. En regadío suelen también ocurrir ataques tardíos de gusanos grises o rosquillas (*Agriotis segetum*). En este caso, es conveniente utilizar piretrinas sintéticas, siendo preferible hacer el tratamiento al atardecer, pues el *Agriotis* es un insecto nocturno.
Entre los **insectos** que afectan a la parte aérea, quizá el más importante sea la **polilla del girasol** (*Homoesoma nebulella*), cuya larva de 3 a 16 mm ataca las plantas que están en floración o florecidas. Se comen los órganos florales y también el polen y, a menudo, las semillas presentan mordeduras y perforaciones.
Una curiosidad botánica la constituye una planta superior fanerógrama que es parásita forzosa del girasol, puesto que carece de clorofila. El **jopo** del girasol (*Orobanche cumana*), parasita los órganos verdes del cultivo de los cuales se alimenta, provocando una depresión general que impide al girasol desarrollar correctamente los capítulos. Éstos quedan pequeños y con las semillas vacías. Su medio de lucha se limita al empleo de variedades resistentes a esta planta.



Detalle de la barra de corte de una cosechadora polivalente para girasol y maíz. Apero fabricado por M.A.Y.A. S.L.

13.8.9. Recolección

Cuando el grano ya no acumula más sustancias secas ni aceite, se dice que ha llegado a su **madurez fisiológica**. Entonces la semilla tiene alrededor de un 30% de humedad y todavía no es apta para la recolección. El momento óptimo que garantiza una buena conservación del grano es cuando éste tiene un 9% de humedad; pero a partir de entonces no debe retrasarse demasiado la recolección, puesto que pueden ocurrir pérdidas al desprenderse algunas semillas de los capítulos.
La recolección del girasol se hace con las mismas cosechadoras que para los cereales, convenientemente modificadas. Se adaptan entonces unas bateas fijadas en las barras de corte y, generalmente, se suprime el molinete. La velocidad del cilindro desgranador no debe ser superior a las 500 rpm. La distancia entre el cilindro y el cóncavo debe ser de 25 a 30 mm a la entrada y de 12 a 18 mm a la salida. La velocidad de cosechadora debe ser menor que para la recolección de cereales. Cuando se recoge el girasol en tiempo húmedo y no hay otra solución posible, se pueden tratar las plantas con una pulverización de unos 20-30 Kg/Ha de clorato magnésico.

13.8.10. Aprovechamiento

La obtención de aceites y grasas a nivel mundial corresponde en un 70% a lípidos de origen vegetal. Las grasas animales suponen un 20% y los aceites industriales y marinos se estiman en un 10%. El cultivo más importante en la producción de grasas es ocupado por la soja, seguido del girasol. En cuanto a la producción de harinas proteicas, el primer lugar en la producción mundial lo ocupa la harina de soja y, a gran distancia de ésta, vienen las harinas de algodón, colza y girasol.
El aceite de girasol se sitúa, bajo el punto de vista calórico y de grado de asimilación por el organismo, entre los mejores aceites vegetales y el más cercano al valor nutritivo de la mantequilla. Además, el aceite de girasol no presenta los perjuicios de esta última en cuanto a concentraciones de colesterol y fosfolípidos aportados a la sangre, por lo que muchos dietistas lo recomiendan preventivamente contra las enfermedades arterioescleróticas y cardiovasculares.

Desde el punto de vista de la alimentación animal, el girasol es importante en la fabricación de piensos como fuente de proteína para el ganado, y también como planta forrajera, utilizada para ensilado y cosechada en el momento de la floración.
Entre otros aprovechamientos menores, aunque nada desdeñables, cabe citar el lugar importante que ocupa en el mercado de las golosinas. Tras haber sido tostada y salada, la semilla de las variedades blancas se destina al consumo directo. También se la considera una planta melífera: de una hectárea de girasol se pueden obtener de 20 a 30 Kg de miel de abeja de calidad superior.

13.9. COLZA

Los mayores países productores de colza en el mundo son la India y la China, que destinan a este cultivo 3.000.000 de hectáreas. En otros países también se le dedican grandes extensiones. Tal es el caso de Canadá, Francia, Suecia, Alemania, Eslovaquia e Inglaterra. España es un país poco representativo en cuanto a la superficie destinada al cultivo de la colza. A finales de los ochenta, rondaban las 6.785 hectáreas cultivadas, el 95% en secano y el resto en regadío.
La colza (*Brassica napus*, variedad oleífera) es una planta de la familia de las crucíferas. Su raíz principal es pivotante, llegando ésta a considerable profundidad; sus raíces secundarias, con buena aptitud para ramificarse, colonizan una buena porción de terreno, sobre todo si la raíz principal encuentra obstáculos para adentrarse en el terreno. Su tallo alcanza fácilmente el 1,40-1,80 m de altura. Las hojas inferiores de la planta son pecioladas, las superiores lanceoladas y enteras.
Las flores son pequeñas y amarillas. Constan de cuatro sépalos, cuatro pétalos dispuestos en cruz, seis estambres y el pistilo. Las flores se agrupan en racimos terminales. Los frutos son silicuas, y sus vainas tienen entre 5 y 6 cm de longitud. En el interior de la vainas se encuentran las semillas, en número de 20 a 25. La longitud de las vainas, así como el número de granos, varían en función de la variedad. Las semillas son esféricas, de 2 a 2,5 mm de diámetro y, una vez maduras, tienen un color pardo, rojizo





o negro. Un kilo de semillas comprende entre 300.000 y 400.000 granos.

13.9.1. Ciclo vegetativo

Según la climatología, la colza puede sembrarse en otoño o en primavera, según sean variedades de invierno o verano, respectivamente. A los 10-20 días, acaece la germinación y aparecen los dos cotiledones (falsas hojas). Cuando la planta presenta 6-8 hojas, se alcanza el estado llamado **de roseta**. En este estado, la planta no presenta todavía tallo y las hojas parten todas del mismo punto o cuello. En esta fase, aparentemente estanca, las raíces en el subsuelo experimentan su mayor crecimiento, preparándose la planta para las siguientes fases: **entallado, floración y fructificación**. A los tres o cuatro meses de la siembra, cuando la temperatura se suaviza por la llegada de la primavera, acaece el entallado o formación del tallo, fase en la cual la planta alcanza su máximo crecimiento vegetativo. La floración se inicia a los 20 días de la formación del tallo, transcurre de abajo a arriba del vegetal y acaece durante treinta o cuarenta días.



Plantación de colza (Gentileza de Euroligo)

Cultivo de colza (Gentileza de Agro Torin)

Colza plenamente desarrollada (Gentileza de Hardi International A/S)

Nombre	País de origen	Ciclo	Año de inscripción
Anouk	España	Largo	1986
Arenal	Alemania	Largo	1984
Brutor	Francia	Corto	1976
Cresor	Francia	Corto	1978
Doral	Alemania	Largo	1985
Duplo	Alemania	Corto	1981
Gulliver	Suecia	Corto	1978
Hércules	Suecia	Largo	1985
Husky	España	Largo	1986
Kabel	España	Corto	1986
Karat	Suecia	Corto	1986
Ledos	Alemania	Largo	1981
Liberia	Alemania	Corto	1985
Librador	Alemania	Largo	1983
Liquita	Alemania	Largo	1984
Lirama	Alemania	Largo	1983
Liraspa	Alemania	Corto	1983
Malpa	España	Medio	1983
Navarría	España	Largo	1986
Niklas	Suecia	Corto	1985
Quinta	Alemania	Medio	1978
Rafal	Francia	Largo	1981
Vigor	Alemania	Largo	1984

Lista actualizada de variedades de colza inscritas en el Registro de Variedades del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero

Plantas adventicias: llanten menor (Plantago lanceolata) (Gentileza de Shering)

13.9.2. Variedades

Antiguamente, la colza sólo se cultivaba en el hemisferio norte, coincidiendo con las zonas cerealistas. Sin embargo, las distintas variedades permiten actualmente su implantación en los dos hemisferios. Las variedades se dividen en dos grupos: las de **ciclo largo** y las **de ciclo corto**. El cultivo de las variedades de ciclo largo, o de invierno, duran en el campo unos nueve o diez meses y sufren la llamada **parada invernal**. Las de ciclo corto, o de primavera, se desarrollan desde su germinación, en cinco o seis meses. Ofrecemos al lector, en la página anterior, una lista actualizada de variedades de colza.

13.9.3. Lugar en las alternativas

La colza suele preceder al cereal, por ser este último de raíces superficiales; además, el enterrado de raíces y hojas de la colza mejora mucho el terreno por lo que se refiere a materia orgánica y nutrientes. La colza suele abonarse con intensidad, por lo que no merman las reservas de macroelementos para el cultivo siguiente.

13.9.4. Exigencias del cultivo

• **Temperatura**. Antiguamente se la consideraba una planta propia de climas fríos y norteños. Pero actualmente, con las distintas variedades existentes, puede adaptarse a todas las climatologías. Desde su germinación hasta el estado de roseta, las temperaturas no deben bajar de -2 o -3°C, pero a partir del estado de roseta, puede soportar temperaturas de hasta -15°C.

Plantas adventicias: llantén mayor (Plantago major) (Gentileza de Shering)





Las bajas temperaturas desde la roseta hasta el entallado favorecen el crecimiento de las raíces y no son de temer. Durante la floración, no convienen temperaturas altas, para que no se acorte el ciclo y el grano se desarrolle correctamente.

• **Humedad**. Es planta de secano, sobre todo en sus primeros estadios. Soporta bien, pues, la sequedad invernal, siendo contraproducentes para su crecimiento, en este estadio, las lluvias inoportunas o los terrenos encharcados. En primavera, la planta recibe bien las lluvias abundantes de esta estación para la floración y el cuajado del fruto. 400 mm de lluvia bien repartidos son suficientes para su desarrollo.

• **Suelo**. Vive bien en los terrenos profundos, algo ácidos y con buen drenaje; no soporta una alcalinidad por encima de los 7,7. Resiste también cierta salinidad.

13.9.5. Abonado

En España, la colza es la alternativa al girasol en aquellos terrenos poco fértiles y de regadío, por lo que las producciones máximas no superan los 1.500 Kg/Ha. Las extracciones del cultivo son: 66 Kg de N, 37 Kg de P_2O_5 y 36 Kg de K_2O. Como habitualmente se recomienda para todos los cultivos, las unidades fertilizantes de fósforo y potasio deberán aportarse de fondo a razón de 50 o 60 Kg/Ha para cada uno de ellos, junto con una parte de las unidades de nitrógeno, otras 50 unidades/Ha. El resto del nitrógeno, teniendo en cuenta que este cultivo responde muy bien a este nutriente, se aplicará en cobertera cuando termina la fase de roseta y empieza el enta-

liado, a una dosis muy superior a las extracciones citadas (del orden de 70 a 90 unidades adicionales). La colza es un cultivo muy exigente en azufre, por lo que se recomienda que las unidades de potasa incluidas en el abonado de fondo provengan de sulfato y no de cloruro.

13.9.6. Siembra

Por ser la colza una planta de raíz pivotante, debe prepararse el terreno en profundidad. Como la semilla es pequeña, debe prestarse especial cuidado en que la tierra quede fina y sin terrones, conseguiéndose esto con unas pasadas de grada de discos para eliminar los terrones. Además, se pasará el rulo para que la tierra quede llana.

En cuanto a la fecha de siembra, en función de la climatología de cada zona, deberá procurarse que la planta haya alcanzado su fase de roseta (seis u ocho hojas verdaderas) antes de los fríos invernales rigurosos. Es conveniente esperar, en otoño, a que llueva, para eliminar las malas hierbas. Posteriormente se podrá sembrar, aunque nunca debe superarse el 10 de noviembre.

La siembra suele realizarse con la misma sembradora de los cereales, tapando botas alternas, con lo que queda un espacio entre líneas del orden de los 34-36 cm. El gasto por hectárea suele ser de 6 a 8 Kg de semilla. Las semillas deben quedar a una profundidad máxima de 1 cm, puesto que si ésta es superada, se corre el riesgo de que no nazca.

13.9.7. Herbicidas

La presencia de malas hierbas provoca una caída de la producción de la colza y desmerece la calidad del aceite obtenido del cultivo. Además, una presencia elevada de adventicias dificulta la recolección. No puede realizarse la escarda mecánica dada la dificultad técnica que presenta para este cultivo: el cultivador no puede pasar entre líneas. Deben realizarse, pues, las binas con productos herbicidas. En presiembra del cultivo, son productos habituales la **trifluralina**, **napronamida** y sus mezclas comerciales, incorporadas al suelo. En preemergencia del cultivo, se utiliza el **trialato**, que también debe ser incorporado al terreno mediante labores. Cuando el cultivo alcanza los 20 cm, en postemergencia es usual utilizar el **aloxidín**.

13.9.8. Enfermedades y plagas

• **Enfermedades**

Distintas especies de *Alternaria sp.*, cuyo nombre vulgar es **mancha negra** de la colza, causan en las hojas pequeños puntos necróticos rodeados de un halo más claro. Más adelante, estos puntos aumentan de tamaño, transformándose en manchas necróticas de forma circular, de 5 a 12 mm de diámetro. Para el desarrollo de esta enfermedad, así como de otras de tipo fúngico como el **pie negro** de la colza (*Phoma lingam*), se requiere una cierta cota de temperatura y una humedad relativa elevada. Medios de lucha de tipo preventivo cultural, como la destrucción de los restos de cultivos anteriores, la eliminación de crucíferas espontáneas, distanciar los cultivos de colza en la misma parcela y la utilización de variedades resistentes, son los métodos usualmente practicados.

• **Plagas**

Distintas plagas afectan a este cultivo. Los insectos del género *Ceuthorrhynchus*, cuyas especies *napi*, *picitarsis* y *assimilis* atacan el tallo, yema terminal y silicuas, respectivamente, son los llamados **gorgojos** de la colza. Aunque de biologías y características distintas, todos ellos causan parecidos daños en la planta: picaduras, deformaciones en el tallo, floración tardía e irregular, destrucción de la yema terminal y de la silicuas, etc. A menudo no se realizan tratamientos contra estos animales, puesto que su nivel de ataque no comporta disminuciones notables en la producción. Dado el caso de tener que tratar, pueden emplearse insecticidas como el **endosulfán**, **fosalone**, **lambda cihalotrín**, etc.

Otros insectos de la colza pueden controlarse mediante los productos citados. Pueden mentarse, entre otros, la **cecydomia** (*Dasyneura brassicae*), los **meligetos** de las crucíferas (*Meligethes sp.*), la **pulguilla** de la colza (*Psyllodes chrysocephala*) y de la col (*Phylotreta sp.*).

13.9.9. Recolección

La recolección de las variedades de ciclo largo se inicia en los meses de mayo-junio en las zonas más cálidas, y en junio-julio en las más frías. Las de ciclo corto se recolectan entre finales de agosto y primeros de setiembre. El momento ideal de la recolección es cuando en las silicuas situadas en medio del tallo, el color de los granos cambia de rojizo a pardo oscuro o incluso negro. No debe retrasarse la recolección, puesto que existe peligro de desgrane.



La segadora acondicionadora modelo WR 322 ®, es un apero fabricado por Comercial Vicon, S.A. Es ideal para la siega y acondicionamiento de los cultivos destinados a forraje, tales como colza, lino y otras especies. Permite la siega del forraje a una cierta altura, lo que permite la obtención de heno libre de ácido erúcico y glucosinato.

13.9.10. Aprovechamiento

La semilla de colza posee un alto contenido en aceite. En aquellos países en que se cultiva, se destina su producción al mismo fin que los restantes aceites de granos oleaginosos. Se emplea en la fabricación de margarina, en la industria de alimentos preparados y para la alimentación humana. De la extracción del aceite de colza queda una torta que representa aproximadamente el 60% del peso de la semilla. Este aceite se emplea también en la industria siderometalúrgica, donde se utiliza para templar metales.

Para la alimentación animal se extrae de la colza una harina, cuya composición nutritiva es más que aceptable, y con la cual se fabrican piensos para rumiantes, cerdos y aves de corral. En los países de gran producción, se cultiva la planta como forraje para el ganado, en especial para ensilado.
El aceite y la harina de colza contienen ácido erúcico y glucosinolato, respectivamente. Estas dos sustancias pueden ser nocivas. Según diversos experimentos realizados con ratas de laboratorio, el ácido erúcico puede provocar, a grandes dosis, deformaciones adiposas de los tejidos musculares del corazón. El glucosinolato produce, en ciertas cantidades, efectos dañinos en la tiroides. Los mejoradores genéticos han seleccionado variedades libres de estas sustancias. Cuando una variedad está exenta de ácido erúcico se le denomina variedad "cero". Si además está libre de glucosinolato, "doble cero".

13.10. SOJA

La soja (*Glicine max*) es una planta anual perteneciente a la familia de las leguminosas. Planta herbácea anual, de 40 a 100 cm de envergadura, hojas trifoliadas, flores violáceas y amariposadas, sus frutos, en legumbre, contienen de tres a cuatro semillas. La semilla es generalmente esférica, del tamaño de un guisante y de color amarillo. Las distintas partes de la planta, hojas, tallos y vainas, presentan un aspecto velloso (pubescente).

13.10.1. Variedades

En Estados Unidos se produce más del 50% de la soja cultivada en el mundo. En este país se han clasificado las variedades de soja en diez grupos, según su madurez y la duración de su ciclo vegetativo. Estos grupos se han enumerado del 00 hasta al VIII. La soja es planta cuya floración está íntimamente relacionada con la duración del día, es decir con el fotoperíodo. Por consiguiente, además de las condiciones de temperatura, humedad y suelo, habrá que tener muy en cuenta, para la elección del período de siembra de cada variedad, cuál es la duración del día en una situación geográfica determinada.

Las variedades de soja son numerosísimas, existiendo cerca de tres mil, con ciclos vegetativos que fluctúan desde los noventa días hasta cerca de los doscientos, y con diferentes exigencias en cuanto a la duración del día. Ofrecemos al lector, junto al texto, una tabla actualizada de las variedades de soja inscritas en el Registro Nacional de Semillas Selectas de España.

13.10.2. Lugar en las alternativas

Por el hecho de ser una leguminosa, viven en sus raíces las bacterias del género *rhizobium*, fijadoras del nitrógeno de la atmósfera, por lo que se considera planta mejorante. Por este motivo, la soja puede sembrarse como segunda cosecha después de un cereal de invierno. El nitrógeno proporcionado por la leguminosa es excelente para la germinación y posterior desarrollo de los trigos sembrados en otoño, aunque muchos agricultores tienen por costumbre situar su cultivo en la cabeza de la rotación.

13.10.3. Exigencias del cultivo

• **Temperatura**. La soja ralentiza su desarrollo cuando la temperatura es menor a 10°C, quedando éste frenado por debajo de los 4°C. Sin embargo, es capaz de resistir heladas de -2 a -4°C sin morir. Cuando la cota térmica sobrepasa los 38°C, el crecimiento se detiene. Las temperaturas óptimas oscilan entre los 15 y los 18°C para la siembra y los 25°C para la floración.

• **Iluminación**. Es una planta sensible a la duración del día (es de las llamadas de día corto). Es decir que para la floración de una variedad determinada, el día debe ser tan corto como esta variedad exige.

• **Humedad**. Durante su ciclo vegetativo, necesita al menos 300 mm de agua, que pueden ser en forma de riego cuando se trata de regadío, o bien en forma de lluvia en aquellas zonas templadas húmedas donde las precipitaciones son suficientes. Como norma general, la soja puede implantarse en aquellos terrenos frescales que son también aptos para el cultivo del maíz y las judías.



Plantación de soja (Gentileza de Euroligo)

Variedad	Grupo	Año de inscripción
Akashi	I	1988
Amsoy	I	1974
Azzurra	I	1987
Beeson	II	1974
Calland	IV	1974
Canton	I	1988
Clark 63	IV	1974
Chipewa 64	I	1974
Furia	I	1988
Futura	II	1988
Gallarda	II	1986
Katai	II	1988
Kawetanya	III	1984
Kawevera	III	1984
Kingsoy	II	1985
Panter	IV	1987
Soimira	0	1987
Soinova	II	1987
Turchina	II	1987
Williams	III	1977

Lista actualizada de variedades de soja, inscritas en el Registro de Variedades del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. Los grupos están catalogados en números romanos en función de su ciclo vegetativo.

• **Suelo.** No se trata de un cultivo muy exigente en cuanto a suelos muy ricos en nutrientes, por lo que a menudo se contempla como alternativa para aquellos terrenos poco fertilizados que no son aptos para otros cultivos. Por lo que se refiere al pH del suelo, es vegetal que vive bien en suelos neutros o ligeramente ácidos. Con un pH de 6 hasta la neutralidad (pH = 7,0), se consiguen buenos rendimientos. Es especialmente sensible a los encharcamientos del terreno, por lo que en los de textura arcillosa con tendencia a encharcarse no es recomendable su implantación. Si el terreno es llano, debe estar bien nivelado, para que el agua no se estanque en rodales. Sin embargo, es planta que requiere mucha agua, por lo que en los terrenos arenosos deberá regarse con frecuencia. Presenta una cierta resistencia a la salinidad.

13.10.4. Abonado

Muchos autores recomiendan unas **aportaciones de nitrógeno** mínimas en el cultivo de la soja puesto que, según afirman, las bacterias *Rhizobium* proporcionan suficiente nitrógeno a la planta, con la ventaja que éste se encuentra disponible de forma gradual. No obstante, recomendamos una ligera aportación de 25 a 30 UF/Ha de nitrógeno antes de la siembra y, si durante el cultivo, amarillean ciertos rodales, realizar una aportación suplementaria de 50 o 60 UF/Ha. Esta aportación suplementaria de cobertera es mejor aplicarla en las dos semanas que preceden a la floración, puesto que es el período más crítico para la planta. Si se aportan con posterioridad, es de temer una disminución de la cosecha.

Las aportaciones de fósforo aplicadas de fondo antes de la siembra pueden oscilar alrededor de las 100 UF/Ha. Pero es preciso atender a ciertas consideraciones. Si se incorporan al suelo los restos de la cosecha anterior, debe tenerse presente que el grano de soja contiene un alto porcentaje en fósforo, lo que ya representa de por sí un aporte complementario de este nutriente en el terreno. Las bacterias fijadoras de nitrógeno necesitan para su desarrollo buenas cantidades de fósforo en el suelo, por lo que será conveniente controlar este factor en todo momento y realizar las aportaciones complementarias que fueran precisas. En casos muy graves de carencia de este macroelemento, puede ser necesaria una aportación suplementaria cerca de las raíces, con unas 20-30 UF de este elemento, justo en el momento de la formación de las primeras raíces.

No existen para el potasio períodos críticos en el cultivo de la soja, aunque la absorción es máxima en la fase de crecimiento vegetativo, decreciendo después al empezar a formarse las semillas y terminando 15 o 20 días antes de que maduren. Si, realizados los análisis en el laboratorio, se descubre una falta de potasio en el suelo, pueden aplicarse, al igual que con el fósforo, unas 100 UF de este macroelemento en profundidad.

En cuanto a otros elementos fertilizantes, debe distinguirse entre aquéllos secundarios y los microelementos. La soja es especialmente ávida de azufre (para la formación de un aminoácido azufrado), por lo que, si se recurre a compuestos ternarios, la potasa debe proceder de sulfato y no de cloruro. Sin ser el magnesio un elemento muy necesario para la soja, es importante conocer la interrelación de éste con el nitrógeno, o la deficiencia de éste producida por un exceso de potasio en el suelo (antagonismo entre iones).



Fruto del cultivo de la soja. Es planta de la familia de las leguminosas. (Foto cedida por ICI Seeds).



Plantas adventicias: tomatito (Solanum nigrum) (Gentileza de Shering)

Por lo que se refiere a los micronutrientes, pueden darse casos de carencia de molibdeno, hierro, cinc, etc. Su determinación pasa por la analítica del laboratorio y su corrección con abonos especiales. Para más información sobre las posibles carencias y sus correcciones, el lector deberá remitirse al tema primero de esta obra, donde se describen con amplitud los síntomas, las carencias y las posibles correcciones.

13.10.5. Siembra

Antes de la siembra, debe realizarse la **preparación del terreno**. Si se ubica como cultivo en segunda cosecha, es importante no retrasar la siembra después de la recolección del cereal de invierno, puesto que un retraso, aunque sólo sea de un día, puede representar unas pérdidas de producción de 15 Kg/Ha o más. Si, efectivamente, la soja se realiza en segunda cosecha, debe quemarse o enterrarse el rastrojo del cultivo precedente y, seguidamente, darse un riego para conseguir tempero en el suelo. Se pasará la grada de discos para desterronar, luego el cultivador, y se sembrará. En caso de que sea la soja cabeza de cultivo, debe hacerse, antes de las labores descritas, una operación de alzado, con la finalidad de favorecer un buen desarrollo radicular.

Plantas adventicias: hierba pajarera (Stellaria media) (Gentileza de Shering)



Una práctica habitual antes de la siembra es inocular la semilla con *Rhizobium japonicum* para ahorrarse las aportaciones de nitrógeno. Es una operación que requiere ciertos cuidados, por lo que su operativa debe ser consultada en los informes técnicos de las casas que lo comercializan.

La **época de siembra** viene condicionada por la razón de que la floración no se produce hasta que, para una determinada variedad, el día sea tan corto como esta variedad exige. Como la siembra en segunda cosecha se hace siempre posterior a los días cortos, es muy importante acelerar al máximo la siembra, pues ya se ha dicho que su retraso influye negativamente en la cantidad de producción. Así, no debe superarse en ningún caso la fecha del 10 de julio, y en aquellas zonas más frías, debe adelantarse. La temperatura mínima para que germinen las semillas se sitúa en los 9-10°C.

Debe sembrarse a una **profundidad** óptima de 2 a 4 cm, aunque en terrenos muy sueltos, donde exista el peligro de una desecación del germen antes de la nacencia, puede llegarse hasta los 7 cm, cota que nunca debe sobrepasarse. La **densidad** de siembra, realizada con maquinaria y en líneas separadas por 50-60 cm, debe oscilar entre las 45-50 plantas/m^2. En cuanto a la cantidad de simiente necesaria, es usual el empleo de 140 a 160 Kg/Ha.

13.10.6. Riego

Los riegos no deben ser demasiado abundantes, con objeto de evitar los encharcamientos. Además del riego citado, anterior a la siembra, debe regarse cada diez días: es decir que habrá un mínimo de siete más. Una vez ha empezado a regarse, no debe cortarse el riego en seco, puesto que entonces acaecen importantes mermas en la producción. Muchos autores concuerdan en que, a partir de la floración, aumentan las necesidades hídricas de la planta, lo que significa que, a partir de ese momento y hasta la recolección, los riegos deben ser periódicos.

13.10.7. Herbicidas

Al ser una planta poco agresiva, el empleo de productos herbicidas es casi obligado. Los más usuales actualmente son las materias activas **trifluralina**, **etalfluralina**, **alacloro** y **linurón**. Son sustancias de aplicación en presiembra, y se pueden incorporar éstas con una labor de grada de discos. Cada uno de estos herbicidas presenta unas características determinadas: alta volatibilidad, alto poder de degradación en presencia de materia orgánica, cierto grado de residualidad, etc., por lo que deben consultarse los informes técnicos de las casas comerciales antes de utilizar cualquiera de ellos.

Existe también la posibilidad de realizar aplicaciones en postsiembra, con una mezcla comercial de **alacloro** y **linurón**. Se trata de herbicidas que pueden incorporarse, disueltos en un riego por asper-

sión, inmediatamente después de la siembra. Si los herbicidas no han dado el resultado esperado, puede realizarse una bina manual entre líneas mientras las plántulas son todavía jóvenes y permiten el paso entre ellas.

13.10.8. Enfermedades y plagas

• Enfermedades

Por lo que respecta a las enfermedades criptogámicas, cabe destacar las producidas a este cultivo por los hongos del suelo: *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* son los géneros que atacan y destruyen las raíces de las plantas de soja en sus primeros estadios. Las plántulas jóvenes de soja suelen ser especialmente sensibles por lo que, justo después de la nacencia, suelen verse en el campo rodales amarillentos producidos por el ataque de estos hongos. Un buen método de lucha consiste en desinfectar la semilla antes de la siembra con los productos citados anteriormente (**tiram**, **captan**, etc.), aunque esta desinfección presenta el inconveniente de ser nociva para las bacterias fijadoras del nitrógeno. Los agrónomos no se ponen de acuerdo sobre la solución ideal en este caso, aunque parece que lo más correcto es utilizar dosis de inoculante más elevadas con la finalidad de contrarrestar el efecto bactericida de los anticriptogámicos. La soja es resistente a un poderoso hongo del suelo llamado *Verticillium*, que afecta en gran medida al algodón, por lo que la primera se contempla como alternativa de cultivo del segundo.

• Plagas

La soja es también susceptible de ser atacada por la **araña roja** (*Tetranichus sp.*). Puede realizarse un tratamiento semipreventivo con azufre en espolvoreo, aplicación que tiene la ventaja de no afectar a la fauna útil entomófaga y de proporcionar un complemento nutricional azufrado al cultivo. Cuando existe un serio problema de infestación de este ácaro, pueden emplearse acaricidas como el **tetradifón**, el **dicofol** o bien una mezcla comercial de ambos.

Entre los insectos del suelo que atacan las raíces de los vegetales, cabe destacar la **rosquilla negra** (*Spodoptera littoralis*), las larvas de la cual son de costumbres nocturnas y grandes devoradoras del sistema radicular de esta planta. Existe multitud de productos insecticidas para su combate, como por ejemplo, el **foxim**, **metomilo**, **acefato**, **monocrotofos**, **cipermetrín**, etc. Otros órdenes de insectos pueden ser también causa de afecciones: himenópteros como los **pulgones** (*Aphis sp.*) y los **chinches**; ciertos lepidópteros como *Laphygma exigua* y *Heliothis sp.*; homópteros como la **mosca blanca** (*Trialuerodes vaporariorum*); etc. Pueden emplearse para su control insecticidas organofosforados como **diazinón**, **triclorfón**, **clorpirifos**, lindano, **tetraclorvinfos**, etc.

13.10.9. Recolección

En la maduración, el color de la vaina cambia del verde al pardo. Al iniciarse, las hojas comienzan a amarillear y se desprenden de la planta, quedando únicamente las vainas. La recolección de la soja puede realizarse con cosechadora, pero si no se guardan las debidas precauciones, pueden acaecer notables pérdidas por rotura de la simiente. En primer lugar, la cosecha no puede retrasarse demasiado, pues la dehiscencia de las vainas hace que se desgrane bastante y se pierda.

La humedad del grano en el momento de la cosecha suele rondar el 15%, teniendo en cuenta que después del paso de la cosechadora, quedará reducida alrededor del 13%. Esta humedad, no obstante, sigue siendo demasiado elevada, debiéndose entonces proceder a un proceso de limpieza y secado. Por un lado, se eliminarán los restos vegetales que puedan haber quedado adheridos al grano; por otro, se secarán los granos al sol o mediante maquinaria especial, procurando que, en este último método, la temperatura del aire caliente utilizado no sea superior a los 60°C.

13.10.10. Aprovechamiento

Los trabajos realizados en Estados Unidos con miras a la selección y mejora de la soja la han convertido, a nivel internacional, en la planta más importante para la obtención de aceite vegetal. En efecto, el grano de soja contiene alrededor de un 16% de aceite cuyo destino es la alimentación humana o bien los usos industriales. Desde el punto de vista de la alimentación humana, con la harina de la soja se hornea una torta con un alto contenido en proteínas digestibles (de un 44 a 50%). Otro aprovechamiento de la molturación de la semilla de soja es la obtención de lecitina, que se emplea en la fabricación de margarinas, chocolates, confitería, etc.

Debido a su contenido en proteínas esenciales, la harina de esta planta es uno de los componentes de los piensos industriales destinados a la alimentación del ganado. En España, por ejemplo, la harina de soja participa en un 20% en la fabricación de los piensos compuestos. Sin embargo, se utiliza también como forraje en verde, lo que confiere a la alimentación animal un producto rico en proteínas.

13.11. ALGODÓN

El algodón es una planta de la familia de las malváceas y cuyo nombre científico es *Gossypium sp.* Este género comprende unas 45 especies, todas ellas de origen subtropical, entre las que encontramos plantas anuales, bianuales y perennes, herbáceas, arbustivas y arbóreas. De todas las especies, tres son las más cultivadas por su producción algodonera.

Posee una raíz principal pivotante y otras raíces secundarias que siguen una dirección más o menos horizontal. Éstas y aquélla colonizan más o menos el suelo en función de su profundidad, por lo que se considera planta de nutrición profunda. En los suelos hondos y con buen drenaje, las raíces pueden llegar a los dos metros; en los superficiales y mal drenados, sólo alcanzan los 50 cm. También poseen un tallo principal erguido y otros secundarios que parten del principal, de crecimiento variable en función de las especies. Sus hojas son palmadas y sus flores caliculadas, con cinco pétalos blancos o amarillos, con cuatro brácteas, multitud de estambres y un sólo pistilo. Es planta autógama, aunque algunas



Detalle de la cápsula del algodón (Gentileza de BASF, S.A.)

flores se abren antes de la fecundación, produciéndose semillas híbridas. Los frutos son cápsulas ovoides, alargados o esféricos, de color verde con manchas rojas, y se cuentan por seis o diez en cada flor. Las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra llamada algodón.

13.11.1. Variedades

Las variedades comerciales de algodón más extensamente cultivadas pertenecen a sólo tres especies. El **algodón egipcio** o de fibra larga (*G. barbadense*); el **algodón americano** o de fibra media (*G. hirsutum*) y el **algodón indio** o de fibra corta (*G. herbaceum*). Se califica la fibra del algodón en función de su longitud y de su diámetro. Así, la fibra del algodón egipcio tiene una longitud de 32-34 mm y un diámetro de 15 µ. El *G. hirsutum* tiene un diámetro de 20 a 25 µ y una longitud de 24-34 mm y, finalmente, las medidas del algodón indio oscilan entre un diámetro de 25µ y una longitud de 23 mm. Ofrecemos al lector dos listas. La primera es una relación actualizada de las variedades cultivadas en España; en la segunda tabla se relacionan las mismas variedades, pero clasificadas según su precocidad (porcentaje de cosecha en la 1ª recogida), de poco precoces a muy precoces. En las zonas frías, será especialmente recomendable el empleo de variedades precoces, en las que se obtenga el mayor porcentaje posible de algodón en primera recogida, antes de las primeras lluvias.

Puesto que en el cultivo y posterior manufacturación del algodón intervienen primero el agricultor y luego las industrias desmotadoras, las variedades se clasifican en función de varios parámetros, ya que unos interesan a los agricultores y otros a las industrias. Al agricultor le interesa la adaptación del cultivo a la recolección mecánica, su precocidad, la producción y la resistencia a ciertas enfermedades (en especial al hongo *Verticillium*). A las desmotadoras les interesa el rendimiento en fibra de una determinada variedad, su calidad y su homogeneidad.

La calidad del algodón se establece por el grado y la longitud. El **grado** contempla características físicas tales como el color, el brillo, las impurezas y la preparación (textura de las fibras). La **longitud** de la fibra puede ser larga, de longitud media, de menor longitud y de baja longitud.

Lista actualizada de variedades de algodonero inscritas en el Registro de Variedades del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero

Denominación varietal	Fecha de inscripción
Acala SJ-1	7-05-74
Acala SJ-2	25-03-82
Alba	1-06-88
Coker 210 (sinónimo de Carolina Queen)	7-05-74
Coker 208	31-07-84
Coker 304	25-03-82
Coker 310	7-05-74
Coker 312	9-02-80
Coker 315	1-06-88
Jerez	3-07-80
McNair 220	31-07-84
Palma 76	31-07-84
Promese	7-05-74
Stroman 254	25-03-82
Tobladilla 100	3-07-80

Variedades de algodón clasificadas según su precocidad (porcentaje de cosecha de la 1ª recogida) (Tomado de Guerrero)

Primer grupo Poco precoces	Segundo grupo Medianamente precoces	Tercer grupo Precoces	Cuarto grupo Muy precoces
Acala GC-510	Coker 304	Tobladilla 100	Jaén
Acala SJ-2	Coker 310	Tobladilla 13	
Deltapine Acala 90	Coker 208	Tobladilla 16	
Coker 312	McNair 220	Promese	
Coker 315	Jerez		
Vered	Palma 76		
Stoneville 506			

13.11.2. Lugar en las alternativas

La nacencia del algodón, que por su extremada delicadeza es el mayor problema que presenta dicho cultivo, se produce mucho mejor en terrenos que están en rastrojo de trigo o sobre barbecho de maíz que sobre barbecho de remolacha. Parece que los residuos de remolacha son el caldo de cultivo de ciertos hongos que producen la podredumbre de la semilla o de las plántulas una vez han germinado. Lo mismo dicho para la remolacha puede decirse de la patata de regadío, es decir, no le va bien al algodón ser cultivo siguiente de la patata, probablemente por la misma razón que hemos apuntado para la remolacha. El cultivo del algodonero puede desarrollarse en el mismo terreno durante varios años consecutivos, siempre y cuando no existan problemas de ataque de verticilosis.



Plantas adventicias: hierba pejiguera (Polygonum persicaria) (Gentileza de Shering)

13.11.3. Exigencias del cultivo

• **Temperatura**. Por ser el algodón una planta de origen subtropical, necesita altas temperaturas, siendo su integral térmica de 3.500°C para las variedades precoces y 4.000°C para las de ciclo largo. La semilla no germina por debajo de los 14°C, pero si germina con buena temperatura y luego sobrevienen cotas térmicas algo bajas, la plántula muere. Para la maduración y la apertura de los frutos, la planta exige mucha iluminación y temperatura.

• **Humedad**. Para su germinación, se precisa que el terreno posea un tempero determinado, puesto que si no tiene la humedad necesaria, la semilla no nace, pero si la humedad es excesiva, se pudre. Si la recolección se atrasa y le afectan las lluvias de otoño, la polinización y cuajado de las cápsulas se desarrolla mal y la producción se estropea, aunque en este período necesita de suficiente humedad en el suelo pero no en la atmósfera. Durante los 30 días que preceden a la floración, el algodón es muy sensible a la sequía.



Flor del algodón. (Gentileza de Sandoz)

• **Terreno**. Las raíces de esta planta necesitan un terreno profundo y permeable para respirar bien. Le perjudica la acidez, por lo que requiere reacción neutra o alcalina, aunque no tolera el exceso de cal. En terrenos arcillosos y limosos, aunque sean fértiles, el desarrollo vegetativo es muy bueno, pero al prolongarse el ciclo, hay un gran número de cápsulas que no llegan a madurar, siendo la floración muy escalonada.

13.11.4. Abonado

A partir de las extracciones medias de N-P-K que el cultivo absorbe del suelo, pueden calcularse las necesidades medias de nutrientes por tonelada métrica de producción de algodón. Su estimación numérica es: 60 Kg de N, 25 Kg de P_2O_5 y 48 Kg de K_2O. Si la producción esperada en regadío ronda los 3.000-4.000 Kg por hectárea, se pueden dar, como orientativas, las siguientes cantidades de abono:

120-180 Kg de N
120 Kg de P_2O_5
80 Kg de K_2O

Como venimos explicando para otros cultivos, las unidades de nitrógeno deberán repartirse en una primera aportación de 70-80 UF como abonado de fondo, unas 50-60 UF después del entresaque y otras 50-60 UF antes de la última quincena de junio. Por lo que se refiere a las unidades de fósforo y potasio, deberán éstas ser emplazadas en profundidad antes de la siembra. Los terrenos no suelen mostrar falta de potasio. Si la hubiera, las dosis recomendadas deberían elevarse hasta las 120 UF de este macroelemento.

13.11.5. Siembra

Antes de la siembra, se efectuará la **preparación del terreno**. Debido a las raíces pivotantes de que dispone este cultivo, debe realizarse una labor profunda de alzar a unos 35-50 cm, con el arado de vertedera o, mejor aún, con el subsolador. Seguidamente, debe pasarse el escarificador para, por último, dejar la tierra lo más llana posible con el rulo o rodillo. Es práctica usual desinfectar con **aldicarb** el terreno antes de la siembra. Por lo general, se aplica el producto desinfectante con la misma sembradora, siendo la dosis de 5 a 10 Kg de materia activa/Ha. Este tratamiento permite defender las pequeñas plántulas recién nacidas de pulgones, así como de otros insectos. Este producto es una insecticida-nematicida-acaricida que actúa por acción sistémica en las plantas y por contacto en el suelo.

Ya dijimos que la **siembra** del algodonero es una operación sumamente delicada, y de ella depende la germinación, o no, de las semillas. Para la nacencia, la tierra debe tener el tempero adecuado, lo que se consigue mediante un riego por aspersión. No debe regarse después de la siembra, sino antes, puesto que, en caso contrario, se favorece en la superficie la formación de costra que dificulta la nacencia del cultivo; se disminuye la temperatura de la tierra, con lo que se retrasa la germinación y se favorecen las enfermedades criptogámicas como la **rhizoctonia**.

En cuanto a la fecha de siembra, también se presenta un problema importante. Si se siembra tarde, cuando la temperatura es elevada y no son de temer fríos posteriores, se mejora mucho la nacencia, pero al disminuir el número de días que median entre la nacencia y las lluvias otoñales, se dificulta la maduración de las cápsulas. Por lo general, la siembra se realiza durante los primeros días de abril, cuando la temperatura ambiente media alcanza los 13°C. Es importante remarcar que para una buena germinación, debe atenderse a la temperatura del suelo, la cual dependerá de la textura del terreno, y no a la de la atmósfera. Si el suelo es arenoso, se calentará antes, y podrá ser sembrado también antes, al contrario de lo que ocurre con los arcillosos.

Es frecuente que la siembra se realice con sembradoras de semiprecisión o precisión. Suele hacerse en líneas separadas de unos 70 cm si va a ser recolectado a mano, y de 96 o 100 cm si la cosecha se realiza mecánicamente. El gasto suele ser de 35 Kg de semilla por hectárea, consiguiendo una densidad de plantas de 125.000 a 150.000 por hectárea. La profundidad debe ser alrededor de los 3 cm, no debiendo nunca sobrepasarse los 7 u 8 cm. Las mismas fábricas desmotadoras entregan la semilla desinfectada, por lo que el agricultor no debe preocuparse de ello.

13.11.6. Riego

Durante los primeros cuarenta días después de la nacencia, las necesidades de agua son reducidas: unos 2,5 l/m^2 día. A partir de este momento, las necesidades empiezan a crecer, situándose, a los cuarenta días, en 6 mm/m^2/día. En un tercer período, después de los 60 días de la nacencia, nos encontramos con el momento de máxima necesidad: 10 l/m^2/Ha/día. En los últimos cuarenta y cinco días del ciclo vegetativo, disminuyen las necesidades de agua entre los 6 y los 2,5 mm, hasta alcanzar la madurez. El período crítico de las necesidades hídricas se sitúa a partir de la apertura de las primeras flores y dura unas tres semanas.

Si se retrasa al máximo el primer riego, se permite que la raíz se desarrolle convenientemente. Cuando el tallo de la planta adquiere un característico tono rojizo, debe efectuarse entonces el primer riego. De lo contrario, el crecimiento se paraliza y la planta no vuelve a recuperar los días perdidos. El momento del primer riego suele venir determinado por la naturaleza del terreno. Si es arenoso, la planta sufrirá antes la falta de agua. Si, por lo contrario, es arcilloso, el primer riego podrá retrasarse más. Cuando se acerca el momento de la recolección, unos 20 días antes, conviene dejar de regar para acortar el período vegetativo y adelantar la maduración del algodón.

El riego puede desarrollarse por gravedad o por aspersión, e incluso empieza a extenderse el uso del goteo. El riego gota a gota o por goteo se utiliza sobre todo en aquellas tierras propensas a la salinidad, con una capa freática poco profunda y salina. El riego por goteo, además, es muy recomendable en aquellos terrenos de excesiva pendiente o los de textura muy arenosa.

13.11.7. Herbicidas

Es práctica habitual el empleo de la materia activa **trifluralina** como herbicida de presiembra, incorporada con un pase de grada de discos o motocultor. No obstante, este herbicida no tiene poder de control sobre la adventicia *Solanum nigrum*, por lo cue debe emplearse entonces el **fluometurón**. Este último debe aplicarse inmediatamente después de la siembra, en preemergencia del cultivo. Si se dispone de maquinaria adecuada que permita aplicar el herbicida sin mojar las plantas de algodón, puede realizarse el tratamiento en postemergencia del cultivo aplicándolo entre líneas. Si se mojan las hojas del cultivo, éste presentará una clorosis muy característica y un ligero parón vegetativo. Aparte de la dos descritas, existe un amplio abanico de materias activas herbicidas que pueden ser empleadas, desde las de aplicación en presiembra, hasta los herbicidas que pueden ser empleados en pleno desarrollo vegetativo (postemergencia), pasando por las de preemergencia.

En los primeros estadios del cultivo, y cuando los herbicidas no han causado el efecto deseado, es frecuente realizar unas ligeras labores de escarda a mano. Cuando el cultivo tiene mayor envergadura, sobre todo en regadío, es frecuente alternar la utilización de los herbicidas químicos con los pases de cultivador entre las líneas de algodón. Éstos presentan la ventaja de poner en contacto con el sol la tierra más profunda, lo que repercute en un calentamiento general de ésta, mejorando, en lo posible, las condiciones térmicas del suelo para el desarrollo del cultivo.



Plantas adventicias: manzanilla bastarda (Matricaria chamomilla) (Gentileza de Shering)

13.11.8. Accidentes, enfermedades y plagas

• Accidentes

De entre los accidentes posibles causados por la mano del hombre, cabe resaltar una sobreaportación de nitrógeno, lo que provoca en el algodón un aumento de ramas vegetativas (en detrimento de los órganos reproductivos), un aumento de la sensibilidad de este vegetal hacia ciertos parásitos (araña ro-

ja y *Verticillium*) y un alargamiento del ciclo vegetativo del cultivo. Es frecuente también otro accidente llamado **caída** de las plantas. Suele ocurrir cuando las temperaturas durante la germinación son bajas, y es más frecuente en aquellos terrenos fuertes, por ser más fríos y húmedos. Las plantas afectadas se caen al nacer y ya no se yerguen, lo que obliga a arrancarlas y a realizar un resiembra parcial.

• Enfermedades

La enfermedad criptogámica más frecuente es la producida por el hongo *Verticillium alboatrum*. Se trata de un parásito que vive en el suelo produciendo graves daños en la nacencia del algodonero. Muchos agrónomos le atribuyen ser el causante de la "caída" anteriormente citada, pero la "caída" puede ser un accidente puramente abiótico o bien ser producida por este parásito. Por lo general, cuando las temperaturas en la nacencia son óptimas, las afecciones causadas por este hongo pueden pasar desapercibidas, manifestándose sólo en aquellos años con temperaturas más frías. Como ocurre con la mayoría de los hongos parásitos que viven en el suelo, los ataques de *Verticillium* se incrementan al cultivar repetidamente el algodón en las mismas parcelas, por lo que si aparecen afecciones, debe recurrirse al cultivo de otras especies y dejar de plantar algodonero por unos años. Otra medida de prevención de tipo cultural es el empleo de variedades resistentes.

El algodonero puede ser también atacado por los hongos del género *Fusarium sp*. Se trata de otro parásito saprofito que vive también en el suelo sobre los restos vegetales de cultivos anteriores, infectando el cuello de la planta al nacer. La **fusariosis** ataca los vasos del vegetal, pudriendo sus raíces y originando la marchitez de la planta, que acaba por secarse.

• Plagas

Entre las plagas que afectan a este cultivo, cabe resaltar, en primer lugar, las afecciones debidas a la **araña roja** (*Tetranichus sp.*). Es recomendable vigilar las primeras afecciones de este ácaro en el algodón, afecciones que suelen aparecer en los márgenes de los caminos, acequias o en puntos donde existen malas hierbas (pies de postes de conducción eléctrica, etc.), pues suelen ser los puntos desde donde se difunden.

Si se tiene esto en cuenta y se trata formando una barrera alrededor de esos focos, se evitan en gran medida las infecciones de araña roja y, además, no se eliminan los predadores de este ácaro al no tratar todo el campo. Deben excluirse las **piretrinas** para su control, puesto que estos productos eliminan los insectos depredadores del ácaro, provocando que éste aumente mucho sus poblaciones. Acaricidas específicos como la **abamectina**, **propargita**, **tetradifón**, **dicofol**, etc., son muy empleados.

Entre los insectos que atacan el algodón, cabe destacar el **pulgón** (*Aphis gossypii*), el cual debe combatirse con aficidas específicos como el **tiometón**, **malathión**, etc. Otro insecto, el lepidóptero *Platyedra gossypiella* o **gusano rosado**, causa importante daños en las semillas del algodón de las cuales se alimenta. El uso frecuente de insecticidas como el **flucitrinato**, **ciflutrín** o **fenvalerato** elimina estos insectos. Otro lepidóptero, el *Heliothis sp.*, citado al hablar del girasol, afecta también al algodón, destruyendo numerosas cápsulas. Además de los insecticidas citados para el control del *Heliothis* en el girasol, pueden citarse otros como la mezcla comercial de dos materias activas: **profenofos + cipermetrín** o el **bifentrín**. Así como en junio se observan los primeros síntomas provocados por los gusanos rosados, y en julio se detecta la presencia del *Heliothis*, en agosto se producen ataques fuertes de otro lepidóptero: el *Earias insulana*, conocido vulgarmente como la **oruga espinosa de las cápsulas**. Además de los insecticidas ya citados para el control de las anteriores plagas, pueden emplearse los siguientes: **endosulfán**, **lambda chialotrín**, etc.



El PIX ® es un producto de BASF, S.A., que actúa inhibiendo el crecimiento vegetal indeseado del algodón, a la vez que favorece el crecimiento de los órganos de reproducción.

13.11.9. Recolección

La floración del algodonero es escalonada, por lo que la recolección también lo es. La cosecha se realizaba antaño de forma manual. Actualmente, el 50% de los cultivos en España están mecanizados. En el cultivo de secano, donde la maduración se realiza más uniformemente, se emplean las cosechadoras de cápsulas, que arrancan todas las cápsulas de la planta de una sola vez, con independencia de su estado de madurez. En regadío, se usan las cosechadoras de fibra, de las que existen dos tipos: **cosechadoras de tambor** y **cosechadoras de cadenas sinfín**. Son máquinas de gran peso, pero de gran maniobrabilidad.

13.11.10. Aprovechamiento

Su principal aprovechamiento es la fibra destinada a la industria textil. Desde el punto de vista del consumo humano, la borra obtenida en la desmotación se utiliza en farmacopea para la fabricación de algodón hidrófilo, así como en la fabricación de colchones, fieltros, hilos para la fabricación de cuerdas, mechas para lámparas, bujías, paños de cocina, apósitos, etc. En las industrias químicas, se utiliza la

borra para la fabricación de sustancias plásticas, lacas, películas cinematográficas, celofán, etc.
La semilla produce del 18 al 20% de aceite comestible, y de su molturación se extrae una harina con la que se fabrica una torta idónea para la alimentación porcina, vacuna y avícola. La torta tiene un alto contenido en proteína, aunque contiene también una alcaloide tóxico llamado **gosipol**. Actualmente se prepara una torta libre de esta sustancia nociva. La cáscara de la semilla puede emplearse como forraje para la alimentación animal, y también como combustible.

13.12. TABACO

Para los europeos, el descubrimiento del tabaco es simultáneo al del continente americano. Los amerindios del Caribe y otros indígenas americanos ya lo fumaban, bien aspirando el humo a través de una caña llena de hojas de tabaco picadas, bien enrollando las hojas en forma de cilindro que encendían por uno de sus lados (los conquistadores castellanos llamaron **tizón** a este precursor del cigarro). La primera representación gráfica conocida de un fumador corresponde a un relieve maya de Palenque, situado por los historiadores entre los siglos VI y VII. El tabaco se extendió por Europa a través de la Península Ibérica, y hacia el siglo XVI, ya se fumaba en Italia y en los Países Bajos. Los ingleses lo conocieron a través de los marineros portugueses o del Cantábrico y también directamente de los indios americanos, gracias a los viajes de Drake y de Hawkins.

Planta de tabaco en flor, es el momento de despuntar, con la finalidad de favorecer el crecimiento foliar



De la familia de las solanáceas, el tabaco (*Nicotiana tabacum*) es una planta dicotiledónea. Las hojas son lanceoladas, alternas y pecioladas. La flores, de corola rojiza, se agrupan en panojas o racimos terminales; es planta autógama puesto que sus flores se abren después de la fecundación. Su fruto es en cápsula, con semillas muy pequeñas de color blanco. Es planta vivaz y en sus países de origen vive varios años, aunque se cultiva como planta anual. Vegetal de gran porte, puede alcanzar fácilmente de 1 a 2 metros de altura. Posee un sistema radicular penetrante, aunque en suelos ricos, la mayor parte de sus raíces se encuentra cerca de la superficie.

13.12.1. Variedades

Los botánicos han clasificados muchísimas variedades de la especie *Nicotiana tabacum*, muchas de las cuales se desarrollan de forma silvestre en sus lugares de origen. Los genetistas trabajan para conseguir variedades mejores desde el punto de vista de las concentraciones de nicotina y alquitrán, y también desde el de su productividad y su resistencia a las enfermedades criptogámicas, aunque todas la variedades cultivadas pueden englobarse en cuatro tipos básicos:

• Tipo Havaniensis
Representan a este tipo las variedades de tabaco **Vuelta Abajo**, **Java** y **Sumatra**. Son plantas de porte medio, con 20-25 hojas que nacen casi horizontalmente al tallo, con hojas de forma elíptica de color verde suave. Inflorescencia abierta, con ramos inferiores espaciados y casi horizontales. Flores pequeñas con sépalos terminados en punta y adheridos al tubo de la corola. Pétalos de color rojo o carmín.

• Tipo Brasiliensis
Representa a este tipo la variedad **Brasil-Bahía**. También de porte medio, son plantas de hojas dos veces más largas que anchas, de color verde claro, coloración que pasa a marrón brillante con reflejo rojizo cuando se seca. Inflorescencia poco extendida, con ramos simples casi horizontales y poco distanciados. Flores verticales, con sépalos poco apuntados y adheridos al tubo de la corola. Corola corta con pétalos de color rosa o rojo.

• Tipo Virginia
Dentro de este tipo se engloban las variedades **Virginia** y **Kentucky**. Plantas altas y fuertes, de tallo grueso, con entrenudos muy cortos en la parte baja del tallo. Sus hojas tienen una relación largo-ancho de 3 a 1, y tienen forma lanceolada. Sus hojas, de color verde oscuro, pasan a un marrón cobrizo al secarse. Sus flores, largas y con pétalos triangulares, son rosas o rojizas.

• Tipo Purpúrea
Plantas de tallo cilíndrico, con hojas que salen horizontales y entrenudos que van acortándose de la base hacia la parte alta de la planta. Hojas pecioladas, de contorno sinuoso, y color verde amarillento que se transforma en marrón claro al secarse. Inflorescencia poco desarrollada y aplastada. Flores dirigidas hacia abajo, con sépalos largos y agudos. Corola de color blanco sucio en la base, que pasa gradualmente a color púrpura en la punta. Son representativas de este tipo las variedades **Oriente** y **Sumatra**.

13.12.2. Exigencias del cultivo

Planta originaria de zonas tropicales y subtropicales, vegeta mejor en climas cálidos y húmedos. Las mejores zonas productoras se encuentran entre los 45° de latitud norte y los 30° de latitud sur. Sin embargo, su área se extiende incluso hasta los 60° de latitud norte y 40° de latitud sur, es decir, lo mismo se produce en Canadá que en Brasil, en Bélgica que en África del sur.

• **Temperatura**. Cuando la temperatura es uniforme y la humedad es alta, las hojas del tabaco transpiran poco, lo que revierte en una menor nervadura y una mayor fineza del tejido foliar. Para su germinación son precisas temperaturas alrededor de los 13-15°, pero son más elevadas las necesarias para su desarrollo óptimo: 18-28°C. Las temperaturas mínima y máxima para un buen desarrollo del cultivo no deben rebasar las cotas de los 14°C y 32°C, respectivamente: por debajo o por encima de estas temperaturas, el crecimiento vegetativo se retrasa o se detiene.

• **Iluminación**. La intensidad lumínica, la iluminación, debe ser también uniforme, sin grandes variaciones, con lo que se consiguen hojas de tabaco más finas, de mayor calidad. Ciertos autores concuerdan en que una mayor iluminación aumenta la cantidad de nicotina en las hojas. En efecto, en los años en los que hay menos horas de sol durante el período vegetativo del cultivo, las concentraciones de alcaloide son menores.

• **Humedad**. Deben distinguirse dos tipos de humedad: la ambiental y la del suelo. El tabaco es planta que agradece una elevada humedad ambiental. Gracias a ella se consiguen hojas más finas y con menor concentración de nicotina. Son adecuadas, pues, por su humedad, las zonas próximas a la costa, aunque los cultivos deben implantarse algo alejados del mar, puesto que la salinidad depositada sobre las hojas por los vientos marinos es muy perjudicial. Una humedad relativa elevada es, no obstante, perjudicial, dado que favorece el desarrollo de las enfermedades criptogámicas. En climas secos, las hojas devienen más pequeñas y con mayor concentración de alcaloide, lo cual actualmente no es muy apreciado puesto que existe la tendencia a producir tabacos con menor cantidad de nicotina y alquitrán. Desde el punto de vista vegetativo, esta planta soporta mejor una cierta sequía que una excesiva humedad en el suelo.

• **Terreno**. Las raíces de esta planta necesitan un terreno profundo y permeable para respirar bien. Es decir, le son propios los suelos de textura franca o franco arenosa, con un buen contenido en materia orgánica que garantice su fertilidad. El pH más adecuado debe ser de ligeramente ácido a neutro para los tabacos de hoja clara (Burley y Virginia), y neutro o ligeramente alcalino para tabacos de tipo oscuro, ya sea para la elaboración de cigarros puros o de cigarrillos. No debe sembrarse el tabaco en suelos ricos en cloruros, por lo que se debe huir de las tierras salitrosas.

13.12.3. Abonado

Es muy importante en el abonado distinguir entre las plantas destinadas a la producción de cigarrillos y las destinadas a la producción de cigarros puros. Un exceso de proteínas en la hoja, como consecuencia de un excesivo abonado nitrogenado, se manifiesta en una disminución del cociente *azúcar/proteína* en la hoja. En los cigarrillos conviene que den un humo de sabor dulce y de reacción ácida. En cambio, en los tabacos para cigarros, el humo debe ser de un sabor y aroma alcalinos, por lo que importa menos que la relación *azúcar/proteína* sea más baja. De esto se deduce que en los tabacos para la manufacturación de cigarros, se podrá proporcionar el nitrógeno a la planta durante todo el ciclo vegetativo; en cambio, si el tabaco se dedica a la confección de cigarrillos y, sobre todo, si son tabacos de tipo Virginia, las aportaciones han de llevarse a cabo de forma que, al cosechar, casi no existan cantidades de nitrógeno en el suelo que puedan tomar las raíces de la planta.

Otra consideración de tipo general, es que las cantidades de cada uno de los nutrientes en el abonado del cultivo, sobre todo en lo que se refiere a los micronutrientes, deben ser meticulosamente calculadas, puesto que un exceso o carencia de un determinado elemento en la hoja del tabaco puede cambiar, en gran medida las cualidades organolépticas del producto manufacturado. Las cantidades y momentos de las aportaciones de los fertilizantes dependerán de la textura del terreno, de la variedad de tabaco que se quiera cultivar, de los factores climáticos y de otras consideraciones de índole agronómico, por lo que deben ser calculados por un técnico o, en su defecto, consultadas con los servicios técnicos oficiales o bien directamente a las casas comerciales.

• **Nitrógeno**. Siendo una planta cultivada por sus hojas, o sea, por su aparato vegetativo, es presumible que el nitrógeno sea un elemento esencial en el cultivo del tabaco. En efecto, en las hojas, las proporciones de nitrógeno suelen oscilar entre 1,5 y 4%, según los tipos de tabaco aunque, como en otros cultivos, el nitrógeno debe aportarse de forma equilibrada. Un exceso del mismo produce hojas con tejidos más blandos que se curan mal y arden también malamente. Una deficiencia de nitrógeno conlleva la producción de hojas pequeñas y tallos delgados, siendo las más bajas las que adquieren pronto un débil color verde pálido. El nitrógeno debe aportarse en dosis reducidas, puesto que la planta, de esta forma, lo aprovecha mejor.

Se viene insistiendo en la necesidad de aportar los fertilizantes de forma equilibrada. Es importante, pues, en el cultivo del tabaco, que las unidades de fósforo y potasio sean superiores a las del nitrógeno. Un abono bien equilibrado debería conservar la proporción de: 1 de N, 1,5 de P_2O_5 y de 2,5 a 3 de K_2O (1-1,5-2,5). En suelo arcillosos, se aplicará el 80% del nitrógeno en sementera (abonado de fondo) y el 20% restante en cobertera, incorporándolo con el cultivador. En aquellos terrenos sueltos o arenosos, se incorporará antes de la plantación un 30% del nitrógeno, un 40% durante el cultivo, y el 30% restante con la labor de aporcado.

• **Fósforo.** El fósforo acelera el proceso de maduración de las hojas. En caso de que se produzca tabaco para cigarrillos que, como hemos dicho, necesita una proporción elevada de azúcares en sus tejidos en el momento de la cosecha, convendrán aportaciones más altas de abonos fosforados. Lo contrario ocurrirá con tabacos destinados a la producción de cigarros puros. El exceso de fósforo produce hojas quebradizas y acartonadas, que arden mal y dan una ceniza negruzca. Los síntomas de deficiencia de fósforo se aprecian cuando éste tiene cotas inferiores a 0,3% en las hojas. Se tornan éstas de un color verde azulado, pues aumenta la proporción de clorofila, lo que perjudica en especial a los tabacos claros tipo Burley. El valor óptimo de P_2O_5 para tabaco destinado a cigarros se sitúa alrededor del 0,6%. En cigarrillos, puede llegar hasta un 1%.

• **Potasio**. Es un elemento muy importante para la calidad de los tabacos. Las sales potásicas que se encuentran en las hojas confieren al producto industrial una magnífica capacidad de combustión y contribuyen a mantener el equilibrio entre ácido/base en los tejidos de la planta, dentro de los límites más deseables. El potasio inhibe la síntesis de proteínas y, además, actúa como catalizador en la formación de azúcares en las hojas de la planta. Un abonado abundante en potasio favorece el aumento de la proporción *azúcares/proteínas*, tan favorable a los tabacos destinados a la elaboración de cigarrillos.

• **Microelementos**. El cloro es un microelemento muy perjudicial para la calidad del tabaco. Cuando pasa del 1,1% en los tejidos de la hoja, disminuye la capacidad de combustión del tabaco. Por encima del 2%, la combustibilidad del elaborado no es aceptable. Pero si sobrepasa del 4%, la maduración de la hoja puede sufrir un retraso de unos quince días. Huelga decir que los abonos potásicos utilizados deben proceder de sulfatos y no de cloruros, para que el cultivo tenga la menor cantidad posible de cloro en el suelo.

Otros nutrientes secundarios, como el calcio y el magnesio, son importantes para la consecución de tabacos de calidad. Sus aportaciones, en mayor o en menor cantidad, dependerán de la riqueza del suelo de cultivo. El nivel normal de óxido de calcio en las hojas del tabaco debe situarse entre el 3 y el 6%; el de óxido de magnesio, entre el 1 y el 2%. Otros microelementos como el boro, hierro, manganeso, etc., pueden afectar también a la calidad final de la hoja y, por extensión, a las cualidades organolépticas del elaborado final.

13.12.4. Siembra

• **Semillero**. La simiente del tabaco es muy pequeña. Esta circunstancia, unida a su delicadeza en las fases de germinación y nacencia, y a la necesidad, en muchos casos, de adelantar la madurez de la planta del tabaco, hacen siempre imprescindible la utilización de semilleros.

Los semilleros deben tener una anchura máxima de 1,20 m y deben estar configurados para albergar entre 250 y 500 plantas/m^2. Las pequeñas plántulas deben protegerse de los vientos mediante cortavientos apropiados constituidos por cañizares u otros materiales artificiales, como los plásticos. Los semilleros pueden establecerse sobre cama fría o caliente. Los ordinarios, o de cama fría, se realizan mezclando la tierra en un espesor de 20 a 30 cm, con estiércol muy hecho, y añadiendo en la parte superior una capa de 6 a 8 cm de mantillo, bien puro, bien mezclado con tierra en la proporción de 2 a 1. Las camas calientes, de concepción parecida a las frías, deben prepararse, además, con una capa de estiércol fresco justo encima del drenaje y debajo de la tierra. De esta manera, al fermentar el abono orgánico, libera un cierto calor que será aprovechado por las pequeñas plántulas de tabaco.

Es una buena práctica desinfectar los semilleros unos 20 días antes de la siembra, para proteger a las futuras plantas de los ataques fúngicos (*Fusarium*, *Pithium*, etc.) y de los nematodos. Para este menester se utilizan con frecuencia, entre otros, el **metam sodio** y el **dazomet**. Para las dosis, forma y momento de aplicación de estos productos, el lector puede recurrir al tema quinto de esta obra donde encontrará, en el capítulo de desinfección de suelos, esta información.

En el momento de la siembra, la semilla suele mezclarse con harina, arena o ceniza, con la finalidad de que sea más manipulable, dado su pequeño tamaño. Se siembra a mano (y seguidamente se riega) a razón de 1/4 de gramo a 1/2 gramo de semilla por m^2. Es conveniente también abonar un poco, con objeto de activar su germinación y crecimiento, con abono soluble mezclado con agua. Este abono suele contener superfosfato, nitrato, sulfato potásico y algún quelato de hierro, también en forma de sulfato. Actualmente, es también una práctica habitual cubrir los semilleros con plásticos o vidrio como si fueran pequeños invernaderos. Se consigue, de esta manera, proteger las plantas contra posibles heladas y factores adversos como lluvia, viento, etc., además de aumentar la temperatura de germinación. Asimismo, debe vigilarse el estado sanitario de los pequeños tabacos, realizando los oportunos tratamientos fitosanitarios.

• **Preparación del terreno.** Cuando se adecúa el terreno definitivo, debe quedar éste bien lavado y con la capa superficial mullida y desmenuzada. Tanto en secano como en regadío, habrá que dar una labor de alzar al rastrojo de la cosecha anterior, seguido de labores de escarificado y grada de discos y, finalmente, labores con el cultivador y, si fuera preciso, un pase de rulo o tabla.

• **Plantación**. Si la plantación se hace muy densa, disminuye el rendimiento por planta. En cambio, si se cultivan menos plantas por hectárea, aumenta la producción por planta. La cantidad de hojas cosechada dependerá, además del marco de plantación, de la altura a la que se haga el despunte. A despuntes más bajos, se podrá aumentar la densidad de la planta. Además, interviene también la variedad: unas soportan mayores densidades sin perder productividad y, otras en cambio, no. Otro factor importante es la cantidad de nicotina: a mayor densidad de plantación, menor es el número de raíces, con lo cual disminuye el contenido en nicotina. Paralelamente, con una mayor densidad también se consiguen hojas más finas, lo que repercute en una mayor calidad del producto final.

Pueden tomarse como datos orientativos los siguien-

tes. En regadío, las plantaciones suelen realizarse en caballones, distanciando las calles de 1 a 1,20 metros, y las plantas en cada línea de 50-60 cm. Si se precisa trabajar posteriormente con tractor, será preciso dejar pasillos libres de plantas para poder realizar los tratamientos oportunos. Una vez estipulado el terreno definitivo, deben trasplantarse los tabacos, procurando no romper las raíces, con la ayuda de una azadilla o plantador. Actualmente existen máquinas plantadoras que ahorran mucho trabajo manual. Estas plantadoras mecanizadas se acoplan al tractor, y las más completas abren el surco, plantan, riegan y fertilizan secuencialmente en una misma pasada.

13.12.5. Labores de cultivo

Al tabaco le son propias una serie de labores destinadas a conseguir mayores y mejores producciones de hoja.

- **Deshojado**. Cuando la planta ha alcanzado los 40 cm de altura, posee ya unas 10 o 12 hojas. En este momento, es conveniente quitar las más rastreras, puesto que compiten con las otras por los nutrientes y, además, debido a su contacto con el suelo, no son aptas para la obtención de un producto aprovechable.
- **Aporcado**. Después del deshojado debe realizarse el aporcado, que no es más que remover y arrimar la tierra al pie de los tallos, con objeto de que los tabacos desarrollen más raíces, lo que le permite a la planta vigorizarse. Suele realizarse esta operación con el cultivador, para perfeccionarla luego manualmente con la azada.
- **Despunte**. Dado que el tabaco es una planta que se cultiva por sus hojas y no por sus flores o frutos, es usual realizar el despunte, que consiste en suprimir el ramo floral terminal, con la finalidad de que éste no consuma los nutrientes que necesita para su desarrollo. Cuando se desea una hoja fuerte, gruesa y consistente, se realiza el despunte bajo, suprimiendo, además del botón floral apenas formado, varias de las hojas superiores. Se procede así cuando se recolecta por plantas enteras y que conviene que todas estén maduras a la vez. Cuando se trata de obtener tabacos finos, no importa que las hojas estén desigualmente maduras. Entonces se dejan las plantas con mayor número de hojas y se retrasa el momento del despunte.
- **Desbrote**. Cuando se realiza la operación del despunte, se potencia la planta para que produzca brotes o yemas laterales que nacen en las axilas o ángulos de inserción de las hojas con el tallo. Deben también eliminarse para evitar su competencia. Tradicionalmente, se realizaba esta operación a mano, aunque actualmente existen productos químicos con los que se consiguen parecidos resultados.
- **Deshijado**. Una práctica cultural muy importante es la eliminación de los hijuelos que se van formando a lo largo del ciclo vegetativo. Su finalidad es también la de eliminar cualquier competencia que pueda afectar a la calidad de las hojas.

13.12.6. Riego

En zonas lluviosas y húmedas, puede cultivarse el tabaco en secano, y el riego no es necesario más que en el momento del arraigo, después del trasplante o en algunos años especialmente secos.
El agua de riego utilizada en los cultivos en regadío debe estar exenta de cloro o, al menos, con unos niveles lo más bajos posibles. Para plantar, se riega tres veces: en la preparación del terreno antes del trasplante, inmediatamente después del trasplante y en la reposición de fallos. Antes del despunte deben darse los riegos necesarios, pero debe tenerse en cuenta que un exceso de agua siempre perjudica la calidad de las hojas. Después del despunte no suele regarse, excepto en zonas muy secas, en las que se dará al cultivo un riego antes de los 20 días de la recolección.

13.12.7. Herbicidas

Las escardas o binas mecánicas se realizan frecuentemente a mano, o a máquina entre las líneas cuando se ha diseñado un marco de plantación que lo permite. Pero también es posible la utilización de materias activas herbicidas para eliminar las adventicias.
Los herbicidas más comunes en el cultivo del tabaco son materias activas de aplicación en preemergencia de las malas hierbas. La **benfluralina** se considera selectiva para el tabaco, pero es mejor realizar su tratamiento unas seis semanas antes del trasplante. Otros herbicidas, como la **difenamida** y el **metobromurón**, pueden aplicarse unas semanas después del trasplante del tabaco, puesto que se consideran selectivos para este cultivo y actúan contra malas hierbas mono y dicotiledóneas en preemergencia.

13.12.8. Accidentes, enfermedades y plagas

- **Accidentes**

Entre los accidentes importantes que pueden sufrir las hojas del tabaco, se cuentan las variaciones bruscas y acusadas de temperatura, humedad ambiental, suelo e iluminación, lo que induce a la planta a una mayor absorción de cloro, cuestión que repercute en la calidad final del elaborado, ya que una concentración alta de cloro disminuye la combustibilidad de la hoja del tabaco. Durante la recolección, si las hojas de tabaco quedan expuestas mucho rato al sol, puede ocurrir el **escaldado**, fisiopatía que deja las hojas inútiles para su aprovechamiento. También resulta perniciosa la recolección, si se realiza ésta cuando el rocío todavía no ha desaparecido (las hojas se humedecen y pierden parte de su calidad). Un exceso de nitrógeno produce un incremento en la concentración de nicotina, nitratos y amoníaco en las hojas, influyendo en una menor asimilación del fósforo y del potasio. Cuando se hacen aportaciones excesivas de fertilizantes nitrogenados, se observa en los tejidos de la planta una disminución de fósforo y potasio.

- **Enfermedades**

- *Virosis*. Se conocen hasta nueve virus que producen mosaicos en el tabaco. El más común afecta a las hojas, observándose manchas verde claro distribuidas regularmente; a veces se producen abultamientos más o menos acentuados. Como todos los

virus, los del tabaco se transmiten por las picaduras de otros insectos, en especial los trips y los pulgones. Debido a sus ataques, las hojas se deprecian mucho y hacen que el tabaco pierda combustibilidad. Al no existir ningún producto químico contra sus perniciosos efectos, el agricultor debe combatir las virosis mediante prácticas culturales de tipo preventivo. Arrancar y destruir las plantas enfermas, desinfectar los aperos, combatir eficazmente los pulgones, etc., suelen ser medidas usuales con resultados aceptables.

• *Hongos*. En los semilleros son muy frecuentes las enfermedades criptogámicas, a las que las pequeñas plántulas de tabaco son especialmente sensibles. Hongos parásitos como el **mildiu** de los semilleros (*Pythium debaryanum*), la **podredumbre** de la raíz (*Thielavia basicola*), la **fusariosis** (*Fusarium sp.*), el **moho azul** (*Peronospora tabacina*), etc., producen diversas podriduras en las raíces, cuello y parte aérea de las pequeñas plantas. Medidas preventivas como no usar mantillos de reacción ácida, destruir los restos de cosechas de tabaco anteriores, utilizar semilla garantizada y previamente desinfectada, etc., son prácticas que ofrecen al agricultor buenas soluciones contra el ataque de estos hongos. Puede recurrirse también a la lucha con productos químicos de corte preventivo o curativo, tales como el **metil tiofanato**, **mancozeb**, **metaxil**, etc.

En el cultivo son frecuentes los ataques de **moho azul**, siendo ésta la enfermedad de mayor importancia en cuanto a los daños que ocasiona al tabaco. Puede controlarse mediante espolvoreos de los fungicidas **zineb**, **propineb** y **metalaxil**. Son frecuentes, también, los ataques de oídio (*Erysiphe cichoreacearum*), los de *Thielavia basicola* y los causados por las distintas especies del género *Fusarium*.



La cereza del café, todavía verde, en su madurez adquirirá un bonito color rojo.

• **Plagas**

Entre los animales que afectan a los semilleros, cabe destacar distintos gasterópodos como las **babosas** (*Agriolimax agrestis*) y los **caracoles** (*Helix hortensis*), cuyo control debe realizarse con cebos a base de **metaldehído**. Citaremos también ciertos insectos del suelo como las **hormigas** y el **alacrán cebollero** (*Gryllotalpa gryllotalpa*), para cuyo control deben emplearse cebos preparados con **fluosilicato de bario**, **fosfuro de magnesio**, **arsenito sódico** y **lindano**. Son productos ciertamente tóxicos, y deben extremarse las precauciones en su manejo, almacenamiento y dosificación.

Cuando el tabaco ha sido trasplantado en el campo, fuera del semillero, puede ser atacado por otros insectos como los **gusanos del suelo** (*Agriotis segetum*), **gusanos de alambre** (*Agriotes lineatus*), **trips**, **pulgones**, etc.

13.12.9. Recolección

Es importante elegir el momento oportuno de la recolección, puesto que de ello depende el color de la hoja y la evolución de los fenómenos que tienen lugar durante el curado. Cuando la recolección se hace por plantas enteras, es preciso que las hojas inferiores y medias presenten síntomas de madurez, aunque en las superiores apenas se haya iniciado.



Después de la recolección, el tabaco debe sufrir un primer secado a temperatura ambiente.

Cuando las hojas maduran, aparecen en los bordes manchas amarillas que van agrandándose progresivamente hasta alcanzar gran parte de la superficie del limbo. Los bordes se rizan, las hojas se vuelven frágiles, se quiebran con facilidad al doblarlas y adquieren un brillo y unos abultamientos característicos.

Cada tipo de tabaco debe ser recolectado a su manera. Así, los **tabacos oscuros** suelen serlo por plantas enteras, dejándolas en el suelo, donde sufren un primer oreo, para transportarlas después hacia los secaderos. Con el **tabaco para capa** de cigarros, la recolección debe hacerse por hojas. Tras escoger las maduras, se retirarán primero las del tercio inferior, que son las primeras en madurar, lo que se aprecia por el color amarillento que van tomando las hojas. Posteriormente, se retirarán las hojas del tercio medio y, finalmente, las superiores.

Los **tabacos amarillos** de tipo *flue-cured*, que se secan en atmósfera artificial, deben cosecharse cuando las hojas están completamente maduras. Su recolección se hace por hojas, escogiendo de entre todas las de la planta las más maduras o las que presentan una coloración verde amarillento. Por lo general, se realizan un total de cinco pasadas hasta el término de su recolección. Los tabacos de tipo **Bur-**

ley y los **oscuros** curados al fuego requieren, para su recolección, un estado de madurez intermedia. No precisan llegar a su estado de total madurez para ser cosechados. Estos tabacos suelen recolectarse por plantas más que por hojas.
Si la extensión de cultivo es considerable, el agricultor dispone de maquinaria específica para la recolección. Puede optarse por la compra de las llamadas **recolectoras semiautomáticas**, que precisan de un cierto número de operarios para su funcionamiento, o por las **automáticas**, que ahorran gran parte del trabajo manual. Cabe también la posibilidad de adaptar las segadoras para cereales de corte lateral para este fin. Exige este sistema retirar las plantas a mano una vez han sido segadas, pero presenta la ventaja de no tener que adquirir un nuevo apero para el trabajo.

13.12.10. Curado

Para convertir la hoja del tabaco en un producto que se pueda fumar, tiene que sufrir dos procesos: el curado y la fermentación. La fermentación suelen realizarla las empresas compradoras de tabaco, por lo que el agricultor no debe preocuparse de ella. Por lo que se refiere al curado, es una operación que está casi siempre bajo el dominio del agricultor, aunque también es posible entregar las hojas verdes a una empresa que se dedique a este menester. Cuando se recolecta la hoja, ésta posee alrededor del 80 al 90% de su peso en agua. A lo largo del curado, debe perder el 65% de su peso en agua, quedando con una humedad del 15 al 25%. Puede optarse por varios sistemas para la curación de las hojas del tabaco: **curado al aire**, **curado por calor artificial**, **curado al sol** y **curado al fuego directo**. Cada tipo de curado presenta unos sistemas concretos de manipulación de las hojas, en los que se controlan periódicamente los niveles de humedad y temperatura. Son procesos complejos cuya descripción escapa en mucho de las pretensiones de esta obra.



Ⓐ Ⓑ Ⓒ

13.12.11. Aprovechamiento

Como es conocido, el tabaco se utiliza, en sus distintas manufacturaciones, para fumar. En efecto, cigarrillos, cigarros puros, tabaco para pipa, para mascar, rapé, etc., son los productos que se encuentran habitualmente en las expendedurías. Comercialmente, según el color que adquiere la hoja después de su curado y fermentación, se habla de **tabacos claros** o **tabacos oscuros**. Así, la clasificación comercial del tabaco admitida internacionalmente es:

• Tabacos oscuros curados al aire
Estos tabacos se emplean para la manufacturación de cigarrillos negros y para la picadura, tripa o interior de ciertos cigarros puros. Forman, además, parte de ciertas mezclas de tabaco para pipa. Son tabacos de hoja grande que, una vez curada, adquiere un color que oscila entre el canela oscuro y el caoba. Reciben el nombre de tabacos tipo **Maryland**.

• Tabacos oscuros curados al aire para capa y subcapa de cigarro puro
Son tabacos de hoja mediana a grande que se emplean, por su finura y buenas condiciones físicas (elasticidad, resistencia, combustibilidad), para envuelta exterior o interior de los cigarros puros.

• Tabacos claros curados al aire
Tienen un alto contenido en nicotina y un alto poder absorbente para los aditivos artificiales que se utilizan en su elaboración. Las distintas manufacturaciones comerciales de estos tabacos poseen un alto contenido en aditivos, por lo que muchos galenos consideran el tabaco rubio como más pernicioso. Son tabacos de hoja grande que, una vez curada, se acondicionan mediante calor y se manufacturan después de un proceso natural más o menos prolongado. Reciben también el nombre de tabacos tipo **Burley**.

• Tabacos claros curados en atmósfera artificial
Como todos los tabacos claros, poseen un alto contenido de nicotina y alquitrán. Son de hoja color verde claro, que cambia a amarillo limón o anaranjado gracias al largo proceso de envejecimiento a que son sometidos. Cuando se manufacturan solos, dan lugar a los cigarrillos rubios suaves de tipo inglés. Cuando se mezclan con otros tipos de tabaco, originan los cigarrillos rubios de propiedades organolépticas más fuertes: son los llamados cigarrillos rubios de tipo americano. Se emplean también en distintas mezclas para tabaco de pipa.

• Tabacos aromáticos
Reciben también el nombre de tabacos orientales. Son plantas de pequeño porte y hoja pequeña de color amarillo claro con poca nicotina y, en general, fuertemente aromáticas. Su curación se realiza al sol y dan lugar al tabaco para pipa y cigarrillos rubios de mezcla.

• Tabacos curados al fuego
Son los tabacos utilizados en la manufacturación del rapé, y se elaboran para pipa y tripa de cigarros. Son los tabacos propios norteamericanos de Virginia y Kentucky. Sus hojas se curan al fuego vivo, y adquieren una tonalidad marrón oscuro.

• Tabacos homogeneizados
En la fabricación de elaborados con bajo contenido en alquitrán y nicotina se utilizan los llamados tabacos homogeneizados. Se obtiene primero una pasta con las hojas o la planta entera del tabaco, mediante procesos similares a los de la fabricación del papel. Posteriormente, esta pasta de tabaco se somete a determinados procesos físicos, químicos o biológicos, que permiten la obtención de un producto menos dañino para la salud. Además, es mucho más rentable económicamente para el fabricante puesto que, si bien su proceso es más costoso, se aprovecha mucho mejor toda la planta.

Tipos de tabaco:
A/ *Los tabacos tipo Virginia son suaves y aromáticos. Su color varía de un amarillo claro a naranja dorado. Cuando son curados al fuego, adquieren una tonalidad marrón oscuro. (Gentileza de Mac Baren Tobacco Company)*
B/ *Los tabacos tipo Burley se cultivan principalmente en los estados norteamericanos de Kentucky y Virginia. Son tabacos claros curados al aire. (Gentileza de Mac Baren Tobacco Company)*
C/ *Detalle del tabaco Latakia. Los tabacos aromáticos reciben también el nombre de tabacos orientales y, por lo general, se utilizan mezclándolos con otros tabacos, para realzar el aroma y el sabor de estos últimos. (Gentileza de Mac Baren Tobacco Company)*

Plantación de café



Planta del café en un cafetal brasileño

No obstante, en los Estados Unidos, la industria tabaquera clasifica las hojas curadas de la siguiente manera:

- **Clase I**. *Flue-cured*. Pertenecen a este grupo las hojas curadas en atmósfera artificial.
- **Clase II**. *Fire-cured*. Son las hojas curadas al fuego.
- **Clase III**. *Air-cured*. Pertenecen a este grupo las hojas curadas al aire libre.
- **Clase IV**. *Cigar-filler*. Son las hojas destinadas a la manufacturación de tripa para cigarro.
- **Clase V**. *Cigar-binder*. Pertenecen a este grupo las hojas destinadas a la fabricación de capillo para cigarro.
- **Clase VI**. *Cigar-wrapper*. Son las hojas utilizadas para la manufacturación de capa de cigarro.

La nomenclatura empleada por estas industrias es mucho más compleja y larga. Así, por ejemplo, para las clases descritas en Estados Unidos, en función de su uniformidad bajo el punto de vista industrial, se determinan otras tantas subclases de hojas según la finura de éstas, la parte de la planta de la que han sido escogidas (parte central del tallo, hojas intermedias, bajas, etc.), según su calidad, e incluso existe una clasificación para aquellos residuos o pedazos de hojas destinados a manufacturaciones menores.
Asímismo, la industria tabaquera española posee su propia clasificación de hojas del tabaco. En España se cultivan mayormente los tabacos de tipo Burley y Virginia, los cuales originan, según la posición de la hoja en la planta y su calidad, las subclases pertenecientes de cada uno de ellos. Para las nuevas plantaciones de esta solanácea, es conveniente que el agricultor se dirija a los correspondientes servicios agrarios de su país, con la finalidad de determinar las variedades más apropiadas en cada zona, así como las distintas clasificaciones de hojas vigentes en cada región.

13.13. CAFÉ

La cereza del café, en su madurez adquiere un bonito color rojo. (Foto gentileza de A. Gostinčar para esta publicación)

La planta que produce el café es el llamado cafeto y su cultivo comprende principalmente dos géneros: *Coffea arabica L.* y *Coffea canephora P.* Un lugar más modesto, en cuanto a las extensiones dedicadas a su cultivo, lo ocupan otras especies del mismo género: *Coffea liberia B., Coffea abeokutal C., Coffea dewevrei W.& D.*, etc. La *C. arabica* es cultivo originario de los altiplanos de Abisinia (Etiopía). Se extendió luego por Arabia y, desde allí, al resto del Islam (Egipto, Siria, Turquía, etc.). Fue importado a Europa en el siglo XVI por los mercaderes venecianos. Se introdujo en Oriente a través de África. A finales del siglo XVII, Holanda empezó a cultivarlo en sus colonias (Guayana neerlandesa) y, de allí, pasó primero a Colombia y a las Antillas, para extenderse posteriormente al Brasil y a los países del Caribe. A la *C. canephora* se la considera propiamente una especie africana, aunque la *arabica* también lo sea, pues sus distintas variedades son las cultivadas en aquel continente.

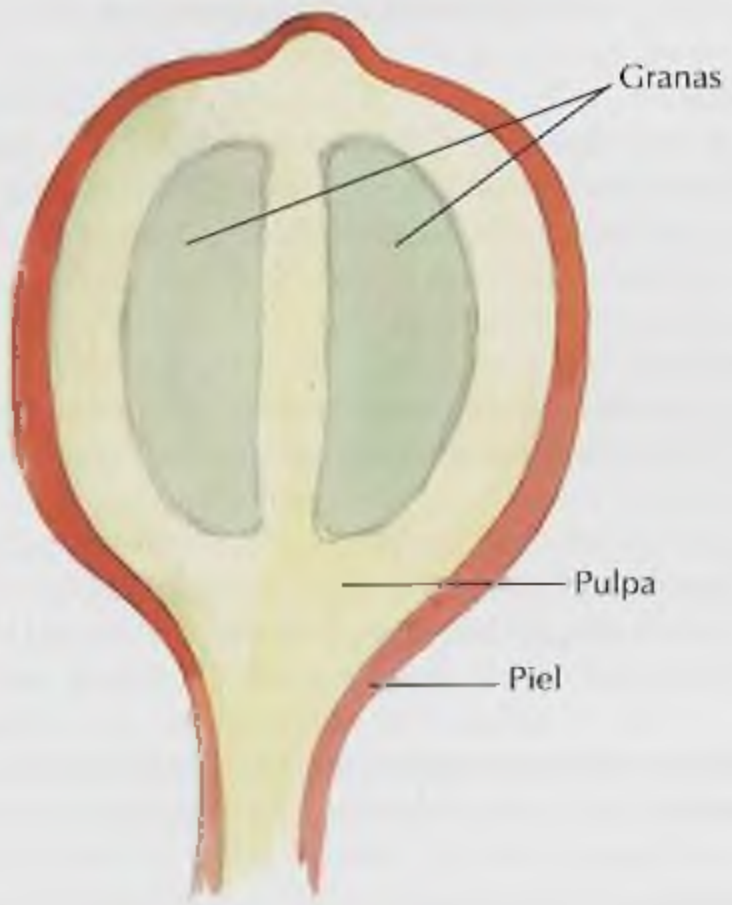


La *C. arabica* se cultiva en África, en las zonas altas de Kenia, Tanzania, Uganda, Nyasalandia, Congo, Camerún, Etiopía, Ruanda y Madagascar. En Asia, puede encontrarse en las zonas altas de Arabia (Yemen), India, Filipinas, Indonesia, Vietnam y Laos. En América, son famosos los cafetales de las zonas altas de México, Guatemala, Honduras, San Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, Paraguay y Perú. También se cultiva en Sudamérica en las zonas de media altitud como Brasil, islas del Caribe, etc.
La *C. canephora* se cultiva en África en las zonas bajas del Congo, Angola, Costa de Marfil, Guinea Ecuatorial, República Centroafricana y Madagascar, y también en las zonas medias de Camerún, Uganda y Tanzania. En Asia, la encontramos en zonas de altitud media y baja como Indonesia, India, Filipinas, Nueva Caledonia, etc.
Otras especies, como *C. liberica, excelsa* y *abeokutae*, cuyo cultivo es muy marginal, se cultivan todavía en distintas zonas de África (República Centroafricana, Costa de Marfil), Asia (Indonesia) y América latina (Surinam).



13.13.1. Botánica

- **C. arabica**. Es la especie más conocida en todo el mundo tradicionalmente, y la que tiene mayor difusión. Se trata de un árbol autógamo de la familia de las rubiáceas, de unos ocho o diez metros de altura en su estado silvestre. Las variedades cultivadas de cafeto suelen ser de porte más pequeño, seleccionadas expresamente las de mejor calidad en detrimento de su porte, lo que por otro lado facilita su cultivo (labores, tratamientos, recolección, etc.). Sus hojas son persistentes, opuestas, ligeramente abarquilladas, de unos 10 a 15 cm de longitud, y



Sección longitudinal de la baya del café

de 4 a 6 cm, de un color verde oscuro, brillantes en su envés y ricas en cafeína (1,26%). Sus raíces son pivotantes, alcanzando una profundidad de 0,30-0,50 metros. En terrenos profundos, incluso pueden llegar a 1 m. Su masa radicular abarca a menudo de 12 a 15 m^3.

Las flores son pequeñas, esteliformes, blancas y muy olorosas; se encuentran reunidas en grupos en las axilas de las hojas. Sus frutos son bayas similares en dimensiones a las cerezas, pero de color amarillo; por extensión, se habla de las cerezas del café. En su interior se encuentran los huesos o semillas (propiamente los granos de café), de forma hemisférica alargada, provistos de un surco o estría longitudinal y recubiertos por una membrana ciertamente consistente. La semilla, es decir, el café, es de color gris amarillento o gris pizarra, más o menos azulado, o gris verdoso, en función de las variedades. Asimismo, las dimensiones y la forma de las semillas difieren con las variedades, siendo por término medio de unos 10 mm de longitud, 6 o 7 mm de ancho y 3 o 4 mm de espesor. Su peso oscila entre 0,15 y 0,20 g. Los granos de café, una vez secos, contienen alrededor del 1,5% de cafeína.

• **C. canephora** es una planta alógama (auto-estéril), a diferencia de *C. arabica*. Es un arbusto de hoja perenne que alcanza de 8 a 12 m de altura. Sus ramas son largas y tortuosas, las hojas grandes (20 a 35 cm de largo y 8 a 15 de ancho), oblongas, con relieve abarquillado; las inflorescencias son axilares, formadas por uno a tres verticilios, constituido cada uno de ellos por quince o treinta flores blancas y olorosas, y cuya corola posee de cinco a siete pétalos. Los frutos, ovoides, tienen de 8 a 16 mm de longitud; la cereza es roja cuando está madura, las semillas son ovoideas, con una cara plana, de dimensiones variables, pero generalmente pequeñas. En general, las variedades de *C. canephora* tienen un crecimiento más vigoroso y mayor productividad que las de *C. arabica*; esta especie es también más robusta y menos sensible a ciertas enfermedades. Las características organolépticas de la bebida, aunque diferentes de las de *C. arabica*, son cada vez más apreciadas por los consumidores.

13.13.2. Variedades

Muchas variedades de café son mutaciones naturales o cruzamientos de las variedades existentes. Así, en cada región del mundo donde fue importada esta planta, aparecieron, con los años, variedades autóctonas adaptadas a la climatología local, con excelentes producciones y calidad en aquellas zonas. Por lo general, las variedades de *C. arabica* son las cultivadas en América del sur, mientras que en África e Indonesia se cultivan las pertenecientes a las especies *C. canephora*. Estas dos especies producen el 98% de las cosechas mundiales de café. El resto lo forman otras especies, cuyo cultivo muy reducido y localizado se ve desplazado diariamente por la buena aceptación de *C. canephora P. var. robusta*.

• **C. arabica L. var. typica L.** Introducida en Brasil a finales del siglo XVIII procedente de la Guayana francesa, dio origen a los cafetales de este país antes de que se difundieran las variedades seleccionadas que hoy dominan.

• **C. arabica L. var. amarella Ch.** Variedad originaria de Bahía, considerada como una mutación. Arbusto de gran desarrollo, grandes hojas, largos entrenudos y frutos voluminosos. Sus semillas son mayores que las de *C. arabica var. typica*. Esta variedad se utiliza en Brasil y en otros países de América latina.

• **C. arabica L. var. Bourbon Ch.** Variedad considerada como una mutación recesiva originaria de la isla de Reunión. Está introducida en todo el mundo. Su característica más particular es que es de porte más reducido que *C. arabica var. typica* pero, en cambio, tiene una vegetación más densa, consecuencia de una gran ramificación en los nudos muy cercanos entre sí. La semilla también es de mayor tamaño que la de la especie tipo. Gran parte de las plantaciones brasileñas se componen de razas seleccionadas de esta variedad, muy apreciada tanto por su productividad como por su calidad.

• **C. canephora P. var. robusta.** Es la variedad de esta especie más extendida en el mundo, y constituye el 90% de las plantaciones de *C. canephora*. Comparativamente con *C. arabica*, tiene un crecimiento más vigoroso, una mayor productividad y presenta mayor resistencia a ciertas enfermedades. El cultivo de esta variedad se ha extendido a todo el mundo, no sólo en África (Costa de Marfil, Congo, Camerún, Uganda, Angola, etc.), sino también en Extremo oriente (India, Indonesia, etc.) y en Oceanía (Nueva Caledonia, etc.).

• **C. canephora P. var. kouillou.** Afín a la robusta, es espontánea del Congo, Costa de Marfil, Gabón, etc. Este cafeto, de variadas formas, se diferencia del anterior especialmente por sus hojas más oblongas y sus frutos y semillas más pequeños. Se cultiva en Costa de Marfil mezclado con la Robusta, y presenta sobre esta última la ventaja de resistir mejor la sequía. Su cultivo se ha extendido a Madagascar y a Guinea.

13.13.3. Exigencias del cultivo

• **Temperatura.** La *C. arabica* es mucho más apta para soportar las variaciones de temperatura comparativamente a las demás especies. Esta especie soporta, durante un cierto tiempo, temperaturas próximas a los 0°C o cotas térmicas superiores a 30°C. La

Ⓐ



Ⓑ



Ⓒ



***A/** Bayas de café maduras. Son el fruto que se recolecta del cafeto.*
***B/** Granos de café una vez extraídos de la baya. Corresponden al Blue Mountain "caracolillo", cuya curiosidad estriba en que cada baya únicamente produce un grano en vez de dos.*
***C/** El café una vez tostado. Éste es el aspecto con el que estamos acostumbrados a ver el café.*









C. canephora se acomoda peor a las temperaturas bajas que la *C. arabica*. Los trastornos se manifiestan en el momento en que éstas llegan a 8-10°C, pereciendo los cafetos mucho antes de alcanzar el punto de helada. La temperatura es uno de los factores limitantes más importantes. Las temperaturas óptimas se sitúan entre los 22-26°C, sin que las oscilaciones deban ser muy marcadas.

• **Iluminación.** En su hábitat natural, el cafeto se desarrolla en lugares sombríos o parcialmente sombreados: claros, galerías forestales, riberas de agua, etc., son sus lugares idóneos. Su cultivo exige un sombreado desde los primeros estadios hasta que la planta puede considerarse adulta, adaptándola de forma progresiva a la iluminación directa.

• **Humedad.** Después de la temperatura, se considera la pluviometría como el segundo factor limitante para el cultivo de los cafetos. En él intervienen no sólo la cantidad de lluvia anual, sino también su distribución mensual e incluso semanal. Puede considerarse una pluviometría óptima alrededor de 1.500 a 1.800 mm anuales, con un régimen hídrico que comprende algunos meses poco lluviosos o de relativa sequía, que deben coincidir con el período de reposo vegetativo que precede a la gran floración. *C. canephora* se adapta bien a precipitaciones muy abundantes, superiores a los 2.000 mm anuales. Paralelamente a la pluviometría, debe atenderse a la humedad atmosférica. Si ésta es muy elevada, las plantas transpiran menos, por lo que sus necesidades hídricas son inferiores.

• **Exigencias edáficas.** Los suelos profundos y bien drenados son adecuados para el cultivo de los cafetos, puesto que sus raíces son pivotantes y abarcan una gran extensión de terreno que les permite aprovechar los nutrientes del suelo. En aquellos poco profundos, las raíces no suelen colonizar más de los 30 primeros centímetros del subsuelo, por lo que son necesarios, entonces, aportes suplementarios de fertilizantes para obtener buenas producciones. En su hábitat natural, viven bien en terrenos muy humíferos y con un pH ácido alrededor de 4,0 a 5,0, aunque se obtienen buenos cafetos con pH próximos a la neutralidad (≈7,0).

13.13.4. Abonado

En función de la textura del terreno, las dosis de abonado para los cafetos serán distintas: más generosas para los arenosos, puesto que sufren mayores pérdidas por lixiviación, y menores para los arcillosos. El abonado anual de cobertera debe dosificarse en tres veces, utilizando para ello abonos complejos ternarios o bien los simples tradicionales. Las aportaciones de nitrógeno y potasa conviene realizarlas con abonos azufrados, puesto que el cafeto agradece una aportación suplementaria de azufre. Es planta poco necesitada de fósforo, por lo que sólo debe aplicarse una vez al año.

Como cantidades orientativas, éstas son las unidades fertilizantes de N-P-K aplicadas en forma de sulfato amónico (riqueza del 21% de N), fosfato bicálcico (riqueza del 40% de P_2O_5) y sulfato de potasio (riqueza del 50% de K_2O), necesarias para terrenos arenosos:

Cantidades expresadas por m²

• **Marzo**
50 g de sulfato de amoníaco= 10,5 UF o g de N
50 g de fosfato bicálcico= 20,0 UF o g de P_2O_5
40 g de sulfato de potasio= 20,0 UF o g de K_2O

• **Julio**
30 g de sulfato de amoníaco= 6,3 UF o g de N
40 g de sulfato de potasio= 20,0 UF o g de K_2O

• **Octuhre**
30 g de sulfato de amoníaco= 6,3 UF o g de N
40 g de sulfato de potasio= 20,0 UF o g de K_2O

Para los terrenos más arcillosos, éstas son las cantidades:

• **Marzo**
30 g de sulfato de amoníaco= 6,3 UF o g de N
50 g de fosfato bicálcico= 20,0 UF o g de P_2O_5
30 g de sulfato de potasio= 15,0 UF o g de K_2O

• **Julio**
20 g de sulfato de amoníaco= 4,2 UF o g de N
40 g de sulfato de potasio= 20,0 UF o g de K_2O

• **Octubre**
20 g de sulfato de amoníaco= 4,2 UF o g de N
30 g de sulfato de potasio= 15,0 UF o g de K_2O

13.13.5. Siembra

Los granos deben pasar por un período de aclimatización antes de plantarse en el campo definitivo. Se preparará, pues, un semillero o almáciga en terreno llano, con suelo ligero y rico. Debe procurarse que el semillero esté situado junto a una fuente de agua (río, acequia, pozo, etc.). Se labra entonces a una profundidad de unos 30 cm, incorporando estiércol o materia orgánica bien fermentada. Posteriormente, se realiza un cohecho con la grada de discos, con la finalidad de romper los terrones. Se disponen entonces los bancales con 1,20 cm de anchura y 60 cm de paso entre ellos. En cada bancal se realizan los surcos que deberán acoger a las semillas con un marco de plantación de 8 x 4 cm. Es decir, cada hilera de plantación está separada de la siguiente por 8 cm y las semillas deben espaciarse 4 cm dentro de una misma hilera. La profundidad de siembra debe ser pequeña (no más de 2-3 cm). El grano debe colocarse sobre su lado plano, es decir con el surco hacia abajo.

A las seis semanas germinan los pequeños cafetos. Al nacer, las plántulas del café son muy delicadas. No pueden quedar expuestas directamente al sol, y a veces es necesario construir un techado para protegerlas del mismo. Sus necesidades hídricas son elevadas, por lo que deben regarse frecuentemente. Se practicarán las binas oportunas para que las malas hierbas no ahoguen las plántulas en el semillero, vigilando además su estado sanitario, ya que no debe permitirse el desarrollo de insectos fitófagos. Tres

semanas después de nacer, las dos primeras hojas de las plántulas están bien desarrolladas. Es el momento de trasplantarlas al vivero.

El vivero se elige junto al semillero. Se labra profundamente a 40 cm, se incorpora el estiércol, se rompen los terrones y se mezcla abono. De forma similar se preparan los bancales, con una anchura de 1,20 m y senderos de 60 cm. Se realiza el trasplante al vivero, disminuyendo la densidad de plantación: el marco debe ser de 30 cm entre líneas de siembra y los hoyos que albergarán las nuevas plantas deberán estar distanciados unos 30 cm y tendrán una profundidad de 15 cm. En el trasplante deben desestimarse las plántulas con raíces torcidas o enfermas. Debe procurarse no torcer la raíz principal. Se apretará bien el terreno alrededor de la planta recién trasplantada y no se enterrará su cuello.

Durante su permanencia en el vivero, deben regarse, quedar protegidas del sol con un techado parecido al utilizado en el semillero, y ser tratadas con productos fitosanitarios en el caso de que se instalen parásitos en ellas. Se retirará progresivamente el techado, con la finalidad de que las plántulas se acostumbren al sol. Su permanencia en el vivero puede ser de 4 a 5 meses si se desea emplazarlas en su lugar definitivo durante la próxima estación de las lluvias, o de un año si se desea plantar al siguiente año. Debe escogerse su emplazamiento definitivo en lugares de suelo profundo. Si nunca se han utilizado estas tierras para tal fin, será mejor conservar algunos árboles para que protejan a los cafetos del sol y para que impidan la erosión del suelo por la lluvia.

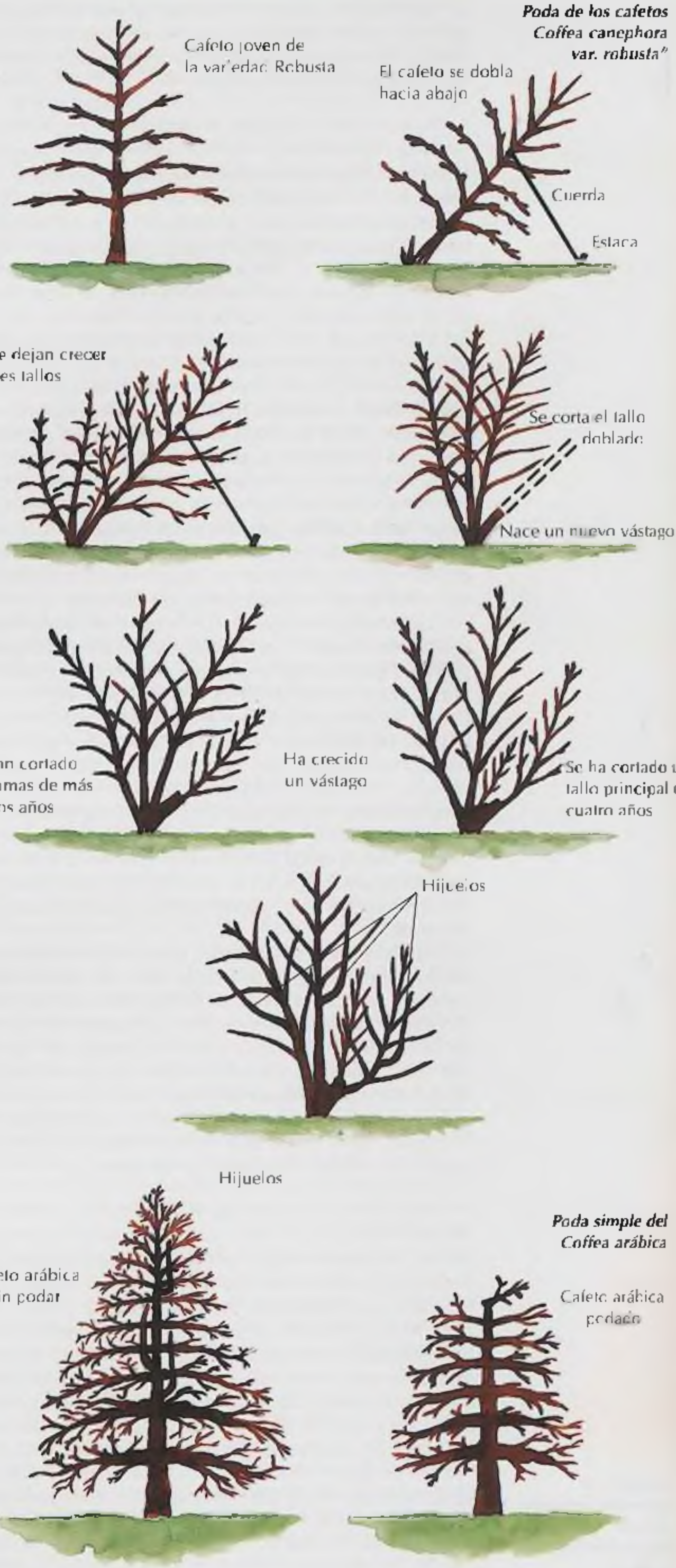
En lugares donde existe una gran erosión del terreno, pueden dejarse en el suelo los restos de vegetales cortados procedentes de la limpieza de la parcela ya que, además, aportarán materia orgánica al cultivo: se puede incluso plantar algún tipo de leguminosa entre los cafetos. Estas plantas de cobertera previenen la erosión y aportan nitrógeno al suelo, pero su implantación no debe superar los tres años de cultivo, puesto que podrían entrar en competencia con el cultivo por el suelo y los nutrientes.

Deben trasplantarse las jóvenes plantas del café a su emplazamiento definitivo con un marco de plantación de 3 x 3 m, lo que da una densidad de unas 1.000 plantas por hectárea. Se realizarán, para ello, los hoyos cúbicos pertinentes, cuyas dimensiones normales son 50 x 50 x 50 cm. El trasplante debe realizarse en la época de las lluvias, y en ese momento es mejor arrancar algunas hojas para disminuir la transpiración de la planta; además, deberá procurarse no romper la raíz principal, se abonará el fondo del hoyo y protegerá durante los primeros días las plantas del sol. Debe regarse inmediatamente después del trasplante.

13.13.6. Ciclo vegetativo

La vida del cafeto comprende tres grandes períodos. El primero, el de crecimiento, comienza con la germinación de la semilla y termina en la edad adulta; dura, según las especies y las condiciones del medio, de cuatro a siete años. El segundo período es el de producción; es el más largo, ya que se establece en quince o veinte años, a veces más. El último período es el de la decadencia fisiológica, que termina con

Poda de los cafetos Coffea canephora var. robusta"



Poda simple del Coffea arábica

la muerte de la planta. Desde un punto de vista agrícola, la tercera etapa de la vida del cafeto no tiene interés, puesto que cuando la producción desciende, debe arrancarse la planta.

13.13.7. Poda

Durante los primeros años, la planta produce muchas ramas y la producción de cerezas del primer año suele resultar muy abundante. Sin embargo, se trata de una planta que envejece rápidamente, por lo que es imprescindible su poda para rejuvenecerla y mantener las cotas de producción. Si se deja crecer sin podarla, alcanza pronto grandes dimensiones (10 o 15 m), lo que hace muy dificultosa la recolección.
Los árboles de las especies *C. arabica, C. liberica, C. abeokutae* y *C. dewevrei* tienen sólo un tallo principal, es decir un único tronco. Éste se poda muy fácilmente. Debe cortarse la yema o ápice principal para que el árbol no supere los 1,5-2 m de altura. Se cortan entonces las ramas que están cerca de la base del tronco. De las ramas que crecen en el tronco, se dejan sólo las más gruesas y las mejores. Se cortan todas las ramas pequeñas o hijuelos que aparecen en el tronco y, finalmente, deben cortarse también todas las ramas muertas, secas o enfermas.
Los cafetos de la especie *C. canephora* tienen varios tallos principales (varios troncos). Esta planta sólo produce cerezas sobre madera del año: los trozos de ramas que fructificaron el año anterior no florecerán, y sólo producirán café los brotes terminales nuevos de las ramas viejas. La poda de estas variedades resulta algo más complicada. Debe desviarse el tallo principal de la verticalidad mediante una cuerda atada en el suelo. Del tronco curvado nacerán nuevos troncos erectos en los cuales crecerán nuevos frutos; debe cortarse finalmente el tallo principal antiguo. Se podarán también los hijuelos (pues no dan fruto) y las restantes ramas enfermas, secas o muertas.
En ambos casos, los árboles muy viejos reducen la producción de cerezas, por lo que hay que rejuvenecerlos operando de la siguiente manera. Se podarán todos los tallos principales, a excepción de uno de ellos, durante la época de las lluvias. Se aplicarán fertilizantes que contribuirán al nacimiento de tallos nuevos. Cuando éstos se hayan desarrollado suficientemente, se cortará el tallo viejo dejado en el tronco, aplicando una vez más fertilizantes. Esta operación recibe el nombre de **recepe**.

13.13.8. Riego

En las regiones en que la estación seca es rigurosa y de larga duración, es necesario el riego. Esta práctica es corriente en Arabia (Yemen), Misore (India), Kenya, Brasil, etc. El riego puede practicarse por gravedad o por aspersión. En el primer caso, el agua, llevada mediante canalizaciones a las partes altas de las parcelas, se desliza por el suelo conducida, de cafeto a cafeto, por regueras trazadas siguiendo el declive del terreno. El mayor inconveniente de este sistema es el de la erosión superficial, muchas veces agravada debido a un profundo lavado del suelo.
El riego por aspersión presenta la ventaja de no erosionar el suelo en los terrenos inclinados, aunque presenta la desventaja de que su instalación tiene un alto coste: grupo de motobombeo, red de canalización, distribuidora de agua, aparatos de riego, etc. Permite también un ahorro de agua que puede estimarse entre un 20 y un 40% respecto al riego tradicional por gravedad. Facilita, además, el riego de los cafetales ubicados en terrenos sin relieve, en los cuales el riego por gravedad resultaría muy difícil. Por otra parte, el riego por aspersión permite crear un pequeño microclima húmedo en los cafetales, lo que resulta beneficioso para el follaje y para los cafetos en general.
La aportación de agua a los cafetos puede considerarse oportuna para paliar una insuficiencia de precipitaciones durante el período crítico de la formación de los frutos; es decir, debe regarse inmediatamente después de la floración. Además, cuando las lluvias son muy escasas, un riego puede permitir a los arbustos resistir mejor los largos períodos estacionales de sequedad.

13.13.9. Herbicidas

En su emplazamiento definitivo, entre las hileras de los cafetos suelen crecer malas hierbas, por lo que su escarda debe ser continuada. La escarda de los cafetales se realiza todavía, en muchas zonas, de forma manual. Sin embargo, puede realizarse mediante maquinaria, procurando no dañar el tronco ni las raíces de las plantas, o bien con productos herbicidas. Productos persistentes en el suelo como el **diurón** y la **simazina** se utilizan con carácter preventivo, siendo la dosis de 1 Kg/Ha. El empleo de herbicidas para eliminar las malas hierbas después de su nacencia, con productos como el **2,4D**, el **MCPA** y el **dalapón**, permite preservar la estructura del suelo, ventaja que los hace preferibles a los métodos tradicionales de las binas manuales o mecánicas.
La eliminación de ciertas gramíneas perennes ha planteado, sin embargo, un problema especial, ya que el empleo del **dalapón** a dosis elevadas puede perjudicar a los cafetos jóvenes. Los tratados de cafeicultura aconsejan la utilización de éstos y otros herbicidas como el **diurón**, **linurón**, **triazinas**, etc., aunque deben ser aplicados con las debidas precauciones, puesto que la respuesta de los cafetales a las distintas materias activas depende de numerosos factores locales: especies vegetales adventicias, pluviometría, características del suelo, etc.



Escolítido o barrenillo del grano de café (Stephanoderes hampei)

13.13.10. Accidentes, enfermedades y plagas

• Accidentes

En el apartado de los accidentes que pueden afectar al cafeto destacan las fisiopatías producidas por un exceso de temperatura. En efecto, los ascensos de temperatura por encima de los 30°C afectan a los cafetos, especialmente si el aire es seco; la transpiración continuada deshidrata los tejidos, el follaje se marchita, ennegrece y cae. Entonces, el arbusto emplea las lluvias siguientes para reconstruir su follaje, lo que motiva que la producción sufra un considerable descenso. Las temperaturas bajas, próximas a los 0°C, son nefastas, especialmente para hojas y yemas; si las bajas temperaturas perduran, pueden acaecer lesiones en el tronco, con la consiguiente creación de vías de entrada para las enfermedades criptogámicas.

La disponibilidad de agua debe ser la descrita en el apartado de las exigencias del cultivo. Por debajo de los 800-1.000 mm de precipitaciones anuales, incluso bien repartidos, el cultivo del café es aleatorio y la producción fluctuante. El riego puede paliar en parte una insuficiencia o un mal reparto de las lluvias. Un desequilibrio nutricional puede también afectar seriamente a la producción; un follaje uniformemente clorótico indica una carencia de nitrógeno (es fácil detectarla mediante una simple inspección visual). Otras carencias (potasio, fósforo, calcio, hierro, cinc, mangareso, etc.) son más difíciles de detectar y deben ser llevadas muestras de suelo a los laboratorios especializados para su determinación.

• Enfermedades

Dentro de las enfermedades criptogámicas puede citarse, como más importante por los daños que produce, el **tizón** de las ramas y hojas del cafeto (*Hemileia sp.*). El micelio de este hongo invade los tejidos de la hoja y su presencia se determina por la aparición de pequeñas manchas amarillentas, traslúcidas, que se reúnen para formar máculas que ocupan una parte más o menos grande del limbo. El centro de las manchas está frecuentemente necrosado. En el envés de las hojas se aprecia un fino polvo amarillo anaranjado, constituido por las fructificaciones del hongo. Las hojas enfermas, cuya clorofila ha sido destruida, caen, el arbusto se deprime y, finalmente, muere. El método de lucha más usual consiste en abandonar el cultivo de *C. arabica* e implantar otras especies menos sensibles a este hongo, como *C. canephora, liberica*, etc.

La **fraqueomicosis** (*Fusarium xylaroides*) es otra enfermedad causada por un hongo parásito de ramas, tallos y tronco, que provoca la muerte del árbol. Se utilizan medidas preventivas como arrancar los árboles enfermos y quemarlos, o bien desinfectar las heridas de poda y las lesiones causadas por otros agentes con una pulverización de **caldo bordelés**. Otras enfermedades deterioran la calidad del fruto. Tal es el caso de la **antracnosis** (*Colletotrichum coffeanum*), cuyas afecciones se manifiestan por manchas deprimidas en los frutos, y que aparecen en cualquier estadio de su desarrollo: los frutos adquieren un color pardo, ennegrecen y, al pudrirse, se pierden. Puede utilizarse la lucha química para combatir esta enfermedad mediante la aplicación reiterada de productos cúpricos.

Cabe citar otros hongos perniciosos que afectan a las raíces y cuello, como la **podredumbre blanca** (*Leptoporus lignosus*), **parda** (*Phellinus lamaoensis*) y **negra** (*Rosellinia bunodes*). Sus medios de lucha son prácticamente culturales: arrancar los rodales afectados y quemarlos, no replantar por un período de tres o cuatro años aquellas parcelas con problemas de hongos y corregir los defectos del suelo antes de una nueva plantación (drenaje, fertilización, etc.).

• Plagas

Las plagas de insectos que afectan a los cafetales pueden clasificarse en función de la parte de la planta a la que producen afecciones. Así, uno de los animales que mayores daños producen en las cerezas de los cafetos es el llamado **escolítido** (barrenillo) del grano o *Stephanoderes hampei*. Es un insecto originario de África que afecta a todas la plantaciones del mundo. El adulto, que mide 1,5 cm, es de color pardo negruzco y tiene el cuerpo erizado de cerdas oscuras. Las larvas son ápodas, blanquecinas, en forma de media luna. La hembra adulta realiza la puesta en profundos orificios practicados en los frutos. Las larvas surcan galerías en los granos tiernos y se nutren del albumen de los mismos. Deben arrancarse y quemarse las cerezas negras y retirar aquellas caídas en el suelo. Dentro de las posibilidades que ofrece la lucha química, puede emplearse el **lindano**, **paratión**, **endosulfán**, etc. Este parásito puede ser transportado con las cosechas y atacar el grano almacenado cuando su humedad sobrepasa el 12,5%.

Los frutos también puede ser destruidos por un díptero: la **mosca** de los frutos. Tres son las especies de mosca que atacan a las cerezas: *Ceratitis capitata, Pterandrus fasciventris* y *Trirhithrunis coffeae*. Un lepidóptero que también ataca los frutos es la **pirausta** de las bayas (*Thiliptoceras octogultalis*). Citaremos otros parásitos de las flores y frutos, como los insectos de la familia de los hemípteros *Volumnus obscurus* y *Lygus sp.*, o el chinche abigarrado del cafeto (*Antestiopsis lineaticolis*).

Los insectos parásitos de esta planta **barrenadores** de tallos y hojas, como *Bixadus sierricola, Anthores luconotus, Apate monachus*, etc., son también muy frecuentes. Sus larvas perforan internamente los tallos y deben ser combatidas cortando las ramas afectadas. Si toda la planta está infestada, debe ser arrancada y quemada. Pueden ser tratadas químicamente mediante insecticidas organofosforados. Finalmente, citaremos los insectos del suelo que son parásitos de las raíces. La especie de **grillotopo** europeo llamado *Gryllotalpa africana* o el **grillo** (*Brachytripes membranaceus*) son dos ortópteros perniciosos para las raíces de los cafetos, puesto que se alimentan de ellas. Pueden realizarse tratamientos químicos con insecticidas granulados como el **lindano**.

13.13.11. Recolección

En la recolección de aquellas cerezas destinadas a nuevas plantaciones, deben escogerse las que están maduras. Se quita entonces la pulpa de la cereza del café y se dejan secar los granos a la sombra. Si se ponen al sol, los granos se secan con demasiada ra-

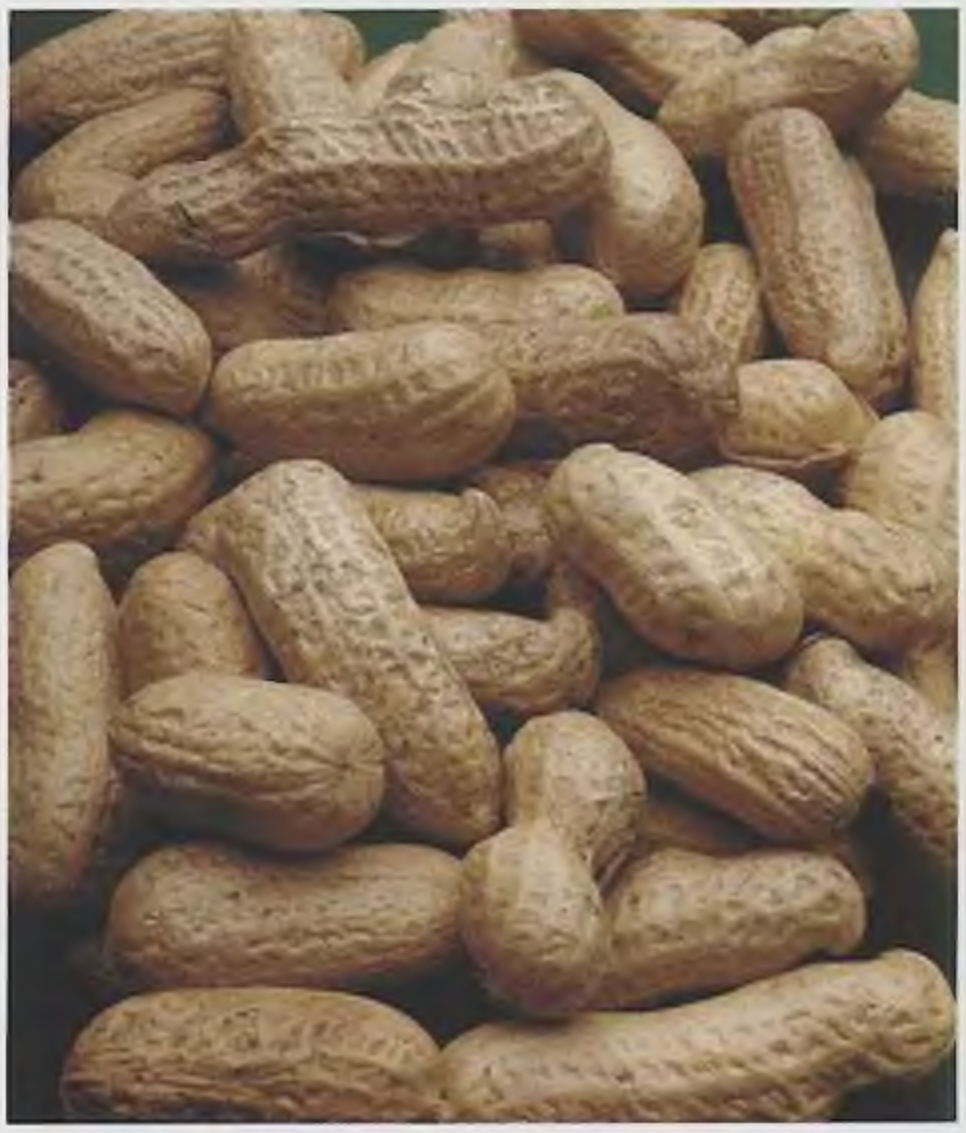
pidez y el germen puede morir. Las semillas no deben conservarse más de dos semanas. Si se conservan más, el germen muere y la planta no germinará.
La recolección de cerezas para consumo debe realizarse de forma escalonada a lo largo del año, en tres o cuatro veces. Sólo se retirarán del árbol aquéllas que estén rojas y no las verdes o inmaduras.
Los rendimientos de este cultivo oscilan entre las producciones africanas de bajo rendimiento (alrededor de 100-500 Kg de cerezas por hectárea) y las altas producciones de América del sur, que a veces superan los 1.000 Kg/Ha.
Después de la recolección, deben extremarse los cuidados en el almacenamiento, para evitar que las cerezas se pudran. Deben secarse antes de su entrada en los almacenes. La forma más usual es dejarlas esparcidas en un suelo seco, convenientemente protegidas de las precipitaciones. Una vez secas las bayas, deben separarse las cáscaras del grano; esta operación puede realizarse a mano o bien con maquinaria especializada, las **descascaradoras**. Después del descascarado, se procede a aventar los granos de café, operación que consiste en eliminar los pedazos de pulpa y piel pegados al grano. Se dispone de maquinaria especial para tal fin, pero esta operación puede realizarse a mano mediante un cedazo. Posteriormente a las operaciones de limpieza de los granos, conviene secarlos en bandejas colocadas en lugares secos, dispuestos en finas capas. Es conveniente remover los granos a menudo.

13.13.12. Aprovechamiento

Su consumo como infusión es mundialmente conocido. Las características organolépticas del café obtenido de *C. canephora* son más apreciadas que las de *C. arabica*, cuyo porcentaje en cafeína es más elevado. La cafeína ocupa un lugar importante en la farmacopea. Se utiliza sobre todo como tónico cardíaco. Ejerce también una acción sobre la fisiología del organismo, especialmente sobre los sistemas nervioso, muscular y circulatorio. Es un excitante de la actividad cerebral y un buen diurético. El café puede presentarse en grano o molido, natural o torrefacto, pero también se destina parte de su producción a la industria, para obtener cafés solubles o deshidratados y distintos preparados descafeinados.
En los lugares de producción se aprovechan, además, las cerezas, que representan el 75 % del peso seco del fruto, como abono orgánico y forraje para los animales.

13.14. CACAHUETE

Probablemente originario de Brasil, el cacahuete es una planta oleaginosa cultivada por sus frutos, aunque también se utiliza como planta forrajera. Las mayores extensiones cultivadas en el mundo corresponden al continente asiático (China, India, Birmania e Indonesia), continente africano (Senegal, Sudán, Nigeria y Zaire), América del Norte (Estados Unidos) y América latina (Brasil y Argentina).
El cacahuete (*Arachis hypogea*) pertenece a la familia de las leguminosas, subfamilia de las papilionáceas. Es una planta herbácea anual, cuyo porte alcanza una altura comprendida entre los 40 y los 65 cm. Los tallos, ramificados desde la base, presentan, según variedades, un aspecto tendido, semierguido o francamente erguido; son ligeramente pelosos y frecuentemente de sección cuadrangular. Se trata de una planta de raíz pivotante, de longitud generalmente comprendida entre los 15 y 20 cm. Las hojas son alternas, compuestas, con cuatro foliolos iguales, ovales, lampiños, de borde entero y coloración más mate en el envés que en el haz.
Las flores son hermafroditas, amarillas, de corola amariposada, axilares, con brácteas en su inserción. La forma de fructificar de esta especie es muy curiosa ya que, después de producida la fecundación y desprendidas las cubiertas florales, por crecimiento de un meristemo situado en la base del ovario, se desarrolla un órgano de forma acicular y bastante consistente llamado **ginóforo**, que lleva en su extremidad el ovario. Dicho órgano, dotado de un geotropismo positivo, se dirige hacia el interior de la tierra, deteniendo su crecimiento una vez que ha penetrado en ella varios centímetros, en cuyo momento se inicia la formación de la vaina. De esta manera, el fruto, o cacahuete, madura en el interior del subsuelo.



Variedad de cacahuete largo. Su interior contiene de 3 a 4 semillas.

El fruto es una legumbre más o menos alargada, indehiscente, que suele contener de dos a cuatro granos o semillas. Las vainas o cáscaras, exteriormente reticuladas, presentan estrechamientos o estrangulaciones entre los espacios ocupados por las semillas. Éstas van recubiertas por una película blanco-amarillenta o rojiza.

13.14.1. Variedades

Se cultivan en España, en la región valenciana, cuatro variedades de cacahuete. El cacahuete de dos granos o **cacahuete corto**, el cacahuete de dos a cuatro granos o **cacahuete largo**, el **Moruno** y el **Palma**. El cacahuete corto posee uno o dos frutos en el interior de la cáscara y es el de mayor producción



Detalle de la planta del cacahuete. Es una leguminosa.

de todos ellos, llegando el fruto a alcanzar el 78% del peso total del cacahuete (22% de cáscara). El cacahuete largo es la variedad más apreciada para el consumo directo. Tiene mejor presentación que cualquiera de las otras y su precio de mercado es también algo superior. Los frutos del cacahuete moruno son parecidos, en cuanto al color de sus vainas, a los de la variedad de dos granos, si bien su tamaño es mucho mayor y su retícula más amplia. La variedad Palma se cultivaba antiguamente en las islas Baleares, aunque actualmente se extiende su cultivo por todo el litoral valenciano. De esta variedad puede decirse que el porte aéreo de la planta es parecido al de la variedad de cacahuete largo, pero sus frutos se asemejan más a la variedad corta.

Aparte de las variedades cultivadas en España, existen otras de ámbito internacional tales como la *Virginia, Rouge de Loudima, Improved Spanish, Jaune Paille, Tennessee red*, etc. La productividad de cada variedad depende mucho del tipo de terreno y de las condiciones climatológicas regionales; además, la misma demanda de mercado condiciona el cultivo de una variedad u otra. Distintos tratados coinciden en que la mejor forma de llevar adelante el cultivo del cacahuete es optando, en principio, por las variedades autóctonas ya establecidas y, en todo caso, destinar pequeñas parcelas para probar las nuevas variedades seleccionadas que puedan aparecer en el mercado.

13.14.2. Lugar en las alternativas

El cultivo del cacahuete, debido a su gran avidez de nutrientes, se considera una planta que empobrece el suelo. No es recomendable, por lo tanto, repetir el cultivo varias veces seguidas, puesto que las producciones que se obtienen en segundas y terceras cosechas son muy inferiores a las primeras.

Por lo general, son buenos cultivos antecedentes de las leguminosas, que aportan nitrógeno en el suelo, y también de aquellos cultivos bien estercolados y abonados, como la patata. En el caso de situar el cacahuete como cultivo siguiente de los cereales, es conveniente realizar un abonado para restituir los nutrientes.

13.14.3. Exigencias del cultivo

• **Temperatura y humedad**

A esta planta le conviene un clima cálido y seco; el exceso de humedad o la abundancia de lluvias perjudican la planta, lo que se traduce en una cosecha escasa y de mala calidad.

• **Exigencias edáficas**

En cuanto a terrenos, le van mejor los fértiles, de consistencia media o sueltos; las tierras compactas no deben destinarse a su cultivo, no sólo por la dificultad que encontraría el ovario fecundado para penetrar en la tierra, sino también porque, al efectuar la recolección, se desprendería un gran numero de frutos de irregular conformación. En terrenos algo fuertes, la variedad moruno puede ser la más interesante. En terrenos de consistencia media, en principio conviene la de dos granos.

En cuanto a la variedad de cacahuete largo, debe sembrarse en terrenos sueltos, ya que el mayor volumen de sus frutos puede ser un obstáculo para su normal desarrollo cuando el cultivo tiene lugar en tierras compactas o de consistencia media. Además, cuando la recolección se realiza a **tirón**, tipo de cosecha que se explicará más adelante, puede ocurrir, debido a la menor resistencia de los pedúnculos de esta variedad, que un elevado porcentaje de frutos se desprendan de los tallos al efectuar el arranque y queden en el suelo. Por este motivo, cuando se siembra esta variedad en terrenos duros, la recolección debe realizarse a máquina o con la azada.

13.14.4. Abonado

Esta planta es exigente en abonos minerales pero, en general, no responde bien a las incorporaciones que se efectúan durante su ciclo vegetativo. Se omitirá pues, la fertilización cuando el cacahuete suceda a otros cultivos muy abonados, como la patata. También puede omitirse cuando suceda a cultivos de leguminosas (habas, vezas, etc.) puesto que, como ya hemos dicho, las leguminosas son plantas que aportan nitrógeno al suelo. Por ser el cacahuete una

planta de aprovechamiento integral, ya que además del fruto se retiran del terreno las raíces, tallos y hojas para su utilización como pienso, su cultivo da lugar a un mayor empobrecimiento del suelo en materia orgánica y en elementos nutritivos, debiéndose considerar el cacahuete como esquilmante.
Si el cacahuete se cultiva después de plantas poco abonadas (cereales), conviene un abonado de fondo. En todas las variedades interesa que los suelos sean ricos en cal, debido a las exigencias de este cultivo por lo que, en el abonado de fondo, las unidades de P_2O_5 deben aportarse en forma de superfosfato de cal. Las unidades de nitrógeno es conveniente aplicarlas repartidas en dos o tres veces, desde la germinación hasta la floración, y no después, puesto que una presencia de nitrógeno después de la fecundación perjudica la posterior maduración de los frutos en el subsuelo.
Así, pueden establecerse las siguientes cantidades de abonado por hectárea: 300 Kg de sulfato amónico, 500 Kg de superfosfato de cal y 200 Kg de sulfato potásico. Si las riquezas de estos abonos binarios son del 21% de N, 18% de P_2O_5 y 50% de K_2O, entonces las cantidades aportadas de cada elemento serán:

63 Kg de N
90 Kg de P_2O_5
100 Kg de K_2O

Nótese que las cantidades de nitrógeno recomendadas son inferiores a las de los demás elementos. Como se ha venido repitiendo a lo largo de este tema, las leguminosas viven en simbiosis con determinadas bacterias facultadas para fijar el nitrógeno de la atmósfera, por lo que en el cálculo de los fertilizantes nitrogenados, debe aplicarse la oportuna corrección. El cacahuete detecta rápidamente carencias de elementos secundarios y microelementos, hasta tal punto que en los laboratorios la utilizan como planta testigo. Son frecuentes las carencias de calcio, magnesio, hierro, boro, cobre, cinc, etc. (Ver, para su corrección, el tema quinto de esta obra).

13.14.5. Siembra

▪ Preparación del terreno
Recogida la cosecha anterior, si la tierra se encontrara muy apelmazada, sería conveniente dar una labor de vertedera no muy profunda, dejando solear la tierra varios días. Si se cultiva después de patata o de otra cosecha que no deje tan apelmazado el terreno, puede prescindirse de esta labor y pasar directamente la fresa o el cultivador. Unos días antes de la siembra, conviene dar un riego para conseguir un buen tempero. Seguidamente, se preparará el lecho de siembra con el pase de una grada de discos, el rulo y, finalmente, la rastra. Como ya se comentó en el capítulo de la preparación del terreno, algunas de estas pasadas pueden omitirse, en función del estado del terreno.
Deben trazarse los surcos cuando el terreno presenta una buena sazón o tempero, con la finalidad de que la semilla del cacahuete no se encuentre ni con una falta, ni con un exceso de humedad. Cuando el cultivo no está mecanizado, suelen trazarse los surcos con una distancia entre ellos de 50 a 55 cm; las semillas deberán depositarse en el surco cada 20-25 cm. Si el cultivo está mecanizado, deberán dejarse pasillos más anchos para que el tractor pueda circular por el cultivo.

▪ Siembra
La siembra se efectúa a golpes, depositando las semillas de dos en dos en los surcos abiertos; luego se tapan los surcos y se da un pase de rastra para compactar y allanar el terreno. La semilla debe quedar enterrada a una profundidad de 6 a 8 cm. Si se depositan dos o tres semillas por golpe, viene a representar un gasto de unos 80 a 100 Kg de cacahuete descascarado por hectárea. La siembra puede realizarse también con sembradoras mecánicas de una o de varias líneas. La semilla debe, pues, descascarillarse antes de ser sembrada; esta operación, realizada a mano o a máquina, requiere un cierto cuidado, puesto que cualquier rotura del cacahuete puede representar una vía de entrada para las enfermedades criptogámicas causantes de podredumbres.
La época de siembra dependerá de la climatología de cada región. Por regla general, se realizará en las zonas templadas a primeros de mayo, aunque no debe retrasarse mucho más, para evitar que la maduración del cacahuete coincida con el período de lluvias otoñales. Cuando acaecen las precipitaciones antes de la madurez de los frutos, impiden la recolección del cacahuete, ennegreciéndose éstos, lo que se traduce en una merma de su calidad. En determinadas circunstancias, puede sobrevenir la germinación de los mismos si no se han recolectado. La germinación ocurre cuando la cota térmica se sitúa alrededor de los 12°C, tardando unos doce días en nacer.

13.14.6. Riego

Una vez que la planta inicia la floración, lo cual tiene lugar alrededor de mes y medio después de la siembra, se da el primer riego. Este retraso en efectuarlo tiene por fundamento forzar la floración, a fin de que ésta se produzca en su mayor parte lo antes posible. Con ello se consigue que los ginóforos puedan introducirse en el suelo con más facilidad, al tener la planta en el momento de la floración todavía escasa altura; por otra parte, se logra un mayor porcentaje de frutos en completa madurez y, consiguientemente, mayor uniformidad en la cosecha.
Pasados unos quince días, se da un segundo riego y, posteriormente, otros dos más, con intervalos de quince días. No es conveniente ni necesario suministrar más agua hasta vísperas de la recolección, época en la que, de ser conveniente, se riega por última vez con vistas a dar tempero a la tierra, con la finalidad de facilitar el arranque. En conjunto, es corriente dar a este cultivo cuatro o cinco riegos, sin contar el que se dio antes de efectuar las labores preparatorias.

13.14.7. Herbicidas

En este cultivo es muy utilizado el **arado aporcador**. Este apero, a diferencia de los arados descritos en el capítulo de maquinaria, es una herramienta simétrica que permite desplazar la tierra simultáneamente hacia los dos lados. Ocho o diez días después de

nacidas las plantas, conviene dar una labor entre líneas con este apero, que sirve al mismo tiempo de escarda y para mullir el terreno, iniciándose ya así el aporcado de las plantas. Unos quince días después de abrir los surcos, se efectúa un aporcado más intenso, utilizando el mismo tipo de arado, pero trabajando a mayor profundidad.

Este segundo pase de arado permite eliminar las posibles malas hierbas, preparar los surcos para el riego de floración y, sobre todo, dar a la tierra la mayor fineza posible para que los ovarios fecundados encuentren una resistencia mínima al penetrar en el suelo. Además, el recalce o aporcado del cacahuete permite acercar la tierra a los ginóforos, obteniéndose con ello mayor cosecha.

Es posible, también, el empleo de herbicidas químicos. La materia activa **bentazona** es muy empleada como herbicida en postemergencia del cultivo y malas hierbas. Se trata de un herbicida selectivo para el cacahuete, que debe ser aplicado cuando éste ha desarrollado las primeras dos o tres hojas trifoliadas.

13.14.8. Enfermedades y plagas

• Enfermedades criptogámicas

De entre las enfermedades producidas por hongos parásitos, cabe destacar la **cercosporiosis**, causada por distintas especies fúngicas del género *Cercospora sp.* Los síntomas de esta enfermedad aparecen como pequeñas manchas circulares, de diámetro no inferior a un milímetro, primero pálidas o decoloreadas y después pardo oscuras o negruzcas. Afectan, en función del momento de su desarrollo, de forma directa o indirecta, a la producción; si la infección es temprana, acaece una defoliación de la planta; si es tardía, los efectos de la infección se aprecian directamente en los frutos. La prevención de los ataques de estos hongos requiere ciertas prácticas culturales sencillas: no repetir el mismo cultivo dos años seguidos, lo que permite mantener las poblaciones de este hongo en unos niveles soportables; mantener el cultivo libre de malas hierbas, muchas de ellas parasitadas asimismo por este hongo; el tratamiento químico con fungicidas clásicos de tipo preventivo como el **caldo bordelés**, **oxicloruro de cobre** y **óxido cuproso** es efectivo, aunque pueden utilizarse también los orgánicos (**zineb**, **ziram**, **maneb**, **captan**, etc.).

Citaremos otras enfermedades fúngicas de menor importancia como el **oídio** (*Erysiphe cichoriacearum*), que también ataca el tabaco, melón y otras cucurbitáceas. Puede emplearse, para su control, el **dinocap**. Son también de consideración las distintas podriduras del cuello *Fusarium, Sclerotium, Rhizoctonia, Diplodia,* y frutos *Penicillium, Aspergillus,* etc. Medidas culturales como la utilización de semillas desinfectadas, el empleo de variedades resistentes o la posibilidad de desinfectar el suelo antes de la implantación del cultivo, son sistemas usuales de lucha.

• Plagas

Son considerables los ataques del ácaro *Tetranichus telarius*. Se trata de otra especie de **araña roja**, que se desarrolla en la cara inferior de las hojas de cuya savia se nutre emitiendo finísimos hilos. Puede combatirse con azufre para espolvoreo aunque, actualmente, se recurre a otros acaricidas más específicos, entre los cuales cabe citar el **naled**, **fosalone**, **tetradifón**, **dicofol**, etc.

Distintas especies de insectos del género *Empoasca sp.*, pueden atacar el cacahuete, produciendo daños debido a su acción fitófaga. Los insecticidas organofosforados, como el **metil paratión**, son apropiados para su control. Otros insectos, como el *Thrips tabaci*, pueden atacar también el cacahuete. Las hojas aparecen con raspaduras diversas y deformaciones debidas a sus picaduras, tanto de las larvas como de los adultos. Insecticidas comunes como el **lindano**, **carbaril**, **diazinón**, etc., son muy utilizados. En este cultivo, por sus características, debe prestarse especial atención al ataque de los insectos del suelo. En efecto, dado que los frutos maduran bajo tierra, los perjuicios causados por este tipo de insectos pueden ser de consideración. Los insectos ya citados para otros cultivos, **gusanos grises**, **blancos**, **de alambre**, **rosquillas negras**, etc., pueden dar lugar a un alto porcentaje de frutos dañados. Para combatirlos, se utilizan modernos insecticidas granulados o en polvo, manufacturados especialmente para su incorporación al suelo. Los pesticidas como el **triclorfón** y el **lindano** son muy frecuentes.

13.14.9. Recolección

El momento conveniente para comenzar la recolección del cacahuete es indicado por el estado general de las matas, las cuales cambian su coloración verde por una amarillenta, empezando a secarse las hojas inferiores. A partir de entonces, no conviene demorar la cosecha, pues al tratar de arrancar las matas (cosecha a tirón), pueden quebrarse por podredumbre de los tallos en la región del cuello, dejando los frutos enterrados. En tanto que la parte aérea de la planta se mantenga verde, conviene retrasar la recolección con miras a que una mayor cantidad de frutos pueda completar su formación, y con ello, conseguir un aumento del rendimiento. Se estima que desde la formación de los ginóforos hasta la maduración de los frutos transcurren alrededor de cuarenta días.

Si la recolección se retrasa y sobrevienen las lluvias de otoño, las semillas de cacahuete pueden iniciar su germinación, hecho que se pondrá de manifiesto por la presencia de legumbres entreabiertas en las que aparecen las radículas emitidas por las semillas. Esta sencilla comprobación debe realizarse por inspección visual, arrancando una planta a mano para comprobar el estado de las simientes. Las variedades de dos granos se arrancan a tirón, pudiéndose proceder también así en las de cuatro granos cuando se trate de tierra muy suelta; en tierras algo consistentes, esta variedad debe cosecharse con la azada. Actualmente es posible la recolección con las máquinas cosechadoras utilizadas en las plantaciones de patatas.

Después del arranque, suelen dejarse las matas de cacahuete encima de los caballones durante dos o tres días para que se sequen. Después de este período, las matas y los frutos han perdido del 60 al 65% de su peso en agua. Se procede después a la trilla, operación que consiste en separar los frutos de las matas. Se llevan luego los frutos a la era para terminar su secado, momento que se determina cuando

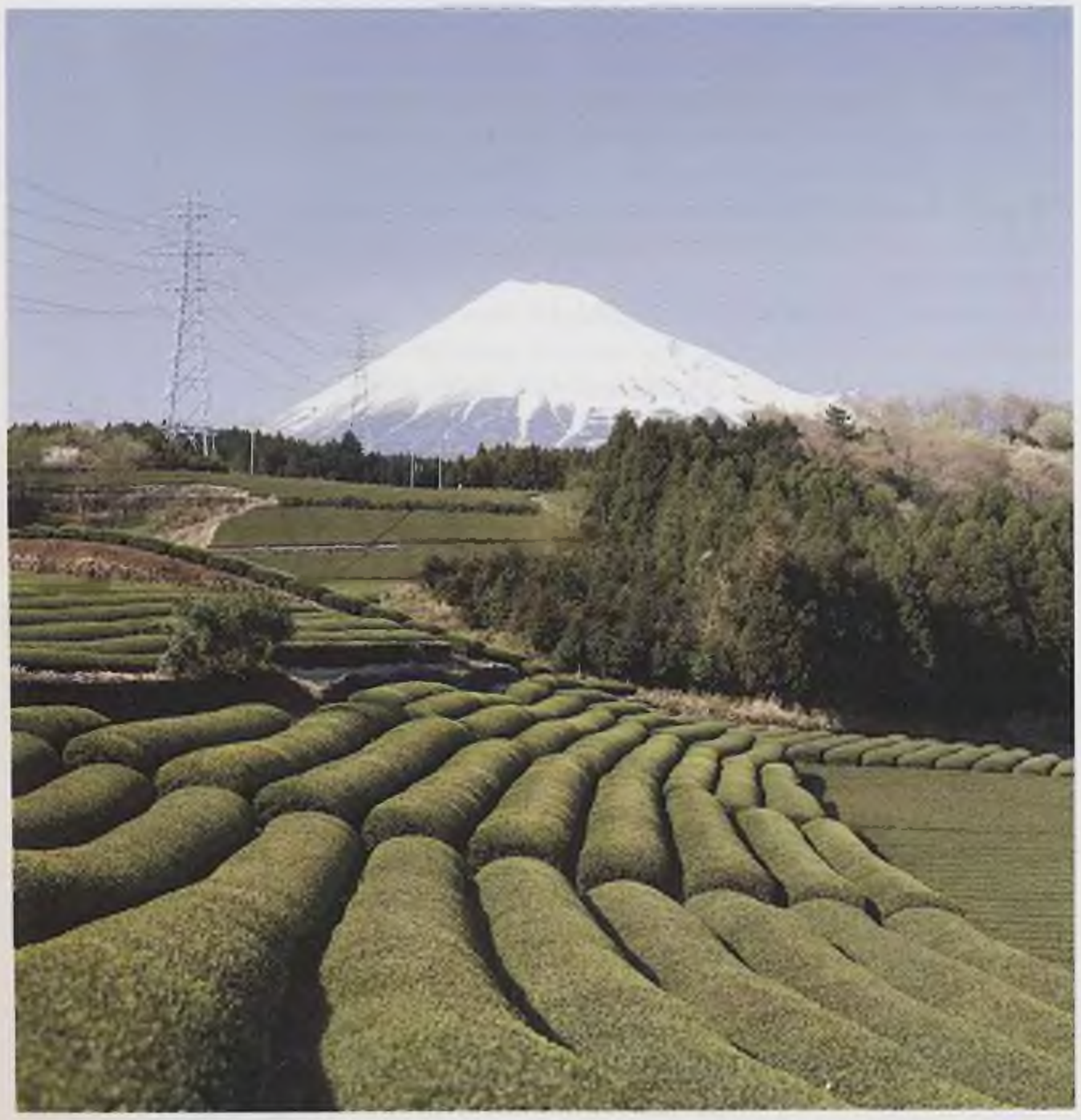
las semillas pueden moverse dentro de las vainas. Posteriormente, se avertan para eliminar posibles trozos de tierra adheridos, restos de vegetación y frutos fallidos. Los cacahuetes están ya listos para ser almacenados o vendidos.

13.14.10. Aprovechamiento

Los cacahuetes tienen un elevado poder energético (5,9 cal/g), un alto contenido de calcio (1 mg/g), y también de fósforo (4 mg/g). Pueden ser directamente consumidos, aunque habitualmente se someten a una serie de procesos industriales simples antes de su comercialización. Uno de los más comunes consiste en torrefactarlos y salarlos; otra preparación consiste en freírlos en aceite y salarlos después. En definitiva, el cacahuete se consume directamente, salado, azucarado, tostado, etc.

También destinada a la alimentación humana, se obtiene del cacahuete harina, con la que también se fabrica una torta para la fabricación de colas para encuadernación y papeles engomados. Del cacahuete se extrae aceite, gracias a la elevada riqueza en materia grasa de los cotiledones, así como mantequilla, mediante un proceso de torrefacción, blanqueo y molturación fina de los frutos, y una proteína que es empleada en la fabricación de fibra textil, obteniéndose un producto de propiedades similares a las de la lana (**sarelón**). Los frutos entran también dentro de los procesos industriales de elaboración de chocolates y turrones.

Desde el punto de vista de la alimentación animal, se utilizan las tortas de cacahuete para la fabricación de piensos; además, las matas, después de la trilla, son a menudo utilizadas como forraje.



Plantaciones de té en Japón. Al fondo, el volcán Fujiyama.

13.15. TÉ

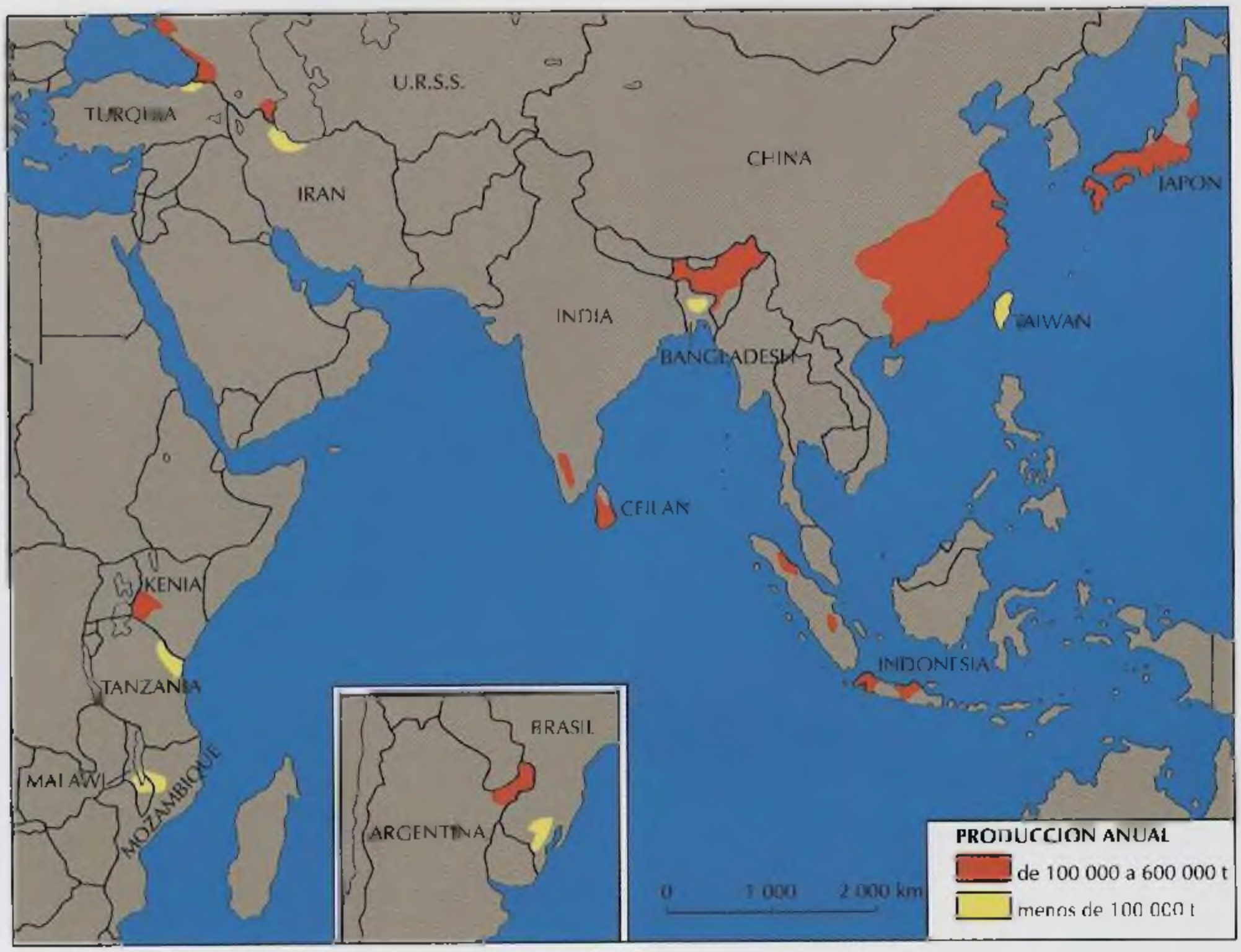
Aunque las regiones de crecimiento natural del té se hallan en la India (valle de Assam) y en China (región del Yang Tsé-Kiang), la general aceptación y el aumento de su consumo hicieron que el cultivo de té se extendiera a otras zonas y países. Ceilán, la actual Sri Lanka, es hoy uno de los principales países productores de té, que encuentra en la isla el clima y la temperatura apropiados. Los ingleses introdujeron, a mediados del siglo XIX, su cultivo y explotación para atender a la creciente demanda. Poco a poco, fue extendiéndose por distintas regiones de los cinco continentes. En efecto, desde allí pasó a América del Sur, donde en Brasil y Argentina encontró suelos adecuados para su explotación. En Argentina existen hoy unas 42.000 hectáreas del cultivo del té, que le proporcionan una cosecha de 41.000 Tm anuales. En Brasil, la extensión de sus plantaciones es mucho menor (algo más de 5.000 hectáreas) pero, en cambio, su producción relativa es muy elevada, superando las 10.000 toneladas por año.

En África, los principales centros de producción son Kenia y Malawi, con 50.000 y 20.000 hectáreas respectivamente. Otros países productores, como por ejemplo Perú, Ecuador, Camerún o Congo, también han invertido en la producción del té y, aunque ninguno de ellos lo considera un producto básico para su economía, no se puede negar que los resultados y sus rendimientos no pueden ser minusvalorados. Uno de los países que ha conseguido buenas producciones es Rusia, gracias a los trabajos para adaptar las semillas de la *Thea sinensis* al clima propio de aquel país.

La planta del té pertenece a la familia de la teáceas, y comprende dos especies: *Thea sinensis* es el té originario de la China, mientras que el procedente de la India (valle de Assam), recibe el nombre de *Thea assamica*. El árbol puede alcanzar, en libertad, una altura superior a los 10 m, por lo que, en las plantaciones, se recortan sus puntas a fin de evitar su desmesurado crecimiento, reduciéndolo a unos 2 m de altura para facilitar la recolección. Podado de esta manera, el arbusto del género *Thea* tiene la forma aproximada de un cono invertido con el vértice apuntando al tronco, que es recto y del que parten las ramas principales. De estas primeras ramas, sinuosas en su crecimiento debido a la existencia de nudos más o menos separados, nacerán las secundarias, que alcanzan todas ellas un tamaño similar, lo que confiere al arbusto un aspecto armónico y proporcionado.

Las hojas, cuyo color puede cambiar según las variedades, son lanceoladas, pecioladas, serradas y alternas. Cada una de ellas se desarrolla en torno a un nervio central, que en su envés aparece fuerte y abultado y del que surgen, formando ángulo, los demás nervios, fuertes también, dando a la hoja un aspecto ondulado. Cuando son jóvenes (la edad de la hoja es una característica muy importante en el té), están cubiertas de una pelusilla que va desapareciendo a medida que crecen.

Las flores, del tamaño de las del cerezo, son muy semejantes a las de su pariente cercana la *Camelia sp.*, aunque menos consistentes y de un blanco más puro. Son axilares y crecen aisladas o, como máximo, en grupos de dos o tres; poseen, por lo general,



Mapa de los principales países productores de té

de seis a nueve pétalos, según variedades. La floración suele tener lugar a comienzos de la temporada invernal. El fruto, por su parte, es una cápsula trilobulada y alberga, en cada una de sus tres secciones, una semilla de sabor amargo que, ingerida, produce abundante salivación y náusea.

13.15.1. Exigencias del cultivo

• Temperatura y humedad

El cultivo eficaz del té requiere unas temperaturas que oscilan entre los 18 y 21 °C, una fuerte, aunque no prolongada, irradiación solar y un nivel de humedad considerable. Por estas razones, en las zonas tropicales debe plantarse en alturas superiores a los 600 metros. Todo esto variará en función de la especie. La *Thea sinensis*, por ejemplo, resiste mucho mejor las bajas temperaturas (10°) que la *Thea assamica*, más adaptable a climas tropicales.

• Exigencias edáficas

El terreno debe ser rico en materia orgánica y de textura franca para retener la humedad sin encharcarse, puesto que las raíces precisan de una buena aireación. En aquellos suelos demasiado arcillosos, las raíces se pudren por excesiva humedad, lo que perjudica tanto a la coloración como a la calidad de las hojas, y repercute en la cualidades organolépticas de la infusión. Son aptos, pues, para su cultivo, las laderas de las montañas y los valles en pendiente, donde el agua no queda retenida debido a la gravedad.

13.15.2. Siembra

• Preparación del terreno

Antes de proceder a la siembra, debe prepararse adecuadamente el terreno por medio de un desbosque previo que permita suprimir los árboles y la vegetación que puedan perjudicar el cultivo. El trabajo debe realizarse durante la estación más seca, de tal modo que el suelo se encuentre ya preparado para recibir la lluvia cuando ésta llegue. Sin embargo, en ocasiones puede ser conveniente dejar en pie algunos árboles que aseguren cierta protección al cultivo, no tanto contra el exceso de sol como contra los efectos del viento, muy perjudiciales para las delicadas hojas y también para el terreno, pues contribuyen a su desecación.

Una vez terminado el desbosque, será conveniente prever una buena instalación de drenaje, en especial si la plantación no está situada en pendiente. Después, se prepararán los bancales, con caminos a los lados y algo elevados sobre el terreno para facilitar el paso de los trabajadores durante las distintas operaciones que exigen el cultivo y la recolección del té. Por fin, se dispondrá un sistema de riego adecuado que permita asegurar a la plantación un constante suministro de agua, aun en las épocas de más escasa pluviometría.

• Siembra

Una vez preparado el terreno, puede procederse a la siembra, que habrá sido precedida de una cuidadosa selección de semillas, a fin de elegir las de mejor



En muchas zonas de Asia, la recolección es realizada todavía a mano. Plantación en Sri Lanka.

calidad y desechar las que no reúnan las condiciones de vitalidad y salud necesarias para producir plantas vigorosas. Es muy importante, a este respecto, detectar y eliminar las semillas que puedan estar afectadas por enfermedades criptogámicas, pues podrían arruinar toda la plantación si se transmiten, a través del suelo, a las demás plantas.

En China, la siembra se lleva a cabo practicando unos hoyos de 30 a 40 cm, en cuyo interior se coloca abono o estiércol para introducir luego las semillas, a unos 5 cm de profundidad; después se cubre todo con una capa de tierra o mantillo. Se calcula que una hectárea de terreno puede albergar hasta 8.000 plantas, aunque la cifra varía según el país productor de que se trate. A partir de este momento, y si el terreno es el idóneo y cuenta con el humus necesario, no será necesario recurrir a fertilizantes químicos, aunque es conveniente vigilar y regular su alimentación. Si fuera preciso, se aportarán las correspondientes cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.



En Japón, la poda está mecanizada, lo que permite un gran ahorro en mano de obra.

13.15.3. Poda

Esta especie tiene una vida aproximada de 25 a 40 años y comienza a ser productiva a partir del tercero de su plantación, momento en el que pueden recogerse las hojas. Ésta es la ocasión para realizar la primera poda que, como las siguientes que se llevarán a cabo cada dos años y medio, tiene por objeto provocar el nacimiento de hojas jóvenes para la obtención de tés más finos. La segunda poda, que suele efectuarse tres meses después de la primera, no produce hojas de superior calidad, aunque es necesaria para seguir favoreciendo el nacimiento de brotes jóvenes que, tras la nueva cosecha, alcanzarán el máximo nivel de calidad y podrán recogerse con una o dos semanas de intervalo hasta que llegue el período de descanso de la planta. La parada de crecimiento anual es fácilmente reconocible, porque la yema terminal deja de crecer tras ser recogida.

13.15.4. Recolección

La recolección se realiza a mano en Asia, aunque en las antiguas repúblicas soviéticas (Azerbaiján, Georgia, etc.) se emplean cosechadoras mecánicas. Son aperos arrastrados por un tractor, que cortan y aspiran las hojas para depositarlas en los correspondientes remolques. La irregularidad del terreno donde suele cultivarse el té dificulta la mecanización de las labores. Cuando la planta está en plena producción, a los tres años, la recolección de las hojas se hace unas cuantas veces al año.

13.15.5. Aprovechamiento

Según la forma de acondicionar las hojas, existen tres tipos de té. El té **negro**, el **verde** y el **oohlong**. Proceden los tres de las mismas hojas, aunque sus procesos de manufacturación son distintos.

El té **negro** es el más apreciado en Occidente y en numerosas partes del globo. Sufren primero las hojas de este tipo un proceso de desecación (son expuestas al aire libre o sometidas a una corriente de aire caliente). Unas veinte horas después, las hojas se introducen en prensas rotatorias, donde se rompen sus células y se liberan sus jugos naturales y enzimas; es entonces cuando adquieren su característica forma rizada y empiezan a cambiar de color. Las hojas suelen salir apelotonadas de la máquina, por lo que deben ser separadas mediante cedazos vibratorios. Las más finas son las primeras en traspasar el tamiz y se reservan a medida que se van desprendiendo.

Seguidamente, se realiza un proceso de fermentación de las hojas. A tal efecto se colocan las hojas sobre tablas de vidrio o cemento en una atmósfera fresca y húmeda. Transcurridas unas tres horas, la hoja adquiere un color cobrizo. La fase de elaboración conocida por *firing* (proceso al fuego), consiste en someter las hojas fermentadas a continuas ráfagas de aire caliente. De este modo, se detiene la fermentación y se consigue el tono negruzco que, más tarde, teñirá el agua en la tetera. Por último, las hojas son liberadas de impurezas, seleccionadas y clasifi-

cadas. Así, antes de ensacarse, se distribuyen según dos grados: *broken* (hojas rotas) y *leaf* (hoja entera). El primero incluye las hojas más pequeñas, tanto por su tamaño original como a consecuencia de las distintas fases del proceso, sin que esta circunstancia guarde ninguna relación con su calidad. La diferencia entre ambos grados estriba en que el *broken* produce una infusión más oscura y fuerte que el *leaf*. Las hojas rotas se subdividen a su vez en *Broken Orange Pekoe, Broken Pekoe, Broken Pekoe Souchong, Fannings* y *Dust*. El grado de hoja entera se refiere a las hojas más grandes y puede clasificarse en *Orange Pekoe, Pekoe* y *Pekoe Souchong*.

El té **verde**, más apreciado en algunos países como Argelia, Marruecos, China, Japón, etc., posee unas características distintas debido a su manufacturado distinto. Los fermentos y enzimas que en el té negro permanecen en las hojas después de marchitarse, son en este té directamente destruidos, no a través de la oxidación o la previa exposición a los ventiladores, sino mediante una vaporización en caliente antes de proceder a rizarlas, lo que les permite conservar su color oliváceo y dar, más tarde, un sabor amargo y astringente. El proceso de elaboración del té verde no es, pues, tan complejo como el del negro. Las hojas sufren menos manipulaciones y no se quiebran del mismo modo. Por esta razón, no se hacen diferenciaciones a partir del tamaño, separándose los grados de acuerdo con la edad de la hoja y el tratamiento a que ha sido sometida.

El té **oblong** se consigue gracias a un método que está a medio camino entre el verde y el negro. Para su obtención, es necesario interrumpir el proceso, de modo que las hojas sólo fermenten a medias. A continuación, se vaporizan como se hace con el té verde. El producto resultante tiene un color verde pardusco y se presta a distintas operaciones que tienden a enriquecer su aroma y su sabor.

Como es sabido, el té se utiliza como infusión, aunque también ofrece posibilidades de utilización distintas a las de su consumo como bebida. El té es un excelente tónico para todos los tipos de piel. Frotarse la piel con un trozo de algodón empapado en té frío, dejando que éste se seque por sí sólo, permite reavivar la epidermis. Si se utiliza un tazón de té en el último aclarado del cabello, se consigue que éste recupere la vida y el color; el castaño se ilumina y adquiere nuevos reflejos, mientras que los morenos más oscuros y los negros ven aumentar su brillo.

A partir de ciertos procesos industriales, se obtienen del té sus preparados descafeínados; se preparan también extractos solubles de té mediante evaporación de la infusión. Existen actualmente en el mercado bebidas frías a base de té, solas o mezcladas con limón u otros aromatizantes.

13.16. CACAO

Los europeos conocieron el cacao cuando llegaron al continente americano. Los pueblos indios establecidos desde el istmo de Tehuantepec (Guatemala) hasta la serranía del Darién (Panamá), lo empleaban a la vez como alimento y como moneda. Por contra, en América del sur, en la cuenca del río Magdalena y afluentes del Amazonas, se empleaba el cacao para la fabricación de una bebida alcohólica a partir de su pulpa. A partir del siglo XVI, su cultivo se extendió a las islas del Caribe y, en el siglo XVII, pasó a las Filipinas. Durante el XIX, se extendió a Sri Lanka, Java y Brasil. Desde este último país se difundió por toda África. Actualmente, los productores mundiales más importantes de cacao son Costa de Marfil, Brasil, Nigeria y Ghana. De forma genérica, se cultiva en todas las zonas tropicales del planeta, incluido Oceanía.





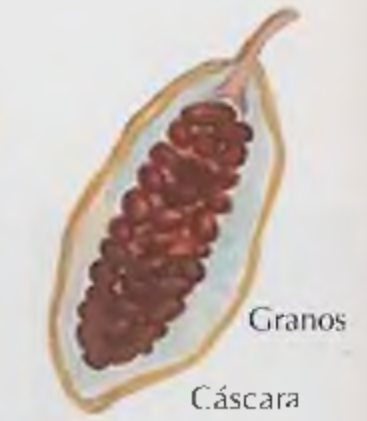
Hojas y fruto del cacaotero. (Foto gentileza de A. Gostinčar para esta publicación)

El cacao (*Theobroma cacao*) o árbol del cacao, es una planta de la familia de las esterculiáceas, planta de 5 a 7 m en las plantaciones (debido a la poda) y de 8 a 10 m en estado silvestre. Sus hojas perennes son alternas, pecioladas, de color verde brillante, lisas, duras y oblongas. Sus raíces son pivotantes. Sus flores son pequeñas, blancas o rosadas, y aparecen en pequeños racimos sobre el tallo y las ramas viejas (especie cauliflora). El fruto de este árbol es una especie de vaina que recibe el nombre de panocha o mazorca, de unos 20 cm de largo por 8 de ancho. Su superficie es dura y tuberosa, atravesada por cinco o diez surcos longitudinales, de color amarillo o anaranjado. Una vez maduras, en su interior contienen de 30 a 40 semillas. Los granos, o semillas, de cacao son aplanados y se encuentran envueltos o cubiertos por una pulpa mucilaginosa; se hallan dispuestos en cinco hileras.





Árbol de cacao (cacantero)



Sección longitudinal de una mazorca





13.16.1. Variedades

La diversidad de los cacaos cultivados es muy grande. Las variedades pueden clasificarse en tres grandes grupos. Los cacaos denominados **criollos** son de fruto alargado, amarillo o rojo, puntiagudo, de semillas grandes, y son los cultivados antiguamente en Venezuela y América central. Esta variedad es poco productiva, pero la calidad del cacao que produce es muy apreciada. Los cacaos denominados **forasteros amazónicos** son de fruto redondeado, liso, con surcos poco profundos, granos aplanados y con cotiledones cortos y amarillos. Su origen se sitúa en la alta Amazonia, pero se cultiva mucho en África. Su calidad no es tan apreciada como la de los cacaos criollos. Por último, los cacaos denominados **trinitarios** son muy polimórficos. Las mazorcas son cortas o largas, rojas o amarillas, con caracteres intermedios entre los dos descritos anteriormente. Debido a esto, podríamos decir que su origen se debe, muy posiblemente, a hibridaciones entre criollos y forasteros.

A la izquierda:
Costa Rica, puesto de venta y manipulación del cacao.
Fotografía gentileza de A. Gastinčar





A la derecha:
Fruto del cacao cultivado en América central



13.16.2. Exigencias del cultivo

• **Temperatura**, **iluminación** y **humedad**
Es una planta intertropical de tierra baja, que prefiere una temperatura anual media óptima de unos 25°C y que requiere que la media de las mínimas diarias sobrepase los 15°C. Para su cultivo, necesita de precipitaciones superiores a los 1.200 mm anuales y que la duración de la estación seca no supere los tres meses. Necesita sombra, especialmente cuando es joven. Esta sombra puede ser natural, por aclaración selectiva de la selva, o artificial, mediante la plantación de bananeras (*Musa sp.*), mandiocas (*Manihot utilissima*), eritrinas (*Erythrina sp.*), etc.



• **Exigencia edáficas**
Los cacahuales se adaptan casi siempre a cualquier tipo de suelo y tienen una tolerancia muy amplia por lo que respecta al pH, siendo el óptimo alrededor de 6,5. Prefieren los suelos profundos, puesto que su raíz es pivotante. Entonces ofrecen mejores producciones.

13.16.3. Abonado

Al ser los cacaos árboles, no tiene sentido aplicar el abono en toda la extensión del cacahual, por lo que los fertilizantes deberán aplicarse a cada planta de forma independiente. En aquellos terrenos más arenosos, puede optarse por un abono ternario de equivalencia 1,3-1-1,5 (13-10-13). En los más arcillosos, debe escogerse uno con menores unidades de nitrógeno, pero más de fósforo: 1-1,25-1,5 (12-15-18), ya que, si por un lado, las unidades solubles de nitrógeno no serán lavadas como en uno arenoso, por el otro conviene aumentar el fósforo para potenciar el desarrollo de las raíces en un suelo pesado y difícil de penetrar.

Las cantidades a aportar deben oscilar entre los 250 g de abono repartidos en dos veces (abril y septiembre) en los primeros años del cultivo y los 500 g de fertilizante, también repartidos en dos veces, cuando los árboles sean adultos.

13.16.4. Siembra

Puede sembrarse el cacao bien directamente mediante semillas, bien mediante plántulas de vivero. Se sembrarán en líneas con una separación entre sí de 2,5 y 3 m; dentro de cada línea, las semillas o plántulas de este árbol deben también tener una separación de 2,5 a 3 m. Con este marco de planta-

ción, se obtendrá una plantación de cacaos o cacahual de 1.000 a 1.600 plantas por hectárea.
Deben trasplantarse las plantas de vivero o sembrar las semillas cuando empieza la estación lluviosa en los trópicos. Sus necesidades hídricas, sobre todo acabadas de sembrar, son grandes. Deben regarse a menudo. Cuando la plantación es joven, deberán realizarse las binas al menos cuatro o cinco veces al año. Cuando los árboles hayan crecido, su misma sombra impedirá el crecimiento de las adventicias, por lo que no serán necesarias las escardas de forma tan frecuente.

13.16.5. Enfermedades y plagas

Ciertas **virosis** afectan a este cultivo, aunque su descripción fitopatológica todavía está en sus albores. Las **enfermedades criptogámicas** más importantes son la **podridura negra** de las panochas (*Phytophthora palmivora*) y la **escoba de bruja** producida por *Marasmius perniciosus*. También puede verse el cultivo afectado por diversas enfermedades causadas por los hongos responsables de las distintas podriduras. **Insectos** como los **cápsidos** o los **barrenillos** perforan las ramas, frutos y tronco de la planta, debiendo emplearse para su control cualquier insecticida ya descrito del grupo de los organofosforados.

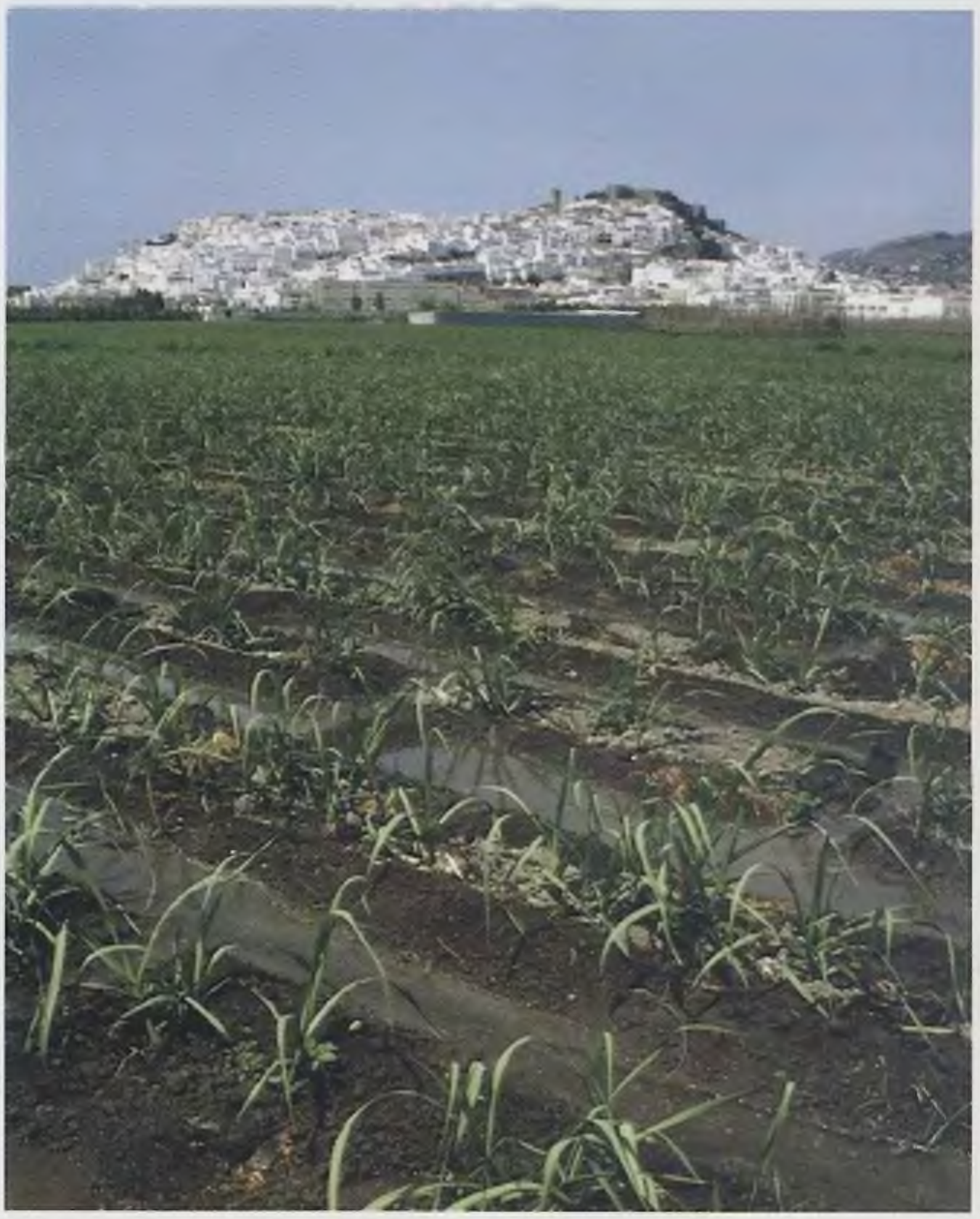
13.16.6. Recolección

Las primeras flores del cacao aparecen dos años después de su plantación. No obstante, estas flores deben cortarse para no anticipar el agotamiento del árbol joven. En el cuarto año, pueden cosecharse ya las primeras mazorcas. Deben recogerse sólo aquéllas que estén bien maduras, que se reconocen por su característico color amarillo o rojo. Para posteriores pasadas, se dejan las panochas verdes. La recolección a mano y escalonada consiste en pasadas, dentro del cacahual, cada quince días.

13.16.7. Aprovechamiento

El grano de cacao es un alimento completo, ya que contiene lípidos, glúcidos, proteínas y sales minerales (sobre todo fósforo y potasio). También es un producto estimulante por su contenido en teobromina e indicios de cafeína. En farmacia, se utiliza la teobromina en la fabricación de específicos estimulantes y diuréticos. Constituye el ingrediente básico del chocolate.
Para obtener la pasta de cacao, a partir de la cual se fabrica el chocolate, los granos se dejan al aire libre, almacenados en cajas donde son sometidos a una primera fermentación, facilitada por la pulpa ácida y rica en azúcares del fruto, que favorece el crecimiento de una flora microbiana compleja. Esta fermentación dura de cinco a siete días en el cacao forastero y de dos a tres en el criollo. Los granos son de color púrpura al principio y rojizos cuando la fermentación ha terminado. Una vez terminada la fermentación, los granos de cacao son secados al sol (de 5 a 10 días) y sometidos, posteriormente, a una torrefacción no demasiado intensa. La cáscara se separa mediante ventiladores. Finalmente, el cacao es molido en **molinos bolas**. El molido genera mucho calor. Así funde la grasa y convierte el cacao en una pasta semilíquida.

Un subproducto de la fabricación de la pasta de cacao es la **mantequilla de cacao**. Se trata de la grasa contenida en el grano de cacao. Se separa parcialmente por presión a partir de la pasta obtenida de los granos. Es una masa sólida que se derrite al paladar, de color blanco amarillento, con olor y gusto de cacao. Derivados de esta elaboración de mantequilla son, por ejemplo, los utilizados en farmacopea, como excipientes de supositorios y pomadas o en forma de barritas para suavizar los labios cortados.



Plantación de caña de azúcar

13.17. CAÑA DE AZÚCAR

La *Saccharum officinarum*, o caña de azúcar, es una planta perenne de la familia de las gramíneas. Su aparato radicular es un rizoma grueso, de donde parten diversos tallos que pueden medir de 2 a 6 m de altura y de 2 a 8 cm de diámetro. Estos tallos están formados por un tejido jugoso, azucarado y esponjoso, del cual se extrae el azúcar. Sus hojas son más estrechas y largas que las de la caña común, y están dispuestas más densamente. Su panícula terminal, de forma piramidal, está compuesta por flores púrpuras o rojizas.
Esta planta se conoce sólo en forma cultivada, y se extrae de ella el azúcar. Los historiadores sitúan el origen de su cultivo en la India, donde, según sus datos, ya era cultivada hace más de tres mil años.



Detalle del cultivo de la caña de azúcar, en Madeira



Los pasillos entre hileras permiten el paso de los aperos y el riego.

De allí pasó a Egipto (641 d.C.), a la Península Ibérica (755 d.C.), y después a las zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo. Los principales productores mundiales de caña de azúcar son, por orden de importancia en su producción, Brasil, India, Cuba, China, México y Paquistán.

13.17.1. Cultivo

Para su cultivo se necesitan climas cálidos y húmedos. Son preferibles los suelos llanos de aluvión próximos al mar, profundos y húmedos, especialmente los limosos, ricos en humus y calcio. La multiplicación puede hacerse por semilla, pero es más corriente la multiplicación vegetativa, por estacas. La plantación se realiza de julio a setiembre, dependiendo de la climatología de cada región. El abono principal para su cultivo es la potasa, elemento responsable de la producción de sacarosa. La maduración de las cañas se obtiene unos tres meses después de la floración, y al cabo de diez o quince meses de la plantación. Cuando la planta alcanza su madurez fisiológica, los tallos se vuelven de color dorado o violeta, y el jugo o savia de la planta aparece sumamente pegajoso.

13.17.2. Adventicias e insectos

Contra las diversas malas hierbas comunes en los cultivos de la caña de azúcar (*Rumex*, *Digitaria*, *Echinochloa*, etc.), es apropiada la materia activa **asulam**. Se trata de un herbicida de traslocación, bien absorbido por vía foliar y radicular, y que debe ser aplicado en pre y postemergencia del cultivo. Por lo general, las leguminosas son sensibles a este pesticida, que es selectivo para la caña de azúcar. Son frecuentes los ataques de **pulgones** en este cultivo. Contra ellos pueden emplearse las distintas formulaciones comerciales del insecticida sistémico **etiofencarb**, el cual actúa por contacto e ingestión.

13.17.3. Recolección

Para su recolección, se cortan las cañas a ras de tierra antes de enviarlas al molino donde serán exprimidas. Las cañas de azúcar contienen un 80% de jugo, en el cual se encuentra, por término medio, un 20% de azúcar. Los tallos rebrotan en la siguiente vegetación y las plantas pueden permanecer en el terreno durante cuatro o cinco años, permitiendo varias cosechas durante este período. Pasado este tiempo, debe ser levantado el cultivo, puesto que su producción de tallos disminuye. Hay muchas variedades de caña de azúcar, pero suelen reunirse en cuatro grupos, según el color de sus hojas y de sus tallos. Así, encontramos cañas verdes, blancas o amarillas, veteadas y rojas.

13.17.4. Aprovechamiento

El azúcar básicamente empleado en la alimentación humana es la sacarosa, que se obtiene, sobre todo, de este cultivo y de la remolacha azucarera. Se trata de un glúcido puro de fácil asimilación, de gusto dulce y valor nutritivo puramente energético, ya que en el proceso de su extracción y purificación, ha perdido todas sus vitaminas, minerales y proteínas.
En la extracción del azúcar de la caña, la sacarosa va acompañada de impurezas tales como ácidos orgánicos, aminoácidos, etc. La tecnología azucarera permite, en cada caso, la extracción y purificación de la sacarosa. La obtención del azúcar de caña se inicia con la molturación y el prensado en molinos de los tallos de la caña. Posteriormente, se aplica una corriente de agua que diluye el jugo extraído; después es limpiado con calcio (esto precipita las impurezas). A continuación, se realiza un proceso de carbonatación (para eliminar el exceso de calcio), filtración, blanqueamiento, concentración por evaporación (para cristalizar la sacarosa) y, por último, la centrifugación, para separar el azúcar de los líquidos impuros que no cristalizan.
El azúcar es empleado como ingrediente complementario para alimentos y bebidas, tanto si se consume directamente como si forma parte de multitud de productos alimentarios azucarados. Cuando se comercializa para consumo directo, son múltiples las distintas manufacturaciones de este producto.
Entre otros, citaremos: el **azúcar amarilla**, obtenido de segunda producción, cuyo color varía del amarillo claro al marrón oscuro, según la cantidad de mezcla que queda adherida a los cristales; el **azúcar blanquilla**, semirefinado y moldeado en forma de prismas rectangulares; el **azúcar flor**, el primer azúcar obtenido, muy puro; el **azúcar candi**, reducido a cristales por medio de clarificaciones y de una evaporación lenta; el **azúcar lustre**, cuya obtención se realiza gracias al molido de los cristales y su posterior paso por cedazo (también se le denomina azúcar polvo); el **azúcar mascabado**, que es el de caña de segunda producción, y el **azúcar refinado**, el de mayor pureza obtenido en las refinerías.

BIBLIOGRAFÍA

ARNAL, P.V., LAGUNA, A.
Tractores y motores agrícolas
Madrid: Mundi-Prensa 2ª Edición, 1989

BERNAT, C.
Maquinaria para agricultura y jardinería
Barcelona: AEDOS 1ª Edición, 1980

BERNAT, C., MARTÍ, R. & PLANAS, S.
Lèxic de maquinària agrícola
Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. 1ª Edición.
Barcelona: 1993

BONNEMAISON, L.
Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales
Barcelona: Ediciones de Occidente. 1ª Edición.
Volúmenes I ,II y III, 1964

BOVEY, R., BAGGIOLINI, M., BOLAY, A., BOVAY, E., CORBAZ, R., MATHYS, G., MEYLAN, A., MURBACH, R., PELET, F., SAVARY, A. & TRIVELLI, G.
La defensa de las plantas cultivadas
Barcelona: Omega 2ª Edición ampliada y revisada, 1984

CORNEJO, J. & GARCÍA, C.
El cacahuete
Madrid: Publicaciones de Extensión Agraria
2ª Edición, 1973

COSTE, R.
El café
Barcelona: Blume 1ª Edición, 1969

DELOYE, M. & REBOUR, H.
El riego
Madrid: Mundi-Prensa 1ª Edición, 1967

DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, RAMADERIA I PESCA
Butlletí d'avisos fitosanitaris
Generalitat de Catalunya.
Barcelona: 1987

DETROUX, L. & GOSTINČAR, J.
Los herbicidas y su empleo
Barcelona: Oikos-Tau, 1ª Edición, 1967

DUALDE, V.
Biología
Valencia: Gráficas Ecir 1ª Edición, 1983

ENCICLOPÈDIA CATALANA
Gran enciclopedia catalana
Barcelona: Reimpresión de la 2ª Edición, 1990

FARBENFABRIKEN BAYER AKTIENGESELLSCHAFT
«Bayer» Pflanzenschutz
Leverkusen: *Compendium II,* 1964

FUENTES, J.L.
Técnicas de riego
Madrid: Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario, 1992

GUERRERO, A.
Cultivos herbáceos extensivos
Madrid: Mundi-Prensa 5ª Edición, 1992

LANZARA, P. & PIZZETI, M.
Guía de árboles
Barcelona: Grijalbo. 4ª Edición,1979

LIÑÁN, C.
Vademecum de productos fitosanitarios
Madrid: Agrotécnicas, 1998

MINISTERIO DE AGRICULTURA
Guía de aplicación de herbicidas
Madrid: Publicaciones de Capacitación Agraria.
1ª Edición, 1971

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
El cacao
Roma: Edición española FAO, 1980
El café
Roma: Edición española FAO, 1980

ORTÍZ-CAÑAVETE, J.
Las máquinas agrícolas y su aplicación
Madrid: Mundi-Prensa 4ª Edición, 1993

PLANAS MESTRES, J.
Elementos de biología
Valladolid: Sever-Cuesta, 1975

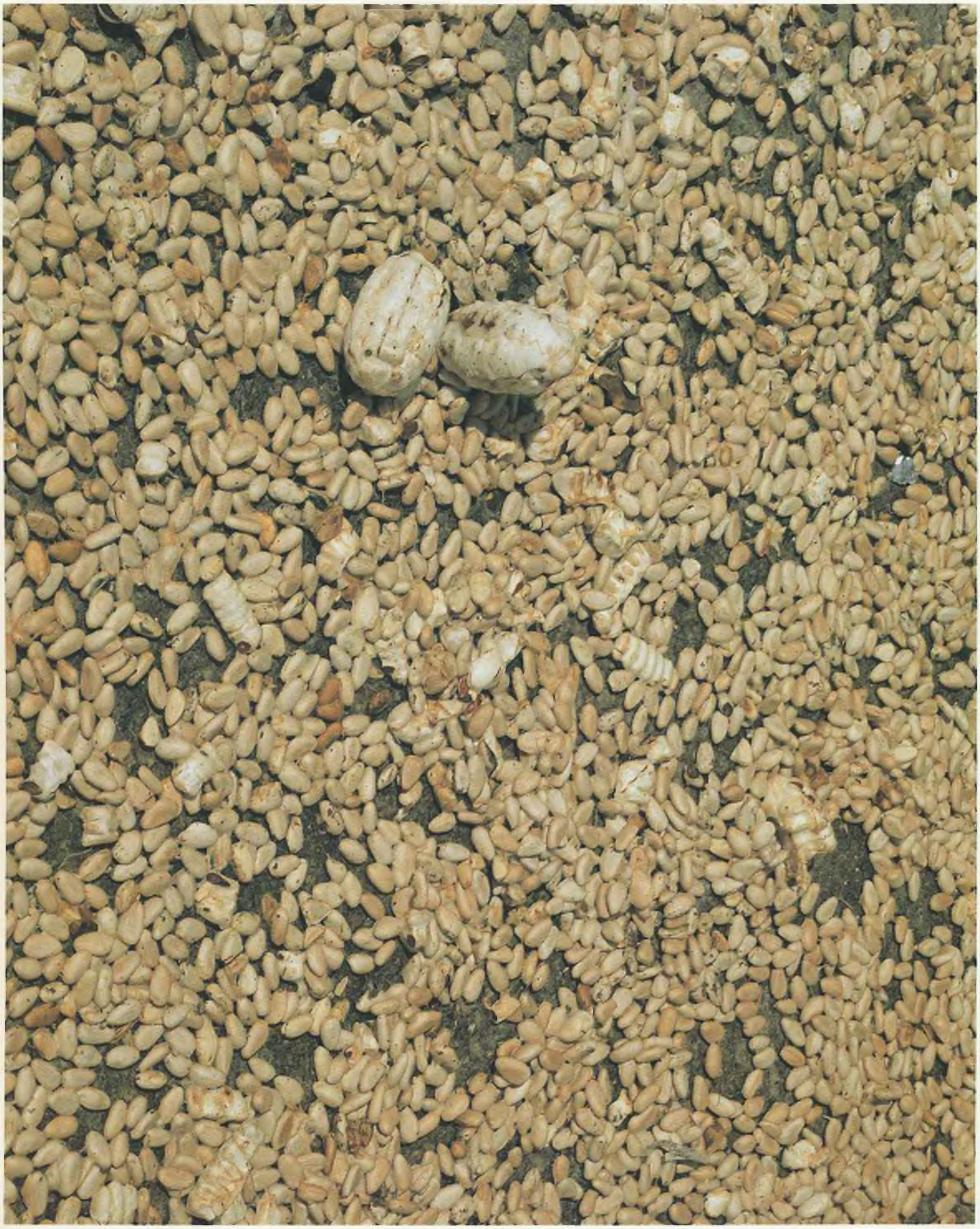
PUJOL, M.
Conceptes de morfologia i biologia de les gramínies
Edita el autor.
Capellades (Barcelona): 1982
Els cereals: Generalitats
Edita el autor.
Capellades (Barcelona): 1983

PUJOL, M., COMAS, J.
Quadern de pràctiques
Edita el autor.
Capellades (Barcelona): 1983

ROS, J., NADAL, J., LLIMONA, X., ARTECHE, A. & REGUERO, M.
Enciclopedia de la naturaleza y del medio ambiente
Barcelona: Primera Plana, 1992

SERRAT, M.
Sendas del té
Barcelona: CPC España 1ª Edición, 1986

STRASBURGER, F., NOLL, F., SCHENCK, H. & SCHIMPER, A.F.W.
Tratado de botánica
Barcelona: Marín. 6ª Edición,1981



BIBLIOTECA DE LA

AGRICULTURA



Horticultura
Cultivo en invernadero

IDEA BOOKS



5

Horticultura

® *BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA*
© IDEA BOOKS, S.A.
Cornellà del Llobregat, Barcelona - España

EDICIÓN 2006

PRODUCCIÓN
Juan B. Lorente Herrera

DIRECCIÓN DE LA OBRA
Mª Paz Yuste Pérez
Ingeniera Técnica Agrícola

REDACCIÓN
Janez Gostinčar i Turon / *Ingeniero Técnico Agrícola*
Técnicas agrícolas en cultivos extensivos
Defensa de las plantas cultivadas
Suelos, abonos y materia orgánica
Mª Paz Yuste Pérez / *Ingeniera Técnica Agrícola*
Horticultura
Los Frutales
Cultivo en invernadero

DISEÑO GRÁFICO Y DIBUJOS
Lluis Lladó Texidó

REVISIÓN LITERARIA
Carmen Vilaseca Gilabert

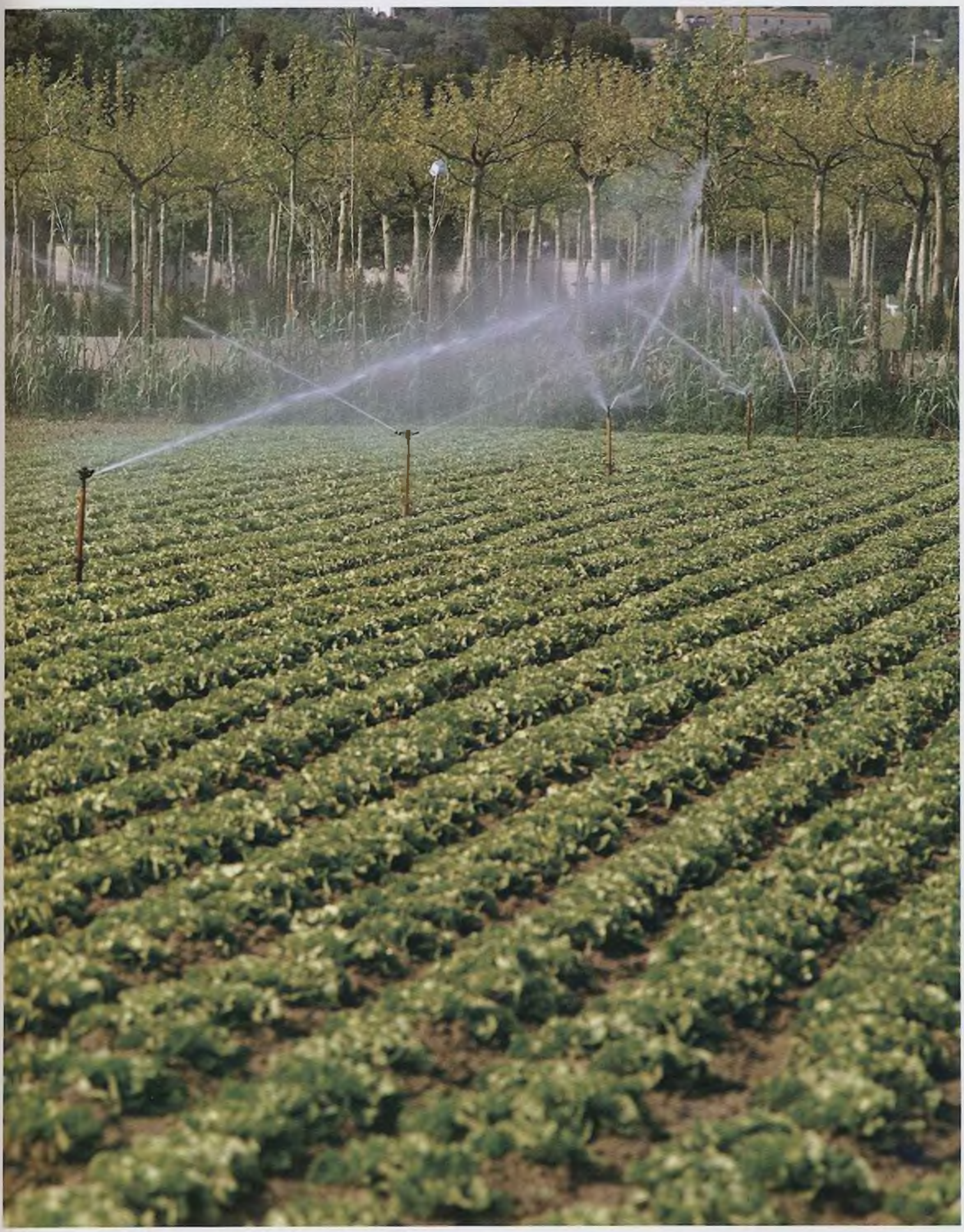
DISEÑO DE LOS GRÁFICOS
Alex Chifoni

FOTOGRAFÍAS
Agradecemos su colaboración a todos los fabricantes que nos han enviado material para su inclusión en esta enciclopedia.
Archivo de la editorial. Alfa Omega y Estudio Barambio

PREIMPRESIÓN
Estudio Chifoni

IMPRESIÓN
I. G. Ferré Olsina, S. A.

IMPRESO EN ESPAÑA / PRINTED IN SPAIN



1. INTRODUCCIÓN — 535

1.1. CULTIVOS EN EXTERIOR — 535
1.2. CULTIVOS HORTÍCOLAS PROTEGIDOS: ACOLCHADO, TÚNEL, INVERNADERO — 536

2. MULTIPLICACIÓN DE LAS PLANTAS HORTÍCOLAS — 538

2.1. MERCADOS DE SEMILLAS — 539
2.2. PRINCIPALES PROPIEDADES DE LAS SEMILLAS — 541
2.2.1. Pureza — 541
2.2.2. Poder de germinación — 542
2.2.3. Vigor — 542
2.2.4. Letargo — 542
2.2.5. Tamaño, calibre, peso específico — 543

3. SIEMBRA — 544

3.1. SISTEMAS DE SIEMBRA — 545
3.2. PREPARACIÓN DE LA SEMILLA — 546
3.3. PREPARACIÓN DEL SUELO PARA LA SIEMBRA — 546
3.3.1. Siembra directa o de asiento — 546
3.3.2. Siembra en semilleros — 547
3.4. LABORES POSTERIORES A LA GERMINACIÓN — 548
3.4.1. Aclareo — 548
3.4.2. Repicado — 548
3.4.3. Trasplante y plantación — 550

4. PREPARACIÓN DEL SUELO — 552

4.1. DESFONDE Y DESINFECCIÓN — 552
4.2. GRADEO Y RASTRILLADO — 552
4.3. APISONADO — 555
4.4. ESCARDA — 555

5. CUIDADOS CULTURALES — 556

5.1. DESPUNTADO O PINZAMIENTO — 556
5.2. ENTUTORADO, GUIADO Y ATADO — 557
5.3. PODAS Y CASTRADO — 557
5.4. APORCADO Y BLANQUEO — 558
5.5. EMPAJADO Y ACOLCHADO — 558
5.6. LABOREO — 559

6. FERTILIZACIÓN — 560

6.1. TÉCNICAS DE ABONADO — 561
6.1.1. Abonado de fondo — 561
6.1.2. Abonado de cobertura — 562
6.2. TIPOS DE ABONOS UTILIZADOS — 562
6.2.1. Abonos orgánicos — 562
6.2.2. Abonos minerales — 563
6.3. FERTIRRIGACIÓN — 564

7. EL RIEGO — 566

7.1. SISTEMAS DE RIEGO UTILIZADOS — 567
7.1.1. Riego por gravedad — 567
7.1.2. Riego por aspersión — 568
7.1.3. Riego localizado — 568
7.1.3.1. Cabezal de riego — 569
7.1.3.2. Red de distribución — 570
7.1.3.3. Emisores — 570
7.1.3.4. Ventajas e inconvenientes del sistema de riego localizado — 570
7.2. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO — 571

8. APLICACIÓN DE FITORREGULADORES — 572

8.1. INTRODUCCIÓN — 572
8.2. TIPOS DE SUSTANCIAS Y EFECTOS — 572
8.2.1. Auxinas — 572
8.2.2. Giberelinas — 572
8.2.3. Citoquininas — 573
8.2.4. Otras sustancias — 573

9. ALTERNATIVAS Y ROTACIONES DE LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS — 574

9.1. INTRODUCCIÓN — 574
9.2. NORMAS BÁSICAS PARA LA ALTERNATIVA Y ROTACIÓN — 574
9.3. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA Y ROTACIÓN — 575
9.4. CULTIVOS ASOCIADOS — 575
9.5. TIPOS DE ROTACIONES — 576

10. RECOLECCIÓN DE LOS PRODUCTOS HORTÍCOLAS — 578

10.1. NORMAS GENERALES PARA LA RECOLECCIÓN — 578
10.2. SISTEMAS DE RECOLECCIÓN — 578

11. CONSERVACIÓN DE LOS PRODUCTOS HORTÍCOLAS — 580

11.1. OPERACIONES DE POSTRECOLECCIÓN — 580
11.1.1. Preenfriado o prerrefrigeración — 580
11.1.2. Selección — 581
11.1.3. Limpieza — 582
11.1.4. Calibrado — 582
11.1.5. Pesado y envasado — 582
11.2. CONSERVACIÓN — 583
11.2.1. Técnicas — 583
11.3. TRANSPORTE — 583

12. CARACTERÍSTICAS DE LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS — 584

12.1. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS RAÍCES Y TUBÉRCULOS — 584
12.1.1. Nabos — 584
12.1.1.1. Conceptos generales — 584
12.1.1.2. Exigencias de la planta — 584
12.1.1.3. Preparación del suelo y siembra — 585
12.1.1.4. Técnicas de cultivo y recolección — 585
12.1.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 585
12.1.2. Patata — 585
12.1.2.1. Conceptos generales — 585
12.1.2.2. Exigencias de la planta — 586
12.1.2.3. Preparación del suelo y siembra — 586
12.1.2.4. Técnicas de cultivo y recolección — 586
12.1.2.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 587
12.1.3. Rábanos — 587
12.1.3.1. Conceptos generales — 587

12.1.3.2. Exigencias de la planta —— 588
12.1.3.3. Preparación del suelo y siembra 588
12.1.3.4. Técnicas de cultivo y recolección 588
12.1.3.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 588
12.1.4. Remolacha de mesa —— 589
12.1.4.1. Conceptos generales —— 589
12.1.4.2. Exigencias de la planta —— 589
12.1.4.3. Preparación del suelo y siembra 590
12.1.4.4. Técnicas de cultivo y recolección 590
12.1.4.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 590
12.1.5. Zanahoria —— 590
12.1.5.1. Conceptos generales —— 590
12.1.5.2. Exigencias de la planta —— 591
12.1.5.3. Preparación del suelo y siembra 591
12.1.5.4. Técnicas de cultivo y recolección 591
12.1.5.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 591
12.1.6. Otros cultivos —— 592
12.1.6.1. Batata —— 592
12.1.6.2. Chirivía —— 593
12.1.6.3. Chufa —— 593
12.1.6.4. Mandioca —— 593
12.1.6.5. Ñame —— 594
12.2. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS BULBOS 594
12.2.1. Ajo —— 594
12.2.1.1. Conceptos generales —— 594
12.2.1.2. Exigencias de la planta —— 595
12.2.1.3. Preparación del suelo y siembra 595
12.2.1.4. Técnicas de cultivo y recolección 595
12.2.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 596
12.2.1.6. Otros cultivos —— 596
12.2.2. Cebolla —— 596
12.2.2.1. Conceptos generales —— 596
12.2.2.2. Exigencias de la planta —— 597
12.2.2.3. Preparación del suelo y siembra 597
12.2.2.4. Técnicas de cultivo y recolección 598
12.2.2.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 598
12.2.2.6. Otras modalidades de producción —— 599
12.2.3. Puerro —— 599
12.2.3.1. Conceptos generales —— 599
12.2.3.2. Exigencias de la planta —— 600
12.2.3.3. Preparación del suelo y siembra 600
12.2.3.4. Técnicas de cultivo y recolección 600
12.2.3.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 600
12.2.4. Otros cultivos —— 600
12.2.4.1. Cebolleta —— 600
12.2.4.2. Cebollino —— 601
12.3. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS TALLOS —— 601
12.3.1. Espárrago —— 601
12.3.1.1. Conceptos generales —— 601
12.3.1.2. Exigencias de la planta —— 601
12.3.1.3. Preparación del suelo y siembra 602
12.3.1.4. Técnicas de cultivo y recolección 603
12.3.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 603
12.3.1.6. Otros cultivos —— 603
12.4. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS HOJAS — 604
12.4.1. Acelga —— 604
12.4.1.1. Conceptos generales —— 604
12.4.1.2. Exigencias de la planta —— 604
12.4.1.3. Preparación del suelo y siembra 604
12.4.1.4. Técnicas de cultivo y recolección 605
12.4.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 605
12.4.2. Apio —— 605
12.4.2.1. Conceptos generales —— 605
12.4.2.2. Exigencias de la planta —— 606
12.4.2.3. Preparación del suelo y siembra 606
12.4.2.4. Técnicas de cultivo y recolección 606
12.4.2.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 606
12.4.3. Coles —— 607
12.4.3.1. Conceptos generales —— 607
12.4.3.2. Exigencias de la planta —— 608
12.4.3.3. Preparación del suelo y siembra 608
12.4.3.4. Técnicas de cultivo y recolección 608
12.4.3.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 609
12.4.4. Coles de Bruselas —— 609
12.4.4.1. Conceptos generales —— 609
12.4.4.2. Exigencias de la planta —— 610
12.4.4.3. Preparación del suelo y siembra 610
12.4.4.4. Técnicas de cultivo y recolección 610
12.4.4.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 611
12.4.5. Escarola —— 611
12.4.5.1. Conceptos generales —— 611
12.4.5.2. Exigencias de la planta —— 612
12.4.5.3. Preparación del suelo y siembra 612
12.4.5.4. Técnicas de cultivo y recolección 612
12.4.5.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 612
12.4.6. Espinaca —— 612
12.4.6.1. Conceptos generales —— 612
12.4.6.2. Exigencias de la planta —— 613
12.4.6.3. Preparación del suelo y siembra 613
12.4.6.4. Técnicas de cultivo y recolección 613
12.4.6.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 614
12.4.7. Lechuga —— 614
12.4.7.1. Conceptos generales —— 614
12.4.7.2. Exigencias de la planta —— 615
12.4.7.3. Preparación del suelo y siembra 615
12.4.7.4. Técnicas de cultivo y recolección 615
12.4.7.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 616
12.4.8. Otros cultivos —— 616
12.4.8.1. Acederas —— 616
12.4.8.2. Berro de agua —— 616
12.4.8.3. Berzas —— 616
12.4.8.4. Borraja —— 616
12.4.8.5. Cardo —— 617
12.4.8.6. Hinojo —— 617
12.4.8.7. Perejil —— 617
12.5. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS INFLORESCENCIAS —— 618
12.5.1. Alcachofa —— 618
12.5.1.1. Conceptos generales —— 618
12.5.1.2. Exigencias de la planta —— 618
12.5.1.3. Preparación del suelo y siembra 619
12.5.1.4. Técnicas de cultivo y recolección 619
12.5.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes —— 619
12.5.2. Coliflor —— 620
12.5.2.1. Conceptos generales —— 620
12.5.2.2. Exigencias de la planta —— 620
12.5.2.3. Preparación del suelo y siembra 621
12.5.2.4. Técnicas de cultivo y recolección 621

12.5.2.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 621
12.5.3. Otros cultivos — 621
12.5.3.1. Alcaparra — 621
12.5.3.2. Brécol o brócoli — 622
12.6. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS FRUTOS — 622
12.6.1. Berenjena — 622
12.6.1.1. Conceptos generales — 622
12.6.1.2. Exigencias de la planta — 623
12.6.1.3. Preparación del suelo y siembra 623
12.6.1.4. Técnicas de cultivo y recolección 624
12.6.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 624
12.6.2. Calabacín — 624
12.6.2.1. Conceptos generales — 624
12.6.2.2. Exigencias de la planta — 624
12.6.2.3. Preparación del suelo y siembra 625
12.6.2.4. Técnicas de cultivo y recolección 625
12.6.2.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 625
12.6.3. Fresa y fresón — 626
12.6.3.1. Conceptos generales — 626
12.6.3.2. Exigencias de la planta — 626
12.6.3.3. Preparación del suelo y siembra 627
12.6.3.4. Técnicas de cultivo y recolección 627
12.6.3.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 628
12.6.4. Melón — 628
12.6.4.1. Conceptos generales — 628
12.6.4.2. Exigencias de la planta — 629
12.6.4.3. Preparación del suelo y siembra 629
12.6.4.4. Técnicas de cultivo y recolección 630
12.6.4.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 630
12.6.5. Pepino — 631
12.6.5.1. Conceptos generales — 631
12.6.5.2. Exigencias de la planta — 631
12.6.5.3. Preparación del suelo y siembra 632
12.6.5.4. Técnicas de cultivo y recolección 632
12.6.5.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 632
12.6.6. Pimiento — 632
12.6.6.1. Conceptos generales — 632
12.6.6.2. Exigencias de la planta — 634
12.6.6.3. Preparación del suelo y siembra 634
12.6.6.4. Técnicas de cultivo y recolección 634
12.6.6.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 634
12.6.7. Sandía — 634
12.6.7.1. Conceptos generales — 634
12.6.7.2. Exigencias de la planta — 635
12.6.7.3. Preparación del suelo y siembra 636
12.6.7.4. Técnicas de cultivo y recolección 636
12.6.7.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 636
12.6.8. Tomate — 636
12.6.8.1. Conceptos generales — 636
12.6.8.2. Exigencias de la planta — 637
12.6.8.3. Preparación del suelo y siembra 637
12.6.8.4. Técnicas de cultivo y recolección 638
12.6.8.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 638
12.6.9. Otros cultivos — 639
12.6.9.1. Calabaza — 639
12.6.9.2. Ocra — 639
12.6.9.3. Papaya — 639
12.6.9.4. Piña — 640
12.7. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS SEMILLAS — 640
12.7.1. Guisante — 640
12.7.1.1. Conceptos generales — 640
12.7.1.2. Exigencias de la planta — 640
12.7.1.3. Preparación del suelo y siembra 641
12.7.1.4. Técnicas de cultivo y recolección 641
12.7.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 641
12.7.2. Haba — 641
12.7.2.1. Conceptos generales — 641
12.7.2.2. Exigencias de la planta — 642
12.7.2.3. Preparación del suelo y siembra 642
12.7.2.4. Técnicas de cultivo y recolección 642
12.7.2.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 642
12.7.3. Judía verde — 642
12.7.3.1. Conceptos generales — 642
12.7.3.2. Exigencias de la planta — 643
12.7.3.3. Preparación del suelo y siembra 644
12.7.3.4. Técnicas de cultivo y recolección 644
12.7.3.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes — 644
12.7.4. Otros cultivos — 645
12.7.4.1. Maíz dulce — 645

13. CULTIVO "IN VITRO" EN HORTICULTURA — 646

BIBLIOGRAFÍA — 648





1. INTRODUCCIÓN

En general, cuando se habla de un cultivo hortícola se imagina un sistema de explotación intensiva con superficies no muy grandes de cultivo y bajo índice de mecanización aunque, en el caso de la Horticultura, existen modalidades como la horticultura extensiva y la industrial en las que estos aspectos varían considerablemente.

Otra característica importante de la horticultura intensiva son las rotaciones. Éstas están muy solapadas, siendo frecuente que en una misma parcela se cultiven en un año dos o tres cosechas distintas.
Es importante, en horticultura, prever los canales de comercialización hacia los que van a ir destinados los productos, ya que la naturaleza de éstos es perecedera.
Es interesante disponer de medios de conservación adecuados, siendo de vital importancia los tratamientos de postrecolección, cuya finalidad es que los productos sean aptos para la comercialización.

Los tipos principales de explotación hortícola se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Explotaciones hortícolas intensivas**, en las que la superficie de cultivo no es muy grande. Rara vez sobrepasan la hectárea y se dedican a un número reducido, pero muy especializado, de cultivos. Tiene como objetivo productivo el consumo en fresco de las hortalizas.
- **Explotaciones hortícolas forzadas o aceleradas**, en superficies iguales que en el caso anterior. Tiene como objetivo productivo la obtención de producciones extratempranas o extratardías, utilizando para ello túneles e invernaderos que crean unas condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo del cultivo.
- **Explotaciones hortícolas extensivas**, en mayores superficies cultivadas. Se alternan los cultivos hortícolas con cultivos extensivos como los cereales y las leguminosas. En estas explotaciones, el solapamiento de las rotaciones es menor que en los casos anteriores, pero su nivel de mecanización es mucho mayor.
- **Explotaciones hortícolas industriales**. El objetivo productivo principal es la industrialización de las cosechas. Los productos son destinados a la transformación, tipo conserva, congelados o deshidratados.

1.1. CULTIVOS EN EXTERIOR

El conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una zona o región se denomina clima.

El clima es el factor limitante más importante, sobre todo cuando el cultivo se realiza al aire libre o en el exterior.

Una situación ambiental de la explotación hortícola queda definida por los siguientes factores:

- **Radiación solar**. La radiación solar es la principal fuente de energía de las plantas. Éstas la utilizan en todas sus funciones vitales y es imprescindible para la formación de materia orgánica. Sin luz, no hay crecimiento.

- **Temperatura y régimen de heladas.** Las plantas, para desarrollar sus funciones vitales, necesitan calor. Cada planta requiere unas determinadas temperaturas que influyen sobre su crecimiento y futura producción.
En general, cuando la temperatura aumenta, también lo hace el crecimiento de la planta, hasta que la temperatura llega a un valor óptimo de máximo crecimiento a partir del cual, por más que aumenta la temperatura, no lo hará el crecimiento, e incluso si ésta sigue aumentando, el crecimiento se detendrá. Lo mismo sucede con las bajas temperaturas.
De todos los componentes del clima, la temperatura quizás sea el que más afecta el crecimiento y desarrollo de la planta, ya que influye sobre la casi totalidad de fenómenos bioquímicos, algunos tan importantes como la fotosíntesis, la respiración y la transpiración.
Es importante conocer el régimen de bajas temperaturas y de heladas de la zona donde se encuentra la explotación hortícola, ya que la helada puede llegar a destruir totalmente la planta.

- **Humedad**. La humedad influye en multitud de procesos fisiológicos, muchas veces interactivamente con la temperatura. Las fincas situadas en valles profundos que permanecen siempre húmedos no deben utilizarse para el cultivo hortícola, ya que sus producciones son inseguras y los rendimientos bajos.

Otros factores a tener en cuenta aparte del clima, en el cultivo hortícola exterior son:

• **El suelo**. El suelo define el medio donde se desarrolla y vive la planta. La relación entre suelos y planta es, pues, muy estrecha.
El agricultor puede modificar, siempre hasta cierta medida, la capa cultivable del suelo y, con ello, conseguir mayores condiciones de cultivo. Las correcciones de los factores que limitan el cultivo no siempre compensan económicamente al horticultor.
Se puede actuar de forma intensa sobre la fertilidad del suelo, aumentándola mediante la adición de abonos, y mejorar la estructura del terreno por medio de la aplicación de materia orgánica y del adecuado laboreo.
En cuanto a la nivelación del suelo y para facilitar el riego, los suelos deben ser sensiblemente horizontales, con una ligera pendiente. Las pendientes excesivas provocan arrastres y erosiones y, además, presentan una gran dificultad para su laboreo.

• **Altitud**. La altitud marca la posibilidad hortícola de algunas zonas. Cabe recordar que un desnivel de 100 m de altitud representa una diferencia de temperatura de 0,6 - 1°C.

• **Proximidad del mar**. Éste influye sobre todo en el clima, suavizándolo en invierno y en verano. La proximidad del mar presenta, de todas maneras, un grave problema de salinidad en el ambiente y causa daños en las plantas.

• **Vientos dominantes**. Los fuertes vientos, sean éstos fríos, cálidos, húmedos o secos, son perjudiciales para las plantas y limitan la implantación del cultivo hortícola.
En aquellas zonas con vientos importantes, cuando no sea posible variar la orientación del cultivo, se recurre a menudo a la construcción de estructuras de protección. Las estructuras más generalizadas para la protección eólica de los cultivos son las espalderas y los cortavientos.

• *Espalderas*. Son estructuras ligeras que protegen la línea de cultivo. Están formadas por pequeños tutores, cañas o listones de madera que sostienen materiales diversos, como cartón, plástico o paja.

• *Cortavientos*. Los cortavientos son barreras físicas que dificultan el paso del viento y se interponen entre él y el cultivo a proteger. El cortavientos puede ser vivo o no.
Los cortavientos vivos están constituidos por setos o cortinas vegetales, y presentan el inconveniente de que compiten con el cultivo por el suelo.
Otros cortavientos pueden ser vallas de cañizo y mallas plásticas fijadas en tutores. Todos ellos son permeables al viento.
No se recomienda la construcción de muros de mampostería o barreras totalmente impermeables al viento, puesto que crean turbulencias desfavorables para el cultivo que se intenta proteger.
Además, cuanta más resistencia se opone al viento, más firme y segura ha de ser la construcción y, como consecuencia, es más costosa.
Por último, todo cortaviento de una altura determinada protege casi al 100% las plantas situadas a una distancia desde la base comprendida entre 3 y 5 veces la altura.

• **Orientación**. Dentro de cada parcela, deben situarse los cultivos de forma que aprovechen la máxima radiación solar.
Las fincas situadas en laderas orientadas hacia la máxima radiación solar producen cosechas tempranas.
Para producciones entre otoño y primavera, en las que las necesidades de calor son más altas, los surcos deben orientarse en la parcela según el eje este-oeste, para que todas las plantas reciban la misma radiación solar.
Durante los meses de mayor calor, o porque la planta requiera poco calor, pueden colocarse los surcos siguiendo el eje norte-sur. Con ello se disminuirá el riesgo de quemaduras.

1.2. CULTIVOS HORTÍCOLAS PROTEGIDOS: ACOLCHADO, TÚNEL E INVERNADERO

La naturaleza no siempre proporciona las condiciones ambientales idóneas para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Nos encontramos con que durante las estaciones frías, muchas hortalizas no disponen de la temperatura necesaria para cubrir sus exigencias.
Esta falta de condiciones ambientales y el mayor interés del horticultor en conseguir el incremento de la cosecha y de alargar las épocas de producción, ha impulsado a la empresa hortícola a practicar diferentes técnicas y a crear instalaciones especiales para la producción de hortalizas.
Evidentemente, la rentabilidad de dichas técnicas e instalaciones varía en relación con las posibilidades económicas y productivas de cada cultivo en concreto, y con las características de la explotación hortícola.
Estas instalaciones proporcionan un medio ambiente de condiciones superiores a las normales, sobre todo durante los momentos críticos del desarrollo de la planta, cuando el cultivo en pleno campo sin protección no sería posible.
En definitiva, lo que se persigue es que los cultivos se encuentren "protegidos" de las condiciones climáticas desfavorables.
Los medios de protección para la producción de hortalizas son muy variados.
Señalaremos ahora los más utilizados:

• **Acolchamiento del suelo**. Consiste en cubrir la superficie del suelo de cultivo. Para ello pueden utilizarse diversos materiales como láminas de plástico, restos vegetales, pajas, hojas, etc.

Con esta técnica se consiguen varios efectos importantes:

- Adelantar las cosechas
- Aumentar la producción
- Mejorar la calidad de los productos
- Estabilizar la temperatura del suelo
- Conservar la humedad
- Evitar la erosión
- Controlar las malas hierbas

• **Túneles**. El túnel de plástico es una construcción de forma semicilíndrica con la que se utilizan arcos semicirculares de anchura variable, y cuya cubierta está formada por una lámina de plástico flexible. Su finalidad es conseguir una mayor precocidad de las cosechas, con las ventajas subsidiarias que ello conlleva, como aumento de la producción y mejora de la calidad.

• **Invernaderos**. El invernadero es un recinto delimitado en

el que se consigue un medio ambiente favorable para las plantas cuando las condiciones climáticas exteriores no serían suficientes para el cultivo al aire libre.
La estructura del invernadero puede ser de madera o metal, y el recubrimiento de vidrio, plástico rígido o bien láminas de plástico flexible.

Los objetivos principales del cultivo bajo invernadero son:
- Obtención de producciones fuera de época cuando las condiciones climáticas son desfavorables para su cultivo al aire libre
- Aumentar los niveles productivos y de rendimiento
- Mejorar la calidad del producto comercial obtenido



2. MULTIPLICACIÓN DE LAS PLANTAS HORTÍCOLAS

Existen dos sistemas de multiplicación de plantas:

- **Multiplicación sexual**, a través de semillas
- **Multiplicación asexual o vegetativa**, por división de órganos de la planta

Dentro de estos órganos encontramos:

- *Tubérculos* como en el caso de la patata y la chufa. Son trozos de tallos subterráneos, engrosados por la acumulación de sustancias de reserva.
- *Rizomas* como en el espárrago. Son tallos que crecen en sentido horizontal bajo el suelo.
- *Bulbos* como en el ajo. Son también tallos subterráneos, pero transformados, acortados y rodeados de hojas carnosas y gruesas, agrupadas sobre el punto central de crecimiento.
- *Raíces tuberosas* como en el boniato. Son raíces engrosadas por el almacenamiento de sustancias de reserva.
- *Hijuelos* como en la alcachofa. Son brotes laterales de la planta que forman plántulas nuevas.
- *Estolones* como en la fresa. Son tallos que emite la planta y tienen la propiedad de enraizar a una determinada distancia de la planta originaria, formando una nueva plántula.

Dentro de la multiplicación vegetativa, encontramos otros sistemas como los **acodos,** los **esquejes** o los **injertos.** Estos métodos están más extensamente utilizados en cultivos de frutales y planta ornamental.
La multiplicación sexual por semilla evita, en gran medida, la propagación de diversas enfermedades, como las virosis. En el cultivo, para la obtención de semillas, deben esmerarse al máximo las medidas sanitarias, rechazando todas aquellas plantas que muestren ataques de plagas y enfermedades, y recolectando la semilla cuando haya alcanzado su madurez.
La **hibridación** es una técnica que se utiliza mucho en los cultivos vegetales. Consiste en cruzar dos variedades o cepas de un cultivo para producir una generación llamada "híbrida F_1". La generación F_1 muestra "vigor híbrido" (es más vigorosa que las variedades parentales y es más uniforme en su período de producción, su calidad, etc.). Si los individuos de la generación F_1 se cruzan para producir la generación F_2, ésta no muestra ni el vigor híbrido, ni la uniformidad de producción de la generación F_1. Por lo tanto la generación F_2 ya no posee los rasgos ventajosos de la F_1. Así pues, si se utilizan semillas híbridas, se deben comprar en mercados de garantía.
La multiplicación vegetativa se basa en la regeneración de una planta a partir de una parte de otra. El individuo obtenido es exactamente igual al individuo del cual procedía, ya que no ha habido ningún tipo de cruce por fecundación.

Multiplicación vegetativa de las plantas hortícolas. Estolones



Las partes de la planta que permiten esta multiplicación son: el tallo, las raíces, las hojas y las yemas. El órgano a utilizar dependerá de la planta a multiplicar.
La multiplicación vegetativa presenta una serie de ventajas frente a la sexual. Permite reproducir plantas que no producen semillas y adelantar cosechas en plantas de evolución lenta. Pero presenta un importante inconveniente: el material vegetal se degrada con el paso del tiempo, originando individuos débiles que acumulan un mayor número de enfermedades.
La multiplicación "in vitro", basada en el cultivo de tejidos vegetales, está actualmente muy extendida en horticultura (ver el capítulo 13).



A la izquierda: estolones. A la derecha: hijuelos de una piña. (Para mayor claridad, en el dibujo el tallo aparece ampliado).



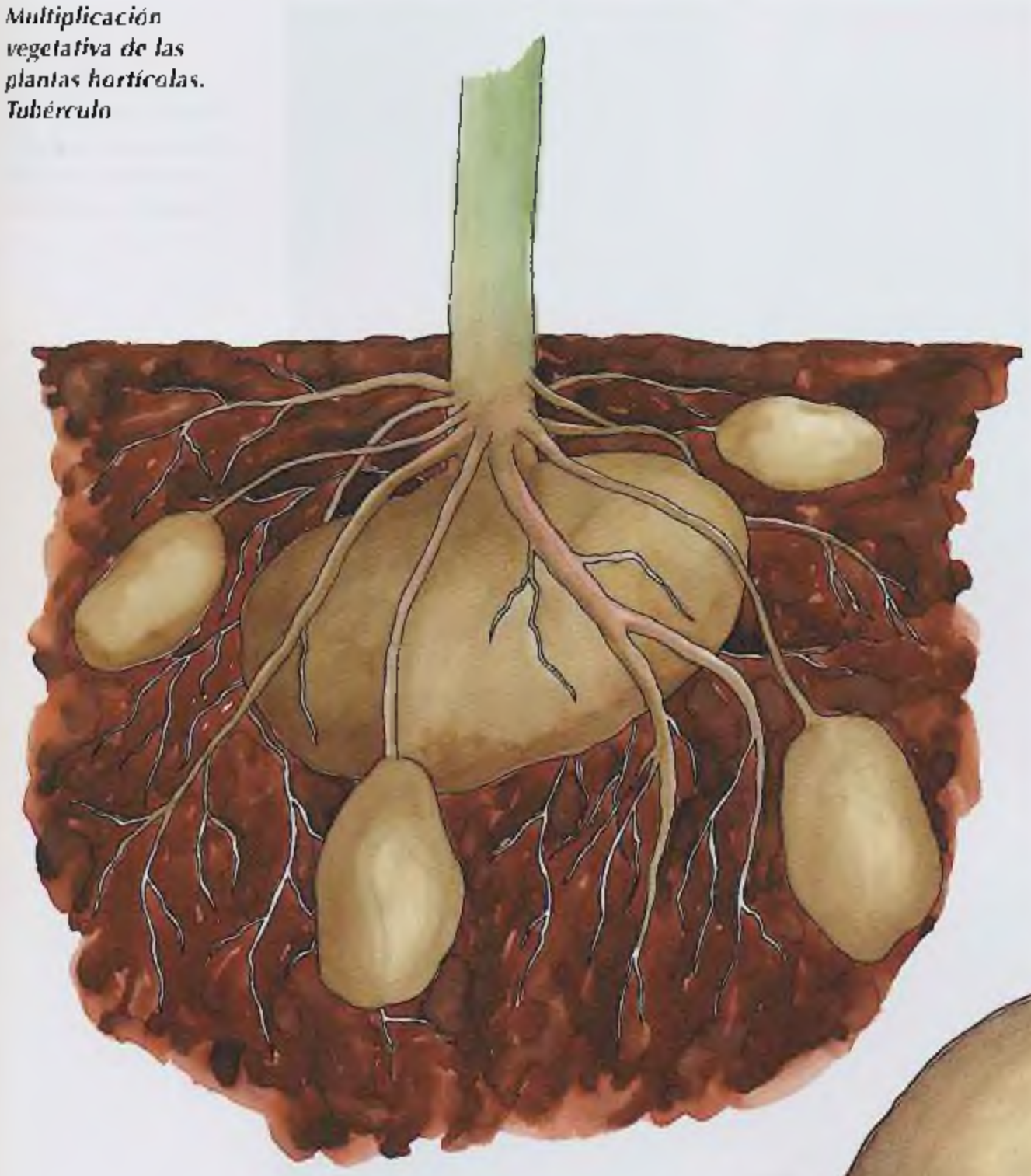
2.1. MERCADOS DE SEMILLAS

Existen dos medios a disposición del agricultor para asegurar el suministro de semillas para su cultivo. Uno es la utilización de semillas obtenidas de su propio cultivo, y otro es adquiriéndolas.
Las semillas adquiridas, si son certificadas al estar cuidadosamente seleccionadas, aseguran al agricultor que cumplen todos los requisitos agronómicos deseados y permiten obtener producciones más elevadas.
Para obtener información sobre la utilización de semillas selectas o de nuevas variedades, deben dirigirse a los servicios de extensión agraria donde encontrarán listas de variedades recomendadas.
Los sistemas de certificación garantizan, mediante un control oficial, que las distintas operaciones de producción y manejo de las semillas se han realizado de acuerdo con las normas técnicas aprobadas para ello. Las semillas que se han obtenido de acuerdo con tales normas, previa comprobación mediante inspecciones y análisis, son etiquetadas, precintadas y clasificadas oficialmente en una determinada categoría de semillas.

Los requisitos que tiene que reunir una semilla para su comercialización son los siguientes:

- Ha de corresponder a una variedad inscrita en una Lista Oficial de Variedades Comerciales. Esta lista tiene por objeto dar a conocer los nombres y características de las variedades que han demostrado su valor agronómico y de utilización, y de las cuales se puede obtener semillas certificadas.
- La producción ha de efectuarse según un sistema controlado en el que, para cada especie, se fijan las categorías de las semillas admitidas a certificación.
- Las semillas puestas a la venta tienen que cumplir unas condiciones mínimas de pureza, capacidad germinativa y sanidad.
- Las semillas han de venderse en envases precintados y etiquetados oficialmente. En la etiqueta debe figurar el nombre del organismo encargado de la certificación, nombre de la variedad, categoría de la semilla y otros datos variables según las especies.
- El envase oficial precintado puede llevar también una etiqueta propia del productor donde, junto con su nombre y dirección, se especifique la especie, variedad, categoría, pureza y porcentaje de germinación.

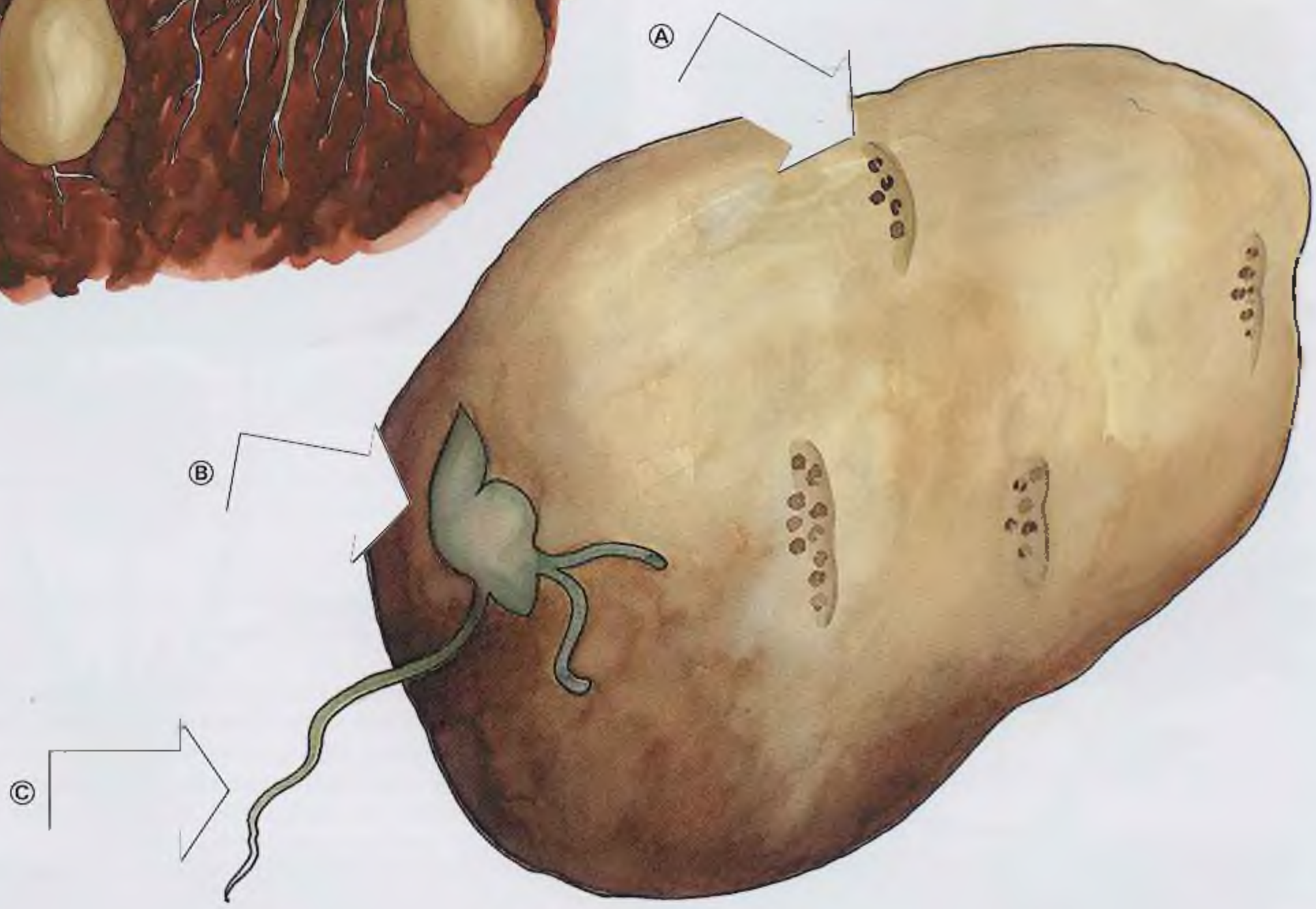
Multiplicación vegetativa de las plantas hortícolas. Tubérculo



A/ Yema de crecimiento lateral
B/ Yema de crecimiento apical
C/ Raíz

tención de semillas certificadas, standard y comerciales.

El mercado de semillas es muy dinámico, y la mayoría de las empresas productoras editan un catálogo anual y listas de precios, normalmente con anticipación suficiente para que los agricultores pasen sus pedidos antes de que comience la época de siembra.
Existe una gran tendencia a obtener híbridos, lo que permite a las casas productoras disponer de una patente de la semilla. Estos híbridos suelen ser muy productivos y poseer resistencias a diversas enfermedades, lo que hace mucho mayor su distribución.
Los catálogos son corrientemente dedicados a grupos de especies, según el consumidor a quien van dirigidos. Las variedades son clasificadas por especies, y es costumbre que se incluya una descripción elemental de cada variedad, con referencias particulares a



Los productores de semillas se pueden agrupar, según la categoría de la semilla obtenida, como sigue:

- **Obtentores:** son los que, mediante trabajos de selección y mejora genética, se dedican a producir material de partida o parental. Son las semillas prebase de las que proceden las semillas de base.
- **Seleccionadores:** son los que se dedican a la producción de semillas de base partiendo del material parental.
- **Multiplicadores:** son los que se dedican a la obtención de semillas certificadas, standard y comerciales.

la época de cultivo, caracteres morfológicos y resistencia específica a los patógenos.
También contienen otras informaciones importantes, como el número de semillas por unidad de peso, la dosis de siembra y programas de rotación de cultivos.
Las entidades comerciales que venden sus semillas en el mercado internacional disponen corrientemente de un delegado en cada país. En cada zona tienen agentes de distribución, o bien la empresa puede contar con sus propios sistemas de venta directa.



①



②

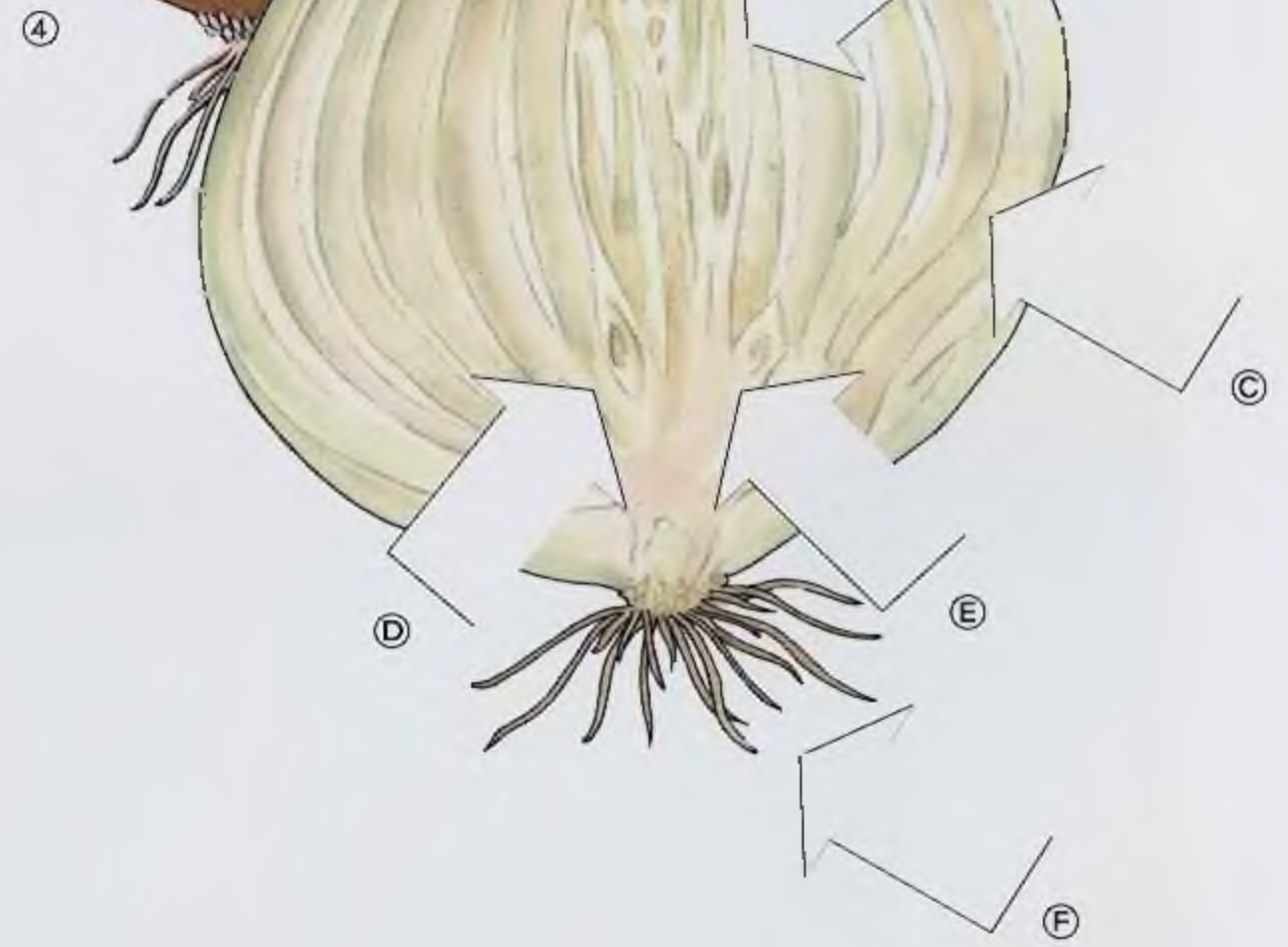


③

2.2. PRINCIPALES PROPIEDADES DE LAS SEMILLAS

Las semillas, para poder ser comercializadas como de calidad, deben reunir una serie de propiedades. Tienen que estar exentas de todo tipo de plagas y enfermedades que puedan afectar posteriormente al desarrollo de la plántula germinada. Otras propiedades que deberán tenerse en cuenta son su pureza, poder germinativo, vigor, letargo, tamaño, calibre y peso específico.

1/ y 2/ Raíces tuberosas
3/ Rizoma
4/ Bulbo



A/ Yema floral
B/ Hoja
C/ Hoja carnosa
D/ Yema
E/ Tallo
F/ Raíz

2.2.1. Pureza

La pureza es el número de semillas puras sobre la masa total de ellas. Se mide en tanto por ciento y el resto que no son semillas puras corresponde a otros cuerpos extraños como piedras, gravas, semillas rotas o semillas de otras plantas.
Una pureza del 97% quiere decir que sobre 100 semillas, 97 son de la planta deseada y 3 son cuerpos extraños.

Diversos modelos de maquinaria para la plantación hortícola









2.2.2. Poder de germinación

Hace referencia a la capacidad de germinación de una semilla con normalidad, en condiciones convenientes y en un período de tiempo dado y variable según las especies. Es decir, es la facultad de la semilla de desarrollar una plántula en condiciones normales de germinación.
La facultad de germinar de una semilla después de haber sido recolectada varía según las especies y disminuye con la edad. La longevidad o vida de la semilla va ligada a su poder de germinación a lo largo de los años.

2.2.3. Vigor

Indica el poder de germinación de una semilla en condiciones desfavorables.

Normativa de la CEE para la comercialización de algunas semillas hortícolas (INSPV, 1986)

Hortalizas	Pureza específica (% peso)	Germinación de semillas puras o glomérulos (% peso)	Contenido máximo de semillas de otras especies (% peso)
Acelga	97	70(gl)	0,5
Achicoria de café	95	65	1,5
Apio	97	80	1,0
Berenjena	96	65	0,5
Berza	97	75	1,0
Borraja	97	65	0,5
Brócoli	97	70	1,0
Calabacín	98	75	0,1
Calabaza	98	75-85	0,1
Cardo	96	65	0,5
Cebolla	97	70	0,5
Col china	97	75	1,0
Col de Bruselas	97	75	1,0
Col de Milán	97	75	1,0
Col repollo	97	75	1,0
Coliflor	97	70	1,0
Colirrábano	97	75	1,0
«Endivia» o achicoria de Bruselas	95	65	1,5
Escarola	95	65	1,0
Escorzonera	95	70	1,0
Espárrago	96	70	0,5
Espinaca	97	75	1,0
Guisante	98	80	0,1
Haba	98	80	0,1
Hinojo	96	70	1,0
Judía	98	75	0,1
Judía de España	98	80	0,1
Lechuga	95	75	0,5
Lombarda	97	75	1,0
Melón	98	75	0,1
Nabo	97	80	1,0
Pepino	98	80	0,1
Perejil	97	65	1,0
Pimiento	97	65	0,5
Puerro	97	65	0,5
Rábano	97	70	1,0
Remolacha	97	70(gl)	0,5
Sandía	98	75	0,1
Tomate	97	75	0,5
Zanahoria	95	65	1,0

gl = glomérulo

2.2.4. Letargo

Cuando una semilla se encuentra en condiciones favorables para germinar y no lo hace a pesar de estar viva, se dice que se halla en estado de letargo, latencia o dormición. Algunas plantas hortícolas, como el apio, lechuga o los berros de agua, presentan este problema. Tiene que transcurrir cierto tiempo entre la recolección de la semilla madura y la germinación. Esperar a que este letargo se interrumpa de forma natural puede representar mucho tiempo, así que hay que romperlo de forma artificial.

La latencia es debida a varias causas:

- **Estructurales:** debidas al grosor y dureza de la cubierta de la semilla que impide la entrada de agua.
- **Químicas:** presencia de substancias que inhiben la germinación.

Para eliminar la latencia existen muchos procesos, como los tratamientos con bajas temperaturas durante cortos espacios de tiempo (24-48 horas), iluminación con luz roja en el caso de la lechuga, aplicación de ácido giberélico sobre patatas y apio...
La utilización de uno u otro dependerá de la especie de la planta a tratar y del tipo de latencia.

2.2.5. Tamaño, calibre, peso específico

El tamaño de las semillas viene determinado por factores genéticos, pero existen otros que también influyen en él, como las condiciones de cultivo en las que se desarrolla la planta productora de las semillas y el lugar de la planta donde se recogen las semillas. Las semillas situadas en la base de la planta y que están más sombreadas, suelen ser más pequeñas que las que están situadas en zonas con más luz.
El tamaño de las semillas viene expresado en relación con el peso de 1.000 semillas. El calibre es la uniformidad en el tamaño. Éste tiene que ser lo más uniforme posible, sobre todo en siembras de precisión, en las que la cualidad es muy importante.

Especie vegetal	Pureza %	Facultad germinativa. Años (en condiciones normales)	Nº de semillas por Kg	Gramos que pesa litro
Acelga	97	4	75.000	255
Apio	97		2.540.000	480
Berenjena	99	5 a 6	250.000	500
Brócoli	98	4	345.000	670
Calabacín	99	5	7.000	330
Col china	98	4	350.000	500
Escarola	95	3	690.000	295
Espárrago	99	5	40.000	
Espinaca	97	4	115.000	510
Guisante	99	3	200 a 500	700 a 800
Hinojo	90	3 a 4	200.000	
Judía	99	3	700 a 1.000	800 a 850
Lechuga	98	3	1.100.000	425
Melón	99	5 a 6	30.000	360
Pepino	99	5 a 6	35.000	500
Perejil	97	2	760.000	500
Pimiento	98	3 a 4	175.000	
Puerro	98	2	400.000	550
Rábano	98	4	85.000	685
Sandía	99	5	10.000	470
Tomate	99	3 a 4	300.000	200 a 300

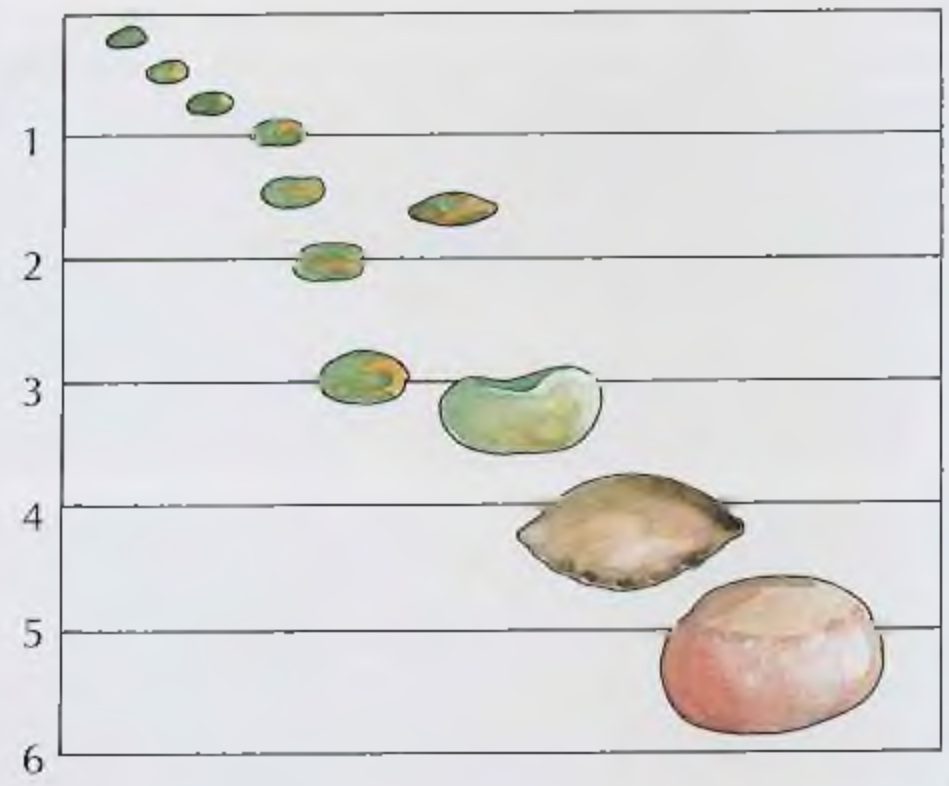
Datos útiles sobre semillas



Plantadora de patatas Ekengårds, fabricada por OY JUKO, LTD.

3. LA SIEMBRA

Profundidad de siembra (en cm) según el grosor de la semilla



La semilla, antes de sembrarla, debe cumplir una serie de requisitos: estar en perfectas condiciones de conservación, con un poder germinativo por encima de los mínimos legales, y no haber superados los años de conservación de su facultad germinativa.
Para que la conservación de la semilla hasta el momento de su siembra sea perfecta, tiene que cumplir unas condiciones de almacenamiento:

- Debe guardarse la semilla en un lugar seco y fresco, a oscuras o en penumbra, con una temperatura lo más baja posible. Una elevación de la temperatura y de la humedad puede provocar actividad en la semilla.
- No se debe guardar en frascos herméticos o sacos de plástico si la humedad de la semilla no es muy baja.
- Debe ser tratada con insecticidas.
- No debe ser superado el tiempo de duración normal del poder germinativo, ya que disminuye con los años.

Para realizar la siembra, el suelo tiene que estar en perfectas condiciones de humedad y temperatura. Ésta no puede ser inferior a unos valores mínimos que dependen de cada especie. La elección del momento de siembra viene influenciada por la evolución climatológica, si se trata de siembras al aire libre, y por la naturaleza y características del suelo. A título orientativo y para conocer la época de siembra, hay que tener en cuenta la experiencia local.
La profundidad de siembra está relacionada con el grosor de capa de tierra que debe cubrir la semilla para que ésta no tenga problemas de germinación. Es variable según las especies y depende principalmente del tamaño de la semilla, aunque también de otros factores como las condiciones del terreno, clima o estación del año. Se sembrará a menor profundidad si el suelo está húmedo o si es compacto o si la estación es fría, y a mayor profundidad si está seco o es muy suelto, o en estaciones cálidas.
Las semillas de pequeño tamaño son capaces de germinar incluso si se dejan sobre el terreno, aunque una ligera cobertura siempre es aconsejable pa-

Abajo, izquierda: temperaturas de germinación. Derecha: duración de la germinación con temperatura óptima

Cultivo	TEMPERATURA (°C)		
	Mínima	Óptima	Máxima
Acelga	5	18-22	35
Apio	8	18-25	30
Berenjena	15	20-30	35
Brócoli	8	18-25	30-35
Calabaza	10	20-30	44
Calabacín	10	20-30	40
Cardo	4	20-30	35
Cebolla	4	20-30	35
Col	5	25-30	35
Coliflor	5	20-30	35
Escarola	3	15-20	30
Espárrago	6-8	20-25	40
Espinaca	5	15-25	30
Guisante	6	14-25	30
Hinojo	12	20-25	40
Judía	12	15-25	30
Lechuga	4	15-20	30
Melón	13	28-30	45
Pepino	12	30-35	35
Perejil	6	18-25	35
Pimiento	13	20-30	40
Puerro	8	15-20	35
Ráhano	10	20-25	35
Remolacha	5	25-30	35
Repollo	--	20-30	35
Sandía	13	25	40
Tomate	10	25-30	35
Zanahoria	5	20-30	35

Especie vegetal	En germinador (días)	En plena tierra (días)
Acelga	7	8 a 10
Achicoria	3	5 a 8
Alcachofa	8	12 a 15
Apio	10	15 a 22
Berenjena	7	8 a 10
Brócoli	3	5 a 7
Calabaza	4	8 a 10
Calahacín	4	8 a 12
Cardo	8	10 a 21
Cebolla	8	10 a 20
Col	3	5 a 7
Coliflor	3	4 a 10
Escarola	5	8 a 12
Espárrago	--	20 a 30
Espinaca	5	5 a 7
Guisante	5	6 a 15
Judía	5	5 a 8
Lechuga	7	6 a 8
Melón	4	9 a 12
Pepino	4	6 a 8
Perejil	10	15 a 25
Pimiento	6	7 a 9
Puerro	6	12 a 14
Ráhano	4	5 a 6
Remolacha	3	3 a 14
Repollo	3	3 a 10
Sandía	5	7 a 9
Tomate	5	6 a 10
Zanahoria	6	7 a 21

Condiciones de conservación de algunas semillas para un almacenamiento de 1 año

% máximo de humedad	4-10°C	21°C	27°C
Apio	13	9	7
Calabaza	11	9	8
Cebolla	11	8	6
Col-repollo	9	7	5
Espinaca	13	11	9
Judías	15	11	8
Lechuga	10	7	5
Nabo	10	8	6
Pepino	10	9	7
Pimiento	10	9	7
Remolacha de mesa	14	11	9
Sandía	10	8	7
Tomate	13	11	9
Zanahoria	13	9	7

ra defenderlas de descensos bruscos de temperatura o del ataque de los pájaros.

El exceso de profundidad retrasa la salida de la plántula a la superficie, perjudicando su vigor, con el peligro adicional que presenta el no llegar a emerger si agota sus reservas nutritivas en el intento.

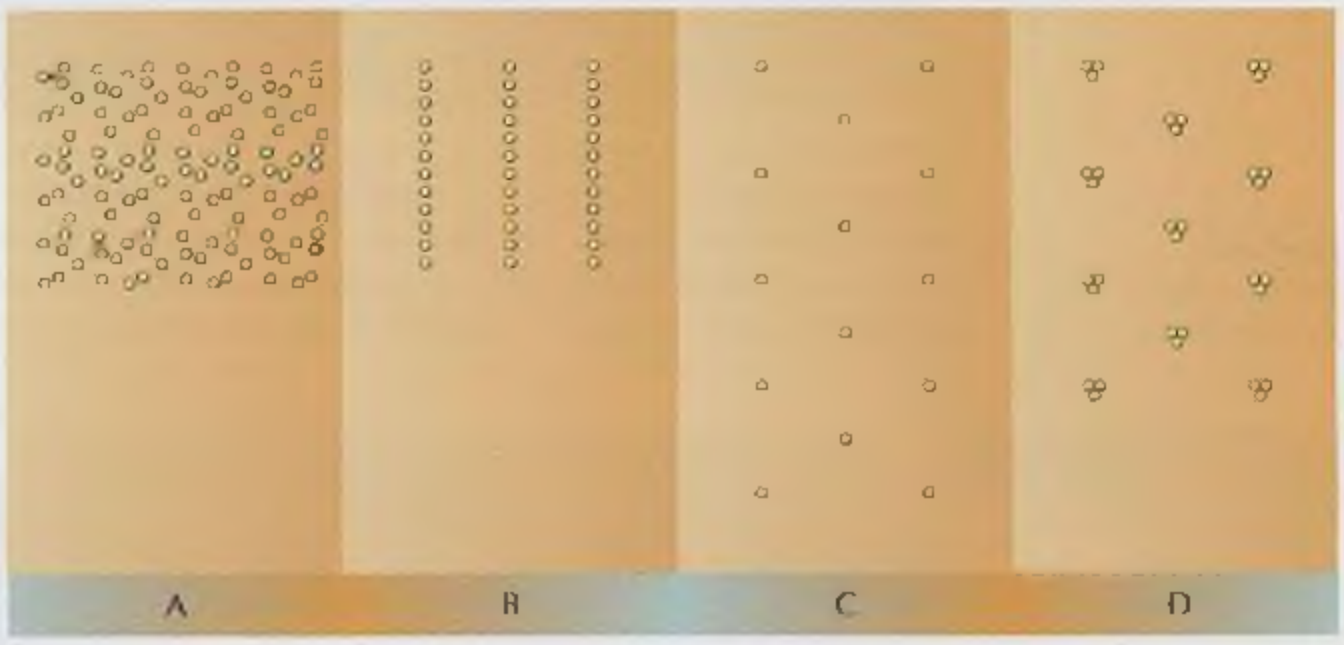
Como norma general, se recomienda cubrir las semillas con una capa de tierra de un grosor igual al diámetro de la semilla.

La germinación es el proceso que abarca desde el momento en que se somete a la semilla a condiciones propicias para su desarrollo, hasta que la plántula produce las primeras hojas verdaderas y se asienta como una nueva planta.

El agua es vital en el proceso de germinación. Una vez que la semilla ha absorbido el agua suficiente, empiezan a desarrollarse la raíz y el tallo del embrión que acaban rompiendo la cubierta de la semilla. Para ello utiliza las sustancias de reserva acumuladas en la semilla. Todos los procesos de desarrollo y crecimiento no son más que reacciones químicas que se activan con el agua y se aceleran con la temperatura.

Existe una serie de factores ambientales que influyen en la germinación. Son los siguientes:

- **Humedad**. La semilla, en cuanto absorbe cierta cantidad de agua, se hincha y germina si los demás factores ambientales son adecuados. La humedad necesaria para germinar varía según las especies. En general, una humedad excesiva perjudica la germinación, ya que impide la aireación y facilita el desarrollo de enfermedades.
- **Temperatura**. Cada especie tiene sus propias necesidades de temperatura, aunque la germinación es más rápida a medida que ésta va subiendo. Como norma general, las plantas se desarrollan mejor con una temperatura variable que si ésta permanece constante.
- **Oxígeno**. Para germinar, la semilla necesita oxígeno. Es importante la profundidad a la que se siembra la semilla, ya que al aumentar ésta, disminuye el oxígeno.
- **Luz**. No todas las semillas necesitan luz para germinar, pero existen especies cuyo proceso de germinación se acelera con la luz, como es el caso del apio, berenjena y escarola.



Diferentes sistemas de siembra
A/ *A voleo*
B/ *En líneas*
C/ *A golpes de una sola semilla*
D)/ *A golpes de varias semillas*

3.1. SISTEMAS DE SIEMBRA

Los sistemas de siembra más utilizados son:

- **Siembra a voleo**. Consiste en distribuir las semillas de forma manual, lo más uniformemente posible, en toda la superficie de siembra. Este sistema es el más utilizado en semilleros, ya que la regularidad no es indispensable, pues las plantas van a ser repicadas en un tiempo relativamente corto.
Es bastante difícil repartir uniformemente las semillas en este tipo de siembra, sobre todo si se trata de semillas de muy pequeño tamaño. En estos casos, se pueden mezclar con materiales inertes como la arena fina, que además permitirá comprobar la regularidad de la distribución, sobre todo si tiene un color distinto al del suelo.

- **Siembra a chorrillo**. Consiste en ir colocando en una línea de siembra un flujo continuo de semillas. Se puede utilizar en cultivo definitivo en el terreno, o bien en los semilleros. Posteriormente, se realizará un aclareo para dejar en cada línea de cultivo las plantas a la distancia más conveniente.

- **Siembra a golpes**. Consiste en colocar a lo largo de la línea de siembra, una semilla o grupos de semillas, a una distancia predeterminada. Este sistema es muy utilizado ya que, por un lado, economiza la cantidad de semillas empleadas y, por otro, reduce los trabajos de aclareo.

Trasplantadora Mini-Tex diseñada para motocultores

La siembra de precisión ha alcanzado actualmente un primer puesto, ya que consigue un ahorro importante de semillas al reducir la operación de aclareo. Sólo se puede utilizar si las condiciones del terreno son adecuadas. Para realizar este tipo de siembra, la semilla tiene que estar calibrada o bien deben utilizarse semillas peldoradas.
El encapsulado o empildorado se practica en procedimientos industriales para distribuir las semillas con sembradoras de precisión.
Las píldoras de semillas están cubiertas con un material de fácil descomposición que se desintegra con la humedad una vez colocado en el suelo.

3.2. PREPARACIÓN DE LA SEMILLA

Se pueden realizar varias operaciones para facilitar y acelerar la germinación:

• **Desinfección de las semillas.** Esta operación se realiza para evitar todo tipo de plagas y enfermedades que puedan afectar a la plántula germinada, y evitar también la destrucción de la semilla por insectos del suelo. Antes de la siembra, se desinfectan las semillas con mezclas de insecticidas-fungicidas. Por norma general, las semillas vienen ya desinfectadas de la casa expendedora y no es necesario que el horticultor realice esta operación.

Productos desinfectantes para semillas

Producto	Acción	Presentación	Dosis	Toxicidad
Captan	Fungicida	Líquido	2,5-6 cc/Kg	AAC
Carboxina	Fungicida	Polvo mojable	1,5-2 g/Kg	AAC
Cobre	Fungicida	Polvo espolvoreo	2 g/Kg	AAB
Etridiazol	Fungicida	Líquido	100 cc/Hl	BBA
Malation	Insecticida	Polvo espolvoreo	0,1 g/Kg	A--
Mancozeb	Fungicida	Líquido	2,5-3,5 cc/Kg	AAB
Maneb	Fungicida	Polvo mojable	2,5-3,5 g/Kg	BBC
Maneb 40% + Lindano 40%	Fungicida e insecticida	Polvo mojable	3-4 g/Kg	BBC
Maneb 40% + Lindano 20%	Fungicida e insecticida	Polvo mojable	1,5-2,5 g/Kg	BBC
Metalaxil	Fungicida	Líquido	6 cc/Kg	AAA
Quintoceno	Fungicida	Polvo mojable	2-5 g/Kg	BAA
TCMTB	Fungicida	Polvo espolvoreo	2-5 g/Kg	BAC
Tiram (TMTD)	Fungicida	Líquido	3-5 cc/Kg	BBB
Tiabendazol	Fungicida	Polvo mojable	1,5 g/Kg	AAA

En la toxicidad, la primera letra corresponde a la peligrosidad para el hombre, la segunda, para la fauna terrestre y la tercera para la fauna acuífera, siendo A baja peligrosidad; B peligrosidad media; C peligroso y D muy peligroso.

Las enfermedades que afectan a las plántulas durante su emergencia presentan síntomas similares y se agrupan con el nombre de **mal de pie,** y son provocadas por hongos como el pythium, la rhizoctonia y la phytophtora.

• **Remojado**. Consiste en tener en agua las semillas durante 5 o 6 días. Esta operación presenta el inconveniente que una larga inmersión en agua puede dificultar la respiración de las semillas y con ello, provocar su muerte.
• **Pregerminación**. Se realiza para facilitar la rápida germinación de las semillas de algunas hortalizas. Presenta las ventajas de un ahorro de semillas y una uniformidad en su nacencia. Además, acelera el desarrollo de las plántulas y reduce los riesgos de enfermedades en los semilleros. Para ello, se siguen varios métodos:

• Colocar las semillas en un germinador con una temperatura de 25°C.
• Colocar las semillas en un recipiente de agua templada a unos 30°C durante 6-12 horas. Luego se sacan, se desinfectan en un caldo anticriptogámico y se colocan en una bolsa de tela húmeda, dejándola en un lugar adecuado hasta la germinación.

Es aconsejable realizar una pregerminación o grillado en melón, sandía, calabacín, pepino, tomate, berenjena y pimiento.



3.3. PREPARACIÓN DEL SUELO PARA LA SIEMBRA

La preparación del suelo dependerá de la clase de siembra a realizar, pudiendo ser ésta directa en el terreno o bien en semilleros.

3.3.1. Siembra directa o de asiento

La planta pasa todo su ciclo de cultivo en el mismo lugar donde se sembró. Por ello conviene proporcionar a las semillas un suelo que cumpla las exigencias de la especie sembrada. Se utiliza en habas, judías, melones, pepinos, zanahorias, rábanos, etc.
El sistema de siembra empleado puede ser a chorrillo para hortalizas de semillas pequeñas, como espinaca, lechuga o zanahoria, y a golpes para siembras de semillas de tamaño grande, como guisantes o judías.
El suelo tiene que tener la humedad necesaria para la siembra. La semilla se colocará a la profundidad que corresponda mediante uno de los sistemas de siembra antes mencionados y se tapará con tierra, realizando un riego posterior.
Si se siembra en suelo enarenado, es necesario dar un riego al suelo unos días antes, para que en el momento de la siembra tenga la humedad adecuada.
Las líneas de siembra, en el caso de cultivo con riego localizado, seguirán las líneas de los goteros.

3.3.2. Siembra en semilleros

Las plántulas jovenes están destinadas a ser repicadas y trasplantadas después de su germinación. Pueden ser trasplantadas para cultivo al aire libre o en invernaderos. Pueden obtenerse plántulas a raíz desnuda o con cepellón, dependiento del sistema utilizado.

Los semilleros pueden ser pequeñas parcelas convenientemente situadas, donde se realizarán las siembras. Tienen que estar bien orientadas, con buena aireación, abrigadas de los vientos dominantes y de fácil atención por parte del horticultor. Estas parcelas pueden estar protegidas o no.

los semilleros se pueden proteger realizando pequeñas contrucciones con láminas de plástico o túneles que resguardarán de la intemperie la parcela sembrada.

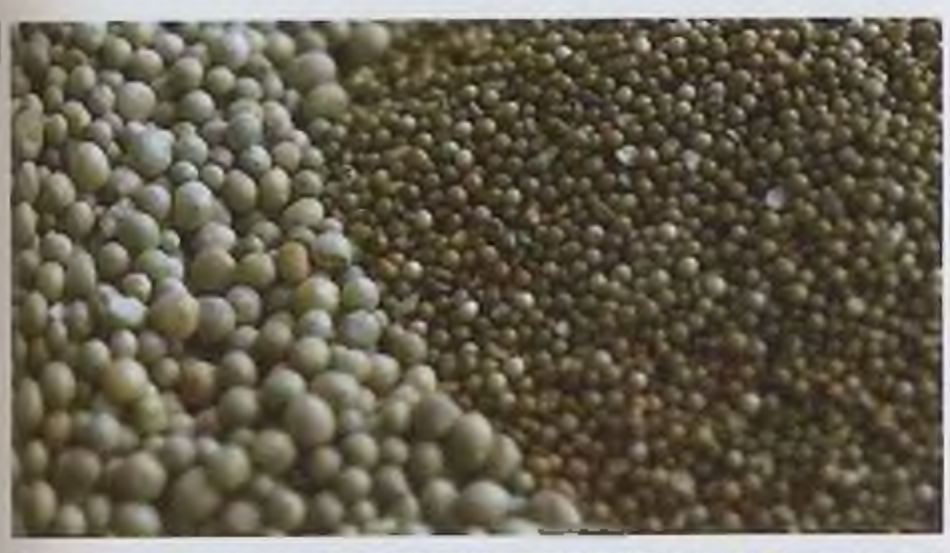
Otro sistema de protección son las cajoneras. Éstas son construcciones rectangulares de obra, de longitud variable (entre 1,30 y 1,50 m de ancho), con la parte delantera más baja que la posterior, lo que permite, al tener la cubierta inclinada y ser de un material transparente, una mayor entrada de rayos del sol y una escorrentía de las aguas de lluvia.

Las cajoneras pueden, además, estar calentadas por energía eléctrica. Esta instalación consta de un cable que se dispone sobre un lecho de arena en el fondo de la cajonera, conectado a la red y a un termostato que se aloja a la altura de las raíces de las plantas.



Plántulas con el cepellón formado listas para ser transplantadas

Es suficiente con que el suelo o substrato tengan cualidades físicas favorables para una buena germinación: ligeros y frescos, pero no en exceso, para que se calienten fácilmente y no opongan una resistencia importante a la salida de la plántula y al desarrollo de las raíces.









1/ Osmocote. Abono mineral de larga duración utilizado en planta joven de hortaliza. Su empleo puede ser mezclado con el substrato o a voleo en cobertura
***2/** La plántula sale de la bandeja con el sistema radicular desarrollado*
***3/** Semilleros una vez germinados*
***4/** Invernadero de producción de planta para planiel*

Sobre él se coloca arena y encima el substrato de cultivo.

La siembra se puede realizar directamente en el interior de la cajonera en el substrato, o bien en recipientes que luego irán colocados en su interior. Estos recipientes pueden ser macetas o bandejas de poliestireno. Las bandejas, a su vez, pueden ser compartimentadas o no.

los semilleros presentan la ventaja de que pueden producir muchas plantas en un espacio reducido, lo que permite proporcionarles el medio y los cuidados adecuados a sus exigencias.

Para sembrar en bandejas, se procederá de la siguiente manera: se rellena el recipiente con el substrato, se riega ligeramente y se siembra colocando una semilla por alveolo en el caso de bandejas compartimentadas, y sembrando a voleo en las que no lo son. Se tapa con un poco de substrato cribado y se aprieta la superficie para que la semilla tome contacto con el substrato. Para terminar, se riega por aspersión y se coloca en condiciones adecuadas de humedad y temperatura.

Con la utilizacion de semilleros con compartimentos o alveolos, o bien con la siembra en macetillas, se consiguen plántulas con cepellón, es decir con



Cuando la semilla germina, da lugar a una raíz y unas hojas. Estas primeras hojas son los cotiledones u hojas seminales, y suelen ser diferentes de las hojas verdaderas, que salen más tarde.
A/ Hojas verdaderas
B/ Hojas seminales o cotiledones
C/ Raíz

una porción de tierra que rodea las raíces. Este método evita los retrasos en el cultivo y los fallos por falta de arraigo y, además, evita la paralización de la planta en el repicado, siendo ésta trasplantada sin roturas en el sistema radicular.
Otro método es repicar las plántulas del semillero a las bandejas de compartimentos. Con ello se consigue un mejor desarollo de las raíces, al no existir competencia en el espacio que ocupan.
En explotaciones muy especializadas, existen cámaras llamadas de germinación, en las que, tras la siembra, estas bandejas se incuban en condiciones ambientales óptimas para su germinación. De allí y tras la germinación, pasarán a umbráculos o invernaderos para completar su ciclo, y podrá realizarse su posterior trasplante al lugar de cultivo definitivo.

3.4. LABORES POSTERIORES A LA GERMINACIÓN

Tras la siembra, se tiene que mantener el suelo suficientemente fresco por medio de riegos ligeros o, en su defecto, cubriéndolo con plásticos o pantallas temporales.

Es necesario tener los semilleros limpios de malas hierbas que en seguida empiezan a molestar. Esto hay que hacerlo pronto, puesto que las plántulas cultivadas son más frágiles y delicadas que las malas hierbas invasoras, y entran en compentencia por el espacio radicular.

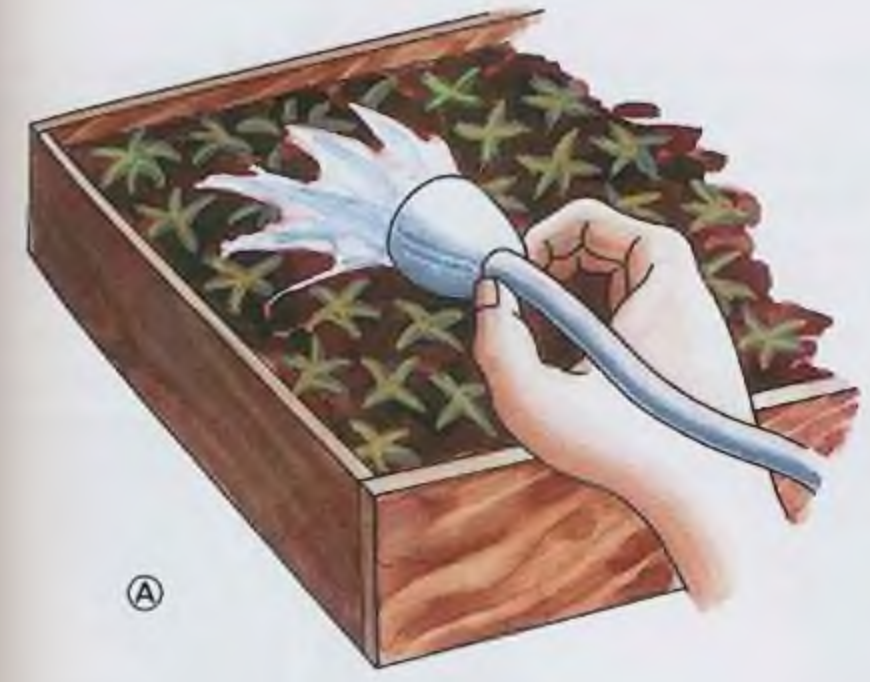
3.4.1. Aclareo

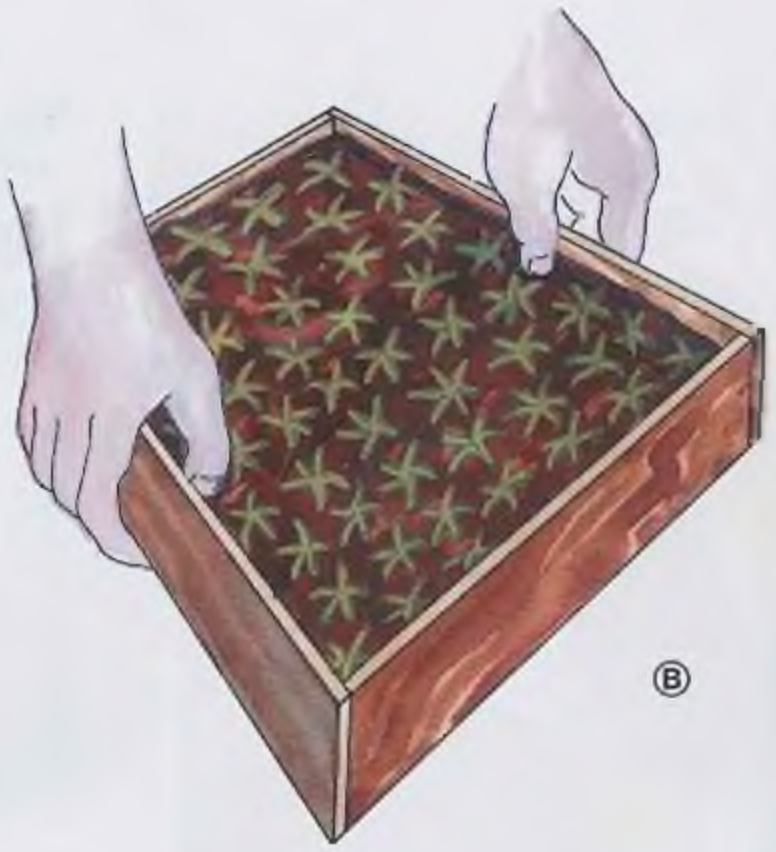
Es una operación más corriente para las siembras en terreno de asiento que para siembras en semilleros. Éstas, normalmente, llegan al repicado sin ser aclaradas.
También recibe el nombre de **entresaque** y consiste en eliminar plántulas una vez germinadas, para evitar competencias de luz, fertilizantes, espacio radicular, etc., y dejar así el número de plantas que se considera como adecuado.
El suelo tiene que estar húmedo y mullido para evitar mover las raíces de las plantas que no son aclaradas.
Conviene realizar esta operación en dos veces para evitar fallos, con una diferencia de 7 días entre una y otra. En el segundo aclareo, se dejarán ya únicamente las plantas necesarias que se vayan a cultivar.



3.4.2. Repicado

Se realiza en plántulas obtenidas en semillero, y consiste en trasplantar provisionalmente las plántulas de semillero, normalmente a bandejas de alveolos o a macetitas. Es, pues, una fase intermedia entre la germinación y el plantado en el lugar definitivo de cultivo.
Este procedimiento permite un desarrollo de la planta mayor y más equilibrado, y favorece el sistema radicular, al no existir competencias de espacio. La posterior plantación de plántulas con cepellón y no a raíz desnuda al suelo definitivo evita un parón en el crecimiento.
Para realizar el repicado, debe ponerse sumo cuidado a la hora de arrancar las plántulas, para no mutilar sus raíces.
Se arrancan con ayuda de una espátula las plántulas con 2 o 3 hojas verdaderas, procurando que las raíces contengan algo de tierra, y se colocan en el nuevo recipiente.


Ⓐ


Ⓑ

Repicado
A/ *Regar la bandeja*
B/ *Golpear la bandeja para que se despegue de las paredes*
C/ *Sacar la plántula con la ayuda de un palito*
D/ *Tirar de ella por las hojas*
E/ *Repicar a la maceta o bien a la bandeja de compartimentos con un riego posterior*


Ⓒ


Ⓓ

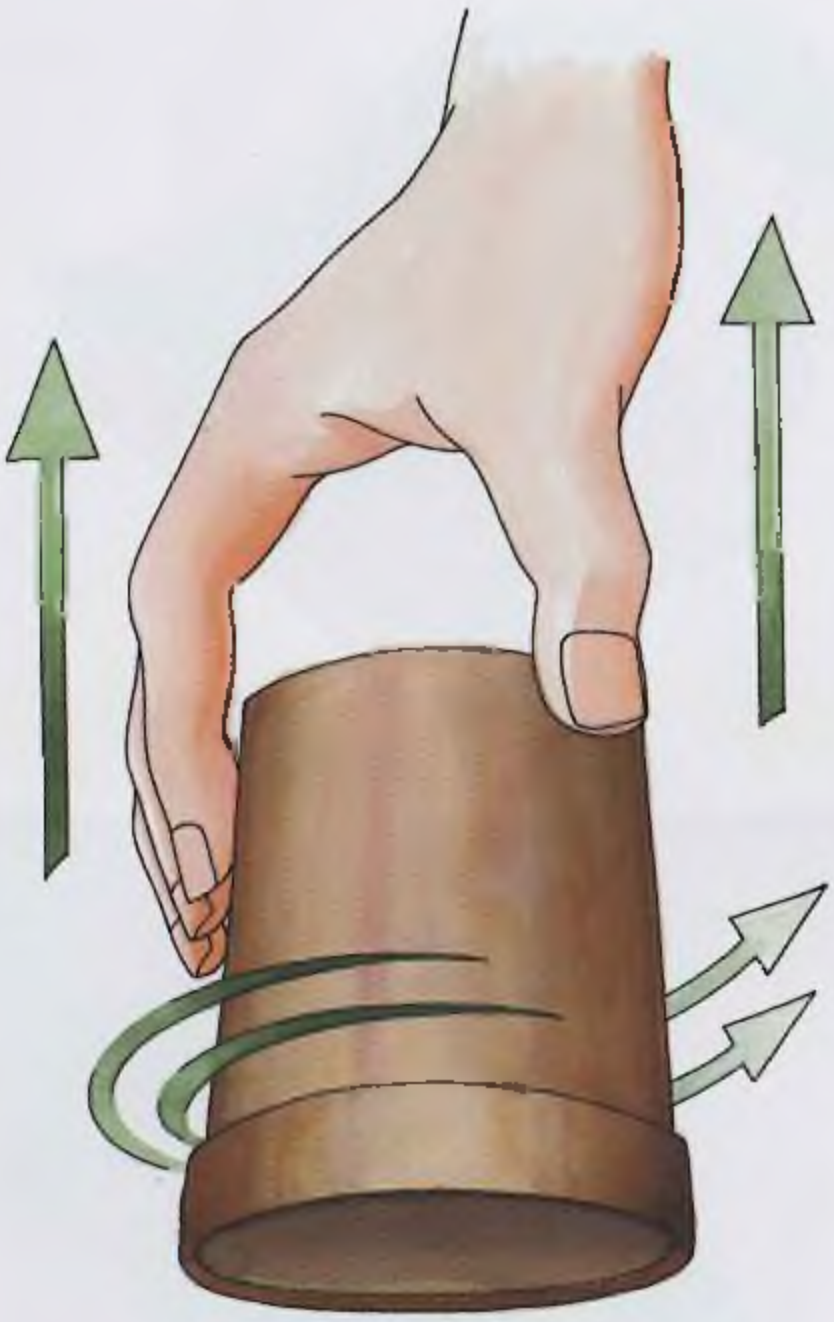

Ⓔ

El repicado se realiza normalmente con plantador. Se hace primero un hoyo en el nuevo recipiente y se colocan las raíces. Después, se pincha el plantador junto a la planta, oblicuamente a ella con objeto de comprimir ligeramente la tierra y adherirla a las raíces.

El nuevo recipiente puede ser una bandeja de compartimentos o macetillas. En los dos casos, el substrato se prepara igual que en el caso de las siembras. Se aconseja que las raíces estén el menor tiempo posible en el aire, para evitar deshidrataciones. Realizado el repicado, se dará un riego abundante y se cuidará exactamente igual que en un semillero.

Transcurrido un tiempo más o menos largo, las plántulas desarrollarán un sistema radicular y un porte suficiente para su trasplante al terreno de asiento.

Método para sacar una planta con cepellón





A la derecha: colocación de la planta en el suelo
A/ *Tierra para cubrir las raíces*
B/ *La profundidad según el tamaño de la raíz*
C/ *El cuello a ras de suelo*
D/ *Las raíces en posición normal, evitando doblarlas*

3.4.3. Trasplante y plantación

El trasplante va unido a la plantación, y juntos conducen a la instalación de las plántulas en el suelo definitivo para su cultivo.
El trasplante consiste en cambiar la plántula de un lugar a otro, y la plantación en colocarla en el suelo de cultivo.
El concepto de plantación es más extenso que la simple colocación de una plántula en el suelo, ya que se pueden plantar otros órganos procedentes de una multiplicación vegetativa.



Antes de extraer las plantas de las bandejas de alveolos o de las macetas para ser plantadas en el suelo, es preciso dar un riego abundante que facilite el arranque de las plantas sin dañar las raíces.
Cuanta más tierra acompañe a las raíces, mejor se conservarán éstas y más fácilmente arraigarán en el suelo.
El mejor momento del día para realizar la plantación es el atardecer, ya que al encontrarse en un medio menos adverso, corren menos peligro de deshidratación las plántulas en las primeras horas que siguen a la plantación.
Es importante la humedad del suelo para la plantación, ya que un buen tempero asegura el enraizamiento rápido.
La plantación en el suelo puede realizarse en terreno llano, aunque algunas especies se cultivan en mesetas o eras y otras en caballones, tanto con cepellón como a raíz desnuda. Algunas plantas se cultivan así porque presentan problemas en contacto directo con el agua. Para su realización práctica, se pueden utilizar azadillas, plantadores o máquinas plantadoras.



Muy vertical



Plantador muy oblicuo



Bien







Si se realiza la plantación en caballón, se clavará la herramienta a media ladera y se introducirá la planta en el hoyo realizado, procurando que todas las plantas queden en la misma línea del caballón.

Las plantas han de ser tratadas con cuidado para no romper las raíces, y se tienen que colocar rectas. Las raíces tienen que estar enterradas por entero, sin que se doblen sobre sí mismas, pero no hay que enterrar el cuello de la planta.

Por último, se comprime la tierra que se había sacado alrededor de las raíces y se realiza un riego final.

En el caso de plantar órganos vegetativos, como bulbos, tubérculos, etc., se realiza primero un surco y se colocarán en él a una distancia determinada. Se taparán con la tierra sacada del surco y se compactará ésta ligeramente. Si la tierra es lo suficientemente esponjosa, en lugar de hacer surcos se pueden utilizar plantadores.

Si la plantación se realiza en un cultivo enarenado, primero se retirará la capa de arena y luego se realizará la plantación, para volver a colocar la arena retirada. Finalmente, se dará un riego.

La plantación automatizada se utiliza normalmente en cultivos hortícolas extensivos, ya que reducen considerablemente los gastos de mano de obra.

Plantación correcta

Plantadora mecánica.



Poco enterrada



Muy enterrada



Bien

4. PREPARACIÓN DEL SUELO

La preparación del suelo tiene como objetivo principal crear las mejores condiciones para la vida de la planta desde el momento de la siembra hasta la finalización de su ciclo de producción.
La buena preparación del suelo es la primera condición que se necesita para obtener producciones aceptables.
Cuando mejor se prepare un suelo, más fácilmente se desarrollará una planta en él. Las labores apropiadas y bien realizadas pueden modificar de forma positiva las características del suelo, aumentando su volumen, su fertilidad y su permeabilidad, tanto al agua como al aire. Un perfecto desterronado facilita la penetración y desarrollo de las raíces. Los suelos esponjosos bien trabajados dan al terreno la aireación suficiente, permitiendo la circulación del agua, lo que hace que la acción del riego y abonado sea mucho más eficaz.

Las labores pueden dividirse en profundas, ordinarias y superficiales.

• **Labores profundas.** Se realizan alcanzando profundidades de hasta 30 cm. Son beneficiosas sobre todo en terrenos compactos, ya que facilitan el drenaje. Al aumentar la profundidad del suelo trabajado, aumenta el espacio disponible para la exploración de las raíces.
Estas labores se realizan con subsoladores en el caso que no se desee voltear el suelo, o bien con vertedera si ésa es la intención.

• **Labores ordinarias.** Son las realizadas entre dos cultivos consecutivos para incorporar abono al suelo y asegurar el perfecto estado del terreno. Su profundidad suele alcanzar los 15-20 cm.

• **Labores superficiales.** Son las realizadas en una capa de 10-15 cm, con arados de disco o cultivadores. Su función es romper la costra superficial y destruir las malas hierbas.

Por lo general, las labores preparatorias del terreno deben realizarse como mínimo 15-25 días antes de la siembra o plantación.
Para su realización, se aconseja que el suelo tenga unas condiciones óptimas de humedad. Si la humedad es excesiva, dificulta las labores y el suelo queda apelmazado, y si está muy seco, su estructura se deshace en terrones gruesos y en polvo.

De una forma general, la preparación de un terreno para cultivo pasa por las siguientes labores:

• Incorporación de materia orgánica al suelo, siempre que sea necesario estercolar.
• Realización de una labor de vertedera, disco o arada, en una profundidad de 30 cm.
• Desinfección del suelo si es necesario.
• Una vez transcurrido el tiempo recomendado por el fabricante del desinfectante, realización de otra labor igual a la anterior, para airear el suelo.
• Incorporación del abono mineral de fondo.
• Realización de una labor superficial con una fresadora o cultivador para dejar el suelo sin terrones y nivelado.
• Preparación del suelo para la plantación o siembra, dependiendo de las características del cultivo a realizar. Para ello se crearán eras, surcos o banquetas.

4.1. DESFONDE Y DESINFECCIÓN

La labor de desfonde debe realizarse cuando se pone por primera vez en cultivo un terreno. También se realiza cada 4-5 años en las fincas que están permanentemente cultivadas. Con ello se consigue romper la suela de labor que se forma en los suelos que se laborean siempre a la misma profundidad.
El desfonde es una labor considerada de profundidad, llegando a superar los 40 cm. Su finalidad es romper las capas profundas del suelo para facilitar el drenaje del agua.
Con esta operación, se consigue un suelo más esponjoso que permite un mayor desarrollo radicular y un mayor acumulo de agua. Se consigue también un suelo más saneado, ya que aumentan la aireación y la vida microbiana que favorecen la formación de los elementos nutritivos solubles.
El desfonde se realiza con un arado volteando la tierra y, a veces, mezclándola, siempre que el subsuelo sea de mejor calidad que el suelo. Si el subsuelo es de peor calidad, se utilizará el subsolador que remueve pero que no voltea ni mezcla la tierra.
La operación de desinfección del suelo se realiza para evitar los problemas que produce una acumulación excesiva de parásitos, que hacen peligrar la vida del cultivo y, por lo tanto, la producción.
Los principales parásitos que pueden acumularse en el suelo son insectos, nematodos, hongos, bacterias y virus.

Para eliminar del suelo estos enemigos de los cultivos, se pueden emplear diversas técnicas:

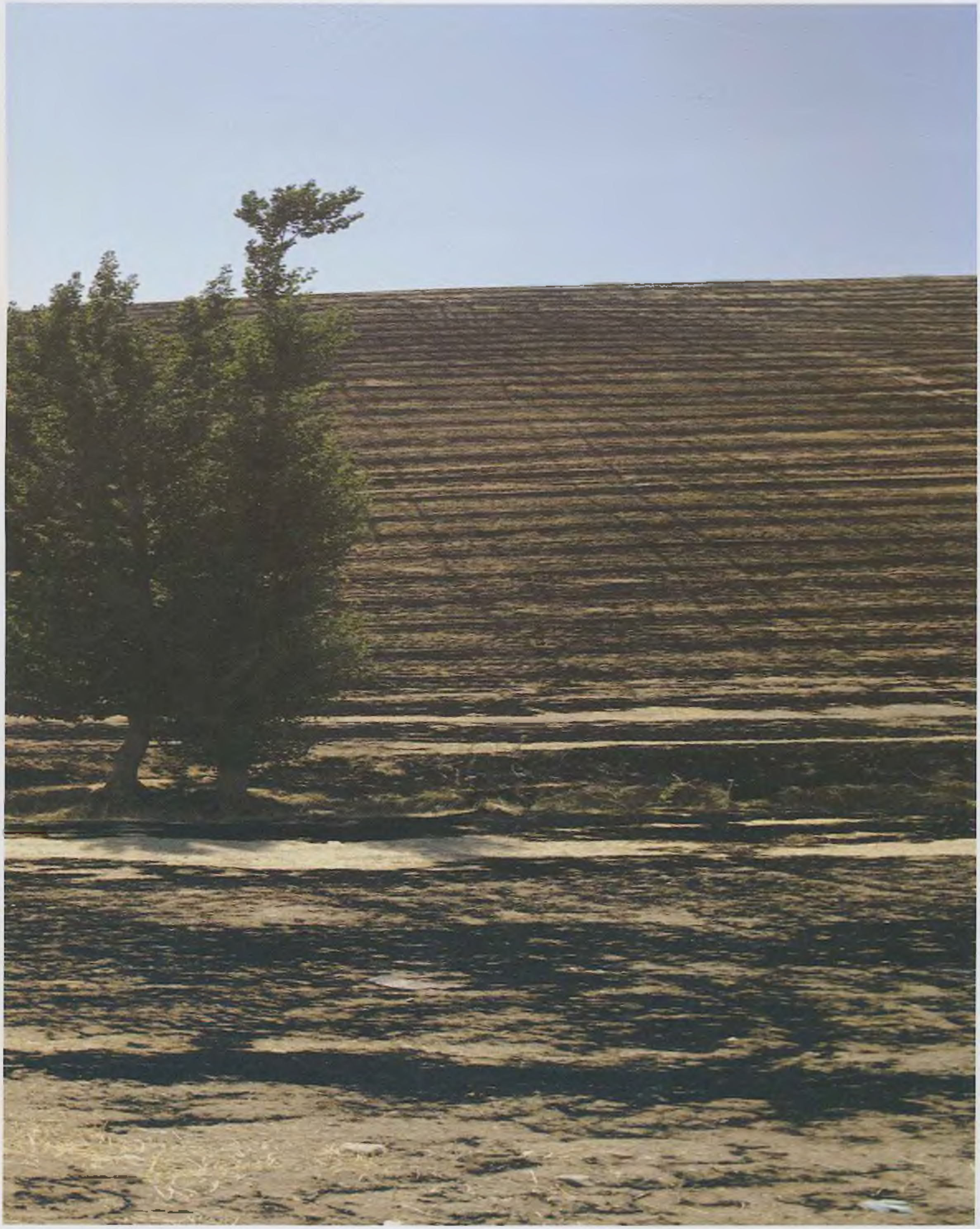
• **Una actuación indirecta** con prácticas culturales adecuadas, como por ejemplo la utilización de variedades resistentes, el descanso del suelo, una rotación racional de los cultivos y el uso de semillas, bulbos y tubérculos desinfectados y con garantías fitosanitarias.

• **Una actuación directa** con la aplicación de métodos físicos y químicos. Las técnicas meramente físicas se basan en el poder esterilizante del calor aplicado de diversas formas, como el vapor de agua. Los productos químicos más utilizados para la desinfección del suelo son el bromuro de metilo, cloropicrina, dazomet y metam-sodio, todos ellos con una buena acción biocida.

4.2. GRADEO Y RASTRILLADO

Esta operación se lleva a cabo para nivelar y dejar el suelo limpio de terrones antes de la siembra o plantación. En un cultivo ya establecido, rompe la costra superficial y arranca las malas hierbas, dejando el suelo limpio de éstas.
Esta labor se realiza con distintos tipos de gradas, motocultores pequeños, rastrillos o rastrillos-escarificadores.
El rastrillado se emplea también después de la siembra para tapar semillas de tamaño medio.









Cultivador. Rompe la costra superficial para facilitar la penetración del agua de riego.

4.3. APISONADO

Con esta labor se destruyen los terrones que la grada o el rastrillo no pudieron romper. Asegura, además, una buena homogeneidad del suelo y un mayor contacto de éste con las semillas después de realizada la siembra.
El contacto del suelo con la semilla le da a ésta la humedad suficiente para iniciar el proceso de germinación. Un buen apisonado evita la formación de bolsas de aire alrededor de las semillas, aumenta la superficie de contacto, adquiriendo antes la humedad necesaria para la germinación, siendo esta última mucho más pronta, regular y uniforme.
La labor se realiza con palas de apisonar o rulos de hierro movidos a mano para superficies pequeñas, y con rulos más grandes de cemento y metal impulsados por tractor para superficies mayores.

4.4. ESCARDA

Con la humedad y la buena preparación del suelo, no sólo se favorece el desarrollo del cultivo, sino también el de las semillas de malas hierbas existentes.
Estas plantas no deseadas acarrean daños directos a los cultivos, porque compiten por el espacio, por la luz, por los elementos nutritivos y por el agua. Algunas son portadoras incluso de parásitos.
Otro daño directo es la disminución de la producción, con un empeoramiento de la calidad del producto.
Las malas hierbas se multiplican y crecen rápidamente, suelen ser más vigorosas que el cultivo y entran en competencia con él, pudiendo llegar a asfixiarlo.
La operación de escarda tiene como objetivo eliminar las malas hierbas que se desarrollan en el cultivo. Para realizarla, se dispone de medios culturales y químicos.
Entre los métodos culturales están la escarda manual con ayuda de herramientas adecuadas, el pase de grada o el pase de cultivador. Para controlar las malas hierbas son aconsejable rotaciones que alternen labores profundas y superficiales del terreno, además de la exposición del suelo al sol, lo cual facilita la desecación de las malas hierbas arrancadas, provocando más rápidamente su muerte. Por la misma razón, se aconseja realizar las escardas en días calurosos, ya que aumenta su eficacia.
Muchas veces, se combina la escarda con las labores de cava o aporcado. La escarda no es sólo una labor preparatoria del terreno, sino que debe realizarse durante todo el ciclo del cultivo.
También se pueden utilizar escardas químicas. Éstas se aplican normalmente entre dos cultivos consecutivos, pero existe el problema del alto grado de solapamiento entre los cultivos hortícolas.

Los herbicidas utilizados se pueden dividir en selectivos o totales:

- **Herbicida selectivo**. Sólo son tóxicos para algunas plantas, es decir que realizan una selección a la hora de eliminar la planta. Las plantas eliminadas son las llamadas plantas de hoja ancha, mientras que se respetan las llamadas plantas de hoja estrecha.

- **Herbicida total.** Eliminan todo tipo de planta.

La aplicación debe realizarse según el tipo de producto químico utilizado:

- Productos de presiembra: utilizados antes de la siembra
- Productos de pre-emergencia: utilizados antes de la germinación del cultivo
- Productos de post-emergencia: utilizados después de la germinación o cuando el cultivo ya esta establecido

Se clasifican también según su mecanismo de acción, diferenciándose entre sistémicos, cuando eliminan toda la planta incluyendo la raíz, o de contacto cuando eliminan sólo la parte expuesta.
Para la utilización de cualquiera de los productos herbicidas, deben seguirse fielmente las indicaciones establecidas por el fabricante.
Una forma indirecta de controlar la aparición de malas hierbas en los cultivos es la utilización de semillas, bulbos o tubérculos certificados, además de crear las condiciones favorables para el desarrollo de éstos, de forma que, desde el inicio del cultivo, se encuentren en condiciones de prevalecer ante la aparición de competencia.



1



2



3



4



5



6



7



8

Injerto de aproximación
1/ Corte lateral en la planta patrón.
2/ Corte en la púa.
3/ Unión de ambas.
4/ Atadura con una pinza para injertos.

Injerto de púa
5/ Corte en la púa.
6/ Corte vertical en la planta patrón.
7/ Unión de ambas.
8/ Atadura con una pinza para injertos.

5. CUIDADOS CULTURALES

Durante todo el ciclo de producción, las plantas necesitan una serie de cuidados y atenciones culturales específicas que no son comunes a todas las especies, sino que dependen de las características especiales de cada cultivo.

Varían los cuidados culturales de unas especies a otras, pero todos tienen el mismo fin: conseguir el máximo desarrollo y producción de la planta. Algunas de estas operaciones culturales son esenciales si se quiere obtener producciones al menos aceptables de los cultivos.

5.1. DESPUNTADO O PINZAMIENTO

El despuntado consiste en eliminar el ápice de crecimiento, es decir los terminales de los tallos principales de las plantas, con el fin de impedir su crecimiento vertical y favorecer el desarrollo de ramas laterales o la formación del fruto.

Es el caso del cultivo del tomate, melón y berenjena.

El pinzado, o pinzamiento, es una operación destinada a eliminar tallos secundarios, ramas, hojas, etc., con la intención de dar una forma determinada a la planta.

El pinzado se realiza en el cultivo del tomate, melón, berenjena y pepino.

Tanto el despuntado como el pinzado pueden favorecer la multiplicación de la virosis en el cultivo si no se toman las precauciones necesarias.

Debe desinfectarse la herramienta una vez se ha despuntado una planta y antes de despuntar la siguiente. Esto se puede hacer si se trabaja con dos herramientas. Mientras con una se despunta, la otra permanece sumergida en líquido desinfectante.

A la operación de eliminar hojas de la planta se le llama **deshojado,** y tiene como finalidad librar a la planta de las hojas muertas, viejas o en mal estado. Se le llama también deshojado a la extracción de hojas en plantas con un gran número de ellas, aunque estén sanas.

Las plantas muy exuberantes crean un ambiente excesivamente húmedo, ideal para el desarrollo de enfermedades producidas por hongos. Con el deshojado se favorece la aireación y el descenso de la humedad. Otra razón de eliminar hojas en este tipo de plantas es que impiden que la luz llegue a los frutos, que tardan en madurar o lo hacen de una forma poco uniforme.

La operación de deshojado debe realizarse en las horas de menos calor, para que la pérdida de masa verde no afecte de una forma grave a la planta.

El deshojado tampoco tiene que ser excesivo ya que, en algunos casos, puede provocar desequilibrios vegetativos que afecten a la producción o la calidad del producto y, en otros, puede provocar quemaduras de las partes hasta ahora protegidas del sol.

El aclareo de frutos puede ser incluido en este grupo de operaciones culturales. Se realiza para eliminar frutos defectuosos sin valor comercial, o con el fin de mejorar la calidad del fruto, dando más vigor a la planta.

5.2. ENTUTORADO, GUIADO Y ATADO

Algunas especies hortícolas tienen tendencia a trepar y necesitan soportes para hacerlo. Esta característica es utilizada por el agricultor para conseguir un más adecuado desarrollo de la planta, lo que se traduce en un aumento de la producción del cultivo.
Otras ventajas que presenta este tipo de cultivo es la mayor ventilación e iluminación de la planta, por lo que la floración y el cuajado del fruto son mayores. Al recibir el fruto más calor, se consigue también adelantar la recolección.
Los frutos son más sanos, ya que se evita el contacto con el suelo y se facilita la realización de los cuidados culturales como escardas, podas, etc.
Debido al crecimiento vertical, se aprovecha mejor el suelo, por lo que la producción por unidad de superficie aumenta considerablemente.

Se utilizan varios sistemas de soporte:

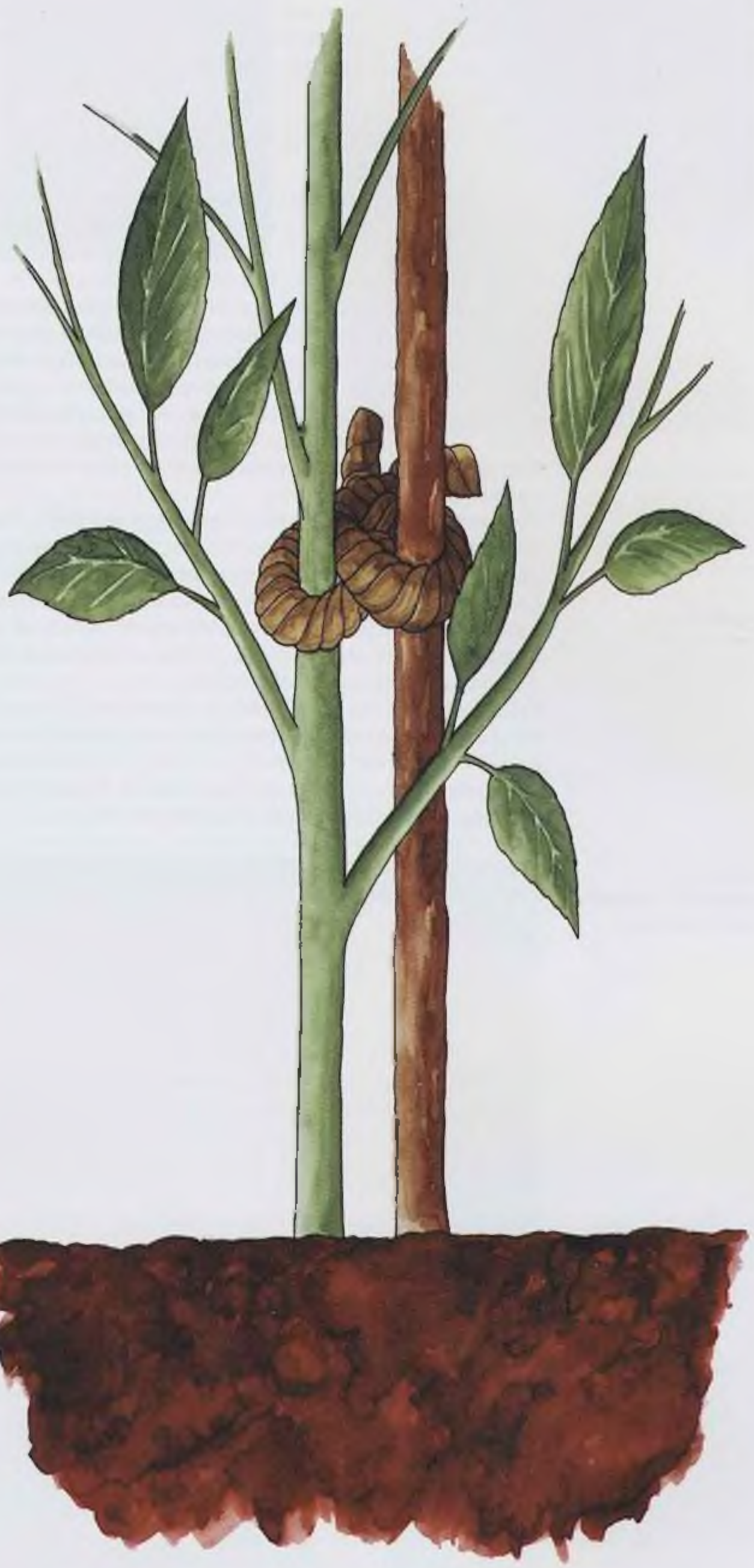
- **Tutores.** Suelen ser guías de madera, caña o plástico que tienen una posición vertical y están clavadas o sujetas al suelo junto a la planta.

- **Espalderas.** Las forman varios tutores unidos entre sí.

Los cultivos que necesitan tutor son el tomate, el pimiento, el pepino, el melón y la berenjena.
Cuando se cultiva sobre tutores, es necesario, en los inicios del cultivo, dirigir el crecimiento de las plantas en torno al tutor. Esta operación se llama **guiado.**
El atado es la operación por medio de la cual se sujeta el tallo al tutor o a la espaldera. Los materiales utilizados para esta unión son la rafia, la cuerda o el plástico.
El plástico sujeta firmemente el tallo sin estrangularlo, ya que su elasticidad permite ceder cuando el desarrollo de la planta lo precisa.
También se denomina **atado** a la práctica de sujetar las hojas al tallo principal. Esta operación de atado tiene la finalidad de blanquear el cultivo, como sucede en el caso de la lechuga o la escarola.

5.3. PODAS Y CASTRADO

La poda es una operación mediante la cual se eliminan ramas rotas, muertas, enfermas o superfluas, con el fin de sanear la planta y ahorrar elementos nutritivos que pasarán a aumentar la producción y la calidad del fruto.
La primera poda recibe el nombre de **formación,** y con ella se intenta dirigir el futuro desarrollo de la planta. Otras podas también frecuentes son la de floración, **fructificación** y **rejuvenecimiento**.
Existen algunas hortalizas que pueden desarrollar el fruto sin que sea necesaria la polinización de sus flores femeninas. Estos frutos son llamados **partenocárpicos.** Los encontramos en el pepino y la calabaza.
Cuando las flores masculinas dejan escapar su polen, éste se disemina y se produce la polinización de las flores femeninas. La fecundación no es uniforme, por lo que se produce un desarrollo desigual o deforme de los frutos. Para evitar esta característica, se eliminan las flores masculinas. A esta operación se le denomina **castrado.**
Para asegurar el desarrollo de frutos partenocárpicos y evitar la polinización, la operación de castrado de-



La atadura debe mantener el tallo sin que toque el tutor, para evitar que se dañe por el roce entre ambos.

be realizarse cada 2 días desde el inicio de la floración hasta que ésta acabe.
Existen ya en el mercado especies híbridas que sólo desarrollan flores femeninas, con lo que la operación de castrado se hace innecesaria.

5.4. APORCADO Y BLANQUEO

El aporcado consiste en amontonar tierra en el cuello o base de la planta con fines diversos según el cultivo en cuestión.
En general, el aporcado favorece el desarrollo de tubérculos como la patata o el boniato, y de raíces adventicias (como en el calabacín, pimiento y tomate) que contribuyen a la estabilidad mecánica de la planta y aumentan la absorción de agua.
Sirve, además, como soporte a la base de plantas como el maíz, judías o guisantes, y protege el cuello de las plantas contra los efectos de las heladas en el caso del repollo o coliflor.
Permite también blanquear hortalizas, es decir obtener plantas con el cuello o los peciolos de las hojas de color blanco, como en el puerro, apio o cardo.
La operación de blanqueo se realiza para evitar la formación de clorofila en determinados órganos comestibles, que resultan así de color blanquecino, con mayor ternura y mejor sabor.
Es una operación que se puede llevar a cabo no sólo mediante el aporcado sino que, dependiendo del cultivo, se puede conseguir por atado de las hojas al tallo principal o con la colocación de manguitos de plástico negro que impidan la entrada de luz.

Colores de polietileno utilizados en acolchados y sus características

Concepto	Color		
	Transparente	Gris humo	Negro opaco
Transmisión de radiaciones	80%	35%	0%
Absorción de calor	Baja	Media	Alta
Posibilidad de evitar heladas	Alguna	Poca	Ninguna
Precocidad de la cosecha	Alta	Media	Baja
Rendimiento de la cosecha	Medio	Medio	Alto
Malas hierbas	Abundantes	Escasas	Nulas
Duración del plástico	Menor	Media	Mayor

Plásticos de polietileno utilizados como acolchado

	PE transparente	PE negro opaco	PE gris humo
Duración	En cultivos estacionales	En cultivos de 1 a 3 años	En cultivos estacionales y en cultivos de 2 años
Malas hierbas	En terrenos limpios de malas hierbas tratados con herbicidas	En terrenos infestados de malas hierbas	En terrenos no muy infestados de malas hierbas
Temperatura	En zonas frías con riesgo de heladas	En zonas cálidas sin riesgo de heladas	En zonas frías y cálidas
Objetivo	Cuando se busque la precocidad del cultivo antes que el aumento de rendimiento	Cuando se busque el aumento de rendimiento antes que la precocidad del cultivo	Cuando se busque aumentar el rendimiento y la precocidad del cultivo
Inconvenientes	Problemas con las malas hierbas que crecen debajo del plástico, ya que crecen con rapidez y pueden levantar la lámina	Puede ocasionar quemaduras a las plantas que estén en contacto con la lámina	

5.5. EMPAJADO O ACOLCHADO

En algunos casos, es conveniente proteger el suelo mediante algún sistema de recubrimiento. Esta labor cultural recibe el nombre de **mulching** o **acolchado**, y el material de recubrimiento puede ser variado, de origen vegetal o bien de plástico.
El empajado consiste en cubrir la superficie del suelo con una capa de paja, hojas secas o turba, es decir materiales de origen vegetal. Esta cobertura tiene que ser uniforme y conviene realizarla en las épocas de temperaturas bajas. Su grosor puede oscilar entre los 6 y 8 cm.

Las finalidades que persigue el empajado son varias:

- Evitar el desarrollo de malas hierbas, por lo que se reducen las labores de escarda.
- Conservar el suelo mullido y esponjoso y, por tanto, favorecer la absorción rápida del agua de lluvia y la circulación del aire.
- Reducir la evaporación del agua y conservar las reservas de humedad durante más tiempo.
- Amortiguar las oscilaciones de temperatura en el suelo, por lo que se protege a las raíces.
- Incorporar materia orgánica para los cultivos posteriores.
- Evitar las labores de hina y aporcado.

En general, suelen empajarse los cultivos con un ciclo de vida vegatativa largo, como es el caso del tomate, el pimiento, la berenjena, el calabacín, el pepino y el melón.
En relación con el acolchado de plástico, cabe decir que consiste en la colocación de una lámina de plástico de polietileno (PE) o de cloruro de polivinilo (PVC) sobre la superficie del cultivo.







1/ Binadora rodante aplicada para remolachas.
2/ Binadora rodante de 2 filas aplicada en patatas como aporcadora.
3/ Binadora de remolacha con 6 filas para plantas pequeñas.

Existen tres clases de plástico aptos para hacer acolchados: el transparente, el gris humo y el negro. Cada uno de ellos presenta una serie de características específicas.

La técnica del acolchado con plástico presenta una serie de ventajas:

- **Mayor precocidad en la recolección.** El plástico aumenta la temperatura del suelo. Esta temperatura se mantiene aun durante la noche, con lo cual aumenta la actividad de absorción de las raíces.
- **Protege el sistema radicular** contra las bajas temperaturas.
- **Evita las labores de escarda, bina y aporcado**, por lo que el suelo conserva su estructura, sin formarse la costra superficial que dificulta la entrada del agua.
- **Ahorro del agua del suelo**. Disminuye la evaporación de la humedad del suelo, siendo ésta mucho más uniforme.
- **Mejor aprovechamiento de los abonos**. Éstos no son arrastrados a capas más bajas por el agua de riego.

El acolchado con plástico está muy extendido en el cultivo del tomate, berenjena, pimiento, calabacín, pepino, fresón, melón, sandía, lechuga, escarola, acelga y apio.

5.6. LABOREO

Las labores que se realizan durante el desarrollo del cultivo reciben el nombre de **labores culturales.** En este grupo encontramos el pase de grada, el escarificado, el pase de cultivador, etc.

Los pases de grada también se incluyen en las labores preparatorias del terreno. Se utilizan para refinar el suelo antes de la siembra y para enterrar semillas de mediano tamaño después de realizada.
También se utilizan para romper la costra superficial del suelo, la cual genera un obstáculo a la nacencia de las plántulas y para el intercambio gaseoso entre el terreno y el aire.
Los pases de escarificador son muy similares a los anteriores, pero más enérgicos. Consisten en incidir en el suelo hasta 10 cm de profundidad para romper la costra superficial y abrirlo al paso del agua y del aire. También se realizan para incorporar abono al terreno.
Las labores de binado, o bina, son típicamente culturales. Tienen como objetivo conservar la humedad en el terreno.
Consiste en un labor muy ligera que rompe la costra superficial formada después de un riego, creando un horizonte de tierra perfectamente desmenuzado que impide el ascenso capilar del agua y protege el suelo de la evaporación. La operación debe realizarse con cuidado, pues si dejamos en el suelo terrones grandes, la acción realizada perderá toda su eficacia.
Se realiza después de cada riego, desde que se inicia el cultivo hasta que la vegetación cubre el suelo.
Se utiliza para ello el cultivador, el rastrillo de púas o cualquier otra herramienta manual.
El efecto beneficioso del pase del cultivador se atribuye al hecho que provoca una aireación del suelo, con una intensificación de la vida microbiana y, por lo tanto, una más rápida mineralización de la materia orgánica, así como un incremento de la absorción de nitratos.



Máquina de binar remolachas de 6 filas con conducción manual como equipo adicional.

Se realiza también un trabajo óptimo cuando la planta de patata tiene ya un cierto tamaño. Las malas hierbas serán arrancadas y secadas a la superficie





La binadora de maíz puede utilizarse en el cultivo del girasol gracias a que sus grandes dientes permiten pasillos más anchos.

6. FERTILIZACIÓN

Los abonos o fertilizantes se utilizan para incorporar al terreno los elementos nutritivos que necesitan las plantas y que el suelo no puede suministrar, bien porque no dispone de ellos, bien porque no están en forma asimilable.
Los fertilizantes, cuando son de tipo orgánico, también se incorporan al terreno para mejorar su estructura, textura y demás propiedades físicas.
El cultivo hortícola presenta una gran exigencia en elementos nutritivos, no sólo en relación a las cantidades que necesita, sino también al equilibrio que debe existir entre ellas.
De todos los elementos nutritivos existentes en la naturaleza, sólo unos cuantos son utilizados por las plantas. Es importante, pues, conocer cómo actúan los principales elementos nutritivos.

Substrato para horticultura.



• Nitrógeno:
Actúa sobre el desarrollo de la planta y en la cantidad de clorofila que ésta sintetiza.
Una falta de nitrógeno se traduce en un debilitamiento general de la planta y un bajón en el rendimiento y la producción. También palidecen las hojas por la disminución de la clorofila.
Un exceso de nitrógeno provoca un gran desarrollo de la planta y, con él, una serie de problemas como el retraso en la maduración y una mayor sensibilidad a enfermedades y cambios de temperatura y humedad.

• Fósforo:
Es utilizado por la planta durante todo su ciclo vital. Se hace extremadamente importante en el momento de la floración y durante la formación del fruto. Favorece también el desarrollo del sistema radicular y adelanta la floración, así como la precocidad de las cosechas.

Existen muy diversas mezclas de substratos realizadas ya por los proveedores.

• Potasio:
En la planta forma parte de los tejidos, sobre todo de aquéllos destinados al crecimiento. Interviene también en la síntesis de clorofila.
En general, aumenta la resistencia de la planta a la falta de agua, ya que disminuye la transpiración. También aumenta la resistencia de la planta a bajas temperaturas, ya que aumenta la concentración de sales, es decir de elementos minerales, en su interior.

• Calcio:
Favorece, en general, el crecimiento de la planta. Actúa sobre la formación y maduración de los frutos.

• Azufre:
Interviene, junto con el nitrógeno y el fósforo, en la formación de las proteínas. Favorece también el equilibrio en la vida microbiana del suelo.

• Magnesio:
Interviene en la formación de la clorofila, pigmento encargado de la fotosíntesis, y ayuda a la absorción de fósforo.

• Microelementos:
A diferencia de los anteriormente mencionados, estos elementos minerales son necesarios en muy pequeña cantidad, pero no por ello dejan de ser importantes, ya que su carencia ocasiona serios problemas a la planta, pudiendo provocar incluso su muerte. En este grupo encontramos el hierro, el manganeso, el boro, el cinc, el cobre y el molibdeno.

Es difícil elaborar una pauta general de abonado, debido a que los nutrientes no son necesitados por la planta de igual forma durante todo su ciclo de vida.
El éxito de un buen abonado no depende sólo de la cantidad de fertilizante incorporado al suelo, sino también de la aplicación en el momento en que la planta lo necesita.
En líneas generales, se puede decir que el nitrógeno debe incorporarse al suelo poco antes del inicio de



crecimiento principal, y también en pequeñas dosis durante toda la duración del cultivo.
El fósforo y el potasio son necesarios en el desarrollo inicial de la planta y a lo largo de toda su vida como abonado de cobertura.

Kg/ha	N	P_2O_5	K_2O
Apio	200	150	500
Coliflor	200	80	250
Cebolla	90	40	120
Lechuga	80	40	200
Melón	90	40	200
Patata	175	60	300
Pepino	150	80	300
Pimiento	200	60	300
Tomate	250	90	400
Zanahoria	150	90	400

Extracciones aproximadas de algunos cultivos hortícolas

Otros factores que tienen que tenerse en cuenta, para que el abonado dé buenos resultados, son:

- El abonado de nitrógeno, fósforo y potasio tiene que ser equilibrado.
- El momento de aplicación no sólo depende del cultivo, sino también del estado del suelo.
- El suelo tiene que estar bien aireado, bien drenado, y tener una buena estructura y retención de agua.
- La utilización de variedades productivas, que deben adaptarse a la zona de cultivo.
- El control de las malas hierbas, además de las plagas y enfermedades que puedan atacar a los cultivos.
- Rotaciones adecuadas de los cultivos.

Con la finalidad de abonar un determinado cultivo, existen fórmulas equilibradas orientativas para diferentes plantas hortícolas. Así, si se aconseja abonar los cultivos aprovechables por sus hojas con un abono equilibrado como 1-1-1, significa que deberemos escoger un abono que tenga las mismas cantidades de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O). De forma análoga, para una terna de 1-1, 5-2, deberíamos escoger un formulado con una parte de N, una y media de P_2O_5 y dos de K_2O. Ofrecemos al lector los siguientes equilibrios nutricionales para cada tipo de planta hortícola.

- Cultivos hortícolas aprovechables por sus hojas: 1-1-1
- Cultivos hortícolas aprovechables por sus tubérculos: 1-1-1
- Cultivos hortícolas aprovechables por sus bulbos: 1-1,5-2
- Cultivos hortícolas aprovechables por sus frutos: 1-2-2

Para determinar los elementos nutritivos a aportar al suelo en un cultivo, disponemos de varios métodos de análisis:

- Observación del propio cultivo. Es un método subjetivo que necesita de una gran experiencia previa.
- Análisis del suelo.
- Determinación de las extracciones de elementos minerales realizadas por el cultivo en años anteriores.

6.1. TÉCNICAS DE ABONADO

La técnica de fertilización a seguir en cultivos hortícolas consiste en un abonado de fondo antes de la siembra o plantación, junto con las labores de preparación del terreno, en el que se incorporará al suelo materia orgánica y abono mineral a base de nitrógeno, fósforo y potasio.
Es importante un aporte abundante de materia orgánica. Con él se pretende conseguir una buena estructura del suelo, y además mantenerla el máximo tiempo posible. Se aconsejan entre 2 y 5 Kg de materia orgánica por metro cuadrado dependiendo de la riqueza del propio suelo.
También se realizarán varios abonados de cobertura durante todo el ciclo de la planta, con abono mineral, dependiendo de las exigencias del cultivo en cuestión.
Es importante que los abonos estén colocados a una profundidad correcta para que sean fácilmente asimilados por las raíces. Éstas se desarrollan más y mejor allí donde encuentran humedad y nutrientes.
Los abonos no deben ser colocados superficialmente, ya que con ello se provoca un desarrollo superficial de las raíces, lo que aumenta la sensibilidad a la falta de agua.
Hay que distinguir entre dos tipos de abonados: el de fondo y el de cobertura. El primero tiene como finalidad colocar el suelo a un nivel óptimo de fertilidad antes de iniciar el cultivo, y el segundo pretende cubrir las necesidades nutritivas de la planta a lo largo de todo su ciclo productivo.

6.1.1. Abonado de fondo

Se efectuará antes de la plantación o siembra del cultivo.



Composición de algunos abonos orgánicos

	% Nitrógeno	% P_2O_5	% K_2O	% Materia orgánica	Reacción
Gallinaza	1,1-4	0,5-3	0,5-2	50-75	Básica
Estiércol vacuno	0,5-0,7	0,2-0,3	0,5-0,6	30	Ácida
Estiércol de oveja	1-2	0,7-1	1-2,5	60	Ácida
Estiércol de caballo	0,6-1	0,2-0,7	0,6-0,8	30	Ácida
Estiércol de cabra	2,7	1,7	2,8	60	Ácida
Estiércol de conejo	2	1,3	1,2	50	
Sangre desecada	13	1,5	1	80	Ácida
Harina de semilla de algodón	6,5	3	1,5	80	Ácida
Compost de lombriz	2-3	2-3	2-3	50	
Paja de alfalfa	1,5	0,3	1,5	82	
Paja de cereales	0,6	0,2	1,1	80	
Residuos de lana	0,8	1,2	—	—	

La distribución se realizará de forma uniforme sobre toda la superficie del suelo, a mano o a máquina. Para ello se utilizan abonadoras de distribución por gravedad si el abono no es granulado, o bien abonadoras centrífugas para abonos granulados.
Una vez distribuido el abono, debe ser incorporado al terreno. Para ello se realizará una labor cuya profundidad dependerá del cultivo a realizar.
El abonado de fondo se incorpora en las labores preparatorias del terreno. Es el sistema usual para el aporte de abonos orgánicos, fertilizantes fosforados y potásicos, así como de los nitrógenos en forma ureica o amoniacal.

6.1.2. Abonado de cobertura

El abonado de cobertura consiste en la aplicación de cantidades pequeñas de fertilizantes en determinadas etapas del ciclo de producción del cultivo.
Se basa en el principio de anticipación de las necesidades a cubrir, es decir prever el consumo que va a realizar la planta, de manera que se mantenga en el suelo un nivel constante de fertilidad.
La colocación del abono, una vez está ya establecido el cultivo, puede hacerse en franjas paralelas a las hileras del cultivo, o bien a golpes entre planta y planta, y siempre a cierta distancia de la misma, de modo que el abono no provoque quemaduras pero sí sea accesible por las raíces.
La incorporación al suelo del abonado en franjas se realiza primero con un pase de arado de vertedera para abrir el terreno. Luego se coloca el abono, y después se realiza un pase de cultivador para mezclarlo.
Si se realiza el abonado a golpes, primero deben hacerse los hoyos donde irá el abono. Se harán con un plantador y estarán situados a una distancia de 25 cm de la planta. Su diámetro será de unos 10 cm aproximadamente, y con una profundidad variable según el cultivo y el desarrollo de su sistema radicular.
Después de colocar el abono en los hoyos de forma manual, se taparán y apisonarán bien para que no queden bolsas de aire.
Este sistema es frecuente para la aportación de los abonos nitrogenados en forma nítrica.

6.2. TIPOS DE ABONOS UTILIZADOS

En una primera clasificación, haremos una distinción entre abonos orgánicos y abonos minerales.

6.2.1. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos están compuestos de materia orgánica o estiércol que procede principalmente de explotaciones ganaderas.
Una tonelada de estiércol aporta al suelo 100 Kg de humus, principal proveedor de nitrógeno.
En los cultivos hortícolas, se utiliza estiércol fermentado y bien hecho, con unas dosis de 30 a 50 T/Ha, dependiendo de la especie cultivada, la producción esperada, el sistema de aportación y la rotación establecida.
El estiércol debe enterrarse inmediatamente después de ser esparcido por la superficie del terreno para evitar que la acción de la lluvia lo lave y le haga perder parte de sus elementos nutritivos. Se incorpora al terreno con las labores de preparación.
El abono orgánico, en general, presenta las siguientes ventajas:
- Aligera los suelos pesados o arcillosos.
- Aumenta la temperatura del suelo por la absorción de los rayos del sol.
- Aumenta la capacidad de retención de agua y elementos nutritivos.

- Aporta nitrógeno en cantidades considerables.
- Favorece la vida microbiana del suelo.

El inconveniente que presenta el abono orgánico es la proliferación del ataque de determinadas plagas o enfermedades, además de favorecer el incremento del número de malas hierbas.

Se llaman **abonos verdes** los restos de cosechas que se incorporan al terreno. Esto mejora la fertilidad y las condiciones físicas del suelo.
El llamado **compost**, utilizado también como abono orgánico, está compuesto por la fermentación de restos vegetales. Mejora las condiciones físicas del suelo y suele utilizarse mezclado con tierra en semilleros.

6.2.2. Abonos minerales

El estiércol ofrece grandes cantidades de materia orgánica, mientras que aporta poco nitrógeno, fósforo y potasio, por lo que es necesario complementarlo con abonos minerales.
Los abonos químicos no son un sustituto del abono orgánico, ya que no intervienen en la mejora de las características físicas del suelo.

Las ventajas de los abonos minerales se resumen en:
- Aporte de cantidades constantes de elementos nutritivos
- Distribución más sencilla y cómoda
- Mayor precisión en las dosis de abonado
- Posibilidad de solubilización en el agua de riego
- Facilidad para encontrarlos en el mercado

Los principales grupos de abonos químicos son los nitrogenados, los fosfóricos y los potásicos.

- **Abonos nitrogenados:** La aplicación debe realizarse antes de los períodos de máximo crecimiento de la planta. Se colocarán de forma fraccionada a lo largo del ciclo de cultivo, ya que sólo así se conseguirá un máximo aprovechamiento.

Dentro de los abonos nitrogenados encontramos a, su vez, los siguientes:
- *Abonos nítricos.* El nitrógeno nítrico es muy soluble en agua, por lo que puede eliminarse por drenaje. Son fácilmente absorbidos por las raíces, por lo que se utilizan como abonos de cobertura.
- *Abonos amoniacales.* El nitrógeno amoniacal es retenido más fácilmente por el suelo hasta que es convertido en nítrico por la acción microbiana. Las plantas los pueden aprovechar durante más tiempo.
- *Abonos amonitratos.* Son abonos con una parte de nitrógeno en forma nítrica y otra en forma amoniacal. Por ejemplo: el nitrosulfato amónico.
- *Amidas.* Tienen el nitrógeno en forma no asimilable, pero lo van liberando en forma asimilable muy lentamente por la acción de la vida microbiana del suelo.

- **Abonos fosfóricos**. Se realiza una aplicación como abonado de fondo, que cubra todas las necesidades de la planta durante todo su cultivo.
- *Superfostato.* Contiene entre un 16 y un 18% de anhídrido fosfórico asimilable. Es soluble en agua y fácilmente absorbido. Es insoluble y no asimilable en suelos ácidos ricos en hierro y aluminio.

- **Abonos potásicos**. Su necesidad, en general, es elevada. Su aplicación tiene que ser fraccionada: primero se utiliza en el momento de la plantación

Diversos productos fabricados por S.F.S.



en el abonado de fondo y, después, como abonado de cobertura durante todo el cultivo.

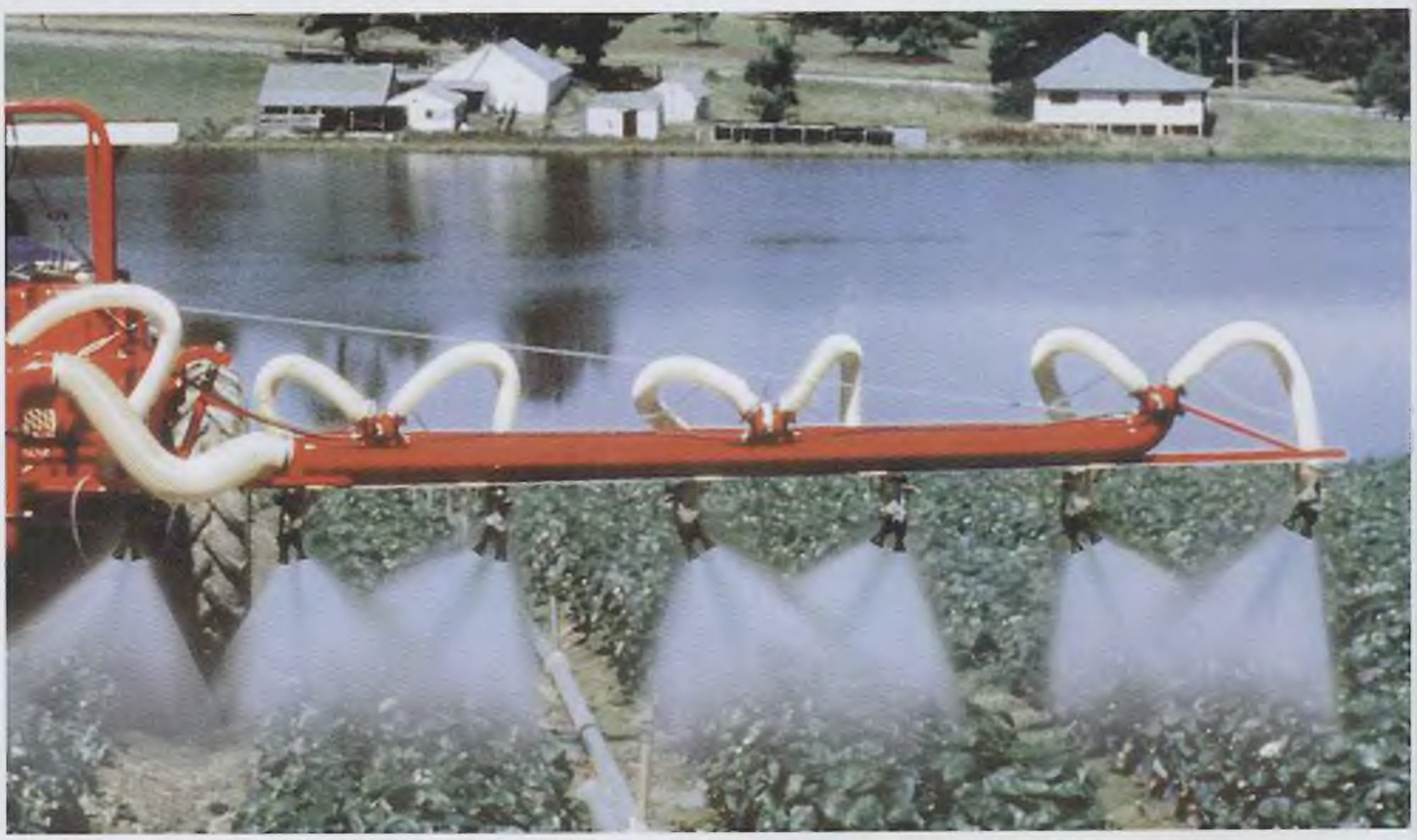
Los abonos también se pueden clasificar en simples, compuestos y complejos.

- **Abonos simples**. Son aquéllos que aportan un solo elemento mineral.
- **Abonos compuestos**. Contienen más de un elemento mineral a la vez, pero éstos no han reaccionado entre sí para formar un solo fertilizante.
- **Abonos complejos**. Forman una sola sustancia fertilizante y están compuestos por más de un elemento mineral. Son los más utilizados, porque llevan un perfecto equilibrio de nitrógeno, fósforo y potasio. Además, permiten ahorrar espacio de almacenaje y se conservan durante tiempo en buen estado.

La riqueza de un fertilizante suele venir expresada, en las etiquetas de fábrica, por tres cifras que hacen mención a las unidades fertilizantes existentes para cada elemento mineral expresado en porcentaje.
Hay que decir que las unidades fertilizantes de los abonos nitrogenados se expresan en N, las de los abonos fosfóricos en P_2O_5 y las de los abonos potásicos en K_2O.
Por lo tanto, un fertilizante con la siguiente riqueza 12-12-17, aporta, por cada 100 Kg de abono: 12 Kg de N, 12 Kg de P_2O_5 y 17 Kg de K_2O.
A veces, además de estas tres cifras, algunos abonos complejos llevan otras complementarias que en el propio envase hacen referencia al elemento mineral que representan. Por lo general, esta cuarta cifra suele ser el magnesio.
Por último, también se pueden clasificar los abonos por su forma de presentación o estado físico, pudiendo ser gaseosos, líquidos y sólidos. En el último grupo encontramos, además, presentaciones en polvo, granuladas o en cristales.

6.3. FERTIRRIGACIÓN

La fertirrigación consiste en la incorporación de fertilizantes solubles al agua de riego, que son después distribuidos mediante el sistema de riego localizado. Se pueden emplear fertilizantes líquidos o sólidos altamente solubles, siempre que sean inactivos respecto a las sales contenidas en el agua y que no sean corrosivos para las instalaciones y aparatos de riego utilizados.
Este sistema permite el fraccionamiento del abonado de los cultivos hortícolas, controlando el momento de aplicación y, por tanto, disminuyendo el peligro de acumulación de sales y residuos salinos.
Con el sistema de fertirrigación, se favorece la absorción de los elementos nutritivos por las raíces, se consigue una aplicación más uniforme del abonado y un ahorro en la cantidad de fertilizantes empleados, ya que sólo se incorporan a una parte muy determinada del suelo donde se desarrollan las raíces y no en todo.
Otra ventaja que presenta este sistema de abonado es el ahorro de mano de obra, debido a la posibilidad de mecanizar la distribución con una regulación automática.
El inconveniente que presentan las plantas con la fertirrigación, es un sistema radicular reducido, debido a que no necesitan explorar más suelo. Además, son más sensibles a las carencias de algún elemento mineral y a la falta de abono, sobre todo de microelementos que, en el espacio reducido de su desarrollo, encontrarán en menor cantidad.
Para la utilización de este sistema, se deben conocer no sólo las extracciones de los elementos del suelo por el cultivo, sino también el ritmo de absorción, en función éste de las condiciones climáticas y del desarrollo de la planta. Esto es importante para establecer una relación entre las exigencias hídricas y las exigencias de nutrientes, las dosis y la época más oportuna de aplicación.



Barra neumática para el riego de bajo volumen. Da 60 a 250 litros por hectárea.

En la fertirrigación se puede utilizar todo tipo de abonos solubles, teniendo en cuenta que no presenten problemas de obturación en los emisores del sistema de riego. Se evitarán las mezclas de abonos que den compuestos insolubles. Por ejemplo, se aconseja no utilizar simultáneamente abonos que aporten calcio o magnesio con otros que aporten sulfatos o fosfatos, para evitar la formación de precipitados.

La aportación de nitrógeno puede hacerse a partir de soluciones comerciales, o bien utilizando la urea, que se disuelve fácilmente, o el nitrato potásico si se pretende, además, un aporte de potasio.

El fósforo es el elemento más difícil de aplicar en fertirrigación, pues presenta baja solubilidad y peligro de precipitación al reaccionar con el calcio del agua de riego.

Los microelementos se aplicarán en forma de quelatos, para evitar que reaccionen con las sales disueltas en el agua y que no puedan ser asimilados por las raíces.

El agua que llega a las plantas debe tener una concentración de 1-2 g/l de sales disueltas, para prevenir la acumulación de sales en el suelo, y un pH entre 6 y 6,5. Si el agua de riego supera un nivel de 7, pueden ocasionarse precipitaciones de algunos elementos minerales, provocando ello no sólo la falta de asimilación por las plantas, sino también graves problemas de obstrucciones en la instalación de riego localizado. Si el pH es inferior a 6, pueden producirse corrosiones en los elementos metálicos de la instalación.

Se puede instalar un conductímetro que marca la salinidad y que hace sonar una alarma cuando sube por encima de un valor máximo establecido. Para corregir el pH del agua de riego cuando ésta resulte demasiado alcalina, se puede utilizar ácido sulfúrico y ácido nítrico.

El suelo tiene que estar húmedo antes de la aplicación, para evitar una excesiva acumulación de sales en torno a las raíces.

Los fertilizantes se pueden incorporar al agua de riego mediante uno de estos sistemas:

• **Abonadora tanque**. Es un depósito tratado con un antícorrosivo, con un volumen variable, colocado en paralelo con la conducción principal. En él se colocan los abonos y, por un juego de llaves, se deriva parte del caudal, que diluye el abono y vuelve a entrar al circuito. Funciona por diferencias de presión. Presenta el inconveniente de que la distribución del fertilizante no es buena, ya que la concentración del abono en el agua de riego no es constante, puesto que la concentración de solución madre varía con el tiempo.

• **Inyectores de abono**. Son unidades en las que la solución concentrada de fertilizantes se coloca en un depósito, y de ahí se inyecta a la red de riego mediante el uso de bombas de presión de distintos tipos.

• *Dosificador eléctrico*. Es una bomba eléctrica que toma el fertilizante de un depósito mediante succión y lo inyecta a la red de riego. Este aparato no inyecta el fertilizante de forma porporcional al volumen de agua.

• *Dosificador eléctrico de inyección proporcional*. Consta esencialmente de un contador de caudal que, cada vez que pasa un volumen de agua preestablecido, envía un impulso eléctrico a un sensor que, a su vez, ordena una inyección a la bomba, inyectando un volumen constante de solución madre. La disolución es siempre constante, sea cual sea el caudal que pase.

• *Dosificador hidráulico*. La bomba lleva una cámara con un pistón. La cámara, al llenarse, succiona fertilizante de un depósito, y se vacía inyectándolo en la red de riego.



Arriba:
Fertirrigación lateral

Elemento mineral	Abono	Riqueza	Utilización
Nitrógeno	Nitrato amónico	33% N	Aportación rápida de nitrógeno (Abonado de cobertura)
	Nitrato amónico-cálcico	20-30%	
	Nitrato cálcico	15% N	
	Nitrato sódico	16% N	
	Nitrosulfato amónico	26% N	
	Sulfato amónico	21% N	Aportación media de nitrógeno (Ab. de fondo)
	Cianamida cálcica	20% N	
	Urea	46% N	
	Amoníaco	—	
	Urea-azufre	24% N	Aportación lenta de nitrógeno (Ab. de fondo)
	Isobutilidendiurea	32% N	
	Ureico	29% N	
Fósforo	Fosfato natural o fosfato de roca	25-40% P_2O_5	Aportación lenta de fósforo (Abonado de fondo)
	Escorias	15% P_2O_5	
	Fosfato bicálcico	65% P_2O_5	
	Superfosfato simple	18% P_2O_5	
	Superfosfato triple	45% P_2O_5	
	Ácido fosfórico	50% P_2O_5	Aportación en estado líquido (Fertirrigación)
	Ácido superfosfórico	76% P_2O_5	
Potasio	Cloruro potásico	60% K_2O	Abonado de fondo
	Sulfato potásico	50% K_2O	

Abonos simples más utilizados



Huerta de regadío

7. EL RIEGO

Los cultivos hortícolas necesitan grandes cantidades de agua. Las hortalizas están formadas por un 90% de agua. El rendimiento de la cosecha depende principalmente de la disponibilidad de agua en el suelo.

El agua es fundamental para la formación de azúcares y para mantener las células en buenas condiciones. Es la encargada del transporte de los elementos nutritivos y de las sustancias elaboradas en la planta, representando, además, el reactivo principal en muchos procesos fisiológicos fundamentales. De ella depende, también, la turgencia de las células y, por consiguiente, la de la planta.

La mayor parte del agua absorbida por las raíces es evaporada por las hojas en el proceso de traspiración. Sólo el 5% del agua queda retenido en los tejidos. El proceso de traspiración está directamente relacionado con la temperatura del ambiente.

El agua evaporada por las hojas es reemplazada por agua que vuelve a entrar por el sistema radicular, y en esta absorción se incorporan los elementos minerales que se encuentran en el suelo.

Cuando la intensidad de la traspiración es superior a la absorción radicular, se produce un déficit de agua en el interior de la planta, que influye negativamente en el crecimiento y, por tanto, en el rendimiento.

Los efectos que se derivan de este desequilibrio varían con la intensidad y la duración del llamado **estrés hídrico** y, además, con el estado de desarrollo de la planta. Un intenso estrés hídrico, aunque de corta duración, puede reducir el crecimiento más que un estrés hídrico moderado pero de larga duración. Esto resulta muy perjudicial cuando se produce en estados delicados de la planta como la floración, la inducción floral o la diferenciación de yemas.

La marchitez de la planta es consecuencia de un estrés hídrico prolongado o de alta intensidad. La planta pierde agua y, con ello, rigidez. Otro factor que aumenta la traspiración de las plantas son los movimientos del aire.

La aportación de agua al terreno es el método más efectivo para satisfacer las necesidades de agua de los cultivos, y esto se realiza mediante el riego.

Para realizar el riego, debe tenerse en cuenta la humedad existente en el suelo. Para determinar esta humedad existen varios procedimientos. Uno de ellos es la apreciación, por parte del agricultor, de distintos síntomas en la tierra y en las plantas, como la sequedad aparente del suelo o la marchitez del cultivo.

Las numerosas experiencias realizadas han puesto en evidencia la necesidad de aplicar el riego antes de que la planta tenga que sufrir un intenso estrés hídrico y, sobre todo, antes de que la humedad del terreno alcance el punto de marchitez de la planta.

La decisión para realizar el riego puede tomarse basándose en la experiencia o bien en métodos para medir la humedad directamente del terreno. Para ello se utilizan aparatos de medición de la humedad, como los tensímetros.

El tensímetro mide la tensión del suelo o, lo que es lo mismo, la fuerza que han de realizar las raíces para absorber el agua del terreno. Cuanto mayor es la tensión, menos humedad tiene el suelo, ya que las raíces tienen que aplicar más fuerza y, a la inversa, cuanto menor es la tensión, menor es la fuerza a aplicar y mayor la humedad.

Este aparato está compuesto por una cápsula de cerámica porosa llena de agua, y que se entierra en el suelo a la profundidad de medición deseada. Esta profundidad será la de máxima actividad radicular. La cápsula está conectada a un manómetro, o indicador de vacío, mediante un tubo lleno de agua. La cerámica porosa es permeable al agua, pero no al aire.

El suelo ejerce una tensión sobre el agua de la columna, que provoca que la altura de dicha agua descienda pasando al suelo y provocando una presión negativa que es medida.

Es aconsejable colocar dos tensímetros a diversos niveles del suelo para tener un mayor conocimiento del estado de humedad del terreno.

la lectura del tensiómetro va de 0 a 100. El cero indica la mayor humedad posible y el cien la falta total de agua. Los valores se traducen de la siguiente manera:

- De 0 a 10: indica saturación del suelo
- De 10 a 30: indica capacidad de campo
- De 30 a 60: indica agua útil
- Más de 60: indica falta de agua

No sólo es importante conocer la cantidad de agua en el suelo, sino también las necesidades de agua del cultivo en cada momento de su ciclo productivo. En general, se riega con poca frecuencia pero abundantemente. Los riegos ligeros pierden mucha agua por evaporación y forman una costra superficial que impide la penetración del agua en riegos posteriores. En épocas de calor se aconseja regar al atardecer. Así las plantas aprovechan al máximo el agua, ya que la evaporación es menor. La temperatura del agua de riego debe oscilar alrededor de los 20°C ya que si es menor, puede provocar una paralización del desarrollo del cultivo.

7.1. SISTEMAS DE RIEGO UTILIZADOS

Los sistemas de distribución del agua pueden ser muy diferentes, ya que dependen de la naturaleza del terreno, de las exigencias de la planta cultivada, de las técnicas de cultivo, del coste de la mano de obra, de las disponibilidades hídricas y de la posibilidad de automatización del terreno.

Los diversos sistemas de riego utilizados pueden agruparse en tres grandes grupos:

- Riego por gravedad
- Riego por aspersión
- Riego localizado

7.1.1. Riego por gravedad

También llamado **riego por superficie.** Es el método más tradicional y más extendido en los cultivos hortícolas no protegidos.

El riego por gravedad no consume energía externa para la distribución del agua. Es decir, el agua se distribuye por fuerzas gravitacionales, aunque para su llegada al terreno sí se haya realizado un consumo de energía.

Se aplica el agua en la parte más elevada de la superficie del suelo, distribuyéndose en sentido de la pendiente.

En general, las ventajas que presenta este sistema de riego frente a otros son: un bajo costo de instalación, un gran poder de lavado de las sales y un gran volumen de suelo mojado a disposición de las raíces.

Los inconvenientes que presenta son: irregularidad en la distribución del agua, grandes pérdidas de agua de riego, pérdidas de fertilidad del suelo y mayor preparación del terreno, lo que supone un mayor coste de mano de obra.

Entre los sistemas de riego por gravedad, encontramos el riego a manta y el riego por surcos.

• **Riego por inundación o a manta**. Se suministra un caudal de agua superior al que el suelo puede filtrar, de manera que se forma una capa continua de agua que inunda el suelo y que se va infiltrando poco a poco.

Es un sistema adecuado para terrenos permeables y con débil pendiente. Presenta el inconveniente de producir una excesiva compactación del suelo, provocando, con ello, problemas de aireación.

• **Riego por surcos o zanjas**. Consiste en hacer circular una lámina de agua por el valle de tierra que delimitan dos caballones consecutivos de un cultivo, con lo que se consigue una infiltración lateral y en profundidad.
Esto se consigue con un terreno debidamente nivelado. Es importante una perfecta nivelación del suelo para que discurra el agua sin problemas pero sin provocar erosiones. La pendiente óptima de los surcos oscila entre el 0,5 y 1,5%.
Con el riego por gravedad, se evita mojar directamente la planta, aunque este sistema presenta una serie de inconvenientes: distribución no uniforme del agua, imposibilidad de dosificarla, mayor necesidad de mano de obra, y problemas de falta de aireación por apelmazamiento del suelo y de agrietamiento cuando éste se seca.



El canal de Tardiente (Huesca, España)

7.1.2. Riego por aspersión

Aporta el agua en forma de lluvia artificial. El sistema está formado por los siguientes elementos:

- **El grupo de bombeo**, que proporciona la presión y el caudal necesarios al sistema de riego.
- **La red de distribución**, formada por un conjunto de tuberías de diversos diámetros. Las tuberías tienen que ser ligeras y de fácil acoplamiento. La tubería principal conduce el agua a una red de tuberías secundarias donde están situados los aspersores.
- **Los aspersores**, que son los elementos encargados de dispersar el agua de riego. Lo hacen de diversas formas, dependiendo del tipo utilizado y de las necesidades. Pueden ser en abanico, en peine o a chorro simple. Tienen también un ángulo de inclinación variable, y pueden ser fijos o rotativos. Los que más se utilizan son los rotativos con un chorro que puede alcanzar entre 10 y 25 m y un caudal de 0,5 a 7,5 m^3 de agua en una hora, a una presión de 2 a 3,5 Kg/cm^2.
- **Las válvulas de descarga**, cuya misión es evitar el goteo final que se origina después de finalizado el riego.

Microaspersor giratorio (arco de riego de 340 °). Fabricados por RAIN-BIRD



Campo de girasoles regado por sistema de aspersión

En la instalación de este sistema, deben tenerse en cuenta la naturaleza y la estructura del suelo a regar. La pluviometría máxima que se aplicará tendrá como límite la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Si se sobrepasa esta cantidad, se producirán encharcamientos.

Las ventajas de este sistema de riego son:

- Ahorro de agua y mano de obra.
- No provoca movimientos en la tierra y permite el riego en terrenos sin nivelar.
- Distribución uniforme y controlada del agua de riego.
- Disminuye el lavado excesivo del suelo.
- Permite la automatización mediante un programador de riego.
- Permite aplicar directamente los fertilizantes en el agua de riego.
- Puede ser utilizado en situaciones de riesgo de heladas.

Este sistema también presenta una serie de inconvenientes:

- Mayor necesidad de energía.
- Pérdidas de agua por evaporación, sobre todo en ambientes secos y con aspersiones muy finas.
- Desigual distribución del agua en días de viento.
- Favorece el desarrollo de determinadas enfermedades.
- Presenta problemas en cultivos de porte alto.
- Interfiere en la fecundación, sobre todo en cultivos donde se aprovecha el fruto.
- Alto coste de instalación.



7.1.3. Riego localizado

El riego localizado proporciona a la planta el agua en dosis muy bajas, con pequeños caudales y con una mayor frecuencia. De esta manera, se mantiene en el suelo un grado de humedad óptimo para el desarrollo del cultivo.

Los sistemas de riego localizado se clasifican dependiendo de la forma de emisión del agua:

- **Microaspersores**. El emisor de agua es un aspersor giratorio, movido por la presión del agua de riego.
- **Difusores**. Los emisores son fijos y pulverizan el agua distribuyéndola homogéneamente en forma circular.
- **Goteros**. Los emisores distribuyen muy lentamente el agua directamente en el suelo. Estos emisores forman, en la zona próxima a las raíces de la planta, un área permanentemente húmeda llamada **bulbo húmedo**.

El sistema de riego localizado está formado por los siguientes elementos:

- El cabezal de riego
- La red de distribución del agua
- Los emisores

7.1.3.1. Cabezal de riego

Está formado por un conjunto de elementos cuya finalidad es el control del caudal, la presión, el filtrado y la fertilización del agua que se va a suministrar al cultivo.

• **Caudal y presión**. El control se hace mediante válvulas volumétricas o válvulas solenoides reguladas por tiempo, reguladores de presión o manómetros.

Los manómetros están situados tanto a la entrada como a la salida de los filtros e indican la pérdida de carga que se producen en ellos. Cuando hay una excesiva diferencia de presión entre el manómetro de entrada y el de salida, significa que los filtros pueden tener problemas de obstrucciones y que serán necesarias una revisión y limpieza.
Al final del cabezal de riego, después de los filtros, irá situado un contador de agua que indicará el caudal que fluye hacia el sistema de distribución.

• **Filtrado.** Los filtros son los encargados de controlar las impurezas del agua de riego, para evitar problemas de obturación en los emisores. El caudal indica el tamaño y el número de baterías de filtros a utilizar.

Los filtros pueden estar situados antes y después del equipo de fertilización, aunque se aconseja colocarlos antes, para evitar problemas de corrosión por parte de los fertilizantes.

Existen tres tipos de filtros:

• *Hidrociclones*. Eliminan limos y elementos pesados en suspensión. Son recipientes de forma troncocónica, con la base mayor en la parte superior. El agua entra por la parte lateral; las partículas en suspensión, por la fuerza centrífuga, ocupan la periferia y descienden por gravedad hasta el fondo, donde hay una salida de sedimentos. Mientras, el agua limpia sale por el centro de la base superior.
• *Filtro de mallas*. Está formado por una carcasa de material anticorrosivo, en cuyo interior se aloja el cartucho compuesto por una o varias mallas de acero inoxidable y suficientemente espesas para retener las impurezas que hayan podido pasar a través de los filtros de arena. Suele ir situado después del equipo fertilizante.
• *Filtros de anillas*. Los filtros de malla pueden ser sustituidos por filtros de anillas. Éstos están formados por un conjunto de discos porosos prensados.

El tipo de filtro a utilizar vendrá determinado por la calidad del agua utilizada, empleando los tres tipos de filtros para aguas muy sucias, el filtro de arena y malla para aguas normales, y sólo el de malla para aguas muy limpias.

• El **equipo de fertilización**. Explicado ya en el punto de fertirrigación.

• La **estación de bombeo**. Proporciona al agua la presión necesaria para circular. Las características del equipo vendrán impuestas por el caudal necesario y la presión de salida de los filtros, y las pérdidas por causa del filtrado. Estas pérdidas suelen estimarse en 5 m para cada filtro en serie.



Ⓐ



Ⓑ

Aspersores sectoriales/círculo completo
A/ Con ángulo de trayectoria de 27°
B/ Con ángulo de trayectoria de 25°

Aspersor de 1/2 círculo completo Fabricados por RAIN BIRD

1



2



3



1/ Sistema móvil de aspersión.
2/ Sistema de pivotes móviles.
3/ Sistema fijo de cañón de aspersión.
4/ Sistema de aspersión móvil con manguera enrollable.
5/ Chorro de agua expulsado.

7.1.3.2. Red de distribución

La red de distribución está compuesta por un conjunto de tuberías que conducen el agua desde el cabezal de riego a los emisores.
Las tuberías pueden ser de fibrocemento o hierro galvanizado, aunque lo más normal es que sean de PVC o de polietileno, sobre todo en las tuberías secundarias y en las portaemisores.
Desde el cabezal de riego sale una tubería principal que se divide en tuberías primarias y éstas, a su vez, en tuberías secundarias, completándose la red con las tuberías portaemisores.

7.1.3.3. Emisores

Son los elementos de emisión del agua de riego.

Pueden ser de varios tipos:

- **Goteros.** Existe una gran variedad de modelos en el mercado y cada día aparecen otros nuevos. Pueden ser de régimen turbulento o laminar, de orificio, de tipo vórtex, de largo conducto, de microtubos, autocompensantes, de multisalidas, autolimpiantes, etc. Proporcionan entre 4 y 6 l/h con una presión de 10 m de columna de agua.
- **Difusores.** No disponen de ningún mecanismo de giro. Lanzan el agua al exterior a una cierta presión, después de chocar sobre un deflector fijo. El caudal es inferior a 150 l/h.
- **Microaspersores**. Propagan el agua mediante una emisión pulverizada a través del aire por mecanismos de giro. El caudal es entre 20 y 150 l/h, con un alcance inferior a 6 m.

7.1.3.4. Ventajas e inconvenientes del sistema de riego localizado

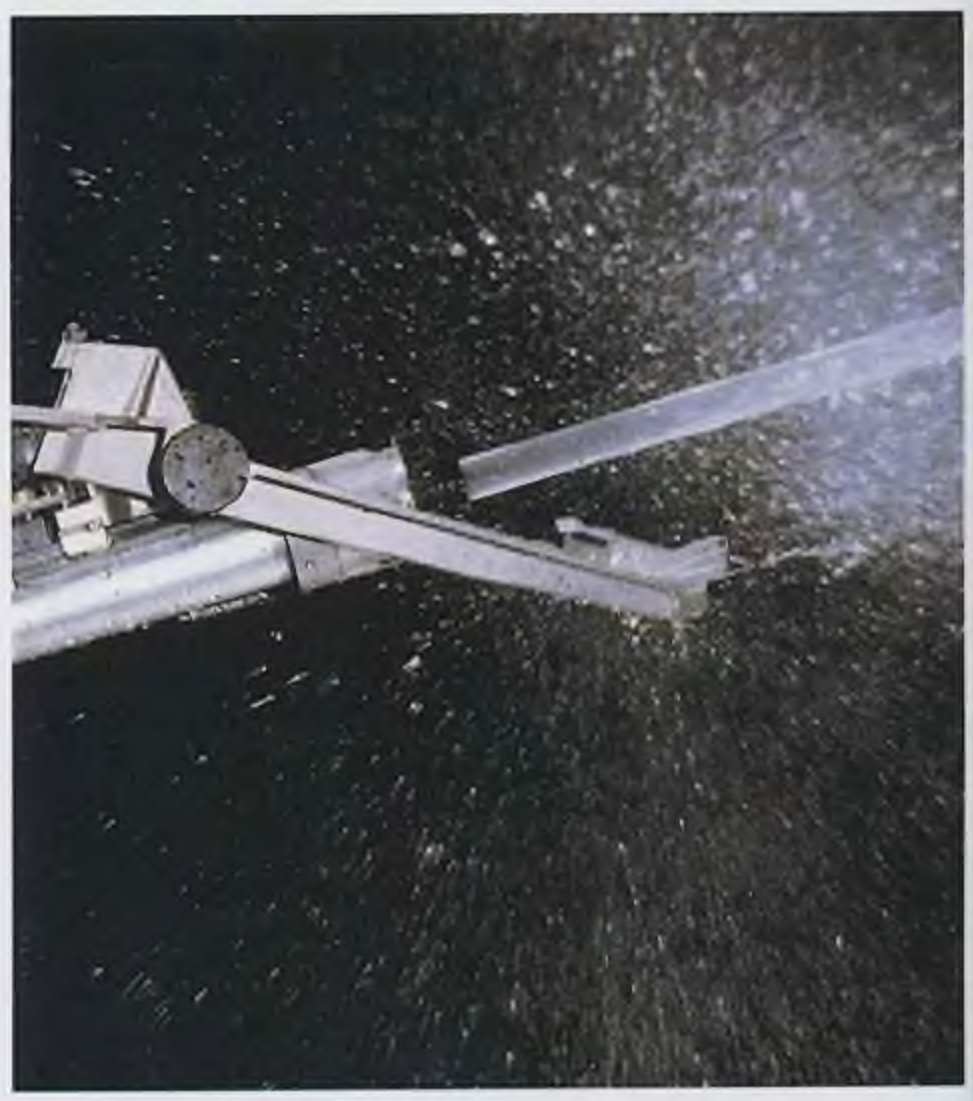
Las ventajas que reúne este sistema de riego son:

- Aumenta la producción del cultivo.
- Economiza agua, mano de obra y fertilizantes.
- Un mayor control de la humedad del suelo.
- Posibilidad de regar cualquier tipo de terreno, por pobre que sea éste.
- La instalación no requiere movimientos de tierra.
- Permite la fertirrigación.
- Reduce la aparición de malas hierbas.
- Presenta la posibilidad de automatizar el sistema mediante un programador de riego.

4



5



los inconvenientes a mencionar son los siguientes:

- La elevada inversión de la instalación.
- Presenta problemas de obturación de los elementos de emisión del agua, lo que obliga a limpiezas especiales.
- La utilización de fertilizantes solubles más caros.
- Las sales minerales se concentran más en los bulbos húmedos, lo que puede provocar problemas de salinidad en los cultivos.

7.2. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

las características más importantes que se tienen que observar en el agua, y que condicionan su calidad para el uso en el riego, son: la temperatura, la proporción y naturaleza de los elementos en suspensión, y la concentración y composición de las sustancias disueltas.

las hortalizas no sólo necesitan agua en cantidad, sino también de calidad, y ésta depende principalmente de su origen.

la provisión de agua se realiza extrayéndola de pozos, ríos, lagos o acuíferos. Las sustancias en suspensión caracterizan a las aguas superficiales y pueden ser de naturaleza mineral u orgánica.

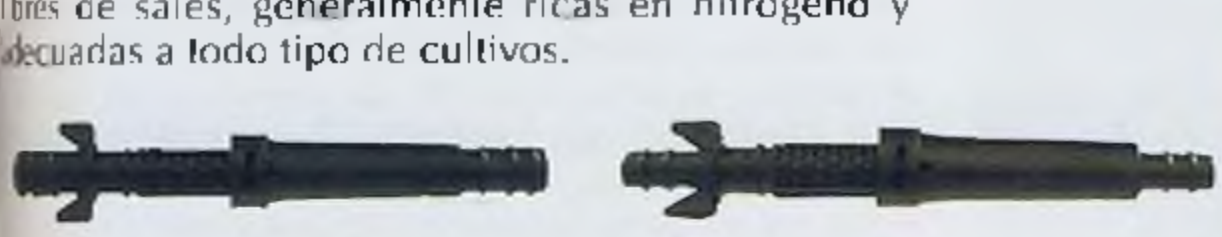
las distintas aguas de riego pueden tener su fuente en:

- **Aguas de lluvia**. Son de buena calidad, aireadas y libres de sales, generalmente ricas en nitrógeno y adecuadas a todo tipo de cultivos.
- **Aguas de manantial**. Son frías, poco aireadas y de composición química variable, dependiendo de la naturaleza del suelo.
- **Aguas de pozo**. Son frías, poco aireadas y normalmente cargadas de sales minerales.
- **Aguas de laguna**. Son aguas ricas en materia orgánica, pero poco aireadas y algo ácidas.
- **Aguas industriales**. Sólo son utilizables cuando llevan en suspensión productos de origen animal o vegetal. Las aguas industriales químicas o metalúrgicas deben desecharse por problemas de toxicidad en los cultivos.

En general, se puede decir que el agua de riego no debe contener sustancias nocivas para las plantas, no debe estar turbia ni ser limosa, y no debe estar más fría que el suelo al que se incorpora.

La temperatura del agua tiene que ser lo más similar posible a la del terreno que ocupa el sistema radicular, y en ningún caso debe superar una diferencia de 10°C.

Es importante conocer las sales o elementos disueltos en el agua antes de utilizarla. La cantidad de sales disueltas, o salinidad del agua, se puede conocer a través de su conductividad eléctrica o C.E., ya que existe una relación directa entre ambas. La C.E. se expresa en microSiemens/cm^2, que multiplicados por 0,64 equivalen a miligramos de sales totales por litro.





Goteros de laberinto turbulento, desmontables. Son especialmente recomendables para hortalizas, frutales y viñedos. Fabricados por Twin Drops Ibérica, S.A.

8. APLICACIÓN DE FITORREGULADORES

8.1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de fitoreguladores en horticultura es una práctica extendida en muchos cultivos, y con ella se persiguen objetivos muy distintos y determinados.
El fitoregulador es una hormona vegetal. La hormona es una sustancia orgánica que se sintetiza en el interior de la planta y que, a bajas concentraciones, puede activar, inhibir o modificar su crecimiento.
En la utilización de los fitoreguladores debe actuarse con cautela, ya que existen diversos factores, como las condiciones ambientales, la especie y las dosis de aplicación, que pueden influir en la respuesta del cultivo tras la aplicación y dar lugar a unos resultados no deseados.
Hay que conocer *a priori* la respuesta al fitoregulador, la dosis de aplicación, la susceptibilidad y tolerancia de la planta, las condiciones ambientales y los niveles tóxicos.
Su acción fundamental es acelerar o retardar determinadas fases del desarrollo de las plantas. En general, se utiliza en cultivos de hortalizas, planta ornamental y flor cortada para obtener los siguientes resultados:

- Enraizar esquejes.
- Mejorar la germinación y formación de raíces en las semillas germinadas.
- Desarrollar el sistema radicular en los trasplantes y repicados de la planta.
- Aumentar y avanzar la floración.
- Favorecer la formación de frutos partenocarpios, es decir la formación del fruto sin haberse producido fecundación por el grano de polen.

En la aplicación de fitoreguladores, hay que tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Un mismo producto no tiene por que ser ventajoso para todas las plantas en relación con el mismo proceso fisiológico, como por ejemplo la floración, fructificación, etc.
- Un mismo producto no tiene por que ser igualmente ventajoso en dos procesos fisiológicos diferentes, aun tratándose de la misma planta.
- La mezcla de fitoreguladores con otros productos diferentes, como fitofármacos o abonos, no es aconsejable, ya que puede perder eficacia el primero o bien provocar un efecto sinérgico, con un aumento de la fuerza y del efecto de la hormona.
- La aplicación debe realizarse en las horas de menos calor del día. El mejor momento es el final de la tarde. Se evitarán las aplicaciones con rocío o con lluvia, ya que al diluirse en el agua, baja la concentración de la hormona y, con ello, su efecto.
- La dosificación tiene que ser minuciosa. Deben seguirse las recomendaciones del fabricante. Con una dosis menor, podemos no obtener los resultados deseados, y con una mayor, podemos provocarle una fitotoxicidad a la planta.
- Para realizar la aplicación, las plantas deben estar en perfecto estado de desarrollo. El suelo debe proporcionarles la humedad y nutrientes necesarios para cubrir todas sus necesidades. Si no es así, al florecer o fructificar, y si el suelo no responde a estas nuevas exigencias, podemos ocasionarle a la planta un daño del que ya no se recuperará.
- Tras la aplicación no debe faltar agua en el suelo, ya que debido al rápido desarrollo de los frutos, el consumo es mayor, y su falta puede provocar anomalías de formación y desequilibrios en las plantas.

8.2. TIPOS DE SUSTANCIAS Y EFECTOS

Los efectos producidos por los fitoreguladores tienen que ver principalmente con la estimulación de las raíces, el aumento de la floración, la maduración del fruto y, en general, con el crecimiento y desarrollo de la planta y de todos sus órganos.
No todas las sustancias tienen los mismos efectos sobre los mismos procesos fisiológicos. Las hormonas más utlizadas en horticultura se engloban en los siguientes grupos: **auxinas, giberelinas, citoquininas** y **otras sustancias.**

8.2.1. Auxinas

Son sustancias relacionadas con el ácido indolacético o AIA. Se caracterizan principalmente por su capacidad para activar el crecimiento. Tienen, en general, un papel feminizante en las flores, es decir que permiten que el número de flores femeninas sea mayor.

Se utilizan para:

- Mejorar el cuajado de los frutos, como es el caso del tomate y berenjena.
- Mejorar el desarrollo de los frutos en circunstancias climáticas desfavorables, principalmente por bajas temperaturas.
- Favorecer el enraizamiento de esquejes en plantas como el clavel y la alcachofa.

La aplicación de las auxinas, cuando se espera un efecto sobre el fruto, se realiza sobre los ramilletes florales a dosis determinadas, ya que un exceso puede inducir a una deformación y a un ahuecamiento de los frutos.

Dentro de las auxinas encontramos las siguientes sustancias:

- Ácido clorofenoxiacético
- Ácido clorofenoxipropiónico
- Ácido naftilacético o ANA
- Ácido nafloxiacético
- Ácido indolbutírico o AIB
- Ácido indolacético o AIA

Para el enraizamiento, se utilizan principalmente el AIB, el AIA y el ANA.
Para la inducción floral, se utilizan productos derivados de las auxinas, como el ácido diclorofenoxiacético o 2,4-D y el naftalenoacetato de sodio.

8.2.2. Giberelinas

Son sustancias químicamente relacionadas con el ácido giberélico. Se caracterizan principalmente por su influencia en el alargamiento del tallo y, por consiguiente, en el mayor crecimiento de las plantas. En general es masculinizante. Altera el porcentaje de

flores femeninas y masculinas, aumentando estas últimas. Dentro de las giberelinas, encontramos principalmente el ácido giberélico.

Se utilizan para:

- Forzar el crecimiento vegetativo en épocas poco propicias, en el caso del apio y espinaca.
- Mantener el crecimiento de las plantas cuando las temperaturas empiezan a bajar, como en los casos del pimiento, berenjena, fresón y lechuga.
- Adelantar la producción de cabezuelas en la alcachofa.
- Romper la latencia de algunos órganos de multiplicación como el tubérculo de la patata, o bien en semillas, en el caso del apio, berro, lechuga, etc.
- Inducir una mayor formación de estolones en el fresal.
- Aumentar el número de flores masculinas en el caso del pepino.
- Sustituir o bien al frío o bien al día largo requeridos por muchas plantas para florecer.
- Inducir a la partenocarpia, es decir a la formación de frutos sin fecundación, especialmente en plantas sobre las que las auxinas no propician este efecto.

8.2.3. Citoquininas

Son sustancias derivadas de la adenina. Se caracterizan principalmente por su capacidad para intervenir en la división celular. Son muy útiles en el ámbito del cultivo *in vitro*, permitiendo el mantenimiento vivo de tejidos vegetales y estimulando la división de la célula.

Se utilizan para:

- Inducir la partenocarpia de algunos frutos.
- Activar la formación de yemas en hojas separadas de la planta.
- Estimular la pérdida de agua por traspiración en algunas plantas.
- Estimular la formación de tubérculos en la patata.

8.2.4. Otras sustancias

Dentro de este grupo encontramos diversas sustancias que son utilizadas en horticultura y que provocan unos efectos determinados sobre las plantas.

Son las siguientes:

- **Ácido abscísico o AAB**. Se caracteriza por su capacidad para inhibir muchos fenómenos del crecimiento vegetal. También inhibe la síntesis de clorofila e induce al cierre de los poros de las hojas, por lo que detiene la traspiración.
- **Etileno**. Influye en el crecimiento vegetal, en la caída de las hojas y en la maduración de algunos frutos.
- **Tolilftalam**. Es una sustancia que aumenta la formación de flores en el cultivo del tomate. Se comercializa como *Tomapar*.
- **Etefon**. Actúa sobre la maduración y coloración de los frutos. En el pimiento y el tomate, adelanta la maduración y permite más intensidad y uniformidad en el color del fruto. Aumenta la resistencia al frío cuando el tomate aún es una planta pequeña, y favorece la formación de flores femeninas en el pepino.
El etefon se utiliza para inducir y regular la floración en el ananás o piña americana. También se utiliza junto con la giberelina para romper la latencia de algunas semillas. Se comercializa como *Fruitel* y *Ethel 48*.

- **Daminozida y clormecuat**. Son sustancias retardadoras o disminuidoras del crecimiento. La daminozida se utiliza en flor cortada y planta ornamental para favorecer la floración.



Dados de diversos substratos para el enraizamiento de esquejes

El clormecuat o cloruro de clorocolina se comercializa como *Cycocel* o *CCC* y regula la floración, tanto en cultivos de flor cortada como hortícolas. En el melón, reduce el crecimiento vegetativo y permite un mayor cuajado y una mayor producción. En la patata y el boniato, induce una formación de tubérculos más precoz y abundante. En la planta ornamental, se puede conseguir la formación de plantas enanas de gran aceptación comercial.

- **Hidracida maleica**. Es una sustancia que actúa inhibiendo el crecimiento de la planta y retrasando la brotación de bulbos, tubérculos y rizomas durante su almacenamiento, aunque para esto último se utilizan otros productos como el naftalenacetato de metilo o el IPC. En el caso del apio, se utiliza para evitar la subida de la flor en la planta.

- **Sustancias antitraspirantes**. Estas sustancias disminuyen las elevadas tasas de traspiración y, en consecuencia, disminuyen el gasto de agua, evitando en la postrecolección la pérdida de peso del fruto.
En este grupo encontramos: Di-1-p-menteno, alginato sódico, oxietileno-dodecanol.

9. ALTERNATIVAS Y ROTACIONES DE LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

9.1. INTRODUCCIÓN

El horticultor somete a la tierra a una extracción continua de cosechas para obtener, en el menor tiempo posible, la mayor cantidad de productos. Con la intención de sacarle el máximo rendimiento al suelo, se procura que no esté jamás sin cultivo, abonándolo y regándolo abundantemente.
Para aumentar todavía más el rendimiento del suelo, se practica la asociación de cultivos. Esta asociación se basa en que plantas adultas protegen a plantas más jóvenes de otra especie.
En el momento en que el primer cultivo acaba su ciclo productivo y se recolecta, las plantas más jóvenes toman el relevo.
Como norma general, la reiteración de un cultivo en la misma parcela comporta la disminución progresiva de los rendimientos. En un principio, éstos son buenos, pero van disminuyendo a lo largo de los años, conforme se va repitiendo el cultivo.
La solución más efectiva de este problema no es aumentar las dosis de abonados, ya que la tierra está exhausta. A este estado se le conoce como **fatiga del suelo** y se produce cuando un terreno se cultiva continuada e intensivamente. Las causas más importantes que provocan fatiga al suelo son:

• La eliminación, por parte de las plantas, de sustancias que se acumulan en el suelo. Algunas de estas sustancias son tóxicas cuando su concentración en el suelo es elevada.
• El empobrecimiento de determinadas capas del suelo, con una disminución de los niveles de algunos elementos nutritivos.
• El desequilibrio de la vida en el suelo, debido a la repetición de un cultivo. Esta repetición lleva asociada una selección de los microorganismos del suelo.
• El aumento de determinadas plagas de insectos, ácaros, hongos, malas hierbas, bacterias, virus y, sobre todo, nematodos, ya que el cultivo reiterado de una misma planta provoca que sus enemigos naturales aumenten e intensifiquen sus ataques.

Por todo lo dicho, el cultivo reiterado de una misma planta sólo presenta inconvenientes. La solución consiste en la aplicación de una alternativa de cultivos bien planteada.
Se diferencia entre rotación y alternativa.

• **La rotación** es el conjunto de cultivos que se suceden sobre una misma parcela en un número fijo de años.
• **La alternativa** es el cultivo simultáneo de los cultivos en las diversas parcelas que configuran un terreno. Tiene carácter anual y su conjunto constituye la rotación.

La principal intención que se persigue con las rotaciones y alternativas es conseguir mayores rendimientos, a la vez que mejorar la calidad de las cosechas, además de luchar contra el empobrecimiento del suelo de cultivo y contra el incremento de problemas fitosanitarios.

9.2. NORMAS BÁSICAS PARA LA ALTERNATIVA Y ROTACIÓN

Normas para alternativa y rotaciones

Las normas básicas a seguir son de carácter general y en algunas ocasiones no resultan suficientes para garantizar niveles óptimos de cosechas.

	Tomate	Pimiento	Berenjena	Pepino	Melón	Sandía	Calabacín	Judía verde	Frexón	Lechuga	Espárrago	Col china	Ajo	Cebolla	Espinaca	Remolacha
Va bien detrás de	Puerro Lechuga Cebolla Judía verde Guisante	Ajo Haba Guisante Cebolla Puerro		Tomate Pimiento Berenjena Judía verde Ajo Lechuga	Tomate Pimiento Berenjena Judía verde Ajo Lechuga	Tomate Pimiento Berenjena Judía verde Apio Lechuga	Tomate Pimiento Berenjena Judía verde Ajo Lechuga		Calabacín Judía verde Guisante Haba Lechuga	Pepino Melón Sandía Calabacín Tomate Ajo Pimiento Berenjena Zanahoria		Pepino Melón Cebolla Sandía Calabacín Tomate Pimiento Berenjena Puerro Espárrago	Patata Col Espinaca	Cereales Leguminosas	Acelga Remolacha y cultivos poco exigentes	Judía Haba Guisante Cereales
No va bien detrás de	Melón Sandía Pepino Pimiento Berenjena Patata	Tomate Berenjena Patata		Melón Sandía Pepino Calabacín	Sandía Pepino Calabacín	Sandía Pepino Calabacín	Sandía Melón Pepino Calabacín	Guisante Habas Espinaca	Tomate Berenjena Pimientos Remolacha	Escarola Endibia Judía verde Espárragos Nabo Col china Col	Ajo Cebolla Puerro	Col Rábano Rábanos Guisante		Col Remolacha		
Va bien delante de		Lechuga Judía Guisante														
No va bien delante de					Sandía Pepino Calabacín			Haba Guisante			Ajo Cebolla Puerro					
Observaciones a tener en cuenta en la alternativa	No repetir cultivo	No debe repetirse en un mínimo de 3 años Exigente en materia orgánica	Tiene raíces profundas Aclara el suelo Permite controlar malas hierbas	Es medianamente exigente en suelo No repetir en un mínimo de 2 años	Es medianamente exigente del suelo -No repetir en un mínimo de 3 años	Es muy exigente en el suelo Sistema radicular superficial No repetir en un mínimo de 3 años.	Planta esquilmante Elimina bastante las malas hierbas	Planta mejorante del suelo Desarrollo radicular Sistema radicular superficial	Planta mejorante del suelo Raíces superficiales		Planta esquilmante Raíces superficiales				No repetir en un mínimo de 3 años	No repetir en un mínimo de 3 años.

*Y cualquier planta con raíces profundas



FAMILIA	CULTIVO
Cucurbitáceas	Melón, sandía, pepino y calabacín
Compuestas	Lechuga, endibia, escarola, alcachofa y cardo
Crucíferas	Col china, col, rábano, bróroli, coliflor y nabo
Leguminosas	Judía verde, guisante y haba
Liliáceas	Cebolla, puerro, espárrago y ajo
Quenopodiáceas	Acelga, remolacha y espinaca
Rosáceas	Fresón y frambuesa
Solanáceas	Tomate, pimiento, berenjena y patata
Umbeliferas	Apio, hinojo, chirivía, perejil y zanahoria

A la derecha: algunas especies y familias botánicas

A la izquierda: diferencia entre rotación y alternativa

• Detrás de plantas de raíces profundas, deben cultivarse plantas de raíces superficiales, y viceversa, con el fin de explotar diferentes capas del suelo.
• Detrás de plantas exigentes en estiércol, deben cultivarse plantas que necesiten estiércoles muy descompuestos. A éstas, a su vez, seguirán plantas exigentes en abonos minerales.
• Detrás de un cultivo que necesita variedad de labores de cultivo y labores profundas del suelo, deberá ir otro que requiera el suelo libre de malas hierbas.
• En general, se puede decir que dos cultivos consecutivos deben tener, respecto al suelo, necesidades lo más distintas posibles.
• Detrás de una planta que agote o emprobrezca el terreno, debe cultivarse otra que lo mejore o enriquezca, como las leguminosas.
• Detrás de un cultivo de ciclo de cultivo largo, debe ir otro cuyo desarrollo sea rápido y de ciclo corto.
• No deben repetirse en un mismo suelo plantas de la misma familia. Deben distanciarse con un mínimo de 3 años.
• En caso de que no se pueda cumplir la última norma, debe desinfectarse el suelo y añadirle fertilizantes.

9.3. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA Y ROTACION

En el momento de planificar una rotación, deben tenerse en cuenta muchos factores. Dividiremos dichos factores en dos grupos:

• Factores económicos:

Cuanto más intensiva es una explotación, mayor es la inversión que necesita. Son varios los factores económicos que intervienen en la elección de una determinada rotación:

• *Disponibilidad de mano de obra*. Éste es, en general, uno de los gastos más importantes. Además, en ocasiones, se precisa mano de obra cualificada.
• *Disponibilidad de capital* para hacer frente a los costes de producción del cultivo hortícola en cuestión.
• *Posibilidades de venta*, es decir garantías de comercialización.
• *Medios de transporte*
• *Disponibilidad de cámaras o transporte frigorífico* si el cultivo lo requiere.

• Factores agrícolas:

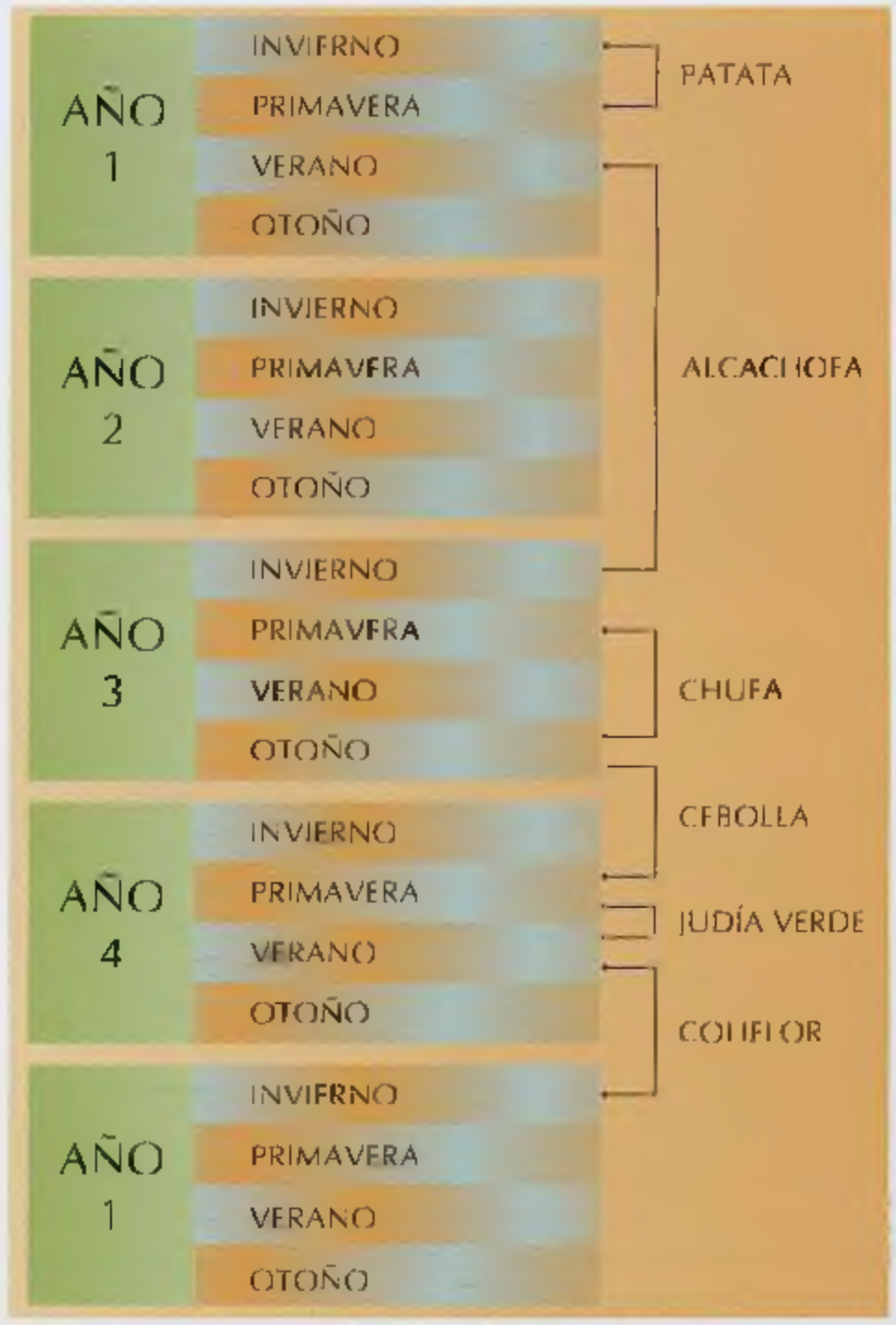
De todos los factores que determinan la alternativa, el más importante es el clima (temperatura, pluviometría, régimen de vientos, etc.).
Otro factor es la disponibilidad de materia orgánica. Algunos cultivos son exigentes en estiércol, por lo que si la misma explotación no lo suministra o no se puede conseguir a buen precio, habrá que tenerlo en cuenta para la rotación.
La naturaleza, profundidad y propiedades físicas del suelo también son factores agrícolas determinantes de la elección de una rotación.

9.4. CULTIVOS ASOCIADOS

Como ya se ha dicho, la asociación de cultivos se basa en la producción simultánea de dos especies distintas de plantas, es decir que se cultivan en el mismo suelo y al mismo tiempo. Las plantas jóvenes crecen junto a las plantas adultas, con el fin de que éstas las protejan.
Llegado el fin del ciclo productivo y tras la recolección de las plantas adultas, las plantas jóvenes toman el relevo del cultivo.
A continuación expondremos algunas normas para la asociación de cultivos según las características de las plantas hortícolas.

• **El tomate** es una planta que difícilmente se puede asociar. En su cultivo son determinantes el riego y el abonado, por lo que cualquier otra planta que se asocie a él debe adaptarse a estas características.
No se aconseja asociar el tomate con el cultivo del pepino, melón y calabacín.
• **El pimiento** es aconsejable asociarlo con el cultivo de la judía verde, siempre que se amplíe el marco de plantación. No se aconseja su cultivo con el de la berenjena, melón y pepino.
• **La berenjena** se puede asociar con el cultivo de judía verde, pero no con el de tomate, pimiento, melón, pepino y calabacín.

Desarrollo en el tiempo de una rotación intensiva de 4 años



• **En el pepino**, una de las características más importantes es la exigencia de humedad. El pepino largo se puede asociar con plantas de desarrollo rápido y cuyo aprovechamiento son las hojas, como sucede con la lechuga. El pepino corto puede asociarse con la judía verde. Ninguna de las dos variedades debe asociarse con el tomate, melón, sandía y calabacín.

• **El melón** es una planta que no permite las asociaciones con otros cultivos que tengan unas exigencias muy bajas de agua. Se puede asociar con la judía verde, siempre que ésta sea el cultivo principal, y no debe asociarse con el pepino, calabacín, tomate y berenjena.

• **El calabacín** no permite las asociaciones, debido a su rápido y exuberante crecimiento, que ocupa toda la superfice de cultivo.

• **La sandía**, igual que en el caso anterior, cubre toda la superficie de cultivo, por lo que no permite las asociaciones.

• **La judía verde**, si la variedad cultivada es enana, puede asociarse a la mayoría de cultivos.

• **El fresón** no permite la asociación con otros cultivos, debido a su estrecho marco de plantación.

• **La col china** tiene un rápido crecimiento y un sistema radicular superficial, lo que permite la asociación con el resto de cultivos.

• **La lechuga** permite la asociación con otros cultivos por las mismas razones que el caso anterior. Además, presenta una gran adaptación a la climatología.

9.5 TIPOS DE ROTACIÓN

Se deben distinguir 2 tipos de rotación según el grado de solapamiento entre los cultivos:

• **Rotación intensiva**. Cuando en un espacio corto de tiempo se suceden muchas cosechas. Se realiza en pequeñas superficies con un reducido número de cultivos muy especializados.

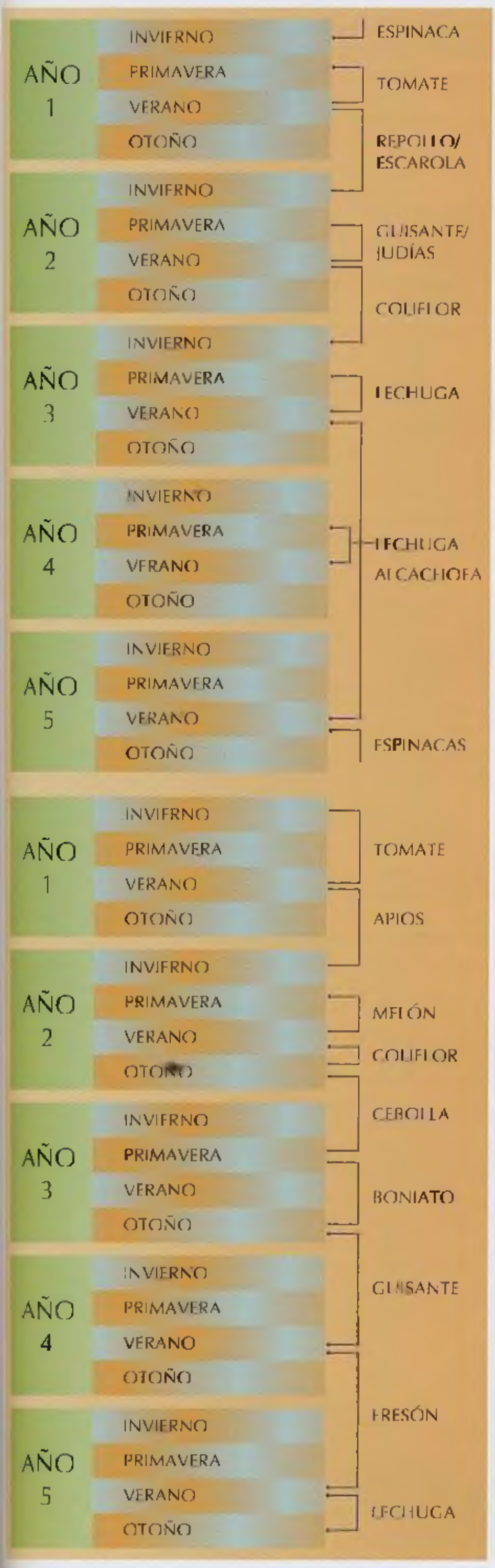
En estas rotaciones, debe establecerse una planificación lógica en la sucesión de los diversos cultivos, ya que la explotación del suelo es intensiva.

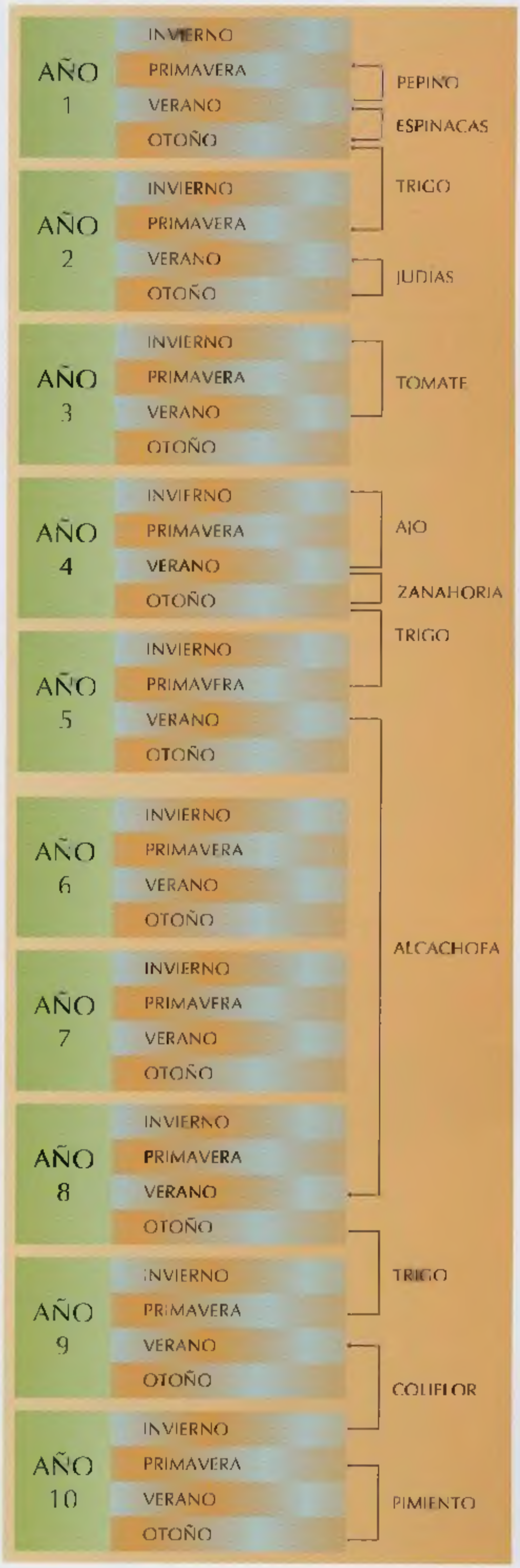
En los diversos cuadros se exponen ejemplos de rotaciones para 4 y 5 años.

• **Rotación extensiva**. Cuando el grado de solapamiento entre los dos cultivos sucesivos no es muy elevado. Muchas veces se reduce a un solo cultivo por año. Para planificar una rotación extensiva, en ocasiones se introducen cultivos distintos de los hortícolas, como por ejemplo el trigo (véase ejemplo).

Cultivos asociados

	Tomate	Pimiento	Berenjena	Pepino	Melón	Calabacín	Sandía	Judía verde	Fresón	Col china	Lechuga
Tomate											
Pimiento	—										
Berenjena	NO	NO									
Pepino	NO	NO	NO								
Melón	NO	NO	NO	NO							
Calabacín	NO	NO	NO	NO	NO						
Sandía	NO	NO	NO	NO	NO	NO					
Judía verde	—	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	—	—				
Fresón	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO			
Col china	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	—	NO		
Lechuga	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	—	NO	—	





***A la izquierda:* desarrollo en el tiempo de una rotación intensiva de 5 años**

***A la derecha:* desarrollo en el tiempo de una rotación extensiva de 10 años**

10. RECOLECCIÓN DE LOS PRODUCTOS HORTÍCOLAS

El momento de la recolección es una característica de cada cultivo e influye directamente sobre la calidad posterior del producto.
El intervalo de tiempo para realizar la recolección depende del aprovechamiento del cultivo. Así, los cultivos aprovechables por su fruto tienen un intervalo de recolección menor que los cultivos en los que se aprovechan las hojas, raíces o tubérculos.
La ubicación del lugar de comercialización es otro factor a tener en cuenta para determinar el momento de la recolección. Cuanto más lejos se encuentre este punto de la explotación, más debe adelantarse, siempre en la medida en que el producto lo permita. Esto se realiza para que el producto esté en su punto de madurez cuando llegue al mercado, finalizando este proceso durante el recorrido.
El punto óptimo de madurez para la venta depende siempre de los gustos y exigencias del mercado donde se comercializa.
En general, se puede decir que la recolección se determina por el tamaño o peso de la parte aprovechable del cultivo o por la compactación del cogollo o cabeza, dependiendo del cultivo en cuestión.

10.1. NORMAS GENERALES PARA LA RECOLECCIÓN

En términos generales, se pueden determinar las siguientes normas para la recolección del producto hortícola:

- El producto no debe recolectarse si está húmedo o hace mucho calor, ya que en los frutos que se recolectan con temperaturas altas se acelera la maduración.
- Preferentemente, se recolectará por la mañana, es decir en las horas más frescas del día, cuando el producto está más turgente y mejor preparado para aguantar el transporte y la manipulación.
- Se debe producir el menor daño posible al producto durante la recolección, por lo que el manejo debe ser cuidadoso.
- Debe realizarse, durante la recolección, una preselección, retirando aquellos productos que presenten daños o anomalías.
- Se retirarán de la planta y del suelo los productos enfermos para evitar posibles focos de infecciones.
- Una vez realizada la recolección, debe protegerse los productos de la desecación, sobre todo en la época de más calor.
- El tiempo transcurrido entre la recolección y la manipulación del producto para la venta tiene que ser el más breve posible.
- Antes de hacer la recolección, debe prestarse suma atención a los tratamientos fitosanitarios, teniendo siempre en cuenta el plazo de seguridad señalado por el fabricante. Si es necesario efectuar algún tratamiento cercano a la operación, se realizará una vez recogido el producto y nunca antes.

10.2. SISTEMAS DE RECOLECCIÓN

La recolección es la operación hortícola que requiere, por lo general, más mano de obra. Por ello, actualmente se tiende a mecanizarla.
La recolección manual predomina en los productos hortícolas destinados al consumo en fresco. Existen determinados productos, como los bulbos, raíces y tubérculos, cuya mecanización a la hora de la recolección es sencilla.
La recolección mecánica en cultivos aprovechables por las hojas es casi inexistente aunque, en la actualidad, varias firmas comerciales están promocionando maquinaria adaptada a este tipo de recolección.
La tendencia general es utilizar sistemas manuales más racionalizados. Esto sucede sobre todo en cultivos para consumo en fresco que no presentan las posibilidades de mecanización que ofrecen los cultivos hortícolas destinados a la industria.
Esta racionalización consiste en desglosar las operaciones de la recolección de manera que los puedan realizar simultáneamente diferentes grupos de personas. Se trata de operaciones como el cortado del producto, eliminación de hojas, recortado terminal, envasado en el campo o acarreo al medio de transporte, que dependen, algunas de ellas, de las características del producto que se cosecha.
Con ello se persigue una reducción de costes de personal y una disminución del tiempo de recolección.

Cosechadora de hortalizas



Momento de recolección de algunos cultivos hortícolas

CULTIVO	MOMENTO DE RECOLECCIÓN
Acelgas	60-75 días después de la siembra
Achicoria (para ensaladas)	Hojas sueltas: 10-15 cm Planta entera, con un peso mínimo de 200-300 g
Ajos tiernos	Tallos con un diámetro de 1-2 cm
Apio	Peso mínimo por planta: 300 g
Berros	5-6 semanas de la siembra
Cebollitas (en manojo)	Diámetro en la base: 8-15 mm
Col de Bruselas	Cogollitos con un diámetro de 2 cm
Escarola	Peso mínimo: 200-300 g
Espinaca	Hojas: 40-60 días de la siembra Planta entera: mínimo 10 hojas
Puerro	Diámetro mínimo: 25-30 mm 5-6 meses de la siembra
Borraja	50 días de la siembra
Perejil	80-90 días de la siembra
Espárrago	Espárrago verde: una vez ha emergido 12-15 cm Espárrago blanco: cuando asoma de la tierra
Brócoli	Inflorescencia mínima: 10 cm de diámetro
Coliflor	Inflorescencia mínima: 11-13 cm de diámetro
Ajos	Peso de las cabezas: mínimo 25 g
Alcachofa	Peso mínimo de la cabeza: 100 g Diámetro mínimo: 6 cm
Berenjena	Variedad alargada: diámetro mínimo: 4 cm; longitud mínima: de 10 cm Variedad globulosa: diámetro mínimo: 6 cm
Calabacín	45-60 días desde la siembra Diámetro mínimo del fruto: 4 cm; longitud mínima: 15 cm
Cardo	Peso mínimo por planta: 1,5 Kg
Cebolla	Diámetro mínimo: 5-6 cm; peso mínimo: 50 g
Fresón	90-120 días desde la plantación
Guisante	90-120 días desde la siembra
Hinojo	Peso mínimo del tallo: 150 g
Judía verde	65-100 días desde la siembra
Pepino (para encurtido)	Longitud mínima: 6 cm; diámetro mínimo: 2 cm 60-70 días desde la plantación
Pimiento	Peso mínimo del fruto: 30 g 70-100 días desde la plantación
Sandía	75-100 días desde la siembra
Tomate	90-100 días desde la plantación Peso mínimo: 60 g

Existen también ayudas mecánicas para todo tipo de recolecciones, que permiten reducir las pérdidas de tiempo en los desplazamientos. Algunas de ellas son:

- Los tractores con remolque, que permiten cargar directamente el producto recolectado.
- Los tractores portapalets, que permiten llevar el producto desde el campo al vehículo que realizará el transporte.
- Las cintas transportadoras, que permiten llevar el producto desde el campo al vehículo de transporte.

Por último, diremos que deben emplearse envases o embalajes que no produzcan heridas a los productos y que tengan una capacidad adecuada para evitar daños por aplastamiento.

11. CONSERVACIÓN DE LOS PRODUCTOS HORTÍCOLAS

Abajo: Máquina de manipulación de productos hortícolas

Una vez finalizada la recolección, y dependiendo del producto y de su destino, se realizarán una serie de operaciones para conseguir la conservación.
Si el destino final del producto es el autoconsumo, no existe apenas manipulación, mientras que si el destino es la comercialización, debe diferenciarse entre la manipulación en el campo y aquélla realizada posteriormente en centrales hortofrutícolas.
La manipulación en el campo consiste principalmente en una limpieza, seleccionado y calibrado del producto, pudiéndose incluso realizar el envasado. De ahí pasarán a las instalaciones donde se les realizarán los tratamientos frigoríficos y de donde partirán posteriormente para su venta.
Otros productos, tras su recolección, son llevados directamente a las centrales hortofrutícolas, donde se realizarán todas las operaciones necesarias para que el producto se pueda comercializar.

Producción de etileno de algunas hortalizas

PRODUCTO HORTÍCOLA	TASA DE ETILENO
Acelga, alcachofa, apio, col de Bruselas, col lombarda, coliflor, endibia, espinaca escarola, espárrago, fresa, hortalizas de hoja y raíz, patata	MUY BAJA
Berenjena, calabaza, melón pepino, pimiento, sandía	BAJA
Tomate	MEDIA
Melón cantalupo	ALTA

11.1. OPERACIONES DE POSTRECOLECCIÓN

Existe toda una serie de operaciones que se realizan una vez finalizada la recolección: limpiado, selección, calibrado, pesado y envasado.
Estas operaciones dependen principalmente del producto recolectado.

11.1.1. Pre-refrigerado o pre-refrigeración

Este procedimiento consiste en hacer bajar rápidamente la temperatura del producto hortícola que se ha recolectado.
La temperatura de preenfriado depende no sólo del producto en cuestión, sino también de la proximidad o lejanía del punto de venta y del método utilizado.
Esta temperatura para hortalizas oscila entre los 2 y 10°C y la duración del proceso depende del método empleado, del envase utilizado y de la temperatura inicial del producto.
La aplicación de la operación de preenfriado busca, por un lado, el retraso de la maduración y una conservación más prolongada y, por otro, la disminución del peso fresco del producto y la menor incidencia de la desecación.
Otros efectos positivos del preenfriado son una reducción de los ataques de microorganismos y, en general, una mayor calidad del producto.

Los métodos de preenfriado más usuales son:

- **Agua fría**. Consiste en duchar o sumergir los productos hortícolas en agua a 0°C de temperatura durante un período de 15-20 minutos.
- **Corriente de aire húmedo.** Consiste en aplicarles a los productos hortícolas una corriente de aire frío y húmedo.
- **Aplicación de vacío**. Consiste en someter el producto a una atmósfera de vacío controlado, con una duración de 15-35 minutos, según las hortalizas.







11.1.2. Selección

la selección consiste en la agrupación de las hortalizas comercializables según su homogeneidad, desechando aquéllas que presentan algún tipo de anomalía.

Los criterios de selección dependen principalmente del producto. Así, encontramos productos seleccionados por su color, tamaño, maduración o contenido en azúcares. Los métodos de selección son principalmente visuales aunque existe, en algunos casos, maquinaria especializada para este fin.

Condiciones de conservación de algunas hortalizas en cámara frigorífica

PRODUCTO	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)	TIEMPO (días)
Acelga	0	90-95	10 a 15
Ajo	-1 a 0	70-75	180 a 240
Alcachofa	-1 a 0	85-95	10 a 40
Apio	0	90-95	30 a 90
Berenjena	5 a 10	90-95	10 a 20
Brócoli	0	95	7 a 15
Calabacín	0 a 4	80-90	60 a 90
Cebolla	-1 a 0	70-75	120-240
Col	0	90-95	20 a 90
Col de Bruselas	-1 a 0	90-95	20 a 35
Coliflor	0 a 1	90-95	20 a 40
Endibia	0 a 2	90-95	15 a 20
Escarola	0 a 1	90-95	15 a 30
Espárrago	0 a 1	90-95	10 a 30
Espinaca	0	90-95	7 a 15
Fresa	-0,5 a 0	85-90	3 a 10
Guisante	0 a 1	85-95	7 a 20
Hinojo	0 a 1	90-95	30 a 60
Judía verde	0 a 4	85-95	7 a 15
Lechuga	0 a 1	90-95	7 a 20
Melón	7 a 10	80-85	10 a 20
Melón cantalupo	0 a 7	90	10 a 15
Nabo	0	85-90	120 a 150
Patata	2 a 10	90	120 a 170
Pepino	7 a 10	90	7 a 15
Pimiento	7 a 10	90	7 a 30
Puerro	0	85-90	40 a 50
Rábano	0	90-95	8 a 20
Remolacha	0	90 95	30 a 100
Sandía	2 a 4	85-90	14 a 25
Tomate verde	10 a 15	90-95	7 a 20
Tomate maduro	2 a 10	90-95	7 a 15
Zanahoria	0	90-95	60 a 150





Cadena de procesamiento de productos hortícolas



11.1.3. Limpieza

Los productos hortícolas deben ser limpiados antes de su envasado y venta.
La limpieza del producto engloba tanto la eliminación de hojas como la eliminación, por medio del lavado, de la tierra que a él está adherida.
Los métodos de lavado más utilizados son la inmersión y la ducha con agua en la que previamente se ha incorporado un antiséptico.
Tras la limpieza con agua, debe secarse el producto antes de su envasado, para evitar riesgos de podredumbre.
Otros productos, como el pimiento y la berenjena, deben ser limpiados en seco por medio de trapos o gamuzas.

11.1.4. Calibrado

El calibrado consiste en una selección de los productos según su diámetro o, en otros casos, su longitud. Puede realizarse manualmente o con maquinaria especializada.
Hay que decir que existe una normativa específica para calibrar cada uno de los productos hortícolas. El Ministerio de Agricultura tiene a la venta monografías sobre este tema.

11.1.5. Pesado y envasado

El pesado se realizará en balanzas eléctricas, dejando un margen en el peso debido a las pérdidas que pueden producirse durante el transporte hasta el punto de venta.
Antiguamente, se colocaban directamente en envases de madera o de cartón, pero hoy en día existe una gama más amplia de materiales que acompañan el producto en su envasado:

- Papel satinado en el fondo de las cajas.
- Protecciones individuales que pueden ser de cartón, como en el caso del melón, o de plástico, como en el caso de la lechuga.
- Bolsas de plástico o bolsas de malla, con un peso concreto de producto.
- Bandejas recubiertas de una lámina plástica, como en el caso de las endibias.
- Cajitas de plástico transparente, como en el caso del fresón.
- Cajas de plástico apilables, como en el caso del tomate.

Como norma general, todos estos envases deben cumplir las siguientes características: proteger el producto, permitir su aireación y facilitar el transporte y la manipulación.
La paletización de los envases es importante a la hora de transportarlos. Para ello, las dimensiones de los envases tienen que ser divisiones exactas de las medidas de los palets normalizados.
Otro aspecto que debe tenerse en cuenta, a la hora de envasar, es la información.
En la parte exterior del envase, debe hacerse constar la especie y variedad de que se trata, así como la procedencia y su clasificación, categoría, color, calibre y peso total.









Sistema integrado de procesamiento de productos hortícolas en el campo

11.2. CONSERVACIÓN

Los productos hortícolas son perecederos, por lo que, para conseguir una conservación larga, es preciso utilizar cámaras frigoríficas. En ellas la temperatura varía de -1 a 10°C, según las especies, ya que algunas, como el pepino, el pimiento o la berenjena, son sensibles a las bajas temperaturas.

11.2.1. Técnicas

Existe una serie de premisas a tener en cuenta cuando se realiza una conservación en cámara frigorífica.

- **Material**. Introducir solamente en la cámara productos sanos.
- **Colocación**. Los envases con los productos deben colocarse de manera estratificada sobre los palets, con un máximo de 7 alturas. No deben tocar las paredes de la cámara, dejando como mínimo 5 cm desde la pared. Deben, además, estar como mínimo a 1 m de distancia de los ventiladores de la cámara.
- **Distribución**. Las pilas de palets deben dejar pasillos entre sí para que el aire frío pueda circular y permita, además, las operaciones de carga y descarga.
- **Ordenación**. No deben mezclarse productos diferentes en la misma cámara frigorífica ya que, por lo general, requieren regímenes térmicos distintos.

Otra razón para ello es que durante el proceso de maduración algunas hortalizas desprenden etileno que afecta negativamente a otras, provocando la senescencia.

El buen resultado del alamacenamiento dependerá del correcto dimensionado de los equipos de la cámara, de su total aislamiento y de la colocación adecuada del material. Deben reducirse al mínimo la apertura de puertas y encendido de luces, para evitar así los aportes de calor del exterior.

La posibilidad de utilizar cámaras frigoríficas con sistemas de aire húmedo permite obtener humedades del orden del 98-99%, lo que se traduce en un período mayor de almacenamiento y una mayor calidad del producto.

11.3. TRANSPORTE

Las mismas condiciones de conservación deben ser aplicadas en el transporte, aunque en éste, es mucho más difícil cumplirlas.

El sistema de transporte más utilizado es el terrestre, con sus diversas modalidades:

- **Camiones con ventilación natural**. No ofrecen ningún sistema especial de refrigeración. Se utilizan principalmente para productos poco perecederos destinados a mercados cercanos.
- **Camiones isotérmicos**. No poseen sistema de refrigeración, pero sus cajas son aislantes, con lo cual conservan el frío.
- **Camiones refrigerados**. Van provistos de sustancias refrigerantes, como la nieve carbónica, el nitrógeno líquido o, incluso, depósitos de hielo.
- **Camiones frigoríficos**. Poseen sistemas de refrigeración que se alimentan de la energía del combustible del motor.



12. CARACTERÍSTICAS DE LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

12.1. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS RAÍCES Y TUBÉRCULOS

12.1.1. Nabos

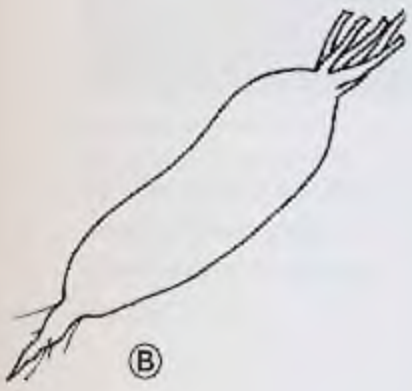
12.1.1.1. Conceptos generales

El nabo es una planta que pertenece a la familia de las Crucíferas y cuyo nombre botánico es *Brassica napus*. Tiene su origen en Europa y Asia Central.
Es una planta bianual, aunque su cultivo se reduce a un solo año. Su ciclo biológico es de 50-60 días para variedades tempranas y de 70-100 días para variedades tardías.
Las semillas son de color rojo oscuro y de forma redondeada, con una capacidad de germinación de 4-5 años.
Su sistema radicular está engrosado y varía entre el blanco y el rojo. Según la forma, se pueden dividir en diversos grupos de variedades:

Nabo.
Variedades:
A/ Aplanadas
B/ Cilíndricas
C/ Globulares



Ⓐ



Ⓑ



©

- **Variedad alargada o cilíndrica:**

Virtudes	Nantais
Mantillo	Nantés raza Candía
Fuencarral	

- **Variedad globular y aplanada:**

Bola de nieve	Redondo negro
Rojo de Milán	De Nancy
Bola de oro	Shogoin
Just right	Supertop bency
Blanco redondo	Ping pong

12.1.1.2. Exigencias de la planta

- **Clima y temperatura**. Requiere un clima fresco y húmedo. Las altas temperaturas de verano le afectan negativamente. Existen algunas variedades que toleran heladas, siempre que sean ligeras.
- **Agua**. Es una planta exigente en agua. Uno de los efectos de la sequía es la prematura subida a flor.
- **Suelo**. Requiere una textura media y buen drenaje. No tolera los suelos encharcados, pero sí frescos y con una buena retención de agua.
El pH aconsejado para el suelo es de 6-6,9. Los suelos excesivamente calizos producen raíces de mal sabor y de textura fibrosa.
- **Extracciones del suelo**. La extracción por hectárea de la planta de nabos es de:

100 Kg de N
60 Kg de P_2O_5
100 Kg de K_2O

- **Abonado**. Es sensible a las aportaciones recientes de estiércol. Es aconsejable incoporarlo en el cultivo anterior.

Abono de fondo por hectárea:

40 Kg de N
128 Kg de P_2O_5
164 Kg de K_2O

Abono de cobertura por hectárea: 75 Kg de N

- **Carencias**. Es sensible a la falta de boro.

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	1,12 g
Lípidos	0,24 g
Glúcidos	7,77 g
Fibra	1 g
Vit. B1 o tiamina	60 mcg
Vit. B2 o riboflavina	50 mcg
Vit. C o Ác. ascórbico	61 mcg
Calcio	46 mg
Fósforo	50 mg
Hierro	0,5 mg
Valor energético	39 calorías

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-5 a -8°C
	Crecimiento cero	3 a 5°C
	Crecimiento óptimo	15 a 18°C
	Máxima para desarrollo	25 a 30°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	5 a 8°C
	Temperatura óptima	20 a 25°C
	Temperatura máxima	30 a 35°C
HUMEDAD		ALTA
LUZ		BAJA



Variedades de nabo: ***Rojo de Milán****. Gentileza de Semillas Vilmorin.*

12.1.1.3. Preparación del suelo y siembra

El nabo necesita suelos esponjosos. Se realizará una labor en profundidad, seguida de un pase de rotovator para desmenuzar bien el suelo.
Una vez trabajado el terreno, se harán surcos con una distancia de 30-40 cm entre sí.
La siembra se practicará a finales de verano/principios de otoño, o bien en primavera, dependiendo de la época de recolección deseada. La profundidad de colocación de la semilla es de 2-3 cm y el sistema más utilizado es el de chorrillo.

12.1.1.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareo.** La distancia entre plantas oscilará entre los 10 y 25 cm.
• **Escardas**. La eliminación de malas hierbas puede realizarse manualmente o con herbicidas selectivos.
• **Aporcado**. Práctica realizada principalmente para evitar heladas.
• **Recolección.** Su realización es manual, tirando de las hojas con ayuda de una azada y arrancando así la raíz del suelo. Para extensiones muy grandes, se utiliza maquinaria recolectora.
• **Comercialización**. Las operaciones realizadas después de la recolección son: deshojado, lavado, triado y calibrado. Su comercialización será en manojos o en cajas y saquitos.
• **Conservación**. Su almacenamiento en cámaras frigoríficas a 0°C de temperatura y con un 85-95% de humedad permite una conservación de 4-5 meses.

12.1.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas:**
- *Pulguilla de las crucíferas*. Sus larvas hacen galerías en las hojas y, cuando son adultas, las devoran.
- *Oruga de las crucíferas*. Comedora de hojas.
- *Minadores*. Hacen galerías en la base del tallo.
- *Pulgones*. Provocan el amarillamiento general de la planta y el abarquillado de sus hojas.
- *Caracoles y babosas*. Devoradores de hojas.

• **Enfermedades producidas por hongos:**
- *Mildiu*. Produce manchas de color amarillo en el haz y zonas grises en el envés.
- *Chancro*. Provoca la podredumbre del cuello de la raíz.
- *Rhizoctonia*. Produce zonas rojizas en el cuello de la raíz.

• **Enfermedades producidas por diversos virus.**
- *Virus del mosaico de la coliflor*. Este virus ataca también el nabo. Provoca nerviaciones verde oscuro sobre la clorosis general de la hoja.
- *Virus del mosaico del nabo*.

• **Fisiopatía.**
- *Carencia de boro*. Provoca podredumbre en el interior de la raíz hasta llegar a su total descomposición.

12.1.2. Patata

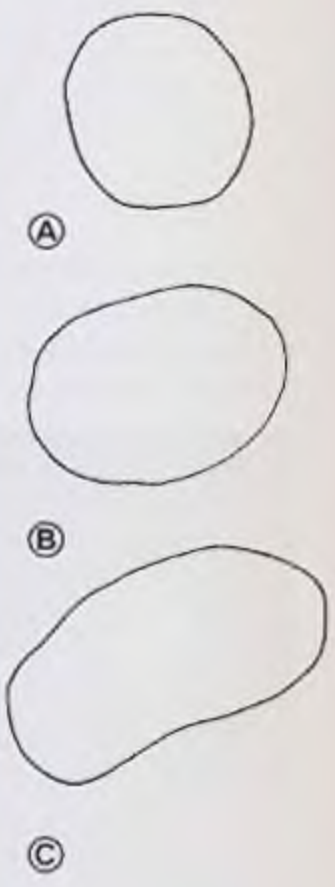
12.1.2.1. Conceptos generales

La patata es una planta que pertenece a la familia de las Solanáceas y su nombre botánico es *Solanum tuberosum*. Popularmente también se la denomina **papa**.
Su origen parece situarse en 3 centros distintos de América del Sur: en Perú, Bolivia y en el sur de Chile.
No sólo se utiliza para el consumo humano, sino también como alimento para el ganado.



Patata.
Variedades:
A/ *Redonda*
B/ *Ovalada*
C/ *Arriñonada*

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	1,56 g
Lípidos	0,25g
Glúcidos	19,83 g
Fibra	1,34 g
Vit. C o Ác. ascórbico	10-40 mg
Vit. B1 o tiamina	100 mcg
Vit. B2 o riboflavina	30 mcg
Calcio	8 mg
Fósforo	56 mg
Hierro	0,7 mg
Valor energético	72-80 calorías



Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	–2°C
	Crecimiento cero	6 a 8°C
	Crecimiento óptimo	15 a 18°C
HUMEDAD		ALTA
LUZ		MEDIA

La patata es una planta herbácea vivaz que posee un sistema radicular de naturaleza rizomática en el que se forman los tubérculos. Éstos no son más que hinchamientos, de forma oval o redondeada, que se producen en los tallos subterráneos.
Los tubérculos poseen unas escamas pequeñas en cuyas axilas se encuentran las yemas de crecimiento conocidas como ojos.
Toda planta de patata posee un alcaloide venenoso, la solanina, que aparece en el tubérculo por la acción directa de la luz del sol. El tubérculo es la parte comestible de la planta de la patata.
El tubérculo de la patata presenta el fenómeno de la latencia y debe tenerse en cuenta antes de la plantación. Para romper la latencia, se pueden sumergir los tubérculos durante una hora en diversas soluciones químicas.
Existen multitud de variedades comerciales en el mercado. Su clasificación depende de la duración de su ciclo de cultivo. Encontramos las siguientes:

• **Variedades precoces**, con un ciclo de cultivo de 90 días. Entre estas variedades encontramos entre otras:

Variedades de carne blanca:

Arran-Banner
Kennebec
Blauka

Variedades de carne amarilla:

Bintje — Aura
Belladona — Spinta

• **Variedades semitardías**, con un ciclo de cultivo de entre 120 y 150 días.

Variedades de carne blanca:

Olalla — Gelda
Turia — Majestic

Variedades de carne amarilla:

Claudia
Desirée
Heidi

• **Variedades tardías**, con un ciclo de cultivo de entre 150-200 días.

Variedades de carne blanca:

Victor
Up-to-date

Variedades de carne amarilla:

Alava — Goya
Alfa — Baraka

12.1.2.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura**. Requiere climas templados, con temperaturas nocturnas frescas que favorecen la tuberización. Es sensible a las heladas tardías.

• **Agua**. Tiene un periodo crítico de necesidad de agua, comprendido entre el inicio de la tuberización y la floración.
• **Suelo**. Requiere un suelo ligero, profundo y rico en materia orgánica.
Es una planta resistente a la salinidad. Soporta pH ácidos del orden de 5,5-6.
• **Extracciones**. Las extracciones son variables según los rendimientos obtenidos. Por lo general, una hectárea de cultivo extrae:

200 Kg de N
50 Kg de P_2O_5
200 Kg de K_2O

• **Abonado**. La aportación de estiércol bien desmenuzado será del orden de 20-30 T/Ha.

Abonado de fondo por hectárea:
80 Kg de N
70-100 Kg de P_2O_5
200-300 Kg de K_2O

Abonado de cobertura por hectárea: 40-60 Kg de N

• **Carencias**. No tiene necesidades especiales de boro, pero no tolera la falta de magnesio en el suelo.

12.1.2.3. Preparación del suelo y plantación

Requiere un suelo homogéneo, mullido y aireado. Después de una labor profunda, se realizarán varios pases de grada.
La patata se multiplica por división vegetativa mediante la plantación de partes o trozos del tubérculo. Deben utilizarse siempre patatas especiales para la plantación.
La plantación puede ser manual, o mecánica si la superficie es muy grande. Se realizarán surcos con una distancia de 50-70 cm entre sí, con una profundidad de plantación de 7-8 cm y una separación entre plantas de 30-40 cm.

La época de plantación depende de cada variedad y de su ciclo de cultivo.

- Ciclo extratemprano: principios/mediados de otoño
- Ciclo temprano: finales otoño/mediados invierno
- Ciclo medio: principios primavera/mediados primavera
- Ciclo tardío: finales primavera/principios verano
- Ciclo muy tardío: mediados verano

12.1.2.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Rulado**. Para unir la tierra a los tubérculos recién plantados.
• **Gradeos y hinas**. Para descostrar y mullir el terreno, y además destruir las malas hierbas.
• **Escardas**. Manual o con herbicidas selectivos.
• **Aporcado**. Esta operación se realizará cuando las plantas tengan ya 15-20 cm de altura.
• **Acolchado**. Esta operación es optativa. Consiste en cubrir el suelo con un film de polietileno transparente. Tiene un grosor de 200 galgas y orificios por los que salen las plantas. Su finalidad es adelantar la

brotación de la planta. Se retira cuando la planta ha alcanzado los 25-30 cm de altura.

• **Recolección**. La recolección se realizará cuando las matas empiecen a secarse. Antes de realizarla se debe destruir toda la parte aérea de la planta, de forma mecánica o química.

La recolección se efectuará de forma manual con la ayuda de una azada especial, o bien de forma mecánica. Existen para esta labor desde arados arrancadores normales, que se limitan a extraer el tubérculo del suelo, hasta cosechadoras integrales automotrices, mucho más sofisticadas, que no sólo arrancan, sino que también limpian y ensacan.

La época de recolección dependerá del momento de su plantación:

- Ciclo extratemprano: mediados/finales de invierno
- Ciclo temprano: primavera, desde principios hasta finales
- Ciclo medio: verano, desde principio hasta finales
- Ciclo tardío: principios/mediados otoño
- Ciclo muy tardío: mediados/finales otoño

• **Comercialización**. En bolsas de mallas o sacos.

• **Conservación**. Los lugares de almacenamiento deben estar térmicamente bien aislados e ir provistos de un buen sistema de ventilación. Se conservan a 4-6°C de temperatura, con una humedad del 85-90%.

En ocasiones, y para alargar la conservación, se utilizan productos antigerminativos que inhiben la brotación o la retrasan.

12.1.2.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas**:

- *Escarabajo de la patata*. Es un comedor de hojas de gran voracidad, tanto en fase de larva como de insecto adulto.
- *Polilla de la patata*. Sus larvas ocasionan galerías en el tubérculo.
- *Gusano de alambre*. Causa daños en el tubérculo.
- *Pulgones*. Debilitan la planta.
- *Gusano gris*. Devora el cuello de la raíz.
- *Rosquilla negra*. Comedora de hoja.
- *Araña roja*. Debilitamiento general de la planta.
- *Nematodos*. Producen quistes en el sistema radicular, además de un debilitamiento de la planta.

• **Enfermedades producidas por hongos**:

- *Mildiu*. Produce manchas marrones en el haz de la hoja y grisáceas en el envés.
- *Negrón de la patata o alternaria*. Produce manchas semisecas en las hojas, con halos bien delimitados.
- *Fusariosis*. Ataca los tubérculos dañados durante la manipulación y origina una podredumbre durante la conservación.
- *Viruela de la patata o rhizoctonia*. Produce el colapsamiento de la parte aérea de la planta y pústulas negruzcas en el tubérculo que, posteriormente, evolucionan a podredumbre.
- *Sarna de la patata*. Produce zonas abultadas de color gris y pardo adheridas a la piel.

• **Enfermedades producidas por bacterias**:

- *Bacteriosis*. Producen podredumbre húmeda, podredumbre parda y gangrena del tallo.

• **Enfermedades producidas por virus**:

- *Virosis*. Muy importante en este cultivo, ya que son las causantes de la degeneración de la patata.

• **Fisiopatías**:

- *Heladas*. Pueden destruir total o parcialmente el follaje. Si son muy intensas, pueden afectar los propios tubérculos.
- *Enverdecimiento*. Se produce como consecuencia de la exposición directa de los tubérculos a la luz, que adquieren un color verdoso por la síntesis de solanina.
- *Asolanado*. Si la temperatura ambiente es alta y se prolonga la exposición a la luz, el tubérculo adquiere un color verde bronceado, llegándose a producir la muerte de las células situadas bajo las zonas decoloradas.
- *Filosidad*. Produce brotes largos y delgados al germinar. La causa es el excesivo calentamiento del tubérculo.
- *Tubérculos en cadena*. Formación de tubérculos pequeños uno al lado de otro, como racimos. Es frecuente en variedades tardías debido a la interrupción sucesiva de la tuberización.
- *Grietas y ahuecado*. Las causas son cambios excesivamente bruscos de determinados factores del medio, como el agua, o la temperatura, y por disponibilidades excesivas de nitrógeno en fases tardías del cultivo.
- *Lenticelosis*. Proliferación de verruguitas en la epidermis de tubérculo debido a excesos de nitrógeno.
- *Manchas en el interior de los tubérculos*. Son de color y consistencia variados, como negruzcas o rojizas, de forma alargada, y sus causas son muy diversas.

12.1.3. Rábanos

12.1.3.1. Conceptos generales

El ráhano es una planta que pertenece a la familia de las Crucíferas y cuyo nombre botánico es *Raphanus sativus*.

Se cree que los rábanos de pequeño tamaño son originarios de la región mediterránea, mientras que los rábanos grandes provienen de la China y del Japón.

Es una hortaliza anual de gran poder diurético y antiescorbútico.

Las semillas son de color marrón rojizo y forma redondeada, con una capacidad germinativa de 3-5 años.

El sistema radicular está engrosado y su forma varía entre redondo y alargado. Podemos encontrarlos rojos, amarillos y negros, con sabor más o menos picante.

De una forma general, las variedades se dividen en 3 grupos, dependiendo de su ciclo biológico:

• **Variedades de ciclo corto**. Entre 25-30 días. Son las más cultivadas y tienen una gran aceptación en el mercado. Entre ellas encontramos:



Ráhanos. Variedades: *A/ Globular* *B/ Intermedio* *C/ Largo*



Variedades de rábanos tipo intermedio: ***Dix Huit Jours*** *Gentileza de Semillas Vilmorin.*



Cherry Belle	Rota	Marteau
Fakir	Novired	Delog pont
Gandry	Carnaval II	Flamboyant
Redondo escarlata	Saxa	Kiva
Matador	Red-devil	

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	0,86 g
Lípidos	0 g
Glúcidos	2,44 g
Vit. A	30 UI
Vit. B1 o tiamina	30 mcg
Vit. B2 o riboflavina	20 mcg
Vit. C o Ác. ascórbico	24 mcg
Calcio	37 mg
Fósforo	31 mg
Hierro	1 mg
Valor energético	14 calorías

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-2°C
	Crecimiento cero	6°C
	Mínima para desarrollo	8°C
	Crecimiento óptimo	18 a 22°C
	Máxima para desarrollo	30°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	16°C
	Temperatura óptima	20 a 25°C
	Temperatura máxima	30 a 35°C
HUMEDAD		ALTA
LUZ	Poco exigente	MEDIA

• **Variedad de ciclo medio**. Entre 40-45 días. Tienen un tamaño mayor que los anteriores. Encontramos los siguientes:

Bamba
Golo
Redondo blanco
Redondo blanco gigante de Stuttgart

• **Variedad de ciclo largo**. Entre 100-110 días. Son los de mayor tamaño. Encontramos los siguientes:

Negro grueso redondo
Negro grueso largo

12.1.3.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura**. Necesita un ambiente fresco y húmedo. Con temperaturas excesivamente altas, adquiere un sabor más picante. Las variedades de ciclo corto son más sensibles a las heladas.
• **Suelo**. Requiere suelos ricos, con buen contenido de materia orgánica, y frescos. Es poco tolerante a la salinidad del suelo.

• **Extracciones del suelo por hectárea**. Dependen de las diversas variedades pero, en general, oscilan en:

80-110 Kg de N
40- 60 Kg de P_2O_5
100-200 Kg de K_2O

• **Abonado**. Requiere un aporte de estiércol bien descompuesto junto con el abonado de fondo. La cantidad puede oscilar entre las 10 y 20 T/Ha.

Abonado de fondo por hectárea:

50 Kg de N
48 Kg de P_2O_5
117 Kg de K_2O

No se realizan abonos de cobertura debido a su corto ciclo vegetativo.

• **Carencias**. Es sensible a la falta de boro.

12.1.3.3. Preparación del suelo y siembra

La preparación del suelo para el cultivo del rábano es similar a la del cultivo del nabo.
La siembra puede realizarse en llano, formando tablares de 130-150 cm de ancho o en surcos con una separación entre sí de 40-50 cm. La separación entre las líneas de siembra será de 20 cm y su profundidad de 2 cm. La época de siembra, en el caso de las variedades de ciclo corto, se extiende durante todo el año, teniendo en cuenta que si se realiza en invierno, el ciclo vegetativo se alargará ligeramente.

12.1.3.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareo**. La distancia entre plantas será de 10-20 cm según el tamaño alcanzado por las diferentes variedades. Las pertenecientes al grupo de ciclo corto pueden incluso dejarse a 5 cm de separación.
• **Escarda**. Manual o con herbicida selectivo.
• **Recolección**. Debe practicarse antes del ahuecamiento de la raíz. En pequeña superficie, se realiza manualmente, y mecánicamente si la superficie es grande.
• **Comercialización**. Una vez realizada la recolección, se deshojan, lavan, calibran y envasan. Se comercializan en manojos o en bolsas.
• **Conservación**. Su almacenamiento en cámara frigorífica a 0°C, con una humedad del 90-95%, permite una conservación de 3-4 semanas.

12.1.3.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

En general le atacan y afectan las mismas plagas y enfermedades que al nabo, además de otras como:
•**Plagas**:
- *Hormigas*. Afectan sobre todo en el momento de la germinación.

•**Fisiopatías**:
- *Ahuecamiento de la raíz*. Este efecto puede ser de-

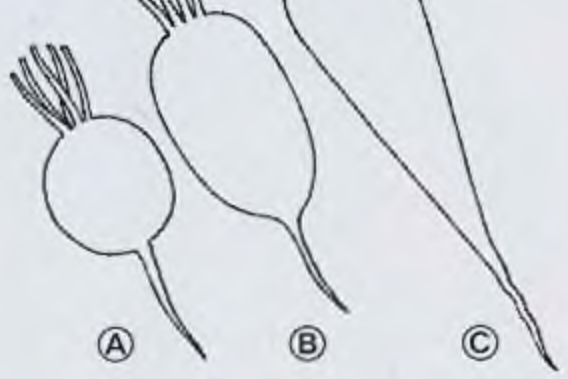
bido a varias causas, como la sobremaduración, las heladas o los desequilibrios de humedad en el suelo.
- *Raíces bifurcadas*. Causadas por una textura no adecuada del suelo.

12.1.4. Remolacha de mesa

12.1.4.1. Conceptos generales

La remolacha de mesa es una planta que pertenece a la familia de las Quenopodiáceas y cuyo nombre botánico es *Beta vulgaris*.





Su origen se sitúa en Europa. Su consumo puede ser en fresco, cocido o bien en conserva. De ella se extrae también un colorante rojo utilizado en alimentación, llamado **betacianina.**

Es una planta bianual que durante el primer año desarrolla la raíz y en el segundo florece. Su ciclo de cultivo alcanza los 210-215 días, aunque hay variedades que se recolectan ya a los 90-100 días.

Las semillas tienen un poder germinativo de 3-5 años.

La forma de la raíz puede variar y ser alargada, redonda o ligeramente aplanada. El color va de rojo a amarillento en su exterior y de rojo a rosa pálido en el interior.

Las variedades se dividen en función de la forma.

• **Variedades alargadas**. Tienen una longitud de 30-40 cm. Éstas son algunas de ellas:

Larga roja virtudes
Larga de Covent-Garden
Cylindra

• **Variedades redondas y aplanadas**. Éstas son las de mayor aceptación en el mercado y, por tanto, las más cultivadas. Encontramos las siguientes:

Roja de Egipto	Monopoly
Roja globo	Aplanada de Egipto
Detroit	Claudia
Bikores	Roja clapaudine
Bollardy	Roja short top

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	1,6 g
Lípidos	0,1g
Glúcidos	9,9 g
Fibra	0,8 g
Vit. A	20 UI
Vit. B1 o tiamina	0,03 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,05 mg
Niacina	0,4 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	10 mg
Calcio	16 mg
Fósforo	33 mg
Hierro	0,7 mg
Sodio	60 mg
Potasio	335 mg
Valor energético	43 calorías

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-5 a -7°C
	Crecimiento cero	5 a 7°C
	Crecimiento óptimo	22 a 25°C
	Máxima para desarrollo	30 a 35°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	5 a 8°C
	Temperatura óptima	20 a 25°C
	Temperatura máxima	30 a 35°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA

12.1.4.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura.** Requiere un clima suave y húmedo, aunque tiene facilidad para adaptarse a otras condiciones climáticas.

Las plantas jóvenes son más sensibles a las bajas temperaturas, no tolerando las inferiores a -3°C.

• **Suelo.** Necesita suelos francos, ligeros y profundos, lo más homogéneos posible, sin piedras ni gravas. Es resistente a la salinidad con un pH del suelo de 6-8.

• **Extracciones del suelo**. La extracción de la planta de remolacha por hectárea es:



A la izquierda: Variedades de remolacha de mesa: ***Roja de Egipto****. Gentileza de Semillas Vilmorin.*

Remolacha. Variedades
A/ *Esféricas*
B/ *Cilíndricas*
C/ *Largas*



84 Kg de N
45 Kg de P_2O_5
168 Kg de K_2O

• **Abonado**. El aporte de materia orgánica se realiza con bastante antelación.

Abonado de fondo por hectárea:

35 Kg de N
80 - 100 Kg de P_2O_5
150 - 200 Kg de K_2O

Abonado de cobertura por hectárea: 70 Kg de N

• **Carencias**. Es sensible a la falta de boro.

12.1.4.3. Preparación del suelo y siembra

La preparación del suelo para el cultivo de la remolacha es igual que para el cultivo de la zanahoria.
La siembra puede realizarse en zonas templadas desde finales de invierno hasta finales de la primavera.
Se realizará en líneas con una separación de 35-40 cm y a una profundidad de 2-3 cm.
Las semillas de remolacha necesitan un tratamiento de pregerminación, por lo que se sumergen en agua tibia varias horas antes de ser sembradas.

12.1.4.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareo**. La distancia entre plantas será de 20-30 cm. Se realizará cuando la plántula tenga ya 4-5 hojas.
• **Escardas**. Manual o con herbicida selectivo.
• **Recolección**. Se realizará cuando el diámetro de la raíz sea de 3-6 cm, dependiendo de las exigencias del mercado, y el peso oscile entre 100-200 g, desde mediados de verano hasta principios de otoño.
La recolección puede ser manual o mecanizada. Si es mecanizada, antes de la recolección se practicará una operación de deshojado.
• **Comercialización**. Una vez realizada la recolección, se lava, se termina la operación de deshojado, se calibran y se colocan de 4 a 15 unidades en bandejas recubiertas con plástico transparente.
• **Conservación**. Su almacenamiento en cámara frigorífica a 0°C, con una humedad del 90-95%, permite una conservación de 1 a 3 meses.

12.1.4.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas**:
- *Mosca de la remolacha*. Cava galerías en las hojas.
- *Pulguilla de la remolacha*. Es comedora de hojas.
- *Gusano blanco*. Sus larvas dañan las raíces.
- *Pulgones*. Provoca un debilitamiento general de la planta y abarquillamiento de las hojas.
- *Rosquilla negra*. Es comedora de hojas.
- *Gusano gris*. Devora el cuello de la raíz.
- *Nematodos*. Parasitan las raíces.

• **Enfermedades producidas por hongos**:
- *Cercospora*. Produce unas manchas circulares necróticas.
- *Rhizoctonia*. Produce podredumbre radicular.
- *Mildiu de la remolacha*. Produce unas manchas amarillas en los bordes de las hojas, y en el envés aparece una fibra algodonosa grisácea.

• **Enfermedades producidas por virus**:
- *Mosaico de la remolacha*.

• **Fisiopatías**:
- *Subida a flor prematura*.
- *Carencia de boro*. Produce grietas en las raíces y necrosis en su interior.

12.1.5. Zanahoria

12.1.5.1. Conceptos generales

La zanahoria es una planta que pertenece a la familia de las Umbelíferas y cuyo nombre botánico es *Daucus carota*. Tiene su origen en Asia Menor, donde puede encontrarse en estado espontáneo.
Es una planta bianual que, durante el primer año, produce reservas en la raíz. Sube a flor durante el segundo año. En menos de 12 meses, cumple los dos ciclos, aunque el ciclo de cultivo queda reducido a 3-8, meses según variedades.
Las semillas son pequeñas, de color verde oscuro, con 2 caras asimétricas y provistas de unos aguijones curvados en los extremos. Poseen un poder germinativo de 3-4 años.
El color y el tamaño de la raíz son dos características muy importantes a la hora de clasificar estas hortalizas. Las variedades más comerciales son las de raíz rojo anaranjado, mientras que las amarillas tienen poca salida.

Según su tamaño se dividen en:

• **Variedades cortas**. Con una longitud inferior a los 10 cm. Entre ellas, encontramos las siguientes:

Roja de Nancy	Corta de Guérande	
Corta de Holanda	Mercado de París	Flakko



*Variedades de zanahoria: **Nantesa**. Gentileza de Semillas Vilmorin.*

• **Variedades intermedias.** Con una longitud de 10-20 cm. Entre ellas encontramos las siguientes:

Primato	Amsterdam
Nantesa	Karaf
Forto	Tantal
Express	Semilarga de la Halle
De Chantenay	Obtusa de Guérande
Foram	Nandor

• **Variedades largas.** Con una longitud superior a los 20 cm. Entre ellas encontramos:

Micolor	Flacoro
Bercoro	De Colmar
Saint Valéry	Danro

12.1.5.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura**. Las temperaturas excesivamente altas o bajas influyen negativamente en la coloración de las raíces, siendo éstas más pálidas. Soporta heladas suaves de poca intensidad. Las temperaturas bajas, en determinadas épocas del ciclo, pueden provocar una subida prematura a flor.
• **Aguas**. Es un cultivo exigente en agua.
• **Suelos**. De textura ligera, mullidos y profundos, con un buen drenaje y buena retención de la humedad. No son convenientes los suelos compactos o pedregosos. Es una planta sensible a la salinidad. Se cultiva bien en suelos con un pH de 5,5 a 6,8.
• **Extracciones del suelo**. Las extracciones por hectárea varían según la variedad, pero en general oscilan entre:

150-160 Kg de N
60-100 Kg de P_2O_5
250-500 Kg de k_2O

• **Abonado**. La aportación de materia orgánica muy descompuesta será de 20-25 T/Ha.

Abonado de fondo por hectárea:

40 Kg de N
30 Kg de P_2O_5
150 Kg de K_2O

Abonado de cobertura: 2 aplicaciones de 40 Kg de N y de 30 Kg de P_2O_5 por hectárea. El potasio es conveniente fraccionarlo entre fondo y 1 o 2 aportaciones en cobertura.

• **Carencias.** Es sensible a la falta de boro.

12.1.5.3. Preparación del suelo y siembra

El cultivo de la zanahoria requiere una buena preparación del suelo. Primero se realizará una labor de profundidad, donde se incorporarán a su vez los abonos de fondo, y luego se realizarán tantas labores superficiales como sean necesarias para dejar el suelo bien fino y esponjoso.
La siembra se realizará entre primavera y principios de verano, en surcos con una distancia entre sí de 30-40 cm, donde se colocarán 2 líneas con una separación de 25-30 cm. La profundidad a la que se siembra es de 1 cm.

La semilla de zanahoria necesita un tratamiento de pregerminación. Por ello se mantendrá sumergida en agua tibia a 20°C durante 3 días.
El sistema de siembra empleado será el de chorrillo. Para una explotación de gran extensión, se pueden emplear sembradoras de precisión.

12.1.5.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareo**. Se realizarán 2 aclareos consecutivos en un intervalo de 10 días, el primero de ellos cuando la planta tenga ya 3-4 hojas. Se dejará una distancia entre plantas de 6 a 10 cm, dependiendo de la variedad cultivada.
• **Escardas.** Manuales o con herbicidas selectivos.
• **Recolección**. La recolección puede ser manual o mecanizada. Se utilizan máquinas arrancadoras que llevan incorporadas unos discos dentados para deshojar primero las plantas.
• **Comercialización.** Realizada la recolección, se lavan y calibran en 2 o 3 categorías. El calibrado puede ser manual o mecánico. Por último, se colocan en bolsas de plástico para su salida a mercado. Otra forma de comercializarlas es en manojos, sin haber practicado el deshojado.
• **Conservación.** Su almacenamiento en cámaras frigoríficas a 0°C de temperatura, con un 90-95% de humedad, permite una conservación de 2-3 meses.

12.1.5.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas**:
- *Mosca de la zanahoria*. Sus larvas producen galerías en la raíz.
- *Gusano de alambre*.
- *Gusano gris*. Mordisquean las bases de las plantitas.
- *Pulgones*. Producen amarillamiento general en la planta.
- *Nematodos*. Producen abultamientos y deformaciones en las raíces.

• **Enfermedades producidas por hongos**:
- *Podredumbre negra de la raíz*. Provoca lesiones cubiertas por una mohosidad negruzca en la parte superior de la raíz.
- *Alternaria*. Produce manchas de color pardo en los bordes de las hojas.
- *Cercospora*. Produce manchas semicirculares en las hojas que, con el tiempo, se vuelven de color gris oscuro.
- *Mildiu*. Provoca la aparición de manchas amarillentas en el haz de las hojas, y de color gris en el envés.
- *Oídio*. Recubre la hoja de un polvo blanquecino.

• **Fisiopatías**:
- *Sequía*. Produce un endurecimiento de la raíz.
- *Raíces agrietadas*. Provocadas por cambios en la humedad del suelo.
- *Raíces bifurcadas*. Originadas por una mala preparación del suelo, sobre todo en suelos pedregosos.
- *Carencia de boro*. Produce manchas gomosas en las raíces y enmarronamiento general de las mismas.
- *Subida a flor prematura*.





Zanahorias. Diferencia de calibre y calidad

12.1.6. Otros cultivos

12.1.6.1. Batata

Es una planta perteneciente a la familia de las Convolvuláceas y su nombre botánico es *Ipomoea batatas*, aunque también se la puede encontrar como *Batata edulis* e *Convolvulus batata*. Popularmente se la conoce como **boniato** o **camote**.
Es oriunda de la zona tropical de América y se utiliza tanto para la alimentación humana como para la de animales. Tiene un alto contenido en caroteno y vitamina C.
La batata es una planta anual trepadora, con un ciclo de cultivo de 120-150 días, según variedades.
Posee unos grandes tubérculos, donde almacena las sustancias de reserva y es esta parte de la planta la que es comestible.
Las variedades más cultivadas son:

Batata de Málaga
Batata roja de América
Centennial
Jaspers
Catemaco



12.1.6.1.1. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura**. Requiere un clima cálido y húmedo, soporta bien el calor pero no le convienen grandes fluctuaciones de temperatura. Las heladas llegan a destruir por completo la planta.
• **La humedad** del suelo es importante, sobre todo en las primeras etapas de desarrollo.
• **El suelo** tiene que ser ligero y fresco, con buen drenaje. Tiene una resistencia media a la salinidad y una alta resistencia a la acidez, con pH del 5,5-6.
• **La extracción** por hectárea se calcula en:

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	0°C
	Crecimiento cero	10°C
	Mínima para desarrollo	12-14°C
	Crecimiento óptimo	21 a 24°C
	Máxima para desarrollo	35°C
HUMEDAD		ALTA
LUZ		MEDIA

70 Kg de N
20 Kg de P_2O_5
110 Kg de K_2O

• **El abonado** consta de una aportación de estiércol bien descompuesto de 20-25 T/Ha, a ser posible en el cultivo anterior.

Abonado de fondo por hectárea:

25- 50 Kg de N
60-120 Kg de P_2O_5
50-150 Kg de K_2O

Abonado de cobertura por hectárea:

40 Kg de N
50-100 Kg de K_2O

12.1.6.1.2. Preparación del suelo y plantación

El suelo tiene que ser suelto y esponjoso, por lo que se realizará una primera labor profunda incorporando el abonado de fondo y, posteriormente, las labores de superficie que sean necesarias para dejar el suelo en perfectas condiciones de cultivo.
La multiplicación de la batata es vegetativa, a partir de trozos de otro tubérculo, al igual que la patata.
La plantación se realizará en primavera, en surcos con una distancia de 60-90 cm y a una profundidad de 12-15 cm. La distancia entre plantas oscilará entre los 35 y 50 cm.

12.1.6.1.3. Técnicas de cultivo

• **Aporcado**. Es aconsejable realizarlo a los 50 días de la plantación.
• **Escardas**. El control de las malas hierbas es importante en las primeras etapas del cultivo. Luego, al desarrollarse la parte aérea, ocupará toda la superficie.
• **Despuntes**. Para controlar el desarrollo de la vegetación.
• **Recolección**. Se realizará en otoño, cuando las hojas empiezan a amarillear. La recolección puede ser manual o mecánica. Al igual que en el caso de la patata, si se realiza mecánicamente, primero se procede a eliminar toda la parte aérea.
• **Comercialización**. Una vez recolectada, se procede a realizar el curado para evitar podredumbres producidas por heridas ocasionadas en la manipulación. Para ello, se colocan en cámaras ventiladas a un temperatura de 27-29°C, con una humedad del 85-90%, durante 5-7 días.
• **Conservación**. Almacenadas a una temperatura de 11-15°C con una humedad del 80-85%, pueden conservarse varios meses.

12.1.6.1.4. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas**:
- *Rosquilla negra.*
- *Gusano de alambre.*
- *Gusano blanco.*
- *Pulgones.*
- *Nematodos.*

• **Enfermedades producidas por hongos:**
- *Fusariosis*. Enfermedad vascular que produce un progresivo amarilleo de las hojas y una podredumbre negra en las raíces.
- *Momificado de la batata*.

• **Enfermedades producidas por virus**:
- *Mosaico de la batata*.
- *Virosis del acorchamiento interno de la batata*.

12.1.6.2. Chirivía

Es una planta perteneciente a la familia de las Umbelíferas y su nombre botánico es *Pastinaca sativa*. Tiene su origen como planta silvestre en la zona templada de Europa. Es una planta bianual de raíz color blanquecino, que durante el primer año engrosa la raíz y florece en el segundo. Su ciclo de cultivo se reduce a unos 4-5 meses.
Las semillas tienen forma aplanada y poseen una capacidad germinativa de 1 a 2 años.

Las variedades más conocidas son:

Larga blanca	Ofen ham
Redonda temprana	White gem
Caranchueca	Hollowcron
Tender and true	Improved
Avon resister	

Requiere un clima templado y húmedo, teniendo un régimen de temperatura parecido al del nabo.
los suelos conviene que sean frescos, ligeros, profundos y ricos en materia orgánica.
La extracción de este cultivo, por hectárea, es por norma general:

96 Kg de N
28 Kg de P_2O_5
125 Kg de K_2O

El aporte de materia orgánica descompuesta oscila entre las 20- 30 T/Ha.



El abonado de fondo por hectárea constará de 60 Kg de N /80 Kg de P_2O_5/144 Kg de K_2O.
El abonado de cobertura será de 2 aportaciones de 25 kg de N/ha.
La siembra se realizará a finales de invierno/principios de primavera, en surcos con una distancia entre sí de 40-50 cm, y a una profundidad de 1-2 cm.
En cuanto a las técnicas de cultivo, se realizará un aclareo, dejando las plantas a una distancia de 20-25 cm cuando éstas tengan ya 2-3 hojas.
La recolección se realizará a finales de verano/principios de otoño.
Las plagas y enfermedades que atacan la chirivía son similares a las que atacan la zanahoria.

12.1.6.3. Chufa

La chufa es una planta perteneciente a la familia de las Cyperáceas y su nombre botánico es *Cyperus esculentus*.
Tiene su origen en el valle del Nilo, y se cultiva principalmente para obtener, a partir de sus tubérculos, el refresco que se conoce como *horchata*.
Es una planta vivaz, con un desarrollo básicamente estival, de sistema radicular más o menos redondeado.
Los tubérculos se encuentran en los extremos de las raíces. Su color es marrón en el exterior y blanquecino en su interior.
La forma y el tamaño del tubérculo dependen de la textura del terreno, prefiriéndose los suelos sueltos y esponjosos.
La plantación se realiza a mediados de primavera, en surcos a 50-60 cm y con una distancia entre plantas de 10-15 cm.
Tiene pocas exigencias respecto al abonado, y las únicas técnicas de cultivo que se realizan son las escardas y recalzado de los surcos.
La recolección es en otoño, y antes de realizarla se procederá a eliminar su parte aérea.
Realizada la recolección, se lavarán los tubérculos, se secarán y ensacarán para su posterior venta.
La plaga más común que puede atacarla es el barrenador de la chufa, que hace galerías en el interior de la planta, y entre las enfermedades producidas por hongos, encontramos la fusariosis y la rhizoctonia.

12.1.6.4. Mandioca

Es una planta perteneciente a la familia de las Euforbiáceas y su nombre botánico es *Manihot esculenta*. Popularmente también se la conoce como **yuca** o **guacamote.**
Su origen se encuentra en América del Sur, y los países de mayor producción son Brasil, Zaire, Indonesia, Tailandia y Nigeria.
Se utiliza tanto como alimento humano como para la alimentación del ganado. De ella se obtienen, además, diversos productos como alcohol, féculas y la conocida **tapioca.**
Ésta se obtiene mediante un proceso de cocción que elimina la toxicidad originaria de la planta y la vuelve comestible.
La mandioca es una planta arbustiva que puede consumirse de manera parecida a la patata. Sus tubérculos tienen forma fusiforme, con una longitud de 30-70 cm y un diámetro de 5-15 cm. Pueden llegar a pesar hasta 2 Kg.



Variedades de última generación de chirivía: ***De Guernesey.*** *Gentileza de Semillas Vilmorin.*

El color de su piel es blanco amarillento y su interior blanco, amarillo o rosado.
Se dividen en 2 grupos, dependiendo de su sabor:

- la mandioca amarga
- la mandioca dulce, mucho más extendida

La época de plantación varía según las zonas, y la recolección se efectúa cuando han transcurrido 9-10 meses de su plantación.

12.1.6.5. Ñame

Con este nombre se conoce una serie de plantas pertenecientes a la familia de las Dioscoreáceas. Popularmente también se le denomina **batata de la China** o **patata aérea.**
Es una planta típica de zonas tropicales y subtropicales, pero algunas especies se han adaptado bien a climas más templados. El ñame es un alimento importante para muchos países africanos y asiáticos. Se le atribuye, además, propiedades antiartríticas.
Es una planta trepadora con un potente sistema radicular en el que se forman los tubérculos.
Su ciclo de cultivo es de 6-7 meses, y requiere suelos profundos, frescos y ricos en materia orgánica.
Su multiplicación es vegetativa, al igual que la patata o el boniato, partiendo de trozos de otro tubérculo.
La plantación se realiza a principios de primavera, en surcos a 80-110 cm y con una distancia de 40-80 cm entre plantas.
No requiere muchas técnicas de cultivo. La más importante es el entutorado de las plantas.
La recolección se realizará en otoño/principios de invierno, antes de los riesgos de heladas. En cuanto su conservación, es importante una buena aireación.
Sus enemigos más importantes son las hormigas tropicales y los nematodos. Entre las enfermedades más comunes producidas por hongos se encuentran la rhizoctonia y la sclerotinia.



12.2. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS BULBOS

12.2.1. Ajo

12.2.1.1. Conceptos generales

El ajo es una planta perteneciente a la familia de las Liliáceas y su nombre botánico es *Allium sativum*.
Tiene su origen en el suroeste de Asia y en el sur de Europa. Posee propiedades diuréticas, depurativas, antisépticas y estimulantes del apetito. Se suele utilizar como condimento y aromatizante. Posee, además, una sustancia de gran poder bactericida que se denomina **alizina.** El aroma característico del ajo es debido a un aceite esencial basado en un compuesto del sulfuro de alilo.

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	4 g
Lípidos	0,5 g
Glúcidos	20 g
Vit. B1 o tiamina	0,2 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,11 mg
Niacina	0,7 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	9-18 mg
Calcio	10-24 mg
Fósforo	40-195 mg
Hierro	1,7-2,3 mg
Potasio	540 mg
Valor energético	98 calorías

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-5°C
	Crecimiento cero	5°C
	Mínima para desarrollo	6°C
	Crecimiento óptimo	10 a 20°C
	Máxima para desarrollo	35°C
BROTACIÓN	Temperatura mínima	6°C
	Temperatura óptima	20 a 22°C
	Temperatura máxima	30°C
HUMEDAD		ALTA
LUZ		MEDIA

Es un bulbo vivaz que raramente hace flor en climas templados, y si lo hace, no produce semilla.
Su ciclo de cultivo es de 4-5 meses para las variedades de primavera y 7-8 meses para las de otoño.
Su brotación se produce 12-15 días después de la siembra.
El bulbo está formado por unidades o dientes, recubierto cada uno de ellos por una túnica de color variable que actúa de protección. Todo el bulbo va recubierto por otra túnica blanquecina.
El número de dientes varía según variedades (entre

3 y 14). Una cabeza de ajo puede tener un peso comprendido entre los 30-100 g, existiendo variedades que alcanzan hasta los 200 g.
Los ajos se dividen en tres grandes grupos de variedades:

• **Ajos blancos**. Suelen consumirse secos. Son más rústicos, con una buena productividad y conservación.

Ajo blanco	Blanco de Ronda
Fino de Chinchón	Blanco de Chinchón
Pardo rocambola	Thermidrome
Ajo canario	Messindrome
Blanco de Cuenca	

• **Ajo rosado**. La túnica que envuelve el diente es color rosado-rojizo. Su capacidad de conservación es menor que la de los anteriores, por lo que deben consumirse antes.

Rojo de Provenza
Ajo redondo del Lemosín
Rosa temprano
Ajo morado de las pedroñeras
California late
California early
Chonan
Caçador
Lavinia

• **Ajo morado**. La túnica de protección del diente es de color morado. Su conservación es similar a la de los rosados.

Bañolas	Rojo de Castro
Yegen	Germidour
Rojo de Cuenca	Créole

12.2.1.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura**. Es una planta rústica, de clima templado, que tolera las bajas temperaturas.
• **Suelo**. Requiere suelos ligeros, sueltos y permeables, con un pH de 6-7. Es ligeramente tolerante a la acidez del suelo.
• **Extracciones**. La extracción por hectárea de la planta de ajo es de:

50 Kg de N
15 Kg de P_2O_5
30 Kg de K_2O

• **Abonado**. No es conveniente la aportación de estiércol inmediatamente antes del cultivo.

Abonado de fondo por hectárea:

50 Kg de N
50-60 Kg de P_2O_5
60-70 Kg de K_2O

Abonado de cobertura por hectárea:

50 Kg de N

Se aconseja también aportar azufre con el abono de fondo.



• **Carencias**. Es sensible a la falta de cinc, boro y molibdeno.

12.2.1.3. Preparación del suelo y plantación

La preparación del suelo es similar a la que se realiza para el cultivo de la cebolla.
La multiplicación es vegetativa, a través de otros dientes de ajo, y la plantación se realiza a finales de otoño y principios de invierno.
La plantación puede hacerse:

• **en llano**, con líneas con una distancia 20 a 30 cm, dejando entre plantas 10-15 cm.
• **en surcos**, con una distancia entre sí de 40-60 cm, con 2 líneas en cada uno y una separación de 10-25 cm entre plantas.

La profundidad de plantación es de 4-5 cm. Se aconseja regar el terreno antes de la plantación para que adquiera el suficiente tempero para realizarla. Se deben colocar con la punta hacia arriba.
La plantación puede hacerse manualmente o con plantadores. Para lo segundo, se requiere que los dientes estén bien calibrados.

12.2.1.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Binas**.
• **Escardas**. Manual o con herbicidas.



Cebollas, Variedades
A/ Para encurtir
B/ Para ensalada
C/ y D/ de bulbo



Ⓐ Ⓑ

• **Recalces de los surcos o aporcados** para delimitar las líneas de ajos en surcos.
• **Recolección**. A principios de verano, cuando las cabezas han alcanzado un diámetro de 40-45 mm y pesan entre 25-75 g. La recolección puede ser manual, aunque para grandes extensiones se empieza ya a hacer de forma mecánica.
Una vez arrancados, se dejan secar sobre el terreno.
• **Comercialización**. Puede comercializarse en cabezas sueltas o bien en mallas o cajas.
• **Conservación**. Se realiza en locales bien aireados cuando las cabezas estén suficientemente secas. Puede resistir sin problemas temperaturas por debajo de -10°C. Su almacenamiento en cámaras frigoríficas entre 0°C y -1°C, con una humedad del 70-75%, permite una conservación de 6-8 meses.

12.2.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

Además de los enemigos mencionados en el cultivo de la cebolla, se pueden añadir:

• **Plagas**:
- *Gorgojo de los ajos*. Las larvas causan graves daños en las cabezas, pudiendo atacar también la cebolla.



Ⓒ Ⓓ



Variedades de cebolla: ***Babosa.*** *Gentileza de Semillas Vilmorin.*

- *Nematodos*. Es un gran enemigo del ajo, produciendo un crecimiento raquítico, un amarillamiento general de la planta y la producción de hojas asimétricas.

• **Enfermedades producidas por virus**:
- *Mosaico del ajo.*

12.2.1.6. Otros cultivos

• **Ajos tiernos**:

El aprovechamiento se realiza en verde cuando la formación del bulbo todavía es incipiente. En ese justo momento se recolectan. Es, en realidad, el cultivo normal de los ajos, pero adelantando la recolección. Por esta razón, la plantación inicial puede ser más densa.

12.2.2. Cebolla

12.2.2.1. Conceptos generales

La cebolla pertenece a la familia de las Liliáceas y su nombre botánico es *Allium cepa*.
Tiene su origen en Asia y es un alimento tónico, diurético, digestivo, dotado de propiedades antirreumáticas y de un cierto poder afrodisíaco. Se utiliza en fresco, en conserva, en encurtidos y en deshidratados. De ella se extraen también algunas esencias.
La cebolla es una planta bianual que forma el bulbo el primer año y florece durante el segundo. Su ciclo de cultivo oscila entre 100-200 días, dependiendo de las variedades.
Las semillas son redondas, de color negro, con un poder germinativo de sólo 1 año.
Todas las partes de la cebolla poseen un olor que la caracteriza. Este olor es debido a la acumulación de sustancias de naturaleza azufrada.
Es uno de los cultivos en los que la relación variedad-zona es más estrecha, por lo que las variedades que se cultivan están muy adaptadas a la climatologia de cada zona.

En general, se puede decir que:

- Para latitudes inferiores a 35°, se adaptan bien variedades de día corto.
- Para latitudes comprendidas entre 35° y 38°, se adaptan bien variedades medias.
- Para latitudes superiores a 38°, se adaptan bien variedades de día largo.

Existe un sinfín de variedades. A continuación citaremos algunas:

• **Variedades españolas**:

Babosa
Blanca francesa
De la reina
Sangre de buey
Lanzarote
Blanca del país
Blanca grande de Fuentes

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	0,5-1,6 g
Lípidos	0,1-0,6 g
Glúcidos	6-11 g
Vit. A	Trazas
Vit. B1 o tiamina	0,03-0,05 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,07 mg
Vit. B6	0,06 mg
Inositol	90 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	9-23 mg
Vit. E	0,2 mg
Fósforo	27-72 mg
Calcio	27-62 mg
Hierro	0,5-1 mg
Potasio	120-180 mg
Azufre	61-73 mg
Magnesio	16-25 mg
Iodo	0,03 mg
Valor energético	20-37 calorías

Blanca grande tardía
De grano
Colorada de conserva
Morada de Zalla
Morada de Amposta
Roja de Molina
Colorada de Figueras
Blanca de Lérida
De Liria

• **Variedades francesas**:

Blanca de Pompeya
De Malakoff
Roja de Brunswick
Hyper
Hygro
Superba

• **Variedades italianas**:

Blanca grande plata de Italia
Gigante oscura de la Rocca

• **Variedades inglesas**:

Big Ben
Granex

• **Variedades americanas**:

Gornel
Texas grano
Crystall Wax
White Lisbon
White Knight

• **Variedades holandesas**:

Mirato
Carolus

• **Variedades japonesas**:

Hayate	Senshu yellow
Hi-Keeper	Top-keeper
Hi-ball	Tropic-Ace
Keep-well	Esquino
Buffalo	Dragon eye

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	3°C
	Crecimiento cero	5°C
	Mínima para desarrollo	7°C
	Crecimiento óptimo	12-23°C
	Máxima para desarrollo	45°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	2-4°C
	Temperatura óptima	20 a 24°C
	Temperatura máxima	40°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA

12.2.2.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura**. Para la formación y maduración del bulbo se requieren temperaturas altas.
• **Agua.** Las fluctuaciones de humedad en el suelo pueden provocar grietas en los bulbos.
• **Suelo.** Necesita suelos de textura media o ligera, bien drenados.
Es ligeramente tolerante con la salinidad y poco con la acidez.
• **Extracciones del suelo.** Para una hectárea se calculan en:

80-100 Kg de N
30- 40 Kg de P_2O_5
100-140 Kg de K_2O

• **Abonado.** La cebolla tiene grandes necesidades de nitrógeno en la primera fase de su crecimiento. El aporte de materia orgánica, si se realiza, debe ser en el cultivo anterior o bien en cantidad moderada y muy descompuesta.

Abonado de fondo por hectárea:

40-100 Kg de N
70-100 Kg de P_2O_5
100-150 Kg de K_2O

• **Carencias**. Tiene necesidades medias en boro y altas en azufre y calcio.

12.2.2.3. Preparación del terreno y siembra

No es un cultivo que requiera labores en profundidad, pero sí un terreno homogéneo y suelto en su primera capa.

La siembra puede ser directa o en semilleros protegidos.
Tanto la siembra directa como el trasplante se realizarán:

• **En llano**, sobre tablares de 3-5 m y distanciadas las líneas en unos 15-20 cm.
• **En surcos** distanciados entre ellos unos 40-60 cm y plantando en cada uno de ellos 2 líneas.
• **En bancadas** sobre surcos con una separación de 100-120 cm, sobre las que se realizarán 4 líneas. Este último sistema es el más utilizado.

La época de siembra y trasplante depende de las variedades.

• **Variedad precoz**. Se realizará la siembra a finales de verano y el trasplante a finales de otoño.
• **Variedad media**. Se realizará la siembra a mediados/finales de otoño y el trasplante a mediados/finales de invierno.
• **Variedad tardía**. Se realizará la siembra en invierno y el trasplante en primavera.

Espantapájaros acústico. Fabricado por Dazon B.V.



12.2.2.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareo**. Operación que se efectuará si la siembra es directa, dejando entre las plantas una distancia de 15-20 cm.
• **Escardas**. En este cultivo, es importante mantener el terreno libre de malas hierbas. Puede realizarse de forma manual o con herbicidas.
• **Recolección**. Los bulbos están a punto para la recolección cuando las primeras hojas empiezan a secarse.

La época de recolección depende de las variedades:

• **Variedad precoz**: mediados de primavera
• **Variedad media**: finales primavera, principios verano
• **Variedad tardía**: mediados de verano

Se recolectan con un diámetro de 5 a 12 cm y un peso de 50-300 g.
La recolección es manual, aunque actualmente se mecaniza, al menos en parte.
Una vez recolectada la producción, queda en el suelo durante 8-10 días para secarse. Se pueden cortar los extremos superiores de las hojas para acelerar el secado.
• **Comercialización**. Una vez seca, se recoge y se procede a su clasificado según calibres.
Suele comercializarse en sacos de mallas o bien en cajas de listones.
• **Conservación**. Para favorecer la conservación, se aplican antigerminantes 15 días antes de la recolección. Se almacenará en locales bien aireados y protegidos de cualquier humedad.
En cámaras frigoríficas, con una temperatura de 0 a 2°C y una humedad del 75-85%, pueden conservarse de 4 a 6 meses, según variedades.

12.2.2.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas**:
- *Alacrán cebollero*. Ataca principalmente los semilleros.
- *Trip de la cebolla*. Produce picaduras, decoloración y deformaciones en las hojas.
- *Mosca de la cebolla*. La larva produce galerías y daños en los bulbos.
- *Gusano minador de la cebolla*. Las larvas realizan galerías en las hojas.
- *Gusano de alambre*. Se fijan en raíces y bulbos, ocasionándoles daños.
- *Nematodos*. Atacan el bulbo y la raíz.

• **Enfermedades producidas por hongos**:
- *Mildiu de la cebolla*. Provoca manchas alargadas en las hojas, llegando a adquirir el aspecto de una quemadura.
- *Carbón de la cebolla*. En principio, se ven lesiones plateadas que, posteriormente, se convierten en pústulas carbonosas en las túnicas exteriores de los bulbos.
- *Antracnosis de la cebolla*. Produce manchas negruzcas en las escamas exteriores, sobre todo en las cebollas blancas.
- *Roya de la cebolla*. Produce en las hojas pústulas de pequeño tamaño y de color pardo-rojizo.
- *Podredumbre blanda*. Desencadena la formación de áreas podridas en los bulbos, mientras las hojas se marchitan y las plantas mueren colapsadas.
- *Podredumbre algodonosa*. En el cuello de la planta aparecen áreas algodonosas cuando la temperatura es superior a los 8°C y la humedad es alta.

• **Enfermedades producidas por bacterias**:
- *Bacteriosis*. Produce diversas podredumbres.

• **Enfermedades producidas por virus**:
- *Abigarrado de la cebolla*. Origina un mosaico acompañado de un enrollamiento de las hojas, que aparecen como tumbadas.

• **Fisiopatías**:
- *Planchado*. Quemadura provocada durante el secado en el campo por excesiva insolación.
- *Bulbos agrietados y bulbos dobles*. Provocados por variaciones bruscas de la humedad del suelo.
- *Subida a flor prematura o encañonado*. Debidos a diversas causas, como el excesivo adelantamiento de la siembra, causas climáticas y otros factores de cultivo, como exceso de abono nitrogenado, exceso de riegos, etc.

12.2.2.6. Otras modalidades de producción

• **Cultivo de cebollas tiernas**. El tiempo normal para el recolectado es de 1,5–2 meses, antes de producirse la maduración de los bulbos. Se comercializa en manojos de 4–6 plantas, a las que tan sólo se les suprimen los extremos superiores de las hojas. Se trata de variedades especiales como:

White Lisbon
Ishikura

• **Cebollitas para encurtir**. Se realizan siembras directas muy espesas en primavera. Como consecuencia de la gran densidad de siembra, se forman bulbitos de 2–2,5 cm a los 75-80 días de la implantación. Estas variedades se cultivan a principios de primavera y se recolectan a mediados de verano, y se encurten para emplearlas como cebollitas. Existen variedades especiales como:

Paris silver skin
Berletta

12.2.3. Puerro

12.2.3.1. Conceptos generales

El puerro es una planta perteneciente a la familia de las Liliáceas y su nombre botánico es *Allium porrum*.
Tiene su origen en Europa y Asia occidental, y es muy apreciado como condimento y en ensaladas. Se consume no sólo el bulbo, sino también la parte de las hojas cercano al mismo, que se blanquean.
El puerro es una planta bianual, de bulbo único, con forma oblonga. Florece durante el segundo año, pero su ciclo de cultivo dura unos 4-5 meses.
Las semillas son parecidas a las de la cebolla, pero algo más pequeñas y oscuras. Su poder germinativo es de 2-3 años.
El puerro se clasifica por la longitud que se blanquea:

• **Puerro largo**:

Largo de Cennevilliers	Argenta
Colonna	Large American Flag
Largo de Mezières	Kilima
Abel	Helvetia
Largo de Bulgaria	

• **Puerro semilargo y corto**:

Grueso de Rouen	Arcadia
Malabare	Kajack
Electra	Blizzard
Platina	

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	2°C
	Crecimiento cero	5°C
	Mínima para desarrollo	7°C
	Crecimiento óptimo	13 a 24°C
	Máxima para desarrollo	35°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	4°C
	Temperatura óptima	20 a 24°C
	Temperatura máxima	30°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	2,2 g
Lípidos	0,3 g
Glúcidos	11,2 g
Fibra	1,3 g
Vit. A	40 UI
Vit. B1 o tiamina	0,11 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,6 mg
Niacina	0,5 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	17 mg
Calcio	52 mg
Fósforo	50 mg
Hierro	1,1 mg
Sodio	5 mg
Potasio	347 mg
Valor energético	52 calorías





Variedades de puerros: ***Colonna****. Gentileza de Semillas Sluis & Groot.*



Diversos sacos para el envase de productos agrícolas. Fabricados por Benitex, S.A.

12.2.3.2. Exigencias de la planta

En general, se puede decir que sus exigencias son similares a las del ajo y la cebolla.

• **Clima y temperatura**. Requiere climas templados y húmedos, y es resistente al frío.
• **Agua**. Procurar que la humedad del suelo no sufra oscilaciones bruscas durante el cultivo.
• **Suelos**. Prefiere suelos de textura media, profundos, ricos y frescos, aunque presenta una gran adaptabilidad. Resiste poco la acidez del suelo y es preferible que éste no sea excesivamente alcalino. El pH del suelo debe oscilar entre 5 y 6,1.

• **Extracciones por hectárea**:

85-100 Kg de N
40- 60 Kg de P_2O_5
100-120 Kg de K_2O

• **Abonado**:

Abonado de fondo por hectárea:

50 Kg de N
80-100 Kg de P_2O_5
150-170 Kg de K_2O

Abonado de cobertura por hectárea:

50 Kg de N

12.2.3.3. Preparación del suelo y siembra

La preparación del suelo es similar a la del cultivo de la cebolla.
La siembra puede realizarse directamente o en semilleros. En el semillero se sembrará a voleo, con una profundidad de 3-4 mm.
El trasplante se realizará a los 2 meses, en surcos con una distancia entre sí de 25-30 cm, con una separación entre plantas de 15 cm.
La siembra directa se realizará en surcos, con las mismas características anteriores, o en líneas con una separación de 30-40 cm.

12.2.3.4. Técnicas de cultivos y recolección

• **Aclareo**. Es necesario si se realizan siembras directas. Las plantas se dejarán a una distancia de 10-15 cm.
• **Escardas**. Manual o con herbicidas selectivos.
• **Despuntado**. Para que el crecimiento vegetativo no sea excesivo.
• **Aporcado**. Se realiza para blanquear la base de las hojas de la planta. El momento de realizarlo es 20-30 días antes de la recolección.
• **Recolección**. Se realiza a los 4-5 meses de la siembra, cuando alcanza una longitud de 20-25 cm (35 para las variedades largas) y un diámetro de 2-3 cm.
• **Comercialización**. Una vez recolectados, se limpian, se eliminan las hojas amarillas y coloreadas, y se recortan las raíces.
Se comercializan en manojos o a granel. También se pueden encontrar en bolsas de polietileno con varias unidades en su interior.
• **Conservación**. A una temperatura de 0-1°C, con una humedad del 90-95%. En estas condiciones, la conservación puede ser de 1 a 3 meses.

12.2.3.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

En general, son las mismas que atacan el cultivo de la cebolla.

12.2.4. Otros cultivos

12.2.4.1. Cebolleta

Es una planta perteneciente a la familia de las Liliáceas y su nombre botánico es *Allium fistulosum*.
Es una planta vivaz que tiene su origen en Asia, y es morfológicamente similar a la cebolla, pero de menor tamaño, con un bulbo menos pronunciado y más alargado. Se utiliza como condimento y en ensaladas.
No tiene excesivas exigencias climáticas. En cuanto al suelo, se la considera como una planta rústica.

Se siembra en primavera/verano de forma directa, en líneas con una distancia entre sí de 20 cm, o bien en semilleros.
La recolección se realizará a los 3 meses de la siembra.

12.2.4.2. Cebollino

Es una planta perteneciente a la familia de las Liliáceas y su nombre botánico es *Allium schoenoprasum*.
Sus hojas se utilizan como condimento en diversos platos y también en ensaladas. Para ser utilizadas, las hojas se cortan a 1 cm por encima del nivel del suelo.
Es una planta vivaz parecida a la cebolla, pero de hojas más finas y de bulbo más pequeño.
No presenta excesivas exigencias en cuanto al suelo. Lo prefiere húmedo, aunque tolera las bajas temperaturas y cierta sequía.

12.3. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS TALLOS

12.3.1. Espárrago



12.3.1.1. Conceptos generales

El espárrago es una planta que pertenece a la familia de las Liliáceas y su nombre botánico es *Asparagus officinalis*.
Su origen se sitúa en el sur de Europa y en Asia. El consumo puede ser tanto en fresco como en conserva. Posee propiedades diuréticas.
El espárrago es una planta vivaz, con un sistema rizomático subterráneo en forma de plataforma. De ella se aprovechan los tallos jóvenes o tiernos.
Estos turiones aparecen en la base de la plataforma rizomática y mientras se desarrollan bajo tierra son blancos. En el momento en que se dejan crecer libremente al exterior, se vuelven verdes por el efecto de la luz solar.
Las semillas tienen un poder de germinación que oscila entre los 5 y 8 años.

Entre las variedades españolas más conocidas, encontramos las siguientes:

Blanco de Aranjuez
Blanco de Zaragoza
Morado de Navarra
Blanco de Navarra

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Próticos	1,62-1,79 g
Lípidos	0,11-0,25 g
Glúcidos	0,37 g
Fibra	0,81-1,04 g
Vit. B1 o tiamina	25 mg
Vit. B2 o riboflavina	170 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	30 mg
Calcio	20 mg
Fósforo	60 mg
Hierro	1 mg
Valor energético	26 calorías

Entre las variedades extranjeras más conocidas, mencionaremos las siguientes:

Limbras	Larc
Spaganiva	Diane
Colosal de Connover	Minerva
Lorella	Junon
Darbonne nº4	Mira
Argenteuil	Aneto
Martha Washington	Brunelo
Blanco de Holanda	Desto
Rosa Chérault	Cito

12.3.1.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura.** Se adapta bien a climatologías muy variadas, tanto tropicales, subtropicales, como templadas.
• **Agua**. Es una planta que soporta bien la sequedad en el ambiente.
• **Suelo.** Al ser una planta que ocupa durante bastantes años el terreno, éste debe ser elegido con cuidado. Requiere un suelo ligero, profundo y fresco, con un buen drenaje para evitar encharcamientos. Es una planta sensible a la asfixia radicular, resistente a la salinidad y con un pH óptimo de 7,5-7,8.
• **Extracciones.** La extracción por hectárea de la planta de espárragos es de:

86-100 Kg de N
28- 34 Kg de P_2O_5
90-106 Kg de K_2O

Con altos requerimientos de boro.

• **Abonado:**
El primer año se aportan 50-60 T/Ha de estiércol.

Abonado de fondo por hectárea:

96 Kg de P_2O_5
250 Kg de K_2O

Abonado de cobertura: 3 aportaciones de 50 Kg de N.

El segundo año, el abonado se realizará en invierno y constará de 15 T/Ha de estiércol.

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Crecimiento óptimo	18-25°C
	Brotación de turiones	11 a 13°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	6 a 8°C
	Temperatura óptima	20 a 25°C
	Temperatura máxima	35 a 40°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA

Abonado de fondo:

60- 90 Kg de P_2O_5
100-180 Kg de K_2O

Abonado de cobertura:

100-200 Kg de N
60-100 Kg de P_2O_5
150-250 Kg de K_2O

En el tercer año y los sucesivos, se hará un aporte de 15 T/Ha de estiércol.

Abonado de fondo:

100-200 Kg de N
60-100 Kg de P_2O_5
150-250 Kg de K_2O

Abonado de cobertura:

100 Kg de N

Se aconseja además la aportación de 30-40 Kg de hórax cada 2-3 años.

12.3.1.3. Preparación del suelo y siembra

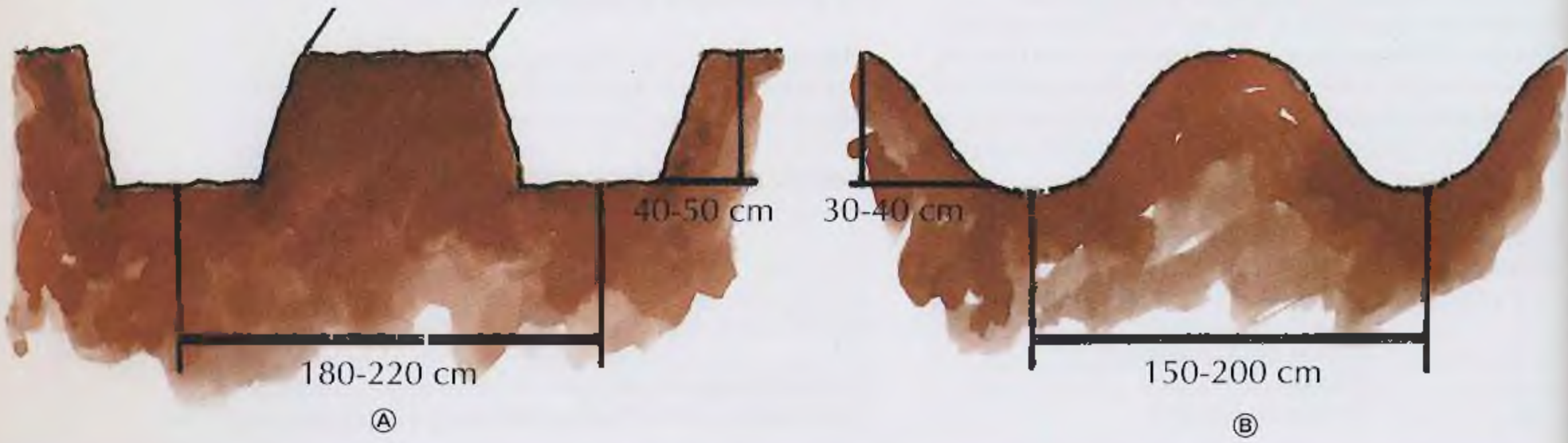
La preparación del suelo tiene que ser concienzuda, ya que el cultivo permanecerá en el suelo unos 10 años. Para ello se realizarán varias labores profundas, seguidas de varios pases de gradas para dejar el terreno bien desmenuzado.
La multiplicación del espárrago se hace a través de garras o pequeñas plataformas rizomáticas obtenidas de semilleros.
La siembra en semillero se realiza entre finales de invierno y finales de primavera, a chorrillo o a golpes, con una profundidad de siembra de 3-4 cm.
Cuando llega el otoño, la plántula nacida se seca, por lo que se procede a la poda de toda la parte aérea. Permanecerá así todo el invierno, hasta que en primavera las garras o pequeñas plataformas rizomáticas sean arrancadas y trasplantadas al terreno. El semillero tiene una duración de 1 año.
El trasplante se realizará en zanjas o surcos, colocando las garras en el fondo de los mismos.

• **Zanjas**. Con una profundidad de 30-35 cm y una distancia entre ellas de 180-220 cm. La separación entre las garras será de 40-50 cm.
• **Surcos**. Con una profundidad de 20-30 cm y una distancia entre ellos de 150-200 cm. La separación entre las garras será de 30-40 cm.

A la hora de trasplantar, se rechazarán aquellas garras en malas condiciones o cuyo peso sea inferior a los 20 g. Para más seguridad, se pueden comprar las garras a firmas especializadas. Si son de cosecha propia, antes de la plantación se desinfectarán.
La profundidad de plantación será de 10 cm, y a medida que se vayan produciendo las brotaciones, se irá aporcando en torno a las garras plantadas.
Llegado el otoño y tras marchitarse toda la parte aérea, se elimina ésta y se descalzan un poco las garras.
Durante el invierno se realizarán el abonado de fondo y una ligera cava, reponiendo, si los hubiera, los fallos de plantación. Posteriormente se realizará un nuevo aporcado.
Los primeros turiones no se recolectarán hasta el tercer año, pero la auténtica cosecha no llegará hasta el cuarto.

12.3.1.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aporcado**. Consiste en acumular tierra en torno al rizoma plantado, con la intención de que los turiones que formen crezcan bajo tierra y se recolecten blancos.
• **Escardas**. Se realizará manualmente o con herbicidas selectivos. La aplicación se realizará sobre todo entre las líneas.
• **Descaballonado o descalzado**. Una vez realizada la recolección, se dejan emerger algunos turiones para que realicen una masa vegetal aérea que permita elaborar reservas suficientes para la próxima cosecha.
• **Podas**. Eliminación de la parte aérea una vez se ha marchitado por completo.



Plantación de espárragos
A/ Zanjas
B/ Surcos

• **Acolchado**. Puede realizarse tras el aporcado y la aplicación de herbicidas, y consiste en la colocación de una lámina plástica, normalmente transparente, sobre el terreno. Con ello se consigue calentar el suelo y aumentar la retención de humedad en el mismo. Se consigue, además, un adelanto de 2-3 semanas de producción.
• **Recolección**. La producción no se obtiene hasta el cuarto año de cultivo, siendo la máxima entre el sexto y el décimo año.
La época de recolección va de principios de primavera a principios de verano y dura de 2 a 3 meses, realizando un pase diario. La operación de recogida es manual, con una herramienta especial acabada en un ensanchamiento semicircular.
Una vez realizada la recolección, se dejan los espárragos en el suelo el menor tiempo posible, ya que se secan y se vuelven fibrosos. Si su consumo es en fresco, serán sometidos a un preenfriamiento y a un lavado. Si su destino es la industria, después del lavado se escaldan y pelan, y pasan a ser envasados para su comercialización.
• **Comercialización.** Si su consumo es en fresco la comercialización es en manojos, sujetos con una cinta elástica.
• **Conservación**. Su conservación se hace en cámaras frigoríficas a una temperatura de 2-3°C y con una humedad del 95%.

12.3.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

•**Plagas**:
- *Crioceris del espárrago*. Insecto comedor que, tanto en forma adulta como de larva, provoca daños en hojas y tallos, sobre todo en los espárragos jóvenes.
- *Mosca de los sembrados*. Su larva entra en los turiones haciendo galerías y provocando el doblamiento de los mismos.
- *Mosca del espárrago*. Las larvas desarrollan en los turiones galerías de forma descendientes, que llegan hasta la garra. Los tallos se marchitan y llegan a morir.
- *Gusanos grises o agrotis*.
- *Pulgones*. Producen picaduras en los turiones, y en caso de fuerte ataque, pueden dañar las garras por debilitamiento.

• **Enfermedades producidas por hongos**:
- *Mal vinoso o rhizoctonia*. Es una enfermedad que tarda varios años en manifestarse. Uno de los síntomas es la producción de turiones cortos, delgados y algo endurecidos. Posteriormente, produce en las raíces una coloración rojiza y, con el avance de la enfermedad, la planta se marchita y muere.
- *Roya del espárrago*. Produce manchas rojizas en los tallos, lo que provoca el debilitamiento de la parte aérea y su desecación.
- *Fusariosis del espárrago*. Produce destrucción de vasos a nivel radicular y puede acabar con la vida de la planta.

- *Cercospora*.
- *Sclerotinia*.

• **Fisiopatías**:
- *Herrumbre de los turiones o falsa roya*. Origina estrías alargadas de color rojizo a lo largo de los turiones y es debida a una alteración del metabolismo en tiempo frío y húmedo.
- *Marchitamiento de brotes jóvenes*. Se marchitan cuando van a ramificarse. Se atribuye a diversas causas como la carencia de boro o deficiencias en la absorción hídrica.
- *Rebrote otoñal*. Cuando las condiciones del otoño son favorables, puede producirse una brotación, lo cual es perjudicial para la próxima cosecha, ya que las reservas habrían de servir para la brotación de turiones al año siguiente. Como medida precautoria, se evitarán los riegos y se abonará en invierno.

12.3.1.6. Otros cultivos

• **Espárragos verdes**. Conllevan un menor gasto de producción ya que, como no hay que blanquear, no es necesario utilizar más caballones. Pueden utilizarse densidades de plantación más estrechas entre plantas que las del espárrago blanco: 125-150 cm entre surcos y 30 cm entre plantas. Una característica importante a tener en cuenta es que las brácteas estén bien apretadas al turión, ya que no todas las variedades lo están.
Las variedades más adecuadas para esta modalidad de cultivo son:

Verde de California
Jacq. Ma. verde
UC-157

• **Cultivo en zonas tropicales y subtropicales.** Permite una entrada en producción mucho más rápida, normalmente en el primer año de plantación. Como no hay parada invernal, ésta se induce realizando fuertes podas.

Un sistema empleado es el llamado del **tallo madre.** Se deja que, a lo largo de todo el cultivo, algunos turiones se desarrollen vegetativamente para que acumulen nuevas reservas extraídas en la producción de nuevos turiones.
Estos tallos madre se renuevan periódicamente. Aunque la recolección puede ser ininterrumpida a lo largo del año, se dejan períodos de tiempo sin cosechar. En estas zonas, la duración del cultivo del espárrago es menor que las que se observan en nuestras latitudes, debido al desgaste que conlleva.



Las variedades de espárragos verdes conllevan un menor gasto de producción. Gentileza de Semillas Sluis & Groot



Variedades de acelgas: **Paros.** *Gentileza de Semillas Sluis & Groot.*

12.4. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS HOJAS

12.4.1. Acelga

12.4.1.1. Conceptos generales

La acelga es una planta que pertenece a la familia de las Quenopodiáceas y su nombre botánico es *Beta vulgaris var. cicla Pors.*
Se consume principalmente cocida y tiene propiedades laxantes y digestivas.
Es una planta bianual que florece en el segundo año. Sus semillas tienen un poder germinativo de 4 a 6 años.



Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	2,4 g
Lípidos	0,3 g
Glúcidos	4,6 g
Fibra	0,8 g
Vit. A	6.500 UI
Vit. B1 o tiamina	0,06 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,17 mg
Niacina	0,5 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	3,2 mg
Calcio	88 mg
Fósforo	39 mg
Hierro	3,2 mg
Sodio	147 mg
Potasio	550 mg
Valor energético	25 calorías

Las variedades se clasifican según el ciclo de producción, que varía entre 3-4 meses. Entre ellas encontramos:

- **Variedad de primavera-verano:**

  Verde de cortar
  Verde de penca blanca estrecha
  Verde de penca blanca raza Bressanne
  Verde de penca blanca raza Ampuis
  Amarilla de Lyon
  Amarilla de cortar
  White silver
  Hawai

- **Variedad de otoño-invierno:**

  Verde de penca blanca ancha
  Verde de penca blanca raza Niza
  Gigante Fordhook
  Paros

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-5°C
	Crecimiento cero	5°C
	Mínima para desarrollo	7°C
	Crecimiento óptimo	15 a 25°C
	Máxima para desarrollo	30 a 35°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	5°C
	Temperatura óptima	18 a 22°C
	Temperatura máxima	27 a 33°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		BAJA

12.4.1.2. Exigencias de la planta

- **Clima y temperatura.** Requiere un clima templado y húmedo. Es una planta sensible a las heladas.
- **Agua**. La acelga requiere una humedad constante en el suelo.
- **Suelos**. Requiere suelos de textura franca, ricos y frescos. Tolera poco la acidez del suelo. Es resistente a la salinidad. Su pH óptimo es entre 6 y 8.
- **Abonado.** Es necesario un aporte de 20-30 T/Ha de materia orgánica bien descompuesta.

Abonado de fondo por hectárea:

30- 40 Kg de N
40- 60 Kg de P_2O_5
80-100 Kg de K_2O

- *Abonado de cobertura*: requiere 3 aportaciones de 30-40 Kg de N.

12.4.1.3. Preparación del suelo y siembra

Se realizará una labor profunda, seguida de un par de labores superficiales para dejar el suelo preparado.

La siembra se puede realizar durante todo el año, menos en los meses de bajas temperaturas. En las variedades de primavera/verano, la siembra se realizará a finales de invierno/principios de primavera. En la variedad de otoño/invierno, la siembra puede realizarse desde mediados de verano hasta principios de otoño. Puede ser directa o en semilleros, a una profundidad de 2-3 mm.
Si se realiza trasplante, se efectuará a los 30-40 días de la siembra, cuando la planta tenga de 5 a 6 hojas, en surcos con 40-60 cm de separación.

12.4.1.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareos**. En el caso de realizar siembras directas, dejando las plantas a una distancia de 30 cm.
• **Escardas**. Puede ser manual o con herbicidas.
• **Recolección**. La recolección se lleva a cabo a los 2,5-3 meses de realizada la siembra, cuando la planta pesa entre 0,75 y 1 Kg. Puede ser manual y escalonada, cortando las hojas más desarrolladas.
• **Comercialización**. Una vez cortadas, se lavan y agrupan en manojos.
• **Conservación**. Su almacenamiento en cámaras frigoríficas a una temperatura de 0°C y con una humedad del 90 % permite una conservación de 10-12 días.

12.4.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

Las mismas que atacan la remolacha, con mayor importancia de minadores, pulgones, cercospora, caracoles y babosas.

12.4.2. Apio

12.4.2.1. Conceptos generales

El apio es una planta perteneciente a la familia de las Umbelíferas y su nombre botánico es *Apium graveolens*.
Tiene origen mediterráneo y posee propiedades diuréticas y depuradoras de la sangre. Su utilización es tanto en fresco como hervido para aromatizar guisos de toda clase.
El apio es una planta bianual que florece durante el segundo año. Las semillas tienen un poder germinativo de 5 a 9 años. Su ciclo de cultivo transcurre entre los 110 y 125 días.

Se diferencian en dos grupos de variedades:

• **Variedades verdes:**

Verde lleno de Pascua
Verde d'Elne
Utah
Florida
Florimart
Slow Bolting
Pascal
June-Belle
Verde Lepage
Avonpearl



*Variedades de apio; **Pascal**. Gentileza de Semillas Sluis & Groot.*

• **Variedades blancas o doradas**:

Lleno dorado
Dorado Barbier
Cathom Blanching
Jason
Celebrity
Chatteris
Golden Plume
Golden Spartan
Avon Resister
Dore Chemin

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	0,5-2 g
Lípidos	0,1-0,5 g
Glúcidos	1-1,2 g
Fibra	0,7-2,7 g
Vit. A	0-120 UI
Vit. B1 o tiamina	0,02-0,05 mcg
Vit. B2 o riboflavina	0,02-0,04 mcg
Vit. B5	0,3 mcg
Vit. B6	1,54 mcg
Vit. C o Ác. ascórbico	0,2-1,5 mg
Vit. F	0,45 mcg
Hierro	0,3-0,5 mg
Fósforo	27-65 mg
Cloro	137-183 mg
Yodo	0,012 mg
Magnesio	3-40 mg
Manganeso	0,16 mg
Potasio	160-400 mg
Azufre	15-20 mg
Sodio	96-240 mg
Valor energético	5-22 calorías



12.4.2.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura**. Las heladas intensas producen el ahuecamiento de las pencas.
• **Agua**. Tiene altas exigencias en agua, aunque un exceso también puede ser perjudicial.
• **Suelo**. Requiere suelos de textura franca, profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica. El pH óptimo oscila entre 6,8 y 7,2. Es una planta sensible a la salinidad.
• **Extracciones del suelo**. La extracción por hectárea de la planta del apio es de:

130 Kg de N
50 Kg de P_2O_5
200 Kg de K_2O

• **Abonado**. Se aportarán 25-30 T/Ha de estiércol.

Abonado de fondo por hectárea:

50 Kg de N
100 Kg de P_2O_5
150 Kg de K_2O

Abonado de cobertura: pueden realizarse 2-3 aportaciones con 30-40 Kg de N.

• **Carencia**. Es una planta sensible a la falta de boro, por lo que se aconseja la aportación de bórax con el abonado de fondo.

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	0°C
	Crecimiento cero	8°C
	Mínima para desarrollo	9-10°C
	Crecimiento óptimo	18 a 25°C
	Máxima para desarrollo	30°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	5°C
	Temperatura óptima	15 a 25°C
	Temperatura máxima	30°C
HUMEDAD		ALTA
LUZ		BAJA

12.4.2.3. Preparación del suelo y siembra

Deben realizarse varios pases en profundidad junto con el abonado de fondo y otros tantos superficiales para dejar el terreno en perfectas condiciones de drenaje.
La siembra se realiza en primavera, una vez han pasado los peligros de heladas. Se realizará en semilleros protegidos del sol y a los que no les faltará humedad.
La semilla requiere un tratamiento de pregerminación consistente en mantener húmedas a 20°C las semillas durante 2-3 días.
El trasplante se efectuará a los 2-3 meses, cuando la planta tenga 4-5 hojas y sea lo más uniforme posible, con una altura de 10-12 cm.
La siembra también puede realizarse en macetas de turba, con lo que se consiguen ya plantas con cepellón.
Se aconseja pinzar la planta trasplantada para reducir la traspiración y asegurar el enraizamiento.
Se plantarán en surcos con una distancia de 35-40 cm entre ellos y una separación entre plantas de 15-20 cm.
Si se desea aporcar el apio para blanquearlo, debe aumentarse la distancia entre los surcos.

12.4.2.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Escardas**. Utilizando para ello herbicidas selectivos.
• **Blanqueado**. Para ello, debe realizarse un aporcado un mes antes de la recolección.
• **Recolección**. Normalmente es manual y se realiza entre verano y otoño.
• **Comercialización**. Una vez recoletados, se elimina su parte superior, se lavan y se agrupan en manojos, colocándolos en cajas o bien en bolsas de plástico.
• **Conservación**. Su almacenamiento en cámaras frigoríficas a una temperatura de 0-1°C y con una humedad del 90-95% permite su conservación durante varias semanas.

12.4.2.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas**:
- *Gusanos grises o agrotis*. Destruyen la parte aérea durante la noche, y durante el día pemanecen bajo tierra.
- *Rosquilla negra*. Destruye los semilleros.
- *Psilla*. Sus larvas atacan el cuello de la planta formando galerías en el mismo, además de un parón en el desarrollo y de un amarillamiento general.
- *Mosca del apio*. Sus larvas originan galerías en las hojas del apio.
- *Pulgones*. Producen un amarillamiento general de la planta y un abarquillamiento de las hojas.
- *Caracoles y babosas*.
- *Nematodos*. Provocan un bajo crecimiento de la planta, hojas amarillas y deformadas, y abultamientos en el sistema radicular.

• **Enfermedades producidas por hongos**:
- *Sclerotinia*. Produce una podredumbre blanda en la base de la planta, por lo que las hojas se marchitan de forma generalizada.
- *Septoriosis*. Produce manchas de color marrón claro con puntos negros en las hojas, que acaban abarquillándose y secándose.
- *Cercospora*. Síntomas parecidos a los de la septoriosis.
- *Mildiu del apio*. Produce abarquillamiento general y desecación de las hojas.
- *Hongos del suelo*. Entre ellos, el phytium, fusarium y rhizoctonia. Producen daños a nivel del cuello y del sistema radicular de la planta.
- *Botrytis o podredumbre gris*.

• **Enfermedades producidas por bacterias**:
- *Pseudomonas*. Como consecuencia de altas humedades y temperaturas medias. Provocan manchas irregulares en las hojas, de color marrón con un halo amarillo.
- *Erwinia*. Provoca una podredumbre blanda y acuosa, con un decaimiento rápido y general de la planta.

• **Enfermedades producidas por virus**:
- *Virus del mosaico del apio.*
- *Virus del mosaico del pepino.*

• **Fisiopatías**:
- *Corazón negro.* Produce necrosis y abarquillamiento de las hojas tiernas del interior del apio. Está ocasionada por factores como las altas temperaturas, desequilibrios en la humedad del suelo, exceso en el abonado nitrogenado, deficiencia en calcio o excesiva salinidad del suelo.
- *Carencia de boro.* Provoca líneas pardas a lo largo de las nerviaciones.
- *Carencia de magnesio.* Provoca el amarillamiento de las hojas viejas de la planta.
- *Ahuecado de las pencas.* Puede producirse después de un período de heladas o por una sobremaduración.
- *Subida prematura a flor.* Provocada por un período de 2 semanas de temperaturas inferiores a 10°C cuando la planta es joven.

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	2-4,2 g
Lípidos	0,2 g
Glúcidos	5-7 g
Fibra	0,8-1 g
Vit. A	130 UI
Vit. B1 o tiamina	0,05 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,06 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	50-60 mg
Niacina	0,3 mg
Calcio	50-60 mg
Fósforo	30-50 mg
Hierro	0,5-0,9 mg
Sodio	20-25 mg
Potasio	240-260 mg
Valor energético	24-31 calorías

12.4.3. Coles

12.4.3.1. Conceptos generales

La col es una planta perteneciente a la familia de las Crucíferas y su nombre botánico es *Brassica oleracea*. Popularmente también se la conoce como **repollo** y a la variedad de hoja roja como **col lombarda.**



Coles.
Variedades
A/ *Primavera*
B/ *Verano*
C/ *Invierno*

Tiene su origen en Europa y es considerada una planta muy digestiva.
La col es una planta bianual que forma unos cogollos de hojas muy apretados el primer año y florece durante el segundo. Su ciclo de cultivo oscila entre los 5 y 6 meses.
Las semillas tienen forma redonda y un poder germinativo de 3-4 años.
las variedades se clasifican, de forma general, en dos grupos según el tipo de hoja, con una segunda clasificación dependiendo de la época de recolección. Las variedades de primavera/verano tienen un crecimiento más rápido que las de otoño/invierno.

• **Variedades de hoja lisa**:

- *Recolección primavera/verano*:

Hornel
Bacalán temprana
Corazón de buey grande
Dionisio
Corazón de buey pequeña
Golden Acre
Gloria de Enkhuizen
Golden Cross F_1
Minicole
Enterprise
Brunswick
Express
Delphi
Tucana
Holanda

Recolección otoño/invierno:

Stonar
Erdeno
Wondergen
Taurus
Tucana
Murciano
Roja Autoro
Lombarda morada
Repollo de Aranjuez
Lares
Junes Star
Rodolfo
Hitoma

• **Variedad de hoja rizada, llamada también col de Milán:**

Recolección primavera/verano:

Jean
Julius
Savoy King
Estibal
Marcelino
Rey de Milán
De Abril
Siete semanas de verano
Court Hâtif
Juan
Reglo

Recolección otoño/invierno:

Tarvoy
Tardía de Mars
Spivoy
Rey de invierno
Ice Queen
Reglo
Gruesa de Vertos
Grande de Diciembre
Hamasa
Savoy
Novum
Havro
Iceprince
Precursor

Variedades de col o repollo: **Bacalan.** *Gentileza de Semillas Vilmorin.*



Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-10 a -15°C
	Crecimiento cero	3 a 5°C
	Mínimo para desarrollo	6°C
	Crecimiento óptimo	13 a 18°C
	Máxima para desarrollo	30°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	5 a 8°C
	Temperatura óptima	20 a 25°C
	Temperatura máxima	30 a 35°C
HUMEDAD		ALTA
LUZ		BAJA

Conquest
Virtudes
Ostara

12.4.3.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura**. Prefiere ambientes frescos, pero se adapta fácilmente a climatologías diversas. En cuanto a la temperatura, las variedades de primavera/verano son resistentes a altas temperaturas y las variedades de otoño/invierno a bajas temperaturas, habiendo incluso algunas que resisten los -10°C.
• **Agua**. Es muy sensible a la sequía. Necesita una humedad constante en el suelo.
• **Suelos**. Requiere suelos de textura media, frescos y ricos, con un buen drenaje. No tolera los suelos ácidos y es medianamente resistente a la salinidad.
• **Extracciones**. Depende de las variedades y los rendimientos obtenidos, pero puede calcularse, para una hectárea de cultivo, en:

200-300 Kg de N
85-100 Kg de P_2O_5
250-500 Kg de K_2O

• **Abonado**. Aportación de 25-30 T/Ha de estiércol.

Abonado de fondo por hectárea:

70-100 Kg de N
65-85 Kg de P_2O_5
150-200 Kg de K_2O

Abonado de cobertura por hectárea:

50 Kg de N

Las variedades de invierno alcanzan un mayor desarrollo. Por ello las dosis de abonado deben ser algo más altas que para las variedades de primavera/verano.

• **Carencias**. La col es una planta con altas necesidades en boro y que no tolera la falta de manganeso en el suelo.

12.4.3.3. Preparación del suelo y siembra

Junto con el abonado de fondo, se realiza una labor profunda seguida de una o varias labores superficiales para dejar el suelo listo para cultivar.

La siembra se realizará en semilleros, a voleo, con una profundidad de 2-3 mm.
La época de siembra varía según el ciclo de cultivo. Para las variedades de otoño/invierno, la siembra se realizará entre mediados de primavera y finales de verano.
El trasplante al terreno definitivo se efectuará entre 40 y 50 días después de la siembra, cuando la planta haya alcanzado una altura de 15-18 cm y un diámetro de tallo de 4-5 mm.
Los surcos de la plantación tendrán una separación de 70-80 cm para variedades grandes y de 50-60 para variedades medianas y lombardas. La distancia entre plantas será de 60-70 cm para variedades grandes y de 40-50 para variedades medianas y lombardas.

12.4.3.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Escardas**. Manual o con herbicidas. Atención en el empleo de estos últimos, ya que la col es una planta sensible a sufrir fitotoxicidad.
• **Aporcado**. De forma ligera a los 25-30 días después del trasplante.
• **Recolección**. Debe realizarse cuando el cogollo tenga las hojas más apretadas y un peso comprendido entre los 2 y 3 Kg.

Se realiza manualmente, o con cosechadoras en extensiones muy grandes. Su época varía según el ciclo de cultivo. Las variedades de otoño/invierno se recolectan desde principios de otoño hasta principios de primavera. Las variedades de primavera/verano se recolectan desde mediados de primavera hasta principios de verano.
• **Comercialización**. Una vez recolectadas, se eliminan las hojas exteriores, se envuelven en bolsas de polietileno y se colocan en cajas de madera o plástico.
• **Conservación**. Su conservación debe ser en cámaras frigoríficas a 0-1°C y con una humedad del 85-90%.

12.4.3.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas**:
- *Mosca de la col*. Las larvas hacen galerías en la base de los tallos.
- *Minadores de hojas*. Hacen galerías en las hojas.
- *Falsa hernia de la col*. Forma agallas en la base del tallo. En su interior están las larvas.
- *Pulguilla de las crucíferas*. Las larvas realizan galerías en las hojas y los adultos las mordisquean.
- *Pulgón ceniciento de las coles*. Produce un amarillamiento general de la planta y abarquillamiento de las hojas.
- *Chinche de la col*. Origina manchas amarillas en las hojas, provocadas por sus picaduras.
- *Mariposa de la col*. Sus larvas son comedoras de hojas.
- *Polilla de las crucíferas*. Ocasiona galerías en las hojas.
- *Noctuido de la col*. Sus larvas son comedoras de hojas.
- *Rosquilla negra*. Sus larvas son comedoras de hojas.
- *Gusano gris*. Devora los tallos de las plantas recién trasplantadas.
- *Caracoles y babosas*. Son comedores de hojas.
- *Nematodos*. Ocasionan daños a las raíces.

• **Enfermedades producidas por hongos**:
- *Hernia de la col*. Provoca un crecimiento raquítico y defectuoso, apareciendo bultos alargados en las raíces. Ataca sobre todo en suelos ácidos.
- *Mildiu de las crucíferas*. Amarillamiento de la hoja, con la aparición de micelios grises en el envés.
- *Roya blanca de las crucíferas*. Provoca deformaciones en la planta, así como pústulas de color blanquecino.
- *Pythium*. Ataca los semilleros.
- *Rhizoctonia*. Provoca deformaciones en los cuellos y raíces.
- *Pie negro de la col*. Provoca podredumbre en el cuello de la raíz y manchas necróticas en tallos y hojas.
- *Mycosphaerella*. Produce manchas acorchadas de forma redondeada en hojas viejas.
- *Alternaria*. Produce manchas irregulares en las hojas.

• **Enfermedades producidas por virus**:
- *Virus de las manchas circulares negras*.
- *Virus del mosaico de la coliflor*. Provoca mosaico en las hojas.

• **Fisiopatías**:
- *Subida a flor prematura*. Provocada, entre otras causas, por la exposición de plantas jóvenes a temperaturas bajas durante cierto tiempo, o bien por períodos de sequía.





En la fotografía la variedad híbrida de col de Bruselas: **Roger.** *Cortesía de Semillas Sluis & Groot.*

12.4.4. Coles de Bruselas

12.4.4.1. Conceptos generales

Es una planta perteneciente a la familia de las Crucíferas y su nombre botánico es *Brassica oleracea var. gemmifera*.
Se obtienen al cortar la cabeza verdadera de la col. De esta forma, la planta desarrolla pequeñas cabezas laterales. Tiene su origen en Bélgica.
Su utilización principal es en fresco, aunque también se industrializa.
Es una planta bianual, que desarrolla un tallo que puede llegar a medir 1 m, y en el cual se desarrollan lateralmente los cogollitos que reciben el nombre de coles de Bruselas.
Las variedades se clasifican según su ciclo de cultivo, que oscila entre 5 y 8 meses:

• **Variedades precoces**. Con un ciclo de cultivo de 150- 170 días:

Parsifal	Acropolis
Topscore	Silvestar
Oliver	Predora
Camelot	Titurel
Jade Cross	Lancelot
Long Island Improved	Alcazar
Peer Gynt	Goldmine



Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	4,7-4,9 g
Lípidos	0,4-0,5 g
Glúcidos	7,5-8,3 g
Vit. A	33-550 UI
Vit. B1 o tiamina	0,1 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,1-0,16 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	68-100 mg
Calcio	36-38 mg
Fósforo	50-80 mg
Hierro	1-1,5 mg
Valor energético	45-53 calorías

• **Variedades medias**. Con un ciclo de cultivo entre 170-200 días:

Gigante de otoño magis	Thor
Rey Arturo	Merlon
Citadel	Anagor
Lunet	Bengalor
Camelot	Golfer
Askold	Fripostar

• **Variedades tardías**. Con un ciclo de cultivo entre 200 y 250 días:

Sigmundo	Herka
Fortress	Erwin
Belfort	Rampart
Seven Hills	Arctic
Asmer Hermer	

12.4.4.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura**. Es una planta rústica que prefiere climas frescos y húmedos. Muy resistente a bajas temperaturas y poco a temperaturas altas.
• **Agua**. Requiere buena humedad en el suelo.
• **Suelos**. Requiere terrenos de textura media, ricos, pero no excesivamente nitrogenados. Tolera suelos ligeramente ácidos.

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-15°C
	Crecimiento cero	3 a 5°C
	Mínimo para desarrollo	6°C
	Crecimiento óptimo	16 a 18°C
	Máxima para desarrollo	30°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	6 a 8°C
	Temperatura óptima	18 a 25°C
	Temperatura máxima	30 a 35°C
HUMEDAD		ALTA
LUZ		BAJA

- Extracciones por hectárea:

200-400 Kg de N
56- 90 Kg de P_2O_5
280-430 Kg de K_2O

• **Abonado**. Un exceso de abono nitrogenado aumenta el desarrollo foliar. Los cogollos dejan de estar tan apretados y baja la calidad del producto. La aportación de estiércol debe ser entre 25 y 30 T/Ha.

Abonado de fondo por hectárea:

20-30 Kg de N
50-80 Kg de P_2O_5
100-200 Kg de P_2O

Abonado de cobertura:

20-30 Kg de N

• **Carencias**. Es una planta sensible a la falta de boro y de molibdeno en el suelo.

12.4.4.3. Preparación del suelo y siembra

La preparación del suelo es la misma que en el caso de las coles.
La siembra se realiza entre finales de primavera y mediados de verano.
Puede realizarse de forma directa o en semilleros, con una profundidad de 2-3 mm.
El trasplante se realizará a los 40-50 días de la siembra, cuando las plantas tengan una altura de 14-18 cm, en líneas con una separación de 60-70 cm, y dejando una distancia entre plantas de 40-50 cm.

12.4.4.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareo**. Si se realiza siembra directa.
• **Despuntado**. Se elimina la parte superior de la planta un mes antes de la recolección, para obtener una producción más uniforme.
• **Deshojado**. Sobre todo si la recolección es manual. Consiste en ir eliminando las hojas secas en la base de la planta.
• **Escardas**. Manual o con herbicidas selectivos.
• **Recolección**. La recolección puede ser manual o mecanizada. En este cultivo, y por el tiempo que se emplea en la recolección manual, se tiende cada vez más a mecanizarlo.
La época varía según el ciclo de cultivo. En las variedades precoces, se realiza entre principios y mediados de otoño. En las variedades medias, a mediados de otoño, y en las tardías, entre finales de otoño y finales de invierno.
• **Comercialización**. Una vez recolectadas, se seleccionan, calibran y envasan en cajas o bandejas cubiertas con plástico, o bien en sacos.
• **Conservación**. Su almacenamiento en cámaras frigoríficas debe ser a una temperatura de 0-1°C, con una humedad del 85-90%.

12.4.4.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

Atacan a las coles de Bruselas las mismas plagas y enfermedades que a las coles normales.

• **Fisiopatías**:
- *Falta de compactación de los cogollos.* Puede ser producido por varias causas como las altas temperaturas o bien un excesivo abonado en nitrógeno.
- *Carencia de boro.* Ocasiona cogollos poco apretados y bolsas gomosas.
- *Enmarronamiento interno de los cogollos.* Aparece en cogollos que se han dejado sobremadurar en la planta.

12.4.5. Escarola

12.4.5.1. Conceptos generales

La escarola es una planta de la familia de las Compuestas y su nombre botánico es *Cichorium endivia*. Posee un sabor ligeramente amargo y se la considera un estimulador del apetito. Su principal utilización es en ensaladas. Su origen se sitúa en la India oriental.
Es una planta bianual que florece durante el segundo año. No forma cogollos. Su semilla es más grande que la de la lechuga y su poder germinativo es de 3–5 años. Su ciclo de cultivo dura de 3 a 4 meses.

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	1,7 g
Lípidos	0,1 g
Glúcidos	4,1 g
Fibra	0,9 g
Vit. A	3.300 UI
Vit. B1 o tiamina	0,07 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,14 mg
Niacina	0,5 mg
Vit. C o ác. ascórbico	10 mg
Calcio	81 mg
Fósforo	54 mg
Hierro	1,7 mg
Sodio	14 mg
Potasio	294 mg
Valor energético	20 calorías

Se cultivan 2 variedades:

• **Cichorum endivia var. crispa**. Son las variedades de hojas muy recortadas y divididas. Las hay de invierno/otoño y de primavera/verano.
De invierno:

Cabello
Rizada del Prat
Rizada de invierno

De otoño:

Wallonner Frisan — Ruffec-raza Armel
Ruffec

De primavera/verano:

Rizada doble de verano
Pavía
Fina de verano-raza Anjou
Fina de Rouen
De corazón amarillo-raza Dabis



Variedades de escarola: **Ruffec**. *Gentileza de Semillas Vilmorin.*

• **Cichorium endivia var. latifolia**. Son las variedades con las hojas lobadas o dentadas. También las hay de invierno/otoño y de primavera/verano.

De invierno:

Corneta de Anjou — Full-Heart
Redonda verde — Gigante Hortelana Maral

De otoño:

Fina — Gigante Hortelana
Solera — Redonda verde de corazón Pero
Brevo

De primavera/verano:

Malan — Rizada muy fina de Italia
Gruesa bouclée

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-6 a -8°C
	Crecimiento cero	5°C
	Mínima para desarrollo	6°C
	Crecimiento óptimo	15 a 20°C
	Máxima para desarrollo	25 a 30°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	6°C
	Temperatura óptima	14 a 16°C
	Temperatura máxima	30°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA





12.4.5.2. *Exigencias de la planta*

• **Clima y temperatura**. En general son sensibles a las bajas temperaturas.
• **Suelos**. Requiere suelos de textura media no excesivamente sueltos. Es una planta tolerante a la acidez del suelo.
• **Extracciones**. La extracción de la planta por hectárea es de:

89 Kg de N
40 Kg de P_2O_5
227 Kg de K_2O

• **Abonado**. Aportación de 15-20 T/Ha de estiércol bien descompuesto.

Abonado de fondo por hectárea:

30-40 Kg de N
50-60 Kg de P_2O_5
100-120 Kg de K_2O

Abonado de cobertura por hectárea:

30-40 kg de N a mitad de ciclo.

12.4.5.3. *Preparación del suelo y siembra*

La preparación del suelo es similar a la del cultivo de la lechuga.
La siembra puede ser en semilleros a voleo o bien directamente en el terreno, a chorrillo, golpes o con semillas pildoradas. La profundidad de siembra debe ser de 2-3 mm. Si la siembra es en semilleros, el trasplante se realizará cuando la planta tenga 8 cm de altura.
Antes de la siembra, la semilla requiere un tratamiento de pregerminación, que consiste en mantenerla sumergida a una temperatura de 20°C durante 2 días.
Los surcos de cultivo estarán separados entre sí de 40-50 cm y la distancia entre plantas será de 25-40 cm.
La época de siembra dependerá del ciclo de cultivo de la escarola. Encontramos las siguientes variedades:

- Variedad primavera/verano: siembra a principios/mediados de invierno.
- Variedad otoño: a mediados/finales de primavera.
- Variedad invierno: a finales de verano/principios de otoño.



Nuevas variedades muy productivas de espinacas: **Viroflay**. *Gentileza de Semillas Vilmorin.*

12.4.5.4. *Técnicas de cultivo y recolección*

• **Aclareo**. En el caso de siembra directa, dejando las plantas a una distancia de 25-40 cm según variedades.
• **Escardas**. Manuales o con herbicidas.
• **Blanqueado**. Se realiza un atado de las hojas 15-20 días antes de la recolección, para blanquear su interior.
• **Recolección**. Manual o mecanizada.
• **Conservación**. Su almacenamiento en cámaras frigoríficas a una temperatura entre -1°C y 1°C y con una humedad del 90% permite su conservación entre 15 y 30 días, igual que en el cultivo de la lechuga.
• **Comercialización**. Según variedades, pueden pesar de 500 g a 2 Kg.

12.4.5.5. *Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes*

Las mismas que en el cultivo de la lechuga, aunque la subida prematura a flor puede ser provocada también por las bajas temperaturas.

12.4.6. Espinacas

12.4.6.1. *Conceptos generales*

La espinaca es una planta perteneciente a la familia de las Quenopodiáceas y su nombre botánico es *Spinacia oleracea*.
Puede ser consumida en fresco, hervida o frita. Tiene muchas salidas industriales y un gran poder antianémico. Su origen es asiático.
Es una planta bianual dioica, es decir que hay plantas con flores masculinas y plantas con flores femeninas. Las semillas tienen una capacidad germinativa de 4 años.
Las variedades se clasifican en función del ciclo de producción. Éste tiene una duración de 50 a 80 días.

• **Variedades de otoño/invierno**:

Viking
Gigante de invierno
Monstruosa de Viroflay
Early Hybrid
Andros
Samos
Granstand híbrida
Híbrido Palona
Virkade Polka
Marathon
Universal
Rizada de Astí
Califlay
Roga

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	2,3-3,7 g
Lípidos	0,4-0,6 g
Glúcidos	3-3,6 g
Fibra	0,8 g
Vit. A	9420-13000 UI
Vit. B1 o tiamina	1,1-1,5 mg
Vit. B2 o riboflavina	2-2,7 mg
Vit. B6	4 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	59-116 mg
Vit. E	1,7 mg
Calcio	81 mg
Fósforo	55-86 mg
Hierro	3-10 mg
Magnesio	37 mg
Potasio	774 mg
Zinc	1,2 mg
Azufre	306-600 mg
Manganeso	8,5 mg
Valor energético	26 calorías

• **Variedades de primavera/verano**:

Pavana	Rhapsody
Bloomsdale	Hybrid Indian Summer
Maravilla del mercado	Lagos
Capella	Protekta
Symphonie	Spinoza
Estivato	Vital
High Pack	Butterfly
Hybrid Summic	

12.4.6.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura**. Requiere climas frescos y no soporta altas temperaturas.

• **Suelo**. Requiere suelos de textura franca, profundos y ricos, con buen drenaje. No tolera suelos excesivamente alcalinos o ácidos. Es resistente a la salinidad. El pH óptimo es 6,5.

• **Extracciones**. La extracción por hectárea de la planta de la espinaca es de:

60-90 Kg de N
27-40 Kg de P_2O_5
100-230 Kg de K_2O

• **Abonado**. Tolera mal la aplicación reciente de materia orgánica, por lo que se aconseja la aplicación en el cultivo anterior.

Abonado de fondo por hectárea:

40-60 Kg de N
40-60 Kg de P_2O_5
100-150 Kg de K_2O

Abonado de cobertura por hectárea:

45-60 Kg de N

12.4.6.3. Preparación del suelo y siembra

Para la preparación del suelo se realiza una primera labor profunda y varias labores superficiales para dejar el suelo mullido.
La siembra se realiza de forma directa a chorrillo, en líneas con una separación entre sí de 25-35 cm si la producción de espinacas está destinada a la industria. La profundidad de la siembra es de 2 cm.
Requiere un tratamiento de pregerminación que consiste en sumergir las semillas en agua durante 12 horas. La época de siembra es a mediados/finales de verano para las producciones de otoño/invierno, y a finales de invierno para las producciones de primavera/verano.

12.4.6.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareo**. La separación entre plantas será de 5 a 15 cm según la producción sea extensiva o destinada a la industria. Se realizará cuando las plantas tengan 4-5 hojas.

• **Escardas**. Manuales o con herbicidas selectivos.

• **Recolección**. Puede ser manual, cortando poco a poco las hojas más desarrolladas o bien la planta entera, o puede ser mecanizada si se trata de producciones para la industria.
La recolección se realiza a los 2 y 3 meses de la siembra.

• **Comercialización**. Una vez han sido recolectadas, se procede a lavar las espinacas para eliminar restos de tierra si su consumo es en fresco. La comercialización en fresco puede ser en hojas sueltas o en plantas enteras en manojos.
Conviene transportarlas en cámaras frigoríficas para su conservación hasta el punto de venta. Las espinacas destinadas a la industria deben transportarse inmediatamente, sin realizar el lavado previo.

• **Conservación**. Su almacenamiento en cámaras frigoríficas, con una temperatura entre -1°C y 0°C y con una humedad del 90- 95 %, permite su conservación durante 2-4 semanas.

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-5°C
	Crecimiento cero	5°C
	Mínima para desarrollo	6°C
	Crecimiento óptimo	15 a 25°C
	Máxima para desarrollo	30°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	5 a 7°C
	Temperatura óptima	15 a 18°C
	Temperatura máxima	25 a 30°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA

12.4.6.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas:**
- *Mosca de la remolacha*. Produce galerías en el interior de la hoja.
- *Pulgones*. Amarillamiento general y abarquillamiento de las hojas.
- *Gusanos grises o agrotis*. Devoran el cuello de la raíz.
- *Caracoles y babosas*. Devoradores de hojas.

• **Enfermedades producidas por hongos:**
- *Mildiu de la espinaca*. Provoca manchas amarillas en las hojas, con micelios grises en el envés.
- *Cercospora*. Provoca manchas redondas con un halo rojizo.
- *Botrytis o podredumbre gris*.
- *Pythium*. Provoca una necrosis de la raíz y un patión en el crecimiento.

• **Enfermedades producidas por virus**:
- *Virus del pepino*. Provoca amarillamiento y deformación de las hojas.
- *Virus del mosaico de la remolacha*. Provoca manchas claras con puntos negros.



Lechuga. Variedades
***A/** Lechuga romana*
***B/** Lechuga acogollada*

12.4.7. Lechuga

12.4.7.1. Conceptos generales

La lechuga es una planta perteneciente a la familia de las Compuestas y su nombre botánico es *Lactuca sativa*. La lechuga es la hortaliza más utilizada en ensaladas. De forma silvestre se encuentran otras especies del mismo género por toda la zona templada.
Es una planta bianual, con hojas más o menos redondeadas y semillas provistas de un vilano plumoso. Su capacidad germinativa es de 4-5 años. El ciclo productivo puede ser de 2 a 6 meses, dependiendo de las variedades y de su época de producción.
Dentro de la misma especie de lechuga, encontramos dos variedades muy cultivadas:

• **Lactuca sativa var. longifolia**. Es la llamada **romana**, más alargada y que no forma cogollos.

De invierno:

Romana larga encarnada
Romana larga verde
Romana rubia semilla blanca
Oreja de mulo rubia de hoja estrecha
Winter Density
Romaserra
Gorrión
Colibrí
Gaviota
Romance

De primavera/verano:

Tres ojos verdes
Tres ojos blanca
Romea
Romabella
Romaverde



*Variedades de lechuga: **Trocadero**. Gentileza de Semillas Sluis & Groot.*

• **Lactuca sativa var. capitata.** Son las lechugas **acogolladas:**

De invierno:

- *Hoja consistente*:

Gallega de invierno	Batavia roja
Caravan	Grenobloise
Salinas	Coolguard
Maravilla de invierno	Bowl rouge
Lydia	Red salad rouge

- *De hoja grasa*:

Trocadero semilla negra	Corine
Trocadero semilla blanca	Plafine
Ravel	Sahine
Hamlet	

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	0,8-1,6 g
Lípidos	0,1-0,2 g
Glúcidos	1,2-2,1 g
Vit. A	300-2600 UI
Vit. B1 o tiamina	0,07-0,1 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,03-0,1 mg
Vit. B5	0,3-0,5 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	5-24 mg
Calcio	13-36 mg
Hierro	1,1-1,5 mg
Magnesio	6-16 mg
Fósforo	25-45 mg
Potasio	100-400 mg
Sodio	5-10 mg



De primavera/verano:

- *Hoja consistente:*

Batavia rubia	Maravilla de verano
Batavia Flavia	Calmar
Tipo iceberg	Climax
Batavia alemana	Montemar
Col de Nápoles	Vanguard

- *Hoja grasa:*

Reina de mayo	Summer
Lucía	Queen
Aprilia	Cyria
Toria	Oresto
Amerika	Tessy
Rigoletto	Reskia
Orfeo	Aurelia
Maravilla de 4 estaciones	Capitán
Faust	Augusta
Oberto	Nadia
Clarion	Verpia

12.4.7.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura.** Requiere climas templados y húmedos. Las altas temperaturas son desfavorables para el acogollado y provocan una subida prematura a flor.

• **Suelos.** Preferiblemente suelos ricos, de textura franca, bien drenados, que no tengan una humedad elevada. Resiste la salinidad débil y es sensible a la acidez del suelo. Su pH óptimo es de 6,7-7,4.

• **Extracciones.** Dependen de si el cultivo es a pleno campo o en invernadero, siendo este último donde se dan las cifras más altas de extracciones por hectárea:

50-100 Kg de N
20-50 Kg de P_2O_5
120-250 Kg de K_2O

• **Abonado.** Una aportación de 15-20 T/Ha de estiércol muy descompuesto.

Abonado de fondo por hectárea:

30-40 Kg de N
30-50 Kg de P_2O_5
100-150 Kg de K_2O

- *Abonado de cobertura:* Realizar otras 3 aportaciones de nitrógeno de igual cantidad que en el abonado de fondo: una tras el aclareo, otra 15 días más tarde y la última al inicio del acogollado.

12.4.7.3. Preparación del suelo y siembra

Se realizará una labor profunda seguida de los gradeos necesarios para dejar el suelo perfectamente mullido. Necesita un tratamiento de pregerminación que consiste en sumergir las semillas en agua a 20°C durante 48 horas.
La siembra se puede realizar de forma previa en semilleros o directamente en el campo.

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-6°C
	Crecimiento cero	6°C
	Crecimiento óptimo día	14 a 18°C
	Crecimiento óptimo noche	5 a 8°
	Máxima para desarrollo	30°C
ACOGOLLADO	Temperatura óptima día	10 a 12°C
	Temperatura óptima noche	3 a 5°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	3 a 5°C
	Temperatura óptima	15 a 20°C
	Temperatura máxima	25 a 30°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA

En los semilleros se realizará una siembra a voleo, empleando 1 g de semillas por m^2 y a una profundidad de siembra de 3-4 mm. También pueden realizarse semilleros en bandejas, macetas o dados de turba prensada. Con ello se consiguen plántulas provistas de cepellón lo cual, de cara al trasplante, reduce las bajas de las plántulas a raíz desnuda.
A los 30-40 días de la siembra, se realizará el trasplante en surcos con una separación entre sí de 50 cm o en mesetas con una separación de 80-100 cm y 2 líneas, y con una distancia entre plantas, en los dos casos, de 25-30 cm.
La siembra directa se realiza en surcos o mesetas iguales al caso anterior, pero el sistema puede ser a chorrillo, a golpes o con semillas peldoradas. Estas últimas requieren sembradoras de precisión.
La siembra, según el ciclo productivo, se realizará como sigue:

- Ciclo de invierno: a mediados/finales de verano.
- Ciclo de primavera: a principios/mediados de invierno.
- Ciclo de verano: a principios/mediados de primavera.
- Ciclo de otoño: a principios/mediados de verano.

12.4.7.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareo.** Tras una siembra directa, dejando las plantas a una distancia de 25-30 cm. Se realizará cuando las plantas tengan 6-8 cm de altura.
• **Escardas.** Tantas como sean necesarias, de forma manual o con herbicidas.
• **Blanqueado.** Se realizará un atado de las hojas 8-12 días antes de la recolección. Con ello se consigue un blanqueado interior de las hojas, sobre todo en las variedades que no forman cogollo.
• **Recolección.** Lo normal es la recolección manual, aunque también puede ser mecanizada.

Según el ciclo productivo:

- Ciclo de invierno: a finales otoño/finales invierno.
- Ciclo de primavera: a principios/finales primavera.
- Ciclo de verano: a mediados/finales de verano.
- Ciclo de otoño: a principios/finales de otoño.

• **Comercialización.** Una vez recolectadas, se elimi-

nan las hojas exteriores y los troncos a ras de hojas. Posteriormente, se calibran y se introducen en bolsas de polietileno para su comercialización.

• **Conservación.** Las condiciones más adecuadas son de 0-1°C y 90-95 % de humedad para una conservación de 15-30 días.

12.4.7.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas:**
- *Larvas.* Comedoras de hojas.
- *Gusanos grises o agrotis.* Atacan el cuello de las plantas jóvenes.
- *Gusano de alambre.* Ataca las raíces.
- *Pulgones.*
- *Mosca blanca.* En invernaderos.
- *Minadores de hojas.*
- *Caracoles y babosas.*
- *Nematodos.* Provocan un crecimiento raquítico de la planta y quistes en las raíces.

• **Enfermedades producidas por hongos:**
- *Mildiu de la lechuga.* Manchas de color amarillo entre los nervios de las hojas, que se recubren de un micelio de color gris y posteriormente se secan.
- *Oídio.* La hoja aparece recubierta de un micelio blanquecino.
- *Sclerotinia.* Produce podredumbre blanda en la base de la planta.
- *Pythium.* Ataca la base del cuello, provocando la muerte de la parte aérea.
- *Rhizoctonia.* Provoca podredumbre en el cuello de la raíz.
- *Botrytis o podredumbre gris.*

• **Enfermedades producidas por virus:**
- *Virus del mosaico de la lechuga.* Produce un mosaico verde entre claros y oscuros.
- *Virus del mosaico del pepino.* Raquitismo y amarillamiento general.
- *Virus de las nerviaciones gruesas de la lechuga.* Provoca bultos y deformaciones en las hojas y amarillamiento de las nerviaciones.

• **Fisiopatías:**
- *Subida a flor prematura.* Producida por altas temperaturas.
- *Falta de acogollado.* Debido a un abonado pobre o alto en macronutrientes.
- *Tipburn de la lechuga.* Aparición de manchas marrones y bordes de la hoja secos. Parece ser que está relacionado con deficiencias de calcio.

Berro de agua.



12.4.8. Otros cultivos

12.4.8.1. Acederas

El nombre de Acedera engloba varias especies dentro del género Rumex, pero la más común es el *Rumex acetosa* perteneciente a la familia de las Polygonáceas.
Se utiliza normalmente como condimento, pero es aconsejable su consumo continuado para personas con problemas de cálculos renales, ya que son muy ricas en ácido oxálico.
La acedera es una planta vivaz que requiere climas húmedos no muy soleados. La duración de la plantación es de 10 años, pero debe resembrarse cada 3.
La siembra se realiza desde finales de primavera hasta finales de verano y la recolección se iniciará a los 3 meses de la siembra.

12.4.8.2. Berro de agua

Es una planta vivaz y acuática que pertenece a la familia de las Crucíferas y su nombre botánico es *Nasturtium officinale.*
Posee un sabor picante y se consume en ensalada o como condimento de otras comidas. Tiene un gran poder depurativo y es antiescorbútico.
La duración de la plantación es de 2 años. Cabe destacar, en relación a sus exigencias climáticas, que no tolera las bajas temperaturas y que requiere aguas con temperaturas de 10°C y poco calcáreas.
La siembra se realiza en primavera, recolectándose a los 2 meses. Una vez lavados, se comercializan en manojos. Su conservación se realiza a una temperatura de 1°C, con una humedad del 95 %.

12.4.8.3. Berzas

Es una planta que pertenece a la familia de las Crucíferas y su nombre botánico es *Brassica oleracea var. acephala.*
Sus hojas se utilizan en ensaladas y para elaborar ciertos platos, así como para alimentar al ganado. Son las llamadas **coles forrajeras.**
Las exigencias de esta planta, tanto de clima como de suelo, son similares a las de las coles de invierno, al igual que su ciclo y técnicas de cultivo.

12.4.8.4. Borraja

La borraja es una planta perteneciente a la familia de las Boragináceas y su nombre botánico es *Borago officinalis.*
Tiene su origen en la región mediterránea y se consume principalmente cocida. Posee propiedades diuréticas y expectorantes.

Es una planta anual muy rústica, que prefiere suelos de textura franca, profundos, frescos y ricos en materia orgánica.
La siembra se realiza a mediados de verano, con una separación entre plantas de 25-30 cm.
La recolección se inicia a finales de otoño y acaba a principios de invierno.

12.4.8.5. Cardo

El cardo es una planta que pertenece a la familia de las Compuestas y su nombre botánico es *Cynara cardunculus*.
Tiene su origen en la zona mediterránea y se consume principalmente cocida. Posee propiedades tónicas y digestivas.
Es una planta vivaz cultivada como anual. Sus semillas tienen una capacidad germinativa de 5 años.
En cuanto a exigencias climáticas, hay que decir que vive bien en zonas templadas y es sensible a las heladas. Prefiere los suelos de textura ligera, profundos y ricos en materia orgánica, con pH neutro o ligeramente alcalino.
La siembra se realiza normalmente en verano, pero se puede hacer en primavera si los inviernos son muy fríos. Una labor importante en este cultivo es el blanqueado, que se realizará un mes antes de la recolección.
La recolección se inicia en otoño, de forma escalonada, hasta el invierno.
La comercialización se lleva a cabo en bolsas de plástico colocadas en cajas. La conservación frigorífica se realizará a 0°C y 90-95 % de humedad, con lo que se consigue una duración de hasta 2 meses.

12.4.8.6. Hinojo

Es una planta perteneciente a la familia de las Umbelíferas y su nombre botánico es *Foeniculum officinale*.
El hinojo es una planta con propiedades balsámicas, desinflamatorias y diuréticas, utilizada para aromatizar comidas y en ensaladas.
Es una planta bianual cuyas semillas tienen un poder germinativo de 3-4 años. Su ciclo de cultivo transcurre en 4-5 meses.
En cuanto a exigencias climáticas, es sensible a las bajas temperaturas y a la sequía que provoca una subida prematura a flor. En relación al suelo, lo prefiere de textura franca, profundo, fresco y rico en materia orgánica. Es, además, tolerante a la acidez del suelo.
La siembra se realiza a principios de verano, trasplantando a finales del mismo la planta a surcos con una distancia entre sí de 30-40 cm.
La recolección se escalona desde finales de otoño hasta finales de invierno. Una vez recolectados, se extraen las hojas exteriores, se calibran y se colocan en bolsas o cajas.
La conservación se hará en cámaras a 0-1°C y 90 % de humedad.

12.4.8.7. Perejil

El perejil es una planta perteneciente a la familia de las Umbelíferas y su nombre botánico es *Petroselinum sativum*.





Tiene su origen en la zona mediterránea y se utiliza principalmente para aromatizar comidas.
Es una planta bianual que florece durante el segundo año. Las semillas tienen un poder germinativo de 2 años. Su ciclo de cultivo se extiende a 3 meses. Existen variedades de hoja lisa y otras de hoja rizada.
En cuanto a exigencias climáticas, es sensible a las heladas, a la sequía y a los vientos fuertes. En cuanto a los suelos, los prefiere de textura franca, profundos, frescos y ricos en materia orgánica.
La recolección se realizará en varias pasadas, a partir de los 3 meses de la siembra, o bien en una sola, extrayendo toda la planta.
La comercialización se realiza en manojos o bolsas de plástico.
La conservación se realiza a 0-1°C y 85-90% de humedad durante 1-2 meses.

Cosechadoras automáticas de espinacas. Fabricadas por DE PIETRI

12.5. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS INFLORESCENCIAS

12.5.1. Alcachofa

12.5.1.1. Conceptos generales

La alcachofa es una planta perteneciente a la familia de las Compuestas y su nombre botánico es *Cynara scolymus*.
Es originaria de la región mediterránea y se consume tanto en fresco como en conserva.
De la alcachofa también se obtiene un extracto líquido que se utiliza como refresco en aperitivos.
La alcachofa es una planta vivaz, que florece en cabezuelas formadas por un conjunto de brácteas carnosas. Estas cabezas florales son la parte comestible de la planta y, si no se recolectan a tiempo, las brácteas se abren, dando paso a flores de color azul.



Las semillas de la alcachofa tienen un poder germinativo de 6 a 12 años, pero su reproducción se hace vegetativamente a través de esquejes, ya que por semillas se obtiene una producción muy heterogénea.
En general, su ciclo de cultivo dura 3-4 años y depende mucho de la climatología. Desde que se planta hasta el inicio de la recolección, suelen transcurrir entre 5 y 7 meses.
Las variedades de la alcachofa se agrupan principalmente por el color de las cabezuelas:

- **Cabezuelas blancas o verde claro:**

Gruesa de la Gran Bretaña	De Aranjuez
Blanca de Tudela	Monquelina
Callosinas Madrileñas	Green Globe
Gruesa de León o París	De Getafe

- **Cabezuelas violetas:**

Violeta de Provenza
Violeta temprana
Violeta de Toscana
Larga violeta de Sicilia
Purple Globe

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	2,59 g
Lípidos	0 g
Glúcidos	6,72 g
Vit. A	270 UI
Vit. B1 o tiamina	180 mcg
Vit. B2 o riboflavina	10 mcg
Vit. C o Ác. ascórbico	5 mcg
Calcio	50 mg
Fósforo	90 mg
Hierro	0,5 mg
Valor energético	38 calorías

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-4°C
	Crecimiento cero	5°C
	Mínima para desarrollo	6 a 8°C
	Crecimiento óptimo	18 a 25°C
	Máxima para desarrollo	30°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA

12.5.1.2. Exigencias de la planta

- **Clima y temperatura.** La alcachofa es una planta sensible a las heladas. A temperaturas de -2°C, puede destruirse toda la parte aérea, y a temperaturas de -10°C, todo el sistema radicular.
A su vez, las temperaturas muy elevadas paralizan el crecimiento y la producción. Los vientos secos y cálidos en las primeras fases de cultivo pueden ocasionar daños serios.
- **Agua.** Es una planta que tolera mal el exceso de humedad en el suelo.
- **Suelo.** No es una planta exigente en suelos, aunque para la producción no le conviene que sean arenosos. Prefiere suelos de textura limo-arcillosa con buen drenaje. Es una planta resistente a la salinidad y con pH óptimo entre 7,3 y 7,6.
- **Extracciones.** Se calculan las extracciones por hectárea en:

220-230 Kg de N
50-100 Kg de P_2O_5
500-750 Kg de K_2O

• **Abonado.** Una aportación de 30-40 T/Ha de estiércol.

Abonado de fondo por hectárea:

100-150 Kg de N
120-170 Kg de P_2O_5
120-250 Kg de K_2O

Abonado de cobertura por hectárea: 3 aportaciones de 75 Kg de nitrógeno.

12.5.1.3. Preparación del suelo y plantación

La preparación del suelo es importante en este cultivo, ya que permanecerá en el terreno varios años. Se realizarán 2 labores profundas, seguidas de pases de fresadora, hasta que el suelo esté en condiciones.
La multiplicación vegetativa más utilizada es la división del rizoma de una planta madre. Estos rizomas, una vez desinfectados, serán plantados a principios/mediados de verano en surcos con una distancia entre sí de 80-150 cm según su desarrollo, y separadas las plantas entre sí en 80-100 cm. La profundidad de plantación será de 5-6 cm.

12.5.1.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Reposición de rizomas que no han brotado.**
• **Recalzados.** Normalmente se realiza después del segundo riego.
• **Escarda.** Para ello se utilizan herbicidas selectivos.
• **Poda.** Se realiza una poda baja al finalizar la producción del primer año, cuando la planta empieza a secarse.
• **Recolección.** Ésta depende principalmente de la climatología aunque, en general, su duración es de 2-3 meses.
En climas templados, la producción se inicia desde mediados de otoño hasta principios de primavera.
En climas de inviernos fríos y veranos suaves, la producción se produce desde finales de primavera hasta mediados de otoño.
En climas con inviernos relativamente fríos y veranos cálidos, la producción se divide en 2 etapas: la primera desde otoño hasta que la temperatura desciende mucho, y la segunda desde que vuelve a aumentar la temperatura, hasta que ésta sube en exceso, parando la producción.
La recolección se realiza cortando hasta 10 cm de tálamo floral, con un diámetro de cabezuela mínimo de 6 cm.
• **Comercialización.** Las alcachofas para consumo en fresco se colocan en cajas forradas de papel satinado. Las que van a la industria, después de ser calibradas se escaldan, pelan y colocan en los botes adecuados.
• **Conservación.** La conservación frigorífica a 0-1°C, con un 90-95% de humedad, puede durar de 15 a 30 días.

12.5.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas:**
- *Rosquilla negra.* Es un devorador de hojas que ataca durante la noche.
- *Gusanos grises o agrotis.* Destruyen el cuello de las plantas y las marchita. Su ataque también es nocturno.
- *Barrenador de la alcachofa.* Sus larvas penetran en las nerviaciones de las hojas y hacen galerías en los tallos, llegando a las cabezuelas.
- *Pulgones.* Amarillamiento general de la planta y abarquillamiento de las hojas.
- *Pulguilla de la alcachofa.* Sus larvas devoran la hoja desde el interior.
- *Apión de la alcachofa y mosca de la alcachofa.* Sus larvas realizan galerías en hojas y cabezuelas.
- *Casida de la alcachofa.* Sus larvas devoran las hojas.
- *Araña roja, caracoles y babosas.*

• **Enfermedades producidas por hongos:**
- *Oídio.* Produce un micelio gris en el envés de la hoja, mientras que amarillea el haz.
- *Mildiu de la lechuga.*
- *Viruela de la alcachofa.* Produce manchas en torno a las nerviaciones de las hojas viejas.
- *Ascocyta.* Produce manchas circulares y negras en las puntas de las brácteas de las cabezuelas.

• **Enfermedades producidas por bacterias:**
- *Grasa de la alcachofa.* Produce manchas aceitosas en las brácteas de las cabezuelas.

• **Enfermedades producidas por virus:**
- *Mosaico amarillo.*
- *Virus de manchas anulares.*
- *Virus del enanismo rizado.*

• **Fisiopatías:**
- *Heladas.* Producen manchas negruzcas en las brácteas de las cabezuelas que, a su vez, se doblan.
- *Escaldado.* Muerte de la planta en sus primeras fases de crecimiento, debido al riego realizado en horas de sol.



Almacenamiento de alcachofas con soportes para pallets.



Variedades de coliflor: ***Bola de nieve****. Gentileza de Semillas Vilmorin.*

12.5.2. Coliflor

12.5.2.1. Conceptos generales

La coliflor es una planta perteneciente a la familia de las Crucíferas y su nombre botánico es *Brassica oleracea var. botrytis.*
El origen está situado en la zona mediterránea oriental, y su consumo principal es fresco o bien en encurtidos, aunque actualmente la encontramos ya como producto congelado.
La coliflor es una planta bienal cuya parte comestible es el cogollo apretado de inflorescencias que se produce antes de la floración.
Las semillas tienen una capacidad germinativa de 5-8 años.

Las variedades se clasifican según la duración de su ciclo de cultivo:

• **Variedad de ciclo corto.** Su ciclo dura hasta 3 meses:

Olga	Lawyna
Alpha	Catalina
Erfurt	Orco
Early Snowball	Talmira
Camberra	Everest
Kangaroo	Selandia
Delira	Bola de nieve
Soro	Florablanca
Lago	



• **Variedad de ciclo medio.** Su ciclo dura entre 3 y 4 meses:

Snowcap	
Gigante de Italia	Parnas
Tardía Prebaco	Kibo-tardo
Rubaco	Pava

• **Variedad de ciclo largo.** Su ciclo dura de 4 y 6 meses:

Coliflor de invierno Odin	Armando Mirado
Coliflor tardía Atlas	Tardía de Febrero
Tardía de Angers	Coliflor Tardía

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	2,48 g
Lípidos	0,34 g
Glúcidos	4,55 g
Vit. A	90 UI
Vit. B1 o tiamina	110 mcg
Vit. B2 o riboflavina	100 mcg
Vit. C o Ác. ascórbico	69 mcg
Calcio	22 mg
Fósforo	72 mg
Hierro	1,1 mg
Valor energético	32 calorías

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-10°C
	Crecimiento cero	3 a 5°C
	Mínima para desarrollo	6°C
	Crecimiento óptimo	16 a 18°C
	Máxima para desarrollo	30°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	6 a 8°C
	Temperatura óptima	18 a 25°C
	Temperatura máxima	30 a 35°C
HUMEDAD		ALTA
LUZ		BAJA

12.5.2.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura.** Requiere temperaturas moderadas y ambientes húmedos. Los vientos excesivamente secos son perjudiciales.
• **Suelo.** Requiere suelos de textura ligera y con buena retención de agua. Son medianamente resistentes a la salinidad y se necesita un pH del suelo de 6-6,5.
• **Extracciones.** Se calculan unas extracciones medias por hectárea de:

175-200 Kg de N
60-80 Kg de P_2O_5
200-250 Kg de K_2O

• **Abonado.** Aportación de 30-40 T/Ha de estiércol.

Abonado de fondo por hectárea:

60 Kg de N
80 Kg de P_2O_5
200 Kg de K_2O

Abonado de cobertura: 2 aportaciones de 100 Kg de nitrógeno.

• **Carencias.** Es sensible a la falta de boro y de molibdeno en suelos ácidos.

12.5.2.3. Preparación del suelo y siembra

Para la preparación del suelo se realizará una labor profunda seguida de varias labores superficiales.
La siembra se realizará entre mediados de primavera y mediados de verano, según el ciclo de cultivo a seguir.
Puede realizarse la siembra en semilleros o en macetitas de turba. El trasplante se realizará cuando las plántulas tengan 5-6 hojas y 15-20 cm de altura, más o menos a los 40-50 días de la siembra.
Las plántulas se colocarán en surcos con una separación de 60-80 cm y con una distancia entre plantas de 40-60 cm, según la variedad cultivada y la duración del ciclo. En explotaciones muy grandes, puede realizarse en siembras directas con sembradoras de precisión.

12.5.2.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Reposición de plántulas muertas tras el trasplante.**
• **Aclareos.** Si se realiza una siembra directa.
• **Aporcado.** Cuando la planta ya ha arraigado en el terreno.
• **Escardas.** Con herbicidas selectivos.
• **Protección de las inflorescencias.** Una vez se han abierto las hojas, es conveniente colocar una de ellas sobre el cogollo, para evitar el amarillamiento por el sol.
• **Recolección.** La recolección se realiza manualmente, con 5-10 pasadas, y depende del ciclo de producción.
- *Variedad de ciclo corto.* La recolección va desde verano hasta mediados de otoño.
- *Variedad de ciclo medio.* La recolección va desde mediados de otoño hasta mediados de invierno.
- *Variedad de ciclo largo.* La recolección va desde mediados de invierno hasta principios de primavera.
El momento concreto es cuando el cogollo ha adquirido su tamaño máximo, antes de la apertura a flor.
Para la recolección, también puede utilizarse maquinaria especializada que corta sólo aquellos cogollos que alcanzan el tamaño mínimo.
- **Comercialización.** Una vez recolectadas, se seleccionan y colocan en cajas forradas con papel satinado, o bien en bolsas de polietileno. Pueden comercializarse tanto con hojas como sin ellas.
- **Conservación.** Se debe realizar a 0-1°C y con un 85-90% de humedad, con lo que se consigue un almacenamiento perfecto durante 15-20 días.

12.5.2.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

Las plagas y enfermedades que atacan la coliflor son las mismas que las que se describen en el caso de las coles.

En el caso de las **fisiopatías,** cabe destacar de forma específica las siguientes:

- *Aparición de brácteas en el interior del cogollo.* Esto puede ser debido a un aumento brusco de las temperaturas, después de la inducción floral o en las primeras etapas de desarrollo.
- *Formación precoz del cogollo.* Es decir, antes del total desarrollo vegetativo de la planta. Por ello, los cogollos son de tamaño pequeño y de forma anormal. Esto puede ser producido por temperaturas excesivamente bajas en las primeras etapas de crecimiento de la planta.
- *Apertura precoz del cogollo a flor.* Puede ser debido a altas temperaturas durante la formación del cogollo.
- *Granos de color pardo en el cogollo.* Quemaduras provocadas por los rayos de sol sobre las gotas de rocío.
- *Carencia de boro.* Provoca manchas con textura corchosa en las hojas y manchas negruzcas en el cogollo.
- *Carencia de molibdeno.* Provoca un crecimiento anómalo de las hojas. Además, se forman cogollos de tamaño muy pequeño.

Cultivo de coliflor



12.5.3. Otros cultivos

12.5.3.1. Alcaparra

La alcaparra es una planta perteneciente a la familia de las Caparidáceas y su nombre botánico es *Capparis spinosa.*
Es una planta vivaz, de porte trepador, que crece de forma silvestre en lugares secos de la región mediterránea.
La parte que se utiliza es el botón floral antes de su apertura a flor, y su consumo más usual es en encurtidos y vinagres.
Inicia su desarrollo en primavera y florece en verano, muriendo de nuevo toda la parte aérea al llegar el invierno.



La duración de un cultivo de alcaparras puede llegar hasta los 40 años, pero no entra en actividad hasta el tercer año de plantación, alcanzando el máximo de producción a los 5 años.
En relación a sus exigencias climáticas, es una planta resistente a la falta de agua, aunque sensible a las heladas y a los excesos de humedad.
Las técnicas de cultivo que cabe destacar son los aporcados, uno cuando la planta entra en actividad, otro en verano y otro en otoño, tras la poda. La recolección se inicia a finales de primavera y dura todo el verano.
Una vez recolectadas las alcaparras, se limpian, seleccionan y se extienden para favorecer la aireación. Posteriormente se realizarán los tratamientos industriales adecuados.

12.5.3.2. Brécol o brócoli

El brócoli es una planta perteneciente a la familia de las Crucíferas y está emparentado muy de cerca con la coliflor. Su nombre botánico es *Brassica oleracea var. italica*.

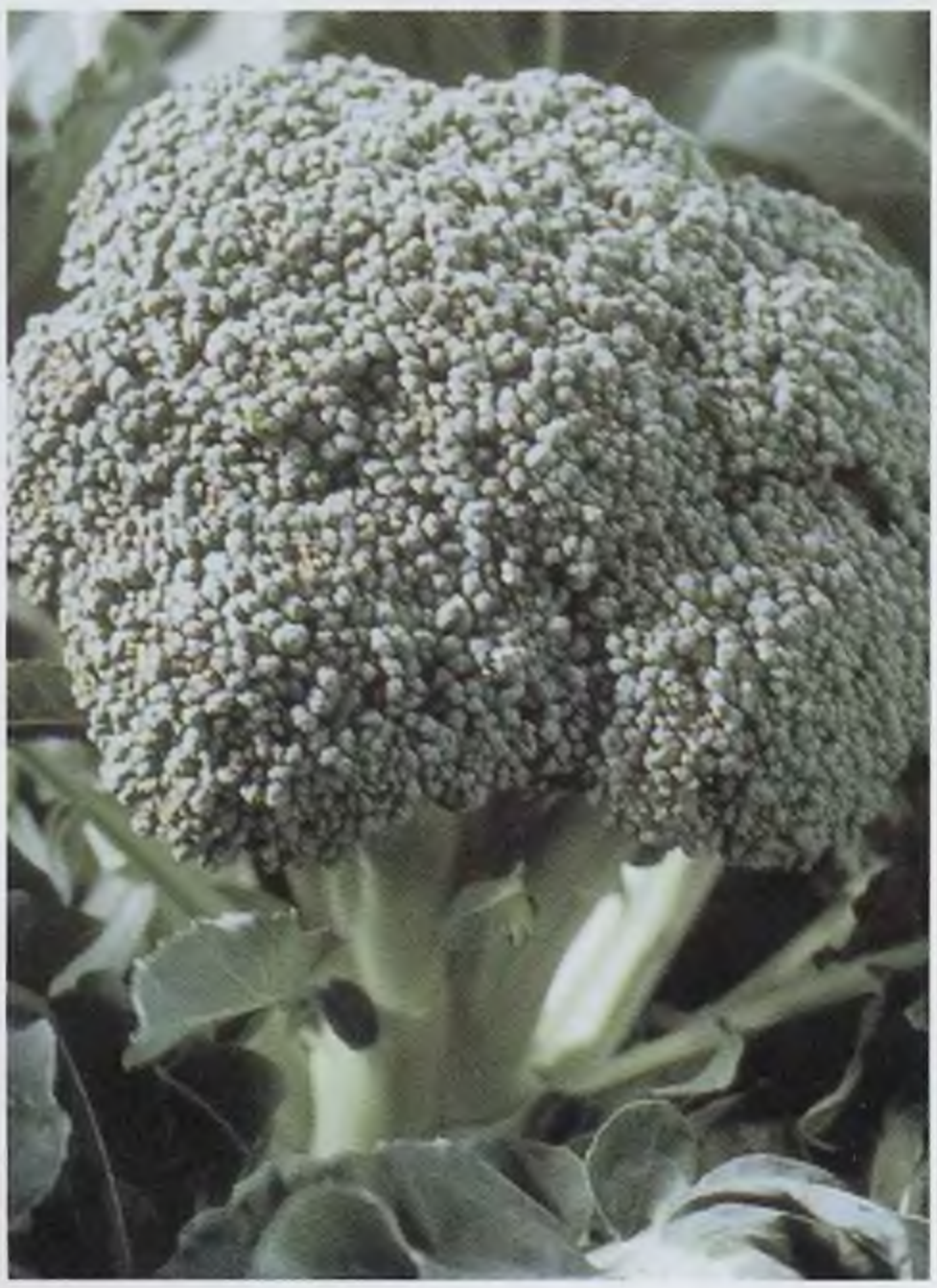
Las variedades se clasifican por el color de la inflorescencia:

- **Variedades violetas:**

Christmas Purple
Sprouting
Early purple sprouting
Late purple sprouting
Purple sprouting

- **Variedades blancas:**

Early white sprouting
Late white sprouting



Variedad blanca de brócoli, Gentileza de Semillas Sluis & Graot.

- **Variedades verdes:**

Express Corona
Green comet
Italian sprouting
Corvet
Romanesco
El centro

Sus exigencias, tanto de clima, temperatura, agua y suelo, son similares a las de la coliflor. El brécol se siembra en primavera y se trasplanta durante el verano.
La recolección se inicia con el corte de las inflorescencias principales y, posteriormente, de las inflorescencias laterales que se van produciendo. La época de recolección es en primavera para las variedades blancas y violetas, y otoño para las variedades verdes.
La comercialización se hace en bolsas de polietileno o en cajitas recubiertas de una lámina plástica. La conservación frigorífica a 0°C y con un 90-95 % de humedad permite una duración del producto de hasta 3 semanas.
Las plagas y enfermedades que atacan el brócoli son similares a las de las coles y coliflores. Cabe destacar el amarillamiento de las inflorescencias, que puede ser debido a una conservación frigorífica inadecuada.

12.6. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS FRUTOS

12.6.1. Berenjena

12.6.1.1. Conceptos generales

La berenjena es una planta perteneciente a la familia de las Solanáceas y su nombre botánico es *Solanum melongena*.
Es originaria de la India y China y se consume principalmente asada o frita.
La berenjena es una planta anual, cuyo fruto es una baya carnosa de forma y color variables.
Sus semillas tienen un poder germinativo de 5-6 años y su ciclo de cultivo oscila entre los 100-125 días.
Entre los colores del fruto encontramos: blanco, violeta, morado, negro y jaspeado.

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	1,2 g
Lípidos	0,2 g
Glúcidos	3,1-5,6 g
Fibra	0,9 g
Vit. A	10-30 UI
Vit. B1 o tiamina	0,04-0,05 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,05 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	5 mg
Calcio	12-15 mg
Fósforo	26-37 mg
Sodio	2 mg
Hierro	0,4-0,7 mg
Potasio	214 mg
Valor energético	25 calorías



La forma se utiliza para clasificar las diversas variedades cultivadas:

• **Forma globosa:**

Redonda morada lisa	Burpee Hybrid
Redonda violeta lisa	Blacknite
Redonda morada acostillada	Reina negra
Black Beauty	Black-bell
Monstruosa de New York	Agora
Bonica	Galine
Mission Bell	

• **Forma alargada:**

Larga negra precoz	Eras
Larga violeta temprana	Barn
Larga negra	Prelane
Larga morada	Linda
Caminal	Solara
Long purple	Sultana
Bari Vedette	

Es un cultivo muy extendido en invernaderos y túneles de plástico.

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	0°C
	Crecimiento cero	10 a 12°C
	Máxima para desarrollo	40 a 50°C
	Crecimiento óptimo	22 a 27°C
	Mínima para desarrollo	13 a 15°C
TEMPERATURA NOCTURNA	Óptima	17 a 22°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	15°C
	Temperatura óptima	20 a 25°C
	Temperatura máxima	35°C
FLORACIÓN	Temp. óptima	20 a 30°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		ALTA



Variedad semi larga de berenjena. Gentileza de Semillas Sluis & Groot.

12.6.1.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura.** Es una planta muy sensible a heladas, mientras que las altas temperaturas no le perjudican.
• **Agua.** Es una planta exigente en agua.
• **Suelos.** Requiere suelos ricos y profundos, de textura arenosa-arcillosa y buen drenaje. Es poco resistente a la salinidad y su pH óptimo oscila entre 6-7.
• **Extracciones.** La extracción por hectárea se calcula en:

50 Kg de N
50 Kg de P_2O_5
100 Kg de K_2O

• **Abonado.** Una aportación de 40-50 T/Ha de estiércol.

Abonado de fondo por hectárea:

50-60 Kg de N
120-150 Kg de P_2O_5
250-300 Kg de K_2O

Abonado de cobertura: 2-3 aportaciones de 30-40 Kg de nitrógeno.
Para invernaderos, estas cantidades se incrementan.

12.6.1.3. Preparación del suelo y siembra

La preparación del suelo es la misma que la que se realiza para el cultivo del tomate.
La siembra se realiza en semilleros o macetitas de turba y el trasplante en surcos, con una distancia entre sí de 100-130 cm y una separación entre las plantas de 70 cm, cuando la plántula alcance los 12-15 cm de altura.
Las semillas necesitan tratamiento pregerminativo, que consta en mantenerlas húmedas durante 5-6 días a una temperatura de 20-22°C.
Las épocas de siembra y los ciclos productivos son similares a los del cultivo del pimiento.



12.6.1.4. Técnicas de cultivo y recolección

- **Reposición de fallos tras el trasplante.**
- **Aporcado.**
- **Poda.** Se dejan 4-5 ramas sobre un tallo principal y el porte es rastrero. La poda sólo es de eliminación de ramas interiores.
- **Entutorado.**
- **Escardas.**
- **Protecciones.** Similares a las del tomate.
- **Fitorreguladores.** Para aumentar el cuajado del fruto.
- **Aclareo de frutos.**
- **Recolección.** Se realizará de forma manual, cuando el fruto esté maduro y presente un aspecto terso en toda la superficie.

La manipulación tiene que ser cuidadosa, ya que es sensible a los golpes.

Las épocas de recolección coinciden con las de cultivo del pimiento.

- **Comercialización.** Una vez recolectados, se seleccionan y recortan los pedúnculos a 2-3 cm de la base. Posteriormente, se colocarán en cajas con papel satinado.
- **Conservación.** Su almacenamiento en cámaras frigoríficas a una temperatura de 4-5°C permite su conservación durante 10-12 días.

12.6.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

Las plagas, enfermedades y fisiopatías de la berenjena son prácticamente las mismas que las que afectan el cultivo del tomate.

Cabe añadir, tan sólo, el ataque del escarabajo de la patata y el ahilado. El ahilado es un desarrollo excesivo de las ramas, que produce, además, malformaciones en las flores, un cuajado anómalo y frutos deformes e irregulares. Las causas que lo originan son la falta de luz suficiente en las primeras épocas de crecimiento, junto con una humedad elevada.

Planta del calabacín en flor. Gentileza de Semillas Sluis & Groot.



12.6.2. Calabacín

12.6.2.1. Conceptos generales

El calabacín es una planta perteneciente a la familia de las Cucurbitáceas y cuyo nombre botánico es *Cucurbita pepo.*

Su origen se sitúa en América Central y se consume principalmente hervido o frito.

Los frutos son de forma alargada y cilíndrica, con piel generalmente lisa. Según el color de la piel, encontramos 3 grupos de variedades:

- **Piel verde:**

Largo verde	Elite
Diamante	Tala
Princesa negra	Majestic
Zucchini	Maya
Aristocrat	Albina
Senator	Calista

- **Piel amarilla:**

Seneca	Goldbar
Lemondrop	Gold Slice

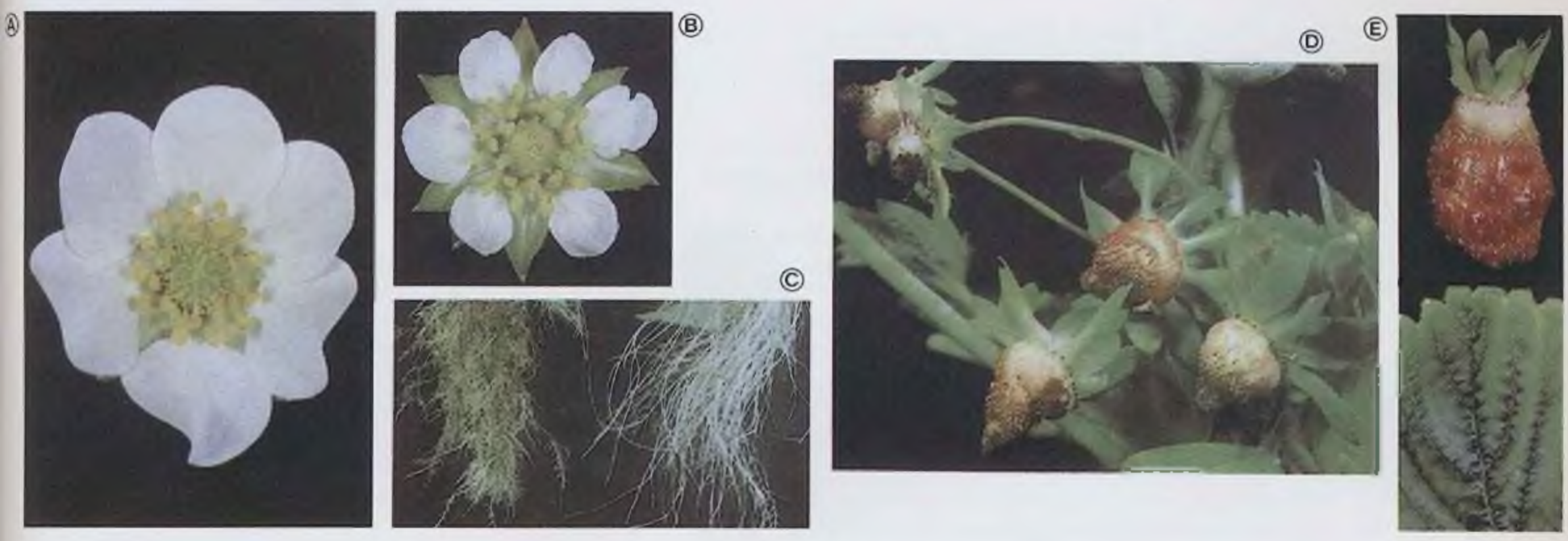
- **Piel blanca:**

Blanca precoz medular	Neu
Medio largo	Lemondrop
Blanco aristado	

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	1,76 g
Lípidos	0,11 g
Glúcidos	2,14 g
Vit. A	100 UI
Vit. B1 o tiamina	60 mcg
Vit. B2 o riboflavina	40 mcg
Vit. C o Ác. ascórbico	20 mg
Calcio	18 mg
Fósforo	21 mg
Hierro	0,6 mg
Valor energético	17 calorías

12.6.2.2. Exigencias de la planta

- **Clima y temperatura.** En general, es menos exigente que el melón o el pepino.
- **Suelos.** Requiere suelos de textura media, ricos en materia orgánica, profundos y con buen drenaje. Es ligeramente resistente a la salinidad del suelo y su pH óptimo es 5,5- 6,5.



Síntomas de la carencia de boro en la fresa:
A/ Flor normal
B/ Flor con carencia de boro
C/ Poco desarrollo radicular, con excesivas raíces secundarias
D/ Semillas localizadas en la punta de la fresa con malformación
E/ Malformación debida a una polinización deficiente.
Gentileza de Borax España, S.A.

• **Extracciones.** Las extracciones por hectárea se calculan en:

110 Kg de N
160 Kg de P_2O_5
90 Kg de K_2O

• **Abonado.** Una aportación de 30-40 T/Ha de estiércol.

Abonado de fondo por hectárea:

60-80 Kg de N
60-80 Kg de P_2O_5
100-120 Kg de K_2O

Abonado de cobertura: Convienen 3 aportaciones de 20-25 Kg de nitrógeno.

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-1°C
	Crecimiento cero	8°C
	Máxima para desarrollo	35°C
	Crecimiento óptimo	25 a 30°C
	Mínima para desarrollo	10°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	10°C
	Temperatura óptima	20 a 30°C
	Temperatura máxima	40°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		ALTA

12.6.2.3. Preparación del suelo y siembra

Se realizarán varias labores profundas seguidas de varios pases de gradas.
La siembra puede ser directa en el terreno, o bien en semilleros protegidos. Antes de la siembra, se realizará un tratamiento de pregerminación, que consiste en colocar las semillas en agua a 18-20°C durante 24 horas y luego mantenerlas húmedas a 22-25°C durante 2-3 días más.
Tanto si se hace siembra directa o con un posterior trasplante, se realizará en surcos distanciados entre sí de 100-120 cm y con una separación entre plantas de 80-100 cm.
La época de siembra dependerá del ciclo de cultivo:

- *Ciclo extratemprano.* Se hace con semillas protegidas a mediados de otoño.
- *Ciclo temprano.* La siembra se hace en túneles a mediados de invierno.
- *Ciclo medio.* La siembra se realiza a principios de primavera.
- *Ciclo tardío.* La siembra se realiza a mediados de verano.

12.6.2.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareo.** Cuando la siembra es directa.
• **Poda.** Eliminación de brotes secundarios o de hojas, si el crecimiento es grande.
• **Entutorado.**
• **Escardas.**
• **Recolección.** El calabacín se recolecta en estado joven, a los 40-70 días de la siembra. Se realizará de forma manual y escalonada en el tiempo.
La época de recolección depende del ciclo de cultivo:
- *Ciclo extratemprano.* La recolección se iniciará a mediados de invierno.
- *Ciclo temprano.* La recolección se iniciará a mediados de primavera.
- *Ciclo medio.* La recolección se iniciará a finales de primavera.
- *Ciclo tardío.* La recolección se iniciará en otoño.

• **Comercialización.** En la manipulación se debe tener en cuenta que la piel de estos frutos es sensible a golpes y arañazos.
Se comercializará en cajas forradas con papel satinado.
• **Conservación.** Su almacenamiento en cámaras frigoríficas a una temperatura de 4°C y con una humedad del 80% permite su conservación durante 30 días sin problemas.

12.6.2.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

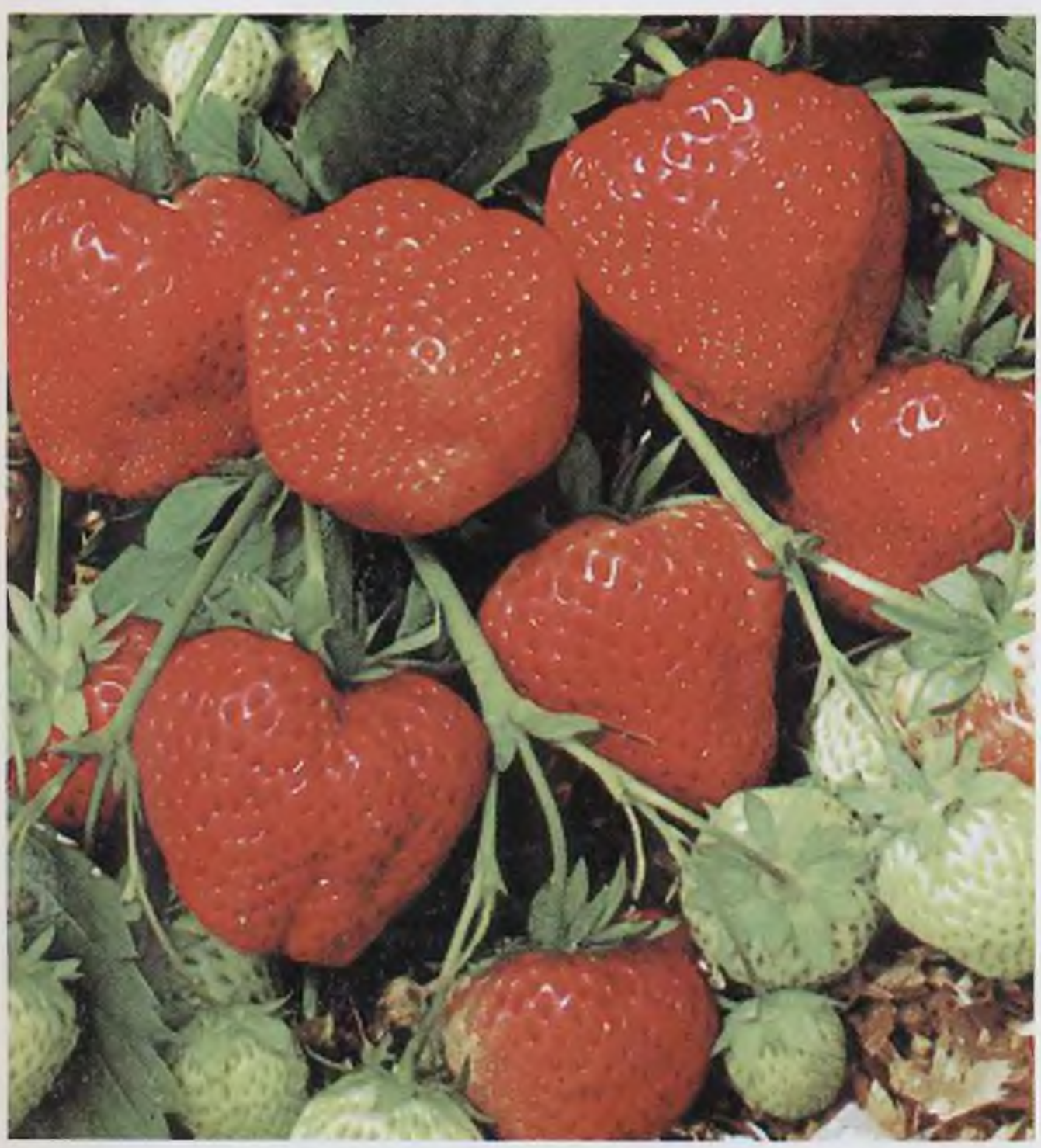
Es, en general, una planta rústica en cuanto a plagas, enfermedades y fisiopatías. Cabe decir que le afectan las mismas que al resto de cucurbitáceas.

12.6.3. Fresa y fresón

12.6.3.1. Conceptos generales

La fresa y el fresón pertenecen a la familia de las Rosáceas, que engloba varias especies botánicas, todas ellas dentro del género *Fragaria*.
Su origen se sitúa en los bosques europeos, pero actualmente existen muchos cruzamientos e híbridos.
La fresa y el fresón se utilizan principalmente en fresco como postre, pero también ofrecen muchas otras posibilidades como la fabricación de mermeladas y confituras.
Es una planta vivaz cuyo ciclo de cultivo se reduce a un año, cubriéndose en 90-180 días.
La fresa es, en sí, un conjunto de frutos agrupados en una infrutescencia de forma más o menos cónica y de color rojo.

La fresa es, en sí, un conjunto de frutos agrupados, en los cuales las semillas se encuentran en el exterior. Gentileza de Semillas Vilmorin.



Las variedades más conocidas se dividen en 2 grupos:

• **Variedades que dan varias cosechas al año:**

Fruto pequeño:

Monstruosa Caennaise
Reina de los Valles

Fruto grande:

Geneva	Rabunda
Humi-Gento	Revada
Ostara	



• **Variedades que dan una cosecha al año.** Todas ellas son de tamaño grande:

Precoz:	
Alyso	Surprise
Missionary	Toro
Sequoia	Favette
Media:	
Belrubí	Tioga
Fresno	Vola
Gorella	Aiko
Senga	
Tardías:	
Coupil	Talismán
Tago	Bogotá

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	0,5-0,9 g
Lípidos	0,1-0,4 g
Glúcidos	5-10 g
Vit. A	60 UI
Vit. B1 o tiamina	0,03 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,07 mg
Niacina	0,6 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	20-70 mg
Hierro	1 mg
Sodio	1 mg
Potasio	164 mg
Calcio	21 mg
Fósforo	21 mg
Valor energético	37 calorías

12.6.3.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura.** Se adapta bien a climatologías frescas y cálidas. Es resistente a heladas, a excepción de las flores.
• **Agua.** Es importante mantener la humedad en el suelo.
• **Suelo.** Requiere suelos sueltos, bien drenados, de textura media. Su pH óptimo oscila entre 5,5-6,5.
Es sensible a la cal y a la salinidad del suelo.
• **Extracciones.** Las extracciones por hectárea se calculan en:

108-135 Kg de N
52-70 Kg de P_2O_5
190-218 Kg de K_2O

• **Abonado.** Aportación de 30 T/Ha de estiércol bien descompuesto.

Abonado de fondo por hectárea:

90 Kg de N
120 Kg de P_2O_5
180 Kg de K_2O

Abonado de cobertura: 80 Kg de nitrógeno en diversos aportes.

• **Carencias.** Es sensible a la clorosis férrica.

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-3 a -5°C
	Crecimiento cero	2 a 5°C
	Temperatura óptima día	15-18°C
	Temperatura óptima noche	8 a 10°C
ARRAIGO	Temperatura mínima	10°C
	Temperatura óptima	18°C
	Temperatura máxima	35°C
MADURACIÓN	Temperatura óptima día	18 a 25°C
	Temperatura óptima noche	10 a 13°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA

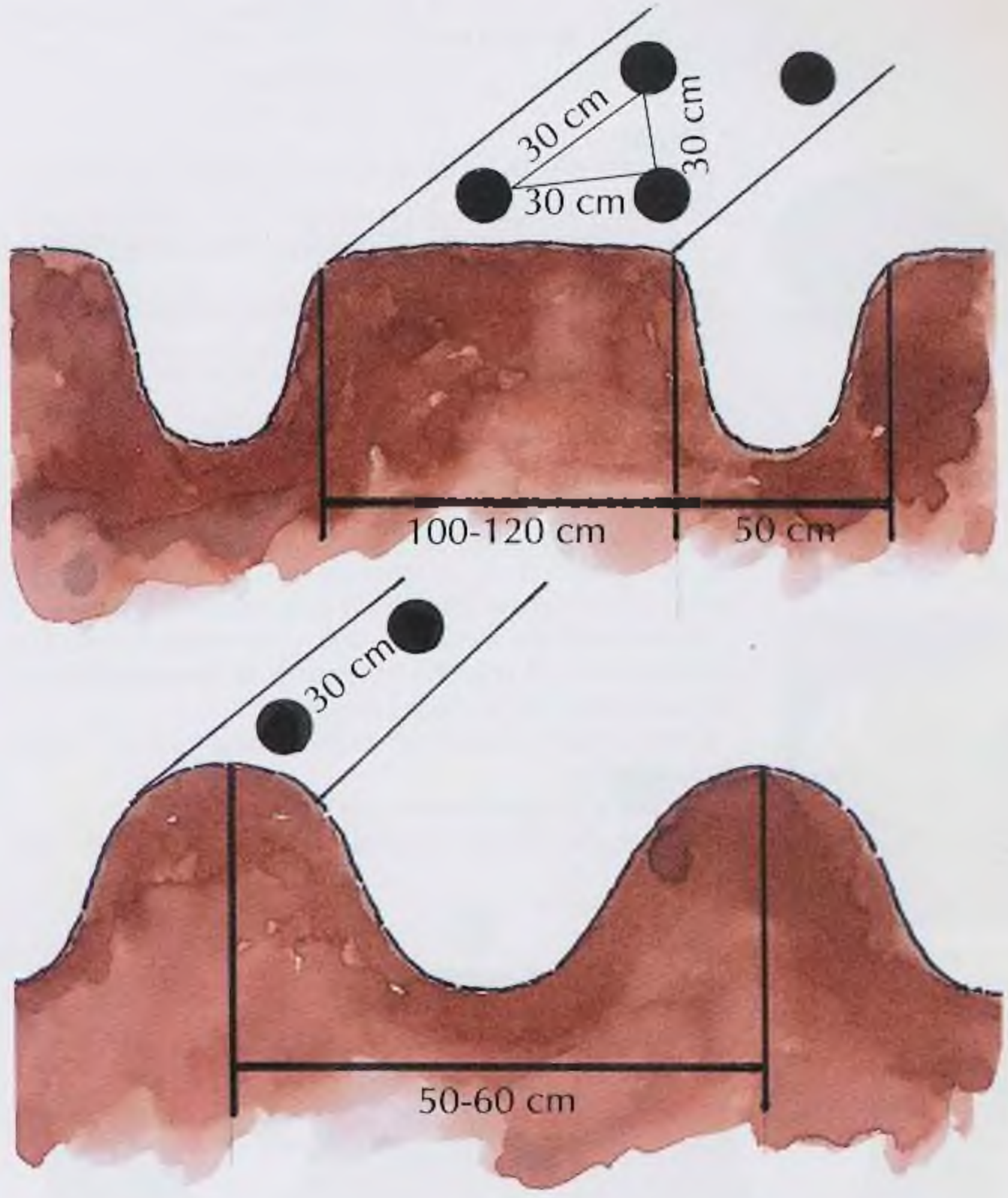
12.6.3.3. Preparación del suelo y multiplicación

Para la preparación del suelo, se realizarán primero labores profundas y, posteriomente, varios pases de grada, acabando con una buena nivelación del suelo.
La multiplicación de la fresa y del fresón se realiza por estolones. La reproducción por semilla sólo se utiliza para la obtención de nuevas variedades.
La fresa y el fresón son plantas muy sensibles al ataque de virus. Por ello, es imprescindible partir de material sano. Se aconseja obtener las plántulas de viveros especializados con garantías sanitarias.
Existen 2 modalidades de plantación:

• **Con plantas-frigo.** Los estolones se arrancan a principios de invierno, se les eliminan las hojas viejas y se desinfectan. A continuación, se introducen en bolsas de plástico, y éstas en una cámara frigorífica, a -1°C y una humedad del 90%, donde permanecerán 6-8 meses. Se plantarán en el terreno a finales de primavera/principios de verano, con un proceso de aclimatado previo, fuera de cámara, que durará 12-24 horas.

La plantación se realizará en surcos con una separación de 50-60 cm o en mesetas de 100-120 cm con 2 líneas a tresbolillo. La distancia entre plantas, en los dos casos, será de 30 cm.

• **Con plantas frescas.** La plantación se lleva a cabo con estolones arrancados de la planta madre, y se realiza a mediados/finales de otoño. El marco de plantación es similar al anterior.
Con este sistema se obtiene una producción más precoz, pero con menos rendimiento.



Distancias de plantación en el cultivo del fresón

12.6.3.4. Técnicas de cultivo y recolección

- **Reponer fallos de la plantación.**
- **Eliminación de la flor tras la plantación de verano.**
- **Eliminación de los estolones que se formen a principio/mediados de otoño.**
- **Recalzado.**
- **Escardas.**
- **Podas de otoño.**
- **Acolchado.** Se utiliza para evitar que el fruto se ensucie con el contacto con el suelo, y también para conseguir producciones más precoces.
- **Túneles de plástico para forzado.**
- **Recolección.** La recolección se realiza de forma manual, y su momento viene determinado por la lejanía del mercado. Para mercados lejanos, se recolectará cuando esté maduro la mitad del fruto, y para mercados próximos, cuando lo estén las 3/4 partes.
- **Comercialización.** Una vez recolectados, se clasifican y colocan en bandejitas recubiertas de plástico transparente, y éstas se colocarán en cajas si el consumo es en fresco.
- **Conservación.** Su almacenamiento en cámaras frigoríficas a una temperatura de -1°-0,5°C y con una humedad del 85-90 %, permite su conservación durante 10 días.



12.6.3.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas:**
- *Rosquilla negra.* Su larva devora la planta por entero.
- *Pulguilla azul.*
- *Antonomo del fresal.* Provoca el marchitamiento y secado de los botones florales.
- *Pulgones.* Producen amarillamiento general y abarquillamiento de las hojas.
- *Araña roja.* Las hojas presentan una decoloración amarillenta.
- *Enfermedades producidas por nematodos.*

• **Enfermedades producidas por hongos:**
- *Mildiu del pie del fresal.* Es una enfermedad vascular que provoca el colapsamiento de las hojas jóvenes y una necrosis interna de la planta.
- *Verticilosis del fresal.* Es una enfermedad vascular que provoca el marchitamiento y la desecación de los márgenes de las hojas viejas.
- *Oídio.* Aparición de un polvo blanco en el envés de las hojas.
- *Botrytis o podredumbre gris de los frutos.*
- *Viruela del fresal.* Origina manchas rojizas en las hojas.
- *Antracnosis.*



Variedad de melón tipo cantalupo: ***Chanterais.*** *Gentileza de Semillas Vilmorin.*

• **Enfermedades producidas por virus:**
- *Virus del moteado del fresal.* Provoca una clorosis internervial, además de un moteado en las hojas.
- *Virus de los márgenes amarillos.*
- *Virus del mosaico rizado.* Provoca la deformación de las hojas, además de la aparición de manchas amarillas.
- *Virus del enrollado.* Ocasiona el enrollado de las hojas.

• **Fisiopatías:**
- *Planchado de los frutos.*
- *Tipburn de la fresa.* Provocado por una humedad excesiva, y cuyos efectos son deformaciones y necrosis en los márgenes de hojas nuevas.



12.6.4. Melón

12.6.4.1. Conceptos generales

El melón es una planta perteneciente a la familia de las Cucurbitáceas y su nombre botánico es *Cucumis melo.* Parece ser que su origen se sitúa en Asia. Su consumo es principalmente en fresco, utilizándose también en la producción de dulces.
La parte que se consume es el fruto. Es una infrutescencia carnosa de color blanco, amarillo o anaranjado en el interior, recubierta de una corteza de color verde, amarillo o anaranjado, y de textura lisa o estriada. Su forma es normalmente ovoide o esférica.
Las semillas tienen una capacidad germinativa de 5-6 años y su ciclo de producción dura unos 4-5 meses.

Las variedades de melón más conocidas son:

• **Cantalupos:**

Charentais	Cosmos
Doublon	Athos
Vedantrais	Savor
Cavaillon	Vedor
Bellegarde	Laguna
Jivaro	Romeo
Alaska	Trapio
Galia	Delta

• **Musk-melons:**

Grande alargado
Villaconejos
Verde oloroso reticulado

• **Melones de invierno:**

Oliva de invierno
Melón de invierno de Provenza
Golden Beauty

• **Para cultivo al aire libre:**

Tendral verde	Piel de sapo

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	0,6-1,2 g
Lípidos	0,1 g
Glúcidos	6,2-10 g
Fibra	0,1-0,2 g
Vit. A	483-4000 UI
Vit. B1 o tiamina	0,04-0,08 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,01-0,02 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	19-47 mg
Niacina	0,4-1 mg
Calcio	5-11 mg
Hierro	0,2-0,5 mg
Fósforo	7-50 mg
Valor energético	26-41 calorías

Amarillo oro	Hidalgo
Amarelo	Sapiel
Rochei	Meloso
Piñonet	Cuper

• **Para cultivo en invernadero:**

Amarillo oro	Geisna
Amarelo	Ogen
Cuper	Overgen
Rochei	Iivaro
Hidalgo	Galia
Piñonet	Makdimon
Piel de sapo	Marina
Meloso	Biga
Sapiel	

12.6.4.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura.** Es una planta exigente en cuanto a la temperatura. Es sensible a las heladas y a las temperaturas excesivamente altas. Por encima de los 35-40°C, originan quemaduras en el fruto.
• **Agua.** Es una planta resistente a la sequía, y no le convienen humedades muy altas.
• **Suelos.** Requiere terrenos ricos en materia orgánica, esponjosos y profundos, con buena retención de agua. Es moderadamente resistente a la salinidad y su pH óptimo es entre 6-7.
• **Extracciones.** Se calculan unas extracciones por hectárea de:

50 Kg de N
20 Kg de P_2O_5
100 Kg de K_2O

• **Abonado.** Una aportación de 20-40 T/Ha de estiércol.

Abonado de fondo por hectárea:

50-100 Kg de N
60-130 Kg de P_2O_5
100-150 Kg de K_2O

Abonado de cobertura:

50-60 Kg de N
60-80 Kg de K_2O

Para el cultivo del melón en invernadero, estas cifras aumentan considerablemente.

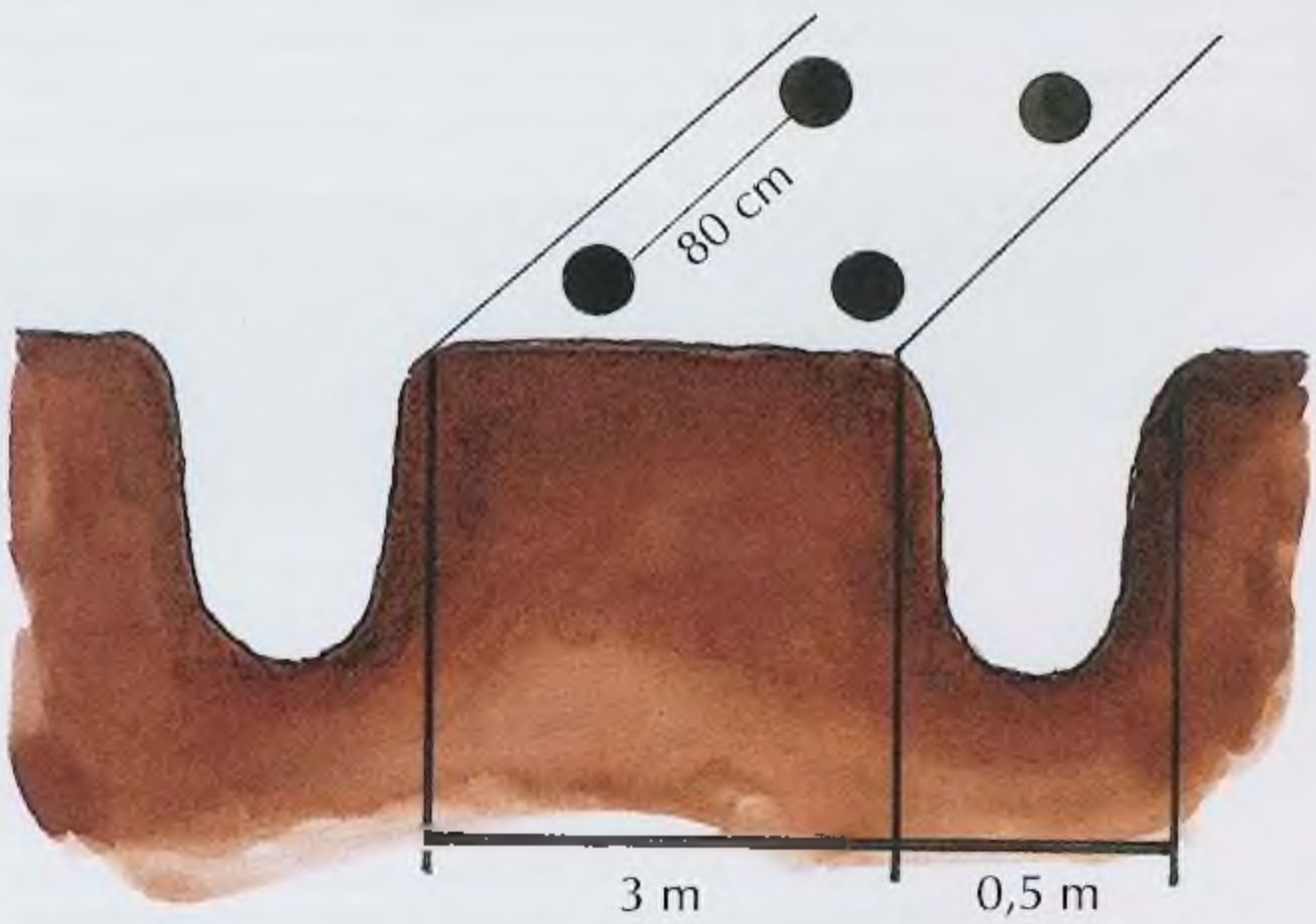
• **Carencias.** Es sensible a la falta de magnesio, boro, manganeso y molibdeno.

12.6.4.3. Preparación del suelo y siembra

Primero se realizarán labores profundas, seguidas de varios pases de gradas para desmenuzar bien el terreno.

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	1°C
	T. aire para crec. cero	13 a 15°C
	T. suelo para crec. cero	8 a 10°C
	T. aire para crec. óptimo	18 a 24°C
	T. suelo para crec. óptimo	18-20°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	13°C
	Temperatura óptima	28 a 30°C
	Temperatura máxima	45°C
FLORACIÓN	Temperatura óptima	20 a 23°C
MADURACIÓN	Temperatura óptima	25 a 30°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		ALTA

Plantación del melón









Síntomas de la carencia de boro en la remolacha

La siembra se practica directamente en el terreno, pudiendo realizarse en meseta de 3 m con 2 líneas cada una de ellas, o en meseta de 120 cm con una sola línea de cultivo. La distancia entre plantas será de 50-80 cm.
La realización de semilleros protegidos se utiliza sobre todo en variedades de ciclos extratempranos.
Antes de realizar la siembra, es aconsejable un tratamiento de pregerminación consistente en sumergir en agua las semillas durante 24 horas a 18°C, y después mantenerlas húmedas, pero bien escurridas, durante 2-3 días a 25-35°C.

El trasplante se realizará a los 2 meses de la siembra.
La época de siembra depende del ciclo de cultivo:

- *Ciclo extratemprano*. La siembra se realiza a finales de otoño, normalmente en semilleros protegidos.
- *Ciclo temprano*. La siembra se realiza a finales de invierno/principios de primavera.
- *Ciclo medio-tardío*. La siembra se realiza a lo largo de la primavera.

12.6.4.4. Técnicas de cultivo

• **Aclareo.** Si la siembra es directa, se realizará dejando una distancia entre plantas de 50-80 cm.
• **Despunte.** Del tallo principal, cuando la planta tiene 5-6 hojas, y de ramas laterales, cuando tienen 5-6 hojas.
• **Aporcado.**
• **Escardas.** Utilización de herbicidas con mucha precaución, ya que el melón puede presentar problemas de toxicidad.
• **Entutorado.** Normalmente, cuando el cultivo se realiza en invernaderos.
• **Aclareo de frutos.** Se deja 1 fruto por rama y 5-6 por planta.
• **Protección.** Con túneles de plástico o cultivo en invernadero.
• **Recolección.** La recolección debe realizarse en el momento adecuado, ya que una vez recogido, no aumentará su contenido en azúcares.
La época de recolección viene determinada por el ciclo de cultivo y dura unos 2 meses.
- *Ciclo extratemprano*. La recolección se inicia a mediados de primavera.
- *Ciclo temprano*. La recolección se inicia a finales de primavera.
- *Ciclo medio-tardío*. La recolección se inicia a principios de verano.
• **Comercialización.** Una vez recolectados, se seleccionan por tamaños, colocándose en cajas forradas de madera o cartón.

• **Conservación.** Su almacenamiento en cámaras frigoríficas debe ser a una temperatura de 2°C para las variedades de cantalupo, y de 5-10°C para el resto, con una humedad del 75- 85 %, lo que permite una conservación de 15 a 50 días, según la variedad.

12.6.4.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas:**
- *Pulgón del melón o melera*. Segrega una melaza que permite el desarrollo de los hongos.
- *Pulgones*. Debilitamiento y amarillamiento general de la planta, y abarquillamiento de las hojas.
- *Mosca blanca*. Sobre todo en el cultivo bajo invernadero.
- *Vacanita del melón*. Insecto que roe las hojas.
- *Galeruca del melón*. De adulto ataca las hojas. La larva ataca hojas y raíces.
- *Gusano de alambre*. Su larva ataca el sistema radicular.
- *Gusanos grises o agrotis*. Sus larvas devoran la base del tallo de la planta.
- *Trips*. Produce picadura en la hoja y debilitamiento de la planta.
- *Minadores de las hojas*.
- *Araña roja*.
- *Caracoles y babosas*.
- *Enfermedades producidas por nematodos*. Provocan, por lo general, quistes o malformaciones en las raíces.

• **Enfermedades producidas por hongos:**
- *Fusarium y verticillium*. Provocan daños en los vasos, los cuales se traducen en un amarillamiento y marchitamiento general de la planta.
- *Podredumbre del cuello de la raíz*. Debida a altas humedades.
- *Antracnosis del melón*. Origina manchas redondas de color pardo-negro en toda la planta.
- *Oídio*. Origina manchas de polvo gris que secan la planta.
- *Mildiu de las cucurbitáceas*. Provoca manchas en los márgenes de la hoja, que se seca.
- *Alternaria*. Origina manchas similares a las ocasionadas en el tomate.
- *Septoria*. Aparición de puntos en las hojas.
- *Botrytis o podredumbre gris*.

• **Enfermedades producidas por bacterias:**
- *Manchas aceitosas de las cucurbitáceas*.
- *Marchitamiento bacteriano*. Provoca un parón brusco del crecimiento.

• **Enfermedades producidas por virus:**
- *Virus del mosaico del pepino*.
- *Virus de la nerviación del melón*. Provoca manchas rojizas y necrosis en los nervios.
- *Virus del mosaico de la sandía*. Provoca una clorosis de la hoja, así como abultamiento y raquitismo.
- *Virus del mosaico del calabacín*.

• **Fisiopatías:**
- *Planchado*. Se originan manchas blanquecinas producidas por la luz solar y temperaturas muy altas.
- *Grietas en el melón*. Producidas por desequilibrios hídricos.

12.6.5. Pepino

12.6.5.1. Conceptos generales

El pepino es una planta perteneciente a la familia de las Cucurbitáceas y su nombre botánico es *Cucumis sativus*.

Su origen se sitúa en la zona tropical de África. El consumo principal de este fruto es en ensaladas, aunque también se hacen con él encurtidos.

El pepino es una planta anual. Sus frutos, de forma alargadas, más o menos cilíndrica, poseen una carne acuosa de color blanco en el interior y una corteza exterior de color verde, amarilla o blanca.

Las semillas tienen una capacidad germinativa de 5-6 años y el ciclo de cultivo varía entre los 70-90 días.

Las variedades se dividen en 2 grandes grupos:

- **Los pepinos para consumo en fresco:**

Largo verde inglés
Medio largo de Calahorra Factum
Medio largo verde del mercado
Marketer
Brillante
Sporu
Pica
Salicoy
Princesa
Toska
Brillant
Palmera
Belcanto
Pepinex
Virel
Bambina
Monique
Pollex
Aries
Astrea
Amazona
Uniflora
Farbio
Sandra
Jason
Noval

- **Los pepinos para encurtidos o pepinillos:**

Cornichon
Verde de París
Precoz de Renania
Wisconsin
Chipper
Addis
Kobus
Calypso
Explorer
Levo
Ceto
Score
Parifin
Carolina
Ginor
Tagor
Levina
Olimpia





*En la fotografía: Variedad de pepino para consumo fresco: **Marketer**. Genuleza de Semillas Vilmorin.*

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	1,6 g
Lípidos	0,2 g
Glúcidos	2,4 g
Fibra	1,2 g
Vit. A	250 UI
Vit. B1 o tiamina	30 mcg
Vit. B2 o riboflavina	40 mcg
Vit. C o Ác. ascórbico	8 mg
Ácido oxálico	27 mg
Fosfato	33 mg
Potasio	200 mg
Calcio	16 mg
Azufre	12 mg
Magnesio	12 mg
Valor energético	17 calorías

12.6.5.2. Exigencias de la planta

En general, sus exigencias climáticas son similares a las del melón.

• **Suelo.** Requiere suelos con una textura media arenoso-arcilioso, mullidos, frescos y ricos en materia orgánica, y con un buen drenaje. Es medianamente tolerante a la salinidad, y su pH óptimo está en 6–7,2.

• **Extracciones**. Se calculan unas extracciones por hectárea de:

60 Kg de N
40 Kg de P_2O_5
80 Kg de K_2O

• **Abonado.** Aportación de 10-35 T/Ha de estiércol.

Abonado de fondo por hectárea:

50 Kg de N
100-150 Kg de P_2O_5
100-200 Kg de K_2O

Abonado de cobertura: Convienen 2 aportaciones de más de 50 Kg de nitrógeno.

Los valores para el cultivo en invernadero aumentan considerablemente.

• **Carencias.** Es sensible a la carencia de magnesio.

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-1°C
	Crecimiento cero	10 a 12°C
	T. día para crec. óptimo	20 a 25°C
	T. noche para crec. óptimo	18°C
TEMPERATURA SUELO	Temperatura mínima	12°C
	Temperatura óptima	18 a 20 °C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	12°C
	Temperatura óptima	30°C
	Temperatura máxima	35°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA

12.6.5.3. Preparación del suelo y siembra

Las labores de preparación del suelo son similares a las del cultivo del melón.

La siembra se realizará en semilleros o macetitas de turba protegidos para ciclos extratempranos y tempranos. Antes de la siembra se realizará un tratamiento pregerminativo que consiste en poner en remojo a 18 °C durante 1 día las semillas y 2 días bien escurridas y húmedas a 25 °C.

La siembra directa o el trasplante se realizará en mesetas de 200-240 cm con dos líneas de cultivo o de 80-100 cm con una sola línea. La distancia entre plantas será de 50-60 cm.



Variedad de pepino para encurtidos o pepinillos: ***Verde de París.*** *Gentileza de Semillas Vilmorin.*

La época de siembra depende del ciclo de producción.

- *Ciclo extratemprano*. La siembra se realizará a finales de otoño y el trasplante a principios de invierno.
- *Ciclo temprano*. La siembra se realizará a finales de invierno.
- *Ciclo medio*. La siembra se realizará a principios de primavera siendo normalmente directa en el terreno. Este ciclo se utiliza principalmente para los pepinillos.

12.6.5.4. Técnicas de cultivo y recolección

- **Aclareos.** Si la siembra es directa.
- **Podas.** Para regular la producción.
- **Aporcado.**
- **Escardas.**
- **Entutorado.**
- **Castración.** Eliminar flores masculinas para evitar la formación de frutos anormales.
- **Recolección.** El momento de la recolección del pepino se corresponde con su madurez.

En el caso de los pepinillos, éstos se recolectarán cuando alcancen una longitud de 6-8 cm y un diámetro de 2 cm.

La época de recolección varía según el ciclo de cultivo, y puede durar entre 30 y 60 días.

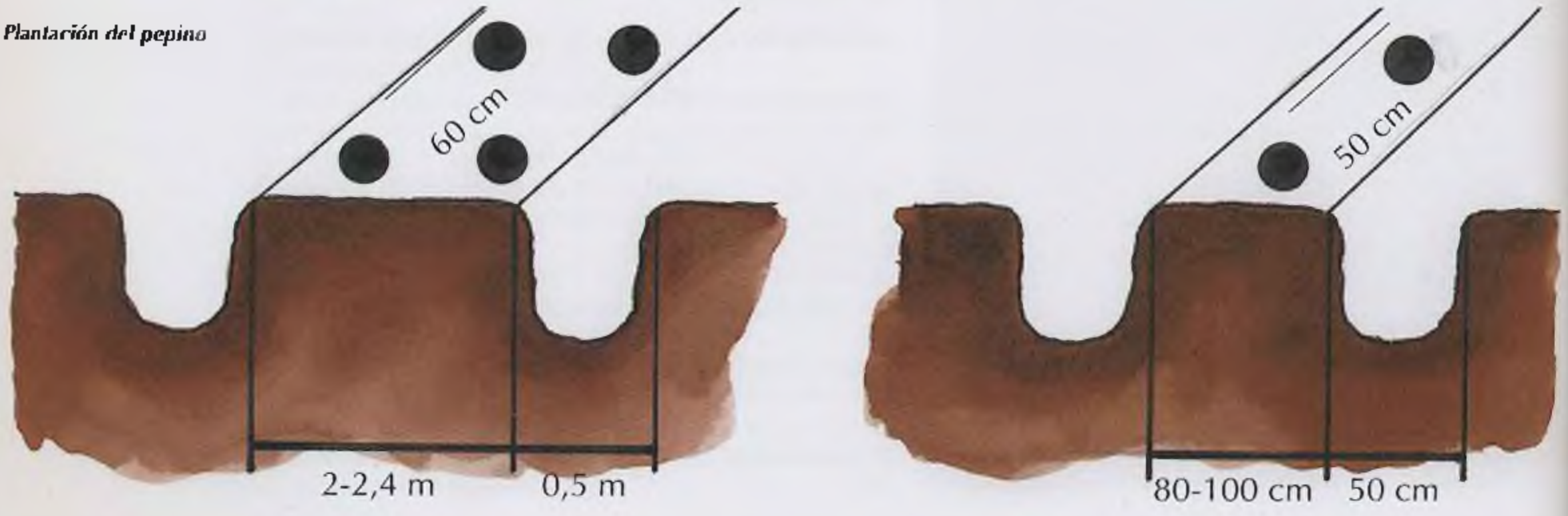
- *Ciclo extratemprano*. La recolección se incia a finales de invierno.
- *Ciclo temprano*. La recolección se inicia a finales de primavera.
- *Ciclo medio*. La recolección se inicia a principios de verano.

- **Comercialización.** Debe evitarse cualquier golpe en la manipulación, ya que puede ocasionar podredumbres posteriores. Se comercializarán en cajas de madera o cartón.
- **Conservación.** Su almacenamiento en cámaras frigoríficas a una temperatura de 3°C y con una humedad del 80% permite su conservación durante 30 días.

12.6.5.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

En general, atacan al pepino las mismas plagas y enfermedades que al melón.

Plantación del pepino



12.6.6. Pimiento

12.6.6.1. Conceptos generales

El pimiento es una planta perteneciente a la familia de las Solanáceas y su nombre botánico es *Capsicum annuum*.

Su origen se encuentra en América del Sur y su utilización es tanto como condimento o acompañamiento de diversos platos, como colorante alimenticio.

El sabor amargo de algunas variedades es debido a una sustancia llamada **capsicina.** Posee propiedades digestivas y diuréticas.

El pimiento es una planta herbácea bianual, cuyo fruto es una baya de color rojo, amarillo o verde, y forma variable, entre cuadrado, alargado, redondo y rectangular.

Las semillas tienen un poder de germinación de 3-4 años.

De forma general, se diferencian 3 grandes grupos de variedades:

• **Las variedades dulces.** De tamaño, cultivadas princ mente en invernaderos:

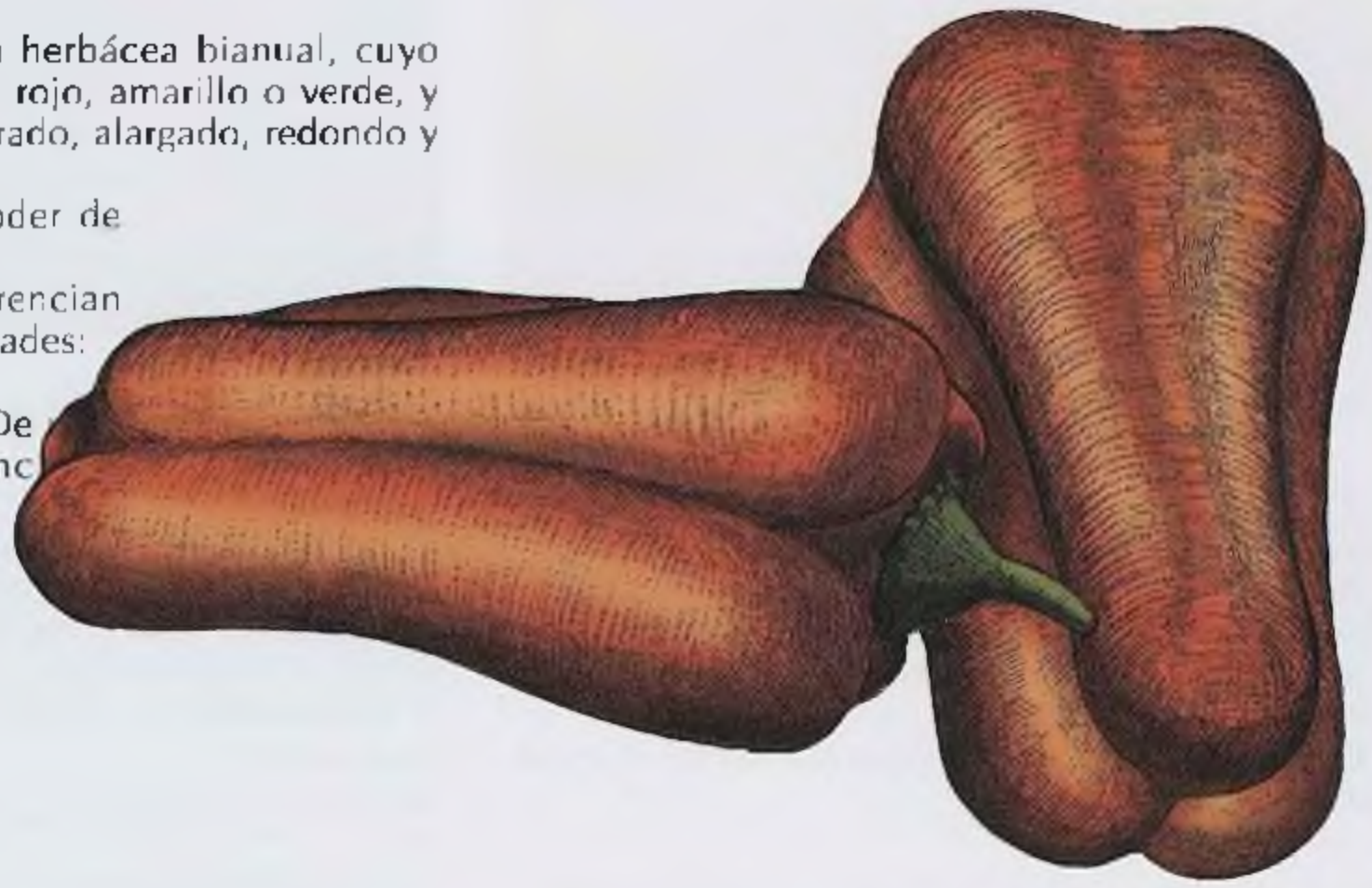
Valenciano	Jericó
Cornicabra	Vidi
Tamuyo	Latino
Cedeón	Apolo
Argos	Pacific
Sonar	Dulce
Toledo	Italiano
Clovis	Lipari

• **Las variedades para la extracción de pimentón.** Son pimientos dulces del tipo pimiento de bola.

• **Las variedades de sabor picante.** De forma alargada, muy cultivadas en países sudamericanos:

Cascabel	Jalapeño
Piquín	Caloro
Largo delgado de Cayena	Serrano chili

Actualmente, está muy extendido el cultivo de pimiento en invernaderos y túneles de plástico.





El fruto del pimiento es una baya de color rojo, amarillo o verde. Gentileza de Semillas Sluis & Groot.

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible

	Verde dulce	Rojo dulce	Verde picante	Rojo picante
Prótidos	1,2 g	1,4 g	2,3 g	2,3 g
Lípidos	0,2 g	0,3 g	0,2 g	0,4 g
Glúcidos	4,8 g	7,1 g	9,1 g	15,8 g
Fibra	1,4 g	1,7 g	1,8 g	2,3 g
Vit. A	420 UI	4450 UI	770 UI	21600 UI
Vit. B1 o tiamina	0,08 mg	0,08 mg	0,09 mg	0,1 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,08 mg	0,08 mg	0,06 mg	0,2 mg
Niacina	0,5 mg	0,5 mg	1,7 mg	2,9 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	128 mg	204 mg	235 mg	369 mg
Calcio	9 mg	13 mg	10 mg	16 mg
Fósforo	22 mg	30 mg	25 mg	49 mg
Hierro	0,7 mg	0,6 mg	0,7 mg	1,4 mg
Sodio	13 mg	—	—	25 mg
Potasio	213 mg	—	—	564 mg
Valor energético	22 calorías	31 calorías	37 calorías	65 calorías

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-1 °C
	Crecimiento cero	10°C
	Mínima para desarrollo	15°C
	Crecimiento óptimo	20 a 25°C
	Máxima para desarrollo	30°C
TEMPERATURA NOCTURNA	Óptima	16 a 18 °C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	13°C
	Temperatura óptima	25°C
	Temperatura máxima	40°C
CUAJADO DEL FRUTO	Temperatura mínima	18 a 20 °C
	Temperatura óptima	25°C
	Temperatura máxima	35°C

12.6.6.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura.** Es sensible a heladas y a temperaturas excesivamente altas.
• **Agua.** Entre el 50-70% de humedad. Las humedades más bajas le afectan considerablemente.
• **Suelo.** Requiere suelos profundos, sueltos, ricos y con buen drenaje.
• **Extracciones.** Las extracciones por hectárea se calcula en:

200 Kg de N
50 Kg de P_2O_5
270 Kg de K_2O

- Abonado. Una aportación de 30-40 T/Ha de estiércol.

Abonado de fondo por hectárea:

100 Kg de N
90-150 Kg de P_2O_5
200-300 Kg de K_2O

Abonado de cobertura: 4 aportaciones de 40-50 Kg de nitrógeno y alguna aportación de K_2O.
En el cultivo en invernadero, estas cantidades aumentan.

12.6.6.3. Preparación del suelo y siembra

La preparación del suelo es similar a la realizada para el cultivo del tomate.
La siembra se hará en semilleros o macetitas de turba que, según la época de la realización, necesitarán o no protección.
La semilla del pimiento necesita un tratamiento de pregerminación que consiste en mantener las semillas húmedas durante 7 días a 18–22°C de temperatura.
La siembra directa suele emplearse para cultivos destinados a la industria.

La época de siembra varía según el ciclo de cultivo:

- *Ciclo extratemprano.* La siembra se realiza a partir de finales de verano, para trasplantar a invernadero a mediados de otoño.
- *Ciclo temprano.* La siembra se realiza a mediados de otoño y el trasplante a túneles a mediados de invierno.
- *Ciclo medio-tardío.* La siembra se realiza de manera que el trasplante se pueda llevar a cabo al aire libre sin protección.

12.6.6.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareo.** En el caso de siembra directa.
• **Reposición de fallo.** En el caso de trasplante.
• **Aporcado.**
• **Poda de formación.** Para eliminar brotes bajos.
• **Entutorado.**
• **Escardas.**
• **Protecciones.** Utilización de espalderas como en el caso del tomate, o bien el empleo de túneles de plástico.
• **Aclareo de frutas.** Si la producción impide el desarrollo normal de la planta.
• **Aplicación de fitorreguladores.** Para favorecer una floración temprana y un mejor cuajado.
• **Recolección.** Se realizará en avanzado estado de maduración.
La época de recolección depende del ciclo de cultivo:
- *Ciclo extratemprano.* La recolección se realiza a partir de mediados de invierno.
- *Ciclo temprano.* La recolección se inicia a partir de mediados de primavera.
- *Ciclo medio-tardío.* La recolección se realiza durante todo el verano.
- Comercialización. Una vez recolectados, se seleccionan, se limpian y se empaquetan en cajas para su comercialización.
- Conservación. Su almacenamiento en cámaras frigoríficas a una temperatura de 0°C y con una humedad del 85-90%, permite su conservación durante 30-35 días.

12.6.6.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

Las plagas, enfermedades y fisiopatías son prácticamente las mismas que las que afectan el cultivo del tomate.
Añadiremos tan sólo que los problemas de caída de flor y fruto son debidos a temperaturas muy altas, junto con humedades muy bajas.

12.6.7. Sandía

12.6.7.1. Conceptos generales

La sandía es una planta perteneciente a la familia de las Cucurbitáceas y su nombre botánico es *Citrullus vulgaris.*



Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	0,5 g
Lípidos	0,2 g
Clúcidos	6,4 g
Fibra	0,3 g
Vit. A	590 UI
Vit. B1 o tiamina	0,03 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,03 mg
Niacina	0,2 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	7 mg
Calcio	7 mg
Fósforo	10 mg
Hierro	0,5 mg
Sodio	1 mg
Potasio	100 mg
Valor energético	26 calorías

Variedades de sandía: ***Sugar Baby.*** *Gentileza de Semillas Vilmorin.*

Tiene su origen en la zona tropical de África y su consumo es en fresco.
La sandía es una planta anual cuyo fruto es una baya, generalmente globosa, de carne rosada o rojiza en su interior. La corteza, normalmente lisa, puede ser verde oscuro o verde claro.
las semillas son aplastadas y de colores diversos entre blancas, marrones o negras, y tienen un poder germinativo de 5 años.

Según su ciclo de cultivo encontramos:

• Variedades precoces con un ciclo de 75-80 días:

De fruto esférico:

Sugar baby	Fabiola
Perla negra	Valentina
Panonia	Rubin
Rocío	

De fruto alargado:

Klondike rayada
Charles

• Variedades medio-tardío con un ciclo de 90-110 días:

De fruto esférico:

Pileña	Alí
Sayonara	Dulce de América

De fruto alargado:

Fairfax	Charleston Gray
Congo	

12.6.7.2. Exigencias de la planta

En general, posee las mismas exigencias climáticas que el melón. Es una planta sensible a las heladas y resistente a la sequía.

• **Suelos.** Requiere suelos ricos en materia orgánica, aireados y de textura limoso-arenosa, y con un pH óptimo entre 6 y 7,4.

• **Extracciones.** Las extracciones por hectárea se calculan en:

50 Kg de N
15 Kg de P_2O_5
65 Kg de K_2O

- **Abonado.** Una aportación de 25-30 T/Ha de estiércol.

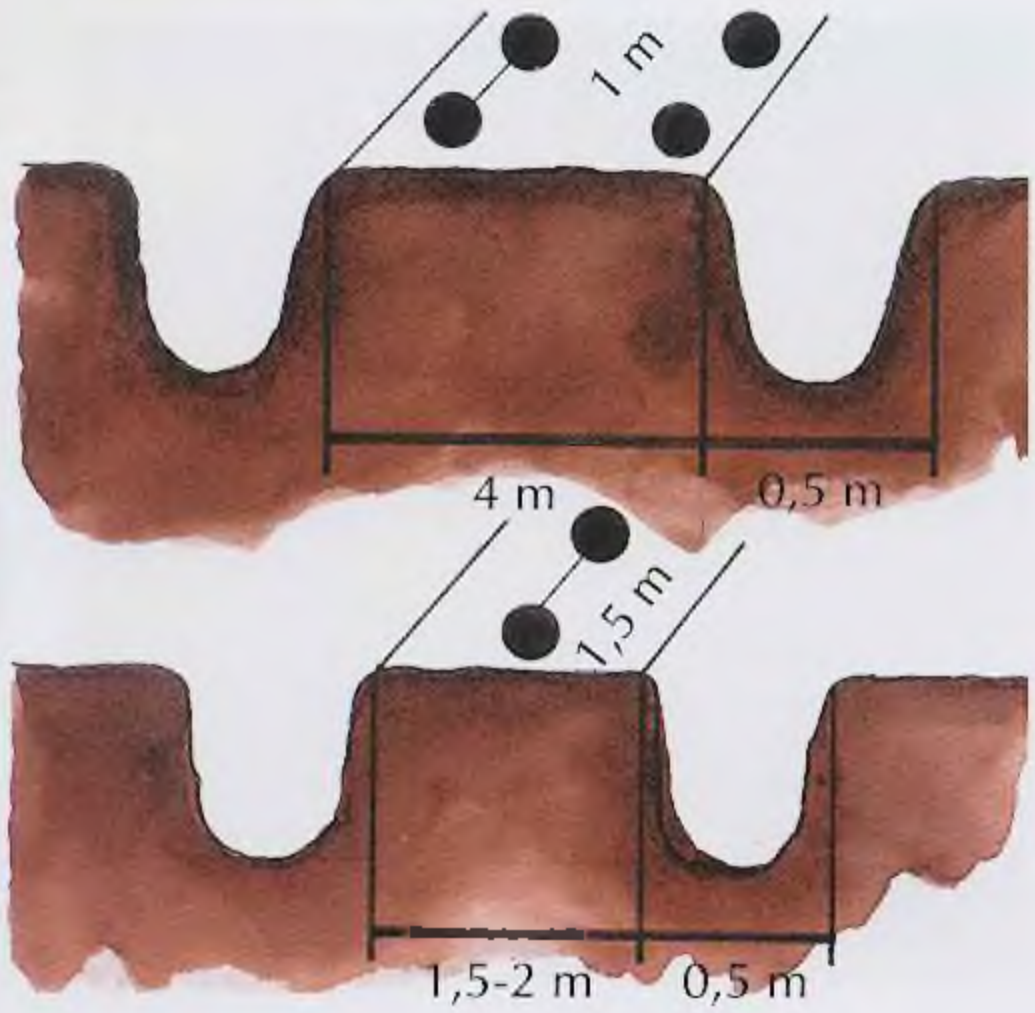
Abonado de fondo por hectárea:

30 Kg de N
90-120 Kg de P_2O_5
100-125 Kg de K_2O

Abonado de cobertura: 3 aportaciones de 20-30 Kg de nitrógeno.

• **Carencias.** Es sensible a la falta de magnesio en el suelo.

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	0°C
	Crecimiento cero	11 a 13°C
	Crecimiento óptimo	23 a 28°C
	Floración óptima	18 a 20°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	13°C
	Temperatura óptima	25°C
	Temperatura máxima	45°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		ALTA



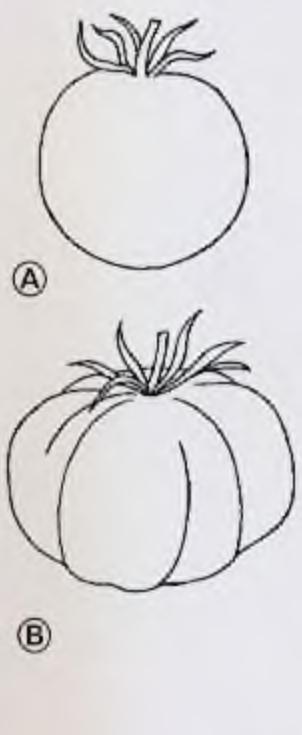
12.6.7.3. Preparación del suelo y siembra

La preparación del suelo es similar a la del cultivo del melón.
La siembra puede realizarse en semilleros protegidos para las variedades precoces. Antes de la siembra, debe realizarse un tratamiento de pregerminación que consiste en tener las semillas en remojo durante un día, y despues húmedas, a 25°C, durante otros dos.
Las siembras directas y trasplantes se realizarán en mesetas de 4 m con 2 líneas, o bien en mesetas de 1,5-2 m con 1 sola línea. La distancia entre plantas será de 1 a 1,5 m.
Las épocas de plantación, así como los ciclos de cultivo coinciden con los del melón.

12.6.7.4. Técnicas de cultivo y recolección

- **Aclareo.** Si la siembra es directa.
- **Poda.** Dejando 3 ramas principales.
- **Eliminación de frutos defectuosos.**
- **Aporcado.**
- **Escardas.**
- **Entutorado.** Sobre todo en cultivos bajo invernadero.
- **Recolección.** Las épocas de recolección coinciden con las del cultivo de melón.

Plantación de la tomatera
Tomate. Variedades
A/ *Piel lisa*
B/ *Piel surcada*





- **Comercialización.** En cajas de madera o cartón.
- **Conservación.** Su almacenamiento en cámaras frigoríficas a una temperatura de 2-4°C y una humedad del 85-90 % permite su conservación durante 25 días.

12.6.7.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

Coinciden con las indicadas en el cultivo del melón.

12.6.8. Tomate

12.6.8.1. Conceptos generales

El tomate es una planta perteneciente a la familia de las Solanáceas y su nombre botánico es *Lycopersicon esculentum* .
Su origen es americano y se cultiva como anual, aunque tiene una vida de varios años. Toda la planta posee pelos de naturaleza granular, que le dan su olor tan característico.
El fruto del tomate es una baya de forma globosa y, por lo general, de color rojo cuando madura, pudiendo ser su superficie lisa o asurcada.
Las semillas poseen una capacidad germinativa de 3-6 años.
Encontramos 3 ciclos de producción:

- *Ciclo corto* de 90-110 días
- *Ciclo medio* de 100-120 días
- *Ciclo largo* de 110-125 días

Las variedades de tomate existentes en el mercado son muy abundantes por lo que, antes de elegir una, es conveniente una consulta en profundidad. A continuación citaremos algunas variedades de tomate según su aprovechamiento.

- **Para consumir en fresco:**

Candela	Zafiro
Marmande	Amatista
Cuarentena	Feria
Catalá	Valenciano
Moneymaker	Montfavet
Vemone	Pyros
Quatuor	Amigo
Monita	Lucy
Motabo	Montecarlo
Monalbo	Fandango
Precador	Flamingo
Fusor	Ronsel
Etna	Meltine
Cintra	Corindo
Tobol	Turmalina
Sonato	Dombo
Tango	Dombito
Carmelo	Dombelo
Diego	Melody
Primset	Darío
Ronset	Hymar
Robin	Maindor

- **Para la industria:**

Earlired	Redstone
Marzano	Slumac

Roma	Napoli
Romano	Julimac
Ace	Río Grande
Arno	Hypeel
Campbell	Petomech
Heinz	Pearson
Mecano	Roforto
Ventura	Walter
Romulus	California
Esla	Ropreco

Cabe decir que el cultivo del tomate bajo invernadero está altamente extendido, sobre todo por su gran importancia económica. Encontramos, para el cultivo del tomate, desde los más sencillos túneles de plástico a los más sofisticados invernaderos de cristal.

12.6.8.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura.** Requiere climas cálidos, con una determinada alternancia de temperatura. Las bajas temperaturas afectan a la planta de forma importante.

• **Agua.** La humedad ambiental es importante, sobre todo en la etapa de polinización, siendo la más adecuada de 55-60%.

En cuanto al riego, el tomate es una planta sensible tanto a la falta como al exceso de agua.

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	1 g
Lípidos	4 g
Glúcidos	0,2 g
Vit. A	1700 UI
Vit. B1 o tiamina	0,1 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,02 mg
Niacina	0,6 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	2,1 mg
Calcio	13 mg
Fósforo	27 mg
Hierro	0,5 mg
Sodio	3 mg
Potasio	244 mg
Valor energético	23 calorías

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-2°C
	Crecimiento cero	10 a 12°C
	Mínima para desarrollo	15 a 17 °C
	Crecimiento óptimo	20 a 24°C
	Máxima para desarrollo	30°C
TEMPERATURA SUELO	Mínima	12°C
	Óptima	20 a 24 °C
	Máxima	34°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	10°C
	Temperatura óptima	25 a 30°C
	Temperatura máxima	35°C
FLORACIÓN	Temperatura del día	23 a 26 °C
	Temperatura de noche	15 a 18 °C
MADURACIÓN	Temperatura óptima	15 a 22 °C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		ALTA



*Variedades de tomate para la industria: **Roma**. Gentileza de Semillas Vilmorin.*

• **Suelos.** Requiere suelos sueltos, profundos y bien drenados, ricos en materia orgánica, de textura silíceo-arcillosa, resistente a la salinidad del suelo. Su pH óptimo oscila entre 6 y 7. Es exigente en cal, potasa y magnesio.

• **Extracciones.** Las extracciones varían según las variedades cultivadas y el rendimiento obtenido por éstas.

150-300 Kg de N
55-96 Kg de P_2O_5
250-680 Kg de K_2O

- **Abonado.** Para un cultivo al aire libre, una aplicación de 30 T/Ha de estiércol.

Abonado de fondo por hectárea:

60 Kg de N
80-100 Kg de P_2O_5
200-250 Kg de K_2O

Abonado de cobertura:

3 aportaciones de 90 Kg de N
1 aportación de 20 Kg de P_2O_5
90 Kg de K_2O

En el cultivo en invernadero, estas cantidades suelen aumentarse y escalonarse más, para obtener mayores producciones.

12.6.8.3. Preparación del suelo y siembra

Para preparar el suelo, primero se realiza un pase de subsolador, seguido de varios pases de gradas para desmenuzarlo en superficie.

Se aconseja la aplicación de algún insecticida junto con el abonado de fondo, para prevenir los posibles ataques de los gusanos del suelo.

La siembra se realiza en semilleros o bien en macetitas, en discos de turba prensada, para obtener plántulas con cepellón. En ambos casos, serán semilleros protegidos con túneles recubiertos de láminas de plástico.

Se aconseja realizar un tratamiento de pregerminación consistente en mantener las semillas en humedad durante 5-6 días a una temperatura de 20°C.

El trasplante se realizará en surcos con una separación de 80-120 cm, dejando una distancia entre plantas de 30-50 cm. Si el cultivo realizado se destina a la industria, la siembra puede ser directa en el terreno, con una distancia entre surcos menor y una separación entre plantas de 25-35 cm.

La época de siembra depende del ciclo de cultivo.

- *Ciclo extratemprano.* La siembra se realiza a principios de otoño y el trasplante bajo invernadero a finales de otoño.
- *Ciclo temprano.* La siembra se realiza a mediados de otoño y el trasplante a mediados de invierno, al aire libre y con protección.
- *Ciclo medio.* La siembra se realiza a principios de invierno y el trasplante, pasada la época de riesgo de heladas.
- *Ciclo tardío.* La siembra se realiza a finales de primavera y principios de verano, y el trasplante, a finales de verano.

12.6.8.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareo.** Si se realiza la siembra directa.
• **Reposición de fallos.** En el caso de realizar trasplante.
• **Aporcado.** Se realiza a las cuatro semanas del trasplante.
• **Poda.**
• **1ª poda de formación.** Dejando una rama principal si se desea una producción precoz, o 2-3 ramas principales si el cultivo es normal.
• **2ª poda de mantenimiento.** Eliminación de los brotes laterales y de las hojas viejas.
• **Pinzado.** Eliminación de los brotes terminales de las ramas principales. Con ello se limita el crecimiento vertical de la planta.
• **Entutorado.** Para que la planta crezca de forma vertical y el fruto no entre en contacto con el suelo. Para ello, pueden utilizarse cañas, listones de madera o, en el caso de cultivarse en invernadero, correas o alambres que cubren la techumbre.
• **Escardas.** Realizadas con herbicidas selectivos.
• **Ayuda al cuajado.** Para conseguir un cuajado precoz. Se utilizan varias técnicas.

— ***Aplicación de fitorreguladores sobre las inflorescencias.*** *Normalmente, son de naturaleza auxínica y provocan el desarrollo partenocárpico del fruto. Se aplican mojando con 1 o 2 pasadas los ramilletes de inflorescencias. Deben respetarse al máximo las dosis de aplicación de los fitorreguladores, para evitar problemas de fitotoxicidad.*

— ***Agitación mecánica de las inflorescencias con vibradores eléctricos.*** *Este método se utiliza mucho en invernaderos.*

Con el movimiento de las inflorescencias se consigue un mayor desprendimiento del polen.

• **Protecciones.** Para proteger las plantas contra vientos fríos y heladas débiles, sobre todo en variedades tempranas. Para ello, se colocan espalderas inclinadas clavadas en el suelo sobre la cara opuesta a la plantación en el surco.
• **Recolección.** El fruto se recolectará cuando esté maduro. En ese momento puede presentar 3 tonos de color distintos:
- El verde maduro, es decir color verde claro.
- El pintón, cuando está virando a rojo.
- El rojo-maduro, cuando es rojo intenso.

La recolección, si los frutos son para consumo en fresco, se realizará a mano, de forma escalonada, y se recolectarán aquéllos que sean verdes o pintón. Si el tomate está destinado a la industria, la recolección puede ser mecanizada y se realiza cuando el fruto tiene un color rojo intenso.
La época de recolección dependerá del ciclo de cultivo:
-*Ciclo extratemprano.* La recolección se iniciará a mediados de invierno.
-*Ciclo temprano.* La recolección se iniciará a finales de primavera.
-*Ciclo medio.* La recolección se realiza a lo largo de todo el verano.
-*Ciclo tardío.* La recolección se realizará desde finales de verano hasta mediados de invierno.
• **Comercialización.** Una vez recolectados, se seleccionarán, lavarán y colocarán en cajas para su salida al mercado.
• **Conservación.**
- *Rojo maduro.* Conservación a una temperatura de 5°C y 95% de humedad durante 10-15 días.
- *Verde maduro o pintón.* Su almacenamiento a una temperatura de 10-12°C permite su conservación durante 30 días.

12.6.8.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas:**
- *Oruga del tomate.* La larva agujerea los tomates al penetrar en ellos.
- *Gusanos grises o agriotis.* Las larvas devoran la base del tallo, provocando el marchitamiento de la planta.
- *Rosquilla negra.* La larva provoca daños en frutos y hojas.
- *Gusano de alambre.* La larva ataca el sistema radicular.
- *Minador o submarino.* Origina galerías en el interior de la hoja.
- *Mosca blanca.* Sobre todo en invernaderos, provoca un debilitamiento de la planta.
- *Pulgones.*
- *Chinche del tomate.* Produce manchas y deformaciones en los frutos.
- *Ácaros del tomate.* Produce manchas marrón brillante en el envés de la hoja que, posteriormente, se seca y cae.
- *Araña roja.* Produce amarillamiento en el haz de la hoja.
- *Enfermedades producidas por nematodos.* Normalmente, atacan las raíces de la planta del tomate, provocando amarillamiento general y raquitismo.

• **Enfermedades producidas por hongos:**
- *Problemas vasculares.* Los hongos que los ocasionan son el fusarium y el verticillium. Provocan, en general, una necrosis de las raíces y un marchitamiento de la planta.
- *Mildiu del tomate.* Provoca manchas amarillas en las hojas que, posteriomente, se secan.
- *Alternaria del tomate.* Provoca manchas redondas, de color oscuro, con halos amarillos.
- *Septoriosis del tomate.* Provoca manchas pequeñas y marrones con un halo amarillo.
- *Cladosporiosis del tomate.* Origina un moho gris en el envés de las hojas. Se produce principalmente en invernaderos.

- *Antracnosis del tomate*. Provoca manchas circulares necróticas en las hojas y frutos.
- *Oídio del tomate*. Produce manchas amarillentas en las hojas que, posteriomente, se necrosan.
- *Botrytis*. Origina una podredumbre blanda en los frutos. Normalmente se produce en invernaderos.

• Enfermedades producidas por bacterias:
- *Chancro*. Provoca el marchitamiento brusco de las hojas y el agrietamiento de los tallos.

• Enfermedades producidas por virus:
- *Virus del mosaico del tomate*. Origina un mosaico amarillento en las hojas, provocando un parón en el crecimiento de la planta y una maduración irregular del fruto.
-*Virus del mosaico filiforme*. Provoca una deformación en las hojas que, además, presentan mosaicos.
- *Virus del mosaico del pepino*.

• Fisiopatias:
- *Necrosis apical*. Provocada por aportes irregulares de agua o por una excesiva salinidad.
- *Agrietado del fruto o "cracking"*. Originado principalmente por desequilibrios hídricos, o bien por temperaturas muy altas con humedades bajas.
- *Ahuecado del fruto*. Causado por fecundaciones anómalas o excesiva dosis de fitorreguladores a la hora del cuajado.
- *Fitotoxicidad*. Provocada por un exceso en la dosis de fitorreguladores. Puede originar malformaciones en los frutos.
- *Enrollado de las hojas*. Puede ser ocasionado por excesivas podas o excesiva humedad del suelo.
- *Planchado*. Se producen manchas de color blanquecino debajo de las cuales la textura es acuosa. Está provocado por un exceso de radiación solar.
- *Caída de flores y frutos*. Originada por temperaturas excesivamente altas y humedades muy bajas. También puede ser producida por temperaturas bajas.

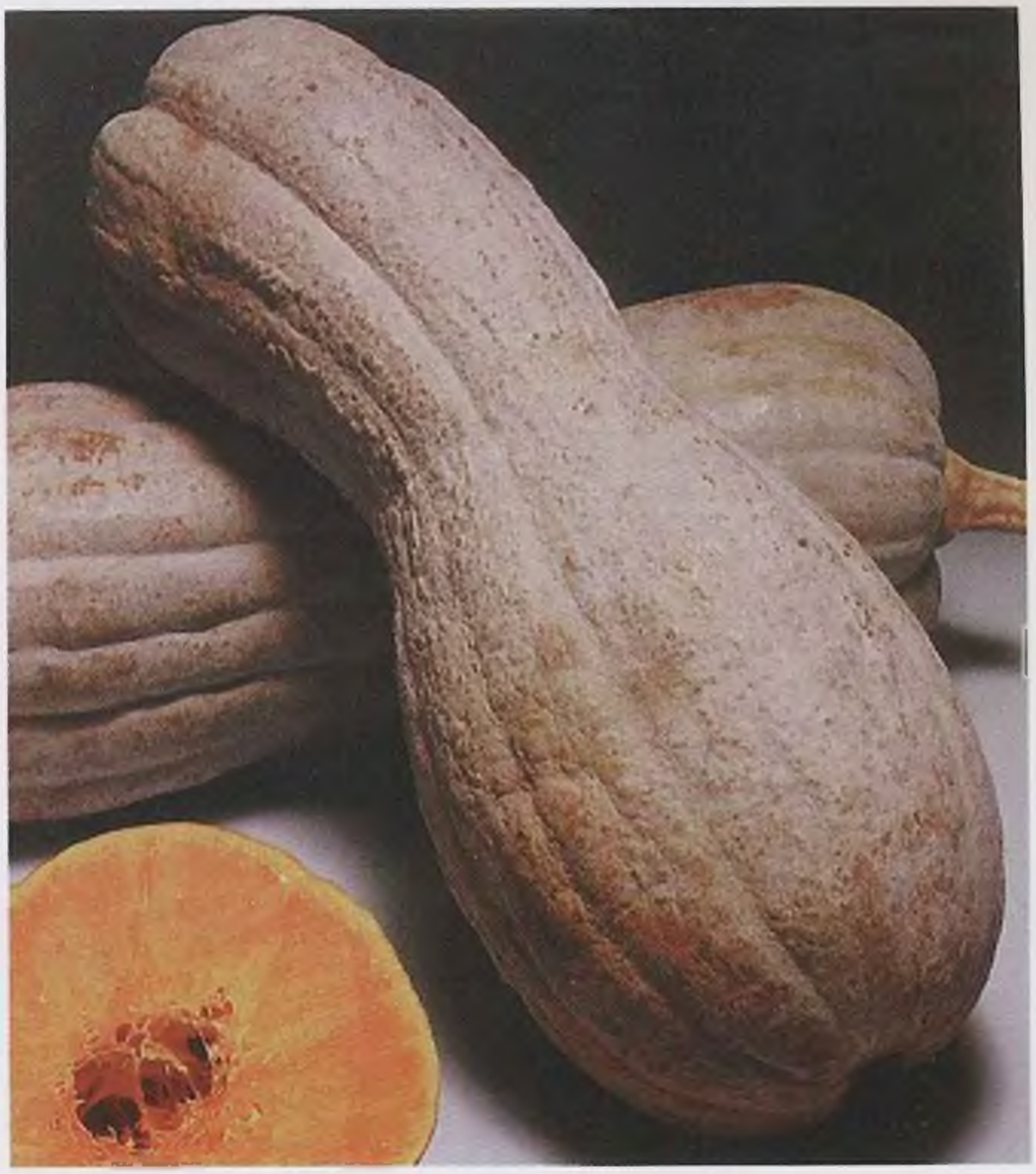
12.6.9. Otros cultivos

12.6.9.1. Calabaza

La calabaza es una planta que pertenece a la familia de las Cucurbitáceas y engloba varias especies botánicas.
Su origen se sitúa en el centro y en el sur de América. Se utiliza principalmente para hacer dulces, aunque también se consumen sus semillas de forma directa.
Las variedades más conocidas de calabaza son:

Verde de España	Cabello
Dulce de Horno	Totanera
Buttercup	

En cuanto a exigencias climáticas, hay que decir que es una planta exigente en calor y sensible a las bajas temperaturas. Requiere suelos ricos, mullidos y frescos. No tolera los excesos de humedad en el suelo y su pH óptimo es de 6.
La siembra se realizará a principios de primavera y la recolección unos 6 meses después, normalmente a principios de otoño.
Antes de su almacenamiento, se secará al sol. Su conservación a 8-12°C puede durar varios meses.
Las plagas, enfermedades y fisiopatías que la afectan son similares a las del resto de Cucurbitáceas.



Variedades de calabaza: **Buttercup**. *Gentileza de Semillas Vilmorin.*



12.6.9.2. Ocra

La ocra es una planta perteneciente a la familia de las Malváceas y su nombre botánico es *Hibiscus esculentus*. Se la conoce popularmente como **gumbo**.
Su origen se sitúa en la zona tropical de África, y se consume hervida o frita.
La ocra es una planta anual, cuyos frutos son cápsulas alargadas de hasta 30 cm de longitud. Tiene un ciclo de cultivo de 80-140 días.
En relación a sus exigencias climáticas, cabe decir que requiere climas tropicales y es muy sensible a las bajas temperaturas. Requiere, además, suelos de textura arcillosa y ricos en materia orgánica.

12.6.9.3. Papaya

La papaya es una planta que pertenece a la familia de las Caricáceas y su nombre botánico es *Carica papaya*.
Es una planta dioica, de manera que existen plantas masculinas y plantas femeninas, y solamente éstas dan frutos.









Diversos ataques de insectos en guisantes

El fruto es una baya esférica de piel fina, de color verde o amarillo en el exterior, y amarillo-naranja en su interior.
Se requiere un clima tropical para su cultivo, y es muy sensible a las bajas temperaturas. En cuanto a suelos, deben ser ricos en materia orgánica y con un buen drenaje.

12.6.9.4. Piña

La piña es una planta perteneciente a la familia de las Bromeliáceas y su nombre botánico es *Ananas comosus*.
En la parte terminal del tallo, forma una inflorescencia que dará lugar al fruto. Esto es un conjunto de frutos apretados, recubierto por una corteza áspera que recibe el nombre de piña.
La fructificación se produce entre 1 y 2 años después de la plantación.
En relación a sus exigencias climáticas, hay que decir que no soporta las bajas temperaturas y que requiere suelos sueltos, frescos, bien drenados y ricos en materia orgánica.

12.7. CULTIVOS CONOCIDOS POR SUS SEMILLAS

12.7.1. Guisante

12.7.1.1. Conceptos generales

El guisante es una planta perteneciente a la familia de las Leguminosas y su nombre botánico es *Pisum sativum*.
Su origen está situado en Europa. Sus semillas se consumen tanto secas como tiernas, pero sólo la segunda modalidad se considera cultivo hortícola.
El fruto es una vaina, o legumbre, en la que encontramos las semillas de forma más o menos esférica y superficie lisa o rugosa. Estas semillas tienen una capacidad germinativa de 3 años.
El ciclo de cultivo transcurre en 3-5 meses. Se diferencian 3 grupos de variedades según su crecimiento:



• Variedades enanas o de mata baja, destinadas a la industria:

Alaska	Allegro	Almirex
Arabal	Asterix	Aubine
Coronet	De Grace	Fabina
Frescoroy	Frila	Gloria de Quimper
Heralda	Hybris	Kalife
Negrel	Nugget	Oberon
Oreste	Orfeo	Precovil
Profino	Proval	Rag
Recette	VilVence	Voluntario



Variedades de guisantes. Gentileza de Semillas Vilmorin.

• Variedades de enrame, destinadas a consumo en fresco:

Lincoln	Herald
Onward	Rey de los Carouby
Carouby de Maussanne	Rey de las Aldot
Cuerno de las Aldot	Miragreen
Gradus	

• Cosechas:

Express generoso	Senador
Serpette	Teléfono
Alderman	

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	6,3 g
Lípidos	0,4 g
Glúcidos	14,4 g
Fibra	2 g
Vit. A	640 UI
Vit. B1 o tiamina	0,35 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,14 mg
Niacina	2,9 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	27 mg
Calcio	26 mg
Fósforo	116 mg
Hierro	1,9 mg
Sodio	2 mg
Potasio	316 mg
Valor energético	84 calorías

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-3 a -4°C
	Crecimiento cero	5 a 7°C
	Mínima para desarrollo	10°C
	Crecimiento óptimo	16 a 20°C
	Máxima para desarrollo	35°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	6°C
	Temperatera óptima	14 a 25°C
	Temperatura máxima	30°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		ALTA

12.7.1.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura.** Requiere climas templados y húmedos. Es sensible a las heladas y a las temperaturas muy altas.
• **Suelos.** Requiere suelos con textura medias, ligeros, frescos y con un buen drenaje. Su pH óptimo se sitúa entre 6 y 7.
• **Extracciones.** Las extracciones por hectárea se calculan en:

125 Kg de N
45 Kg de P_2O_5
90 Kg de K_2O

• **Abonado.** Como toda planta leguminosa, forma nódulos en las raíces, en asociación simbiótica con cepas de rhizobium, lo que permite la obtención de nitrógeno del aire. Requiere una aportación moderada de estiércol bien descompuesto.

Abonado de fondo por hectárea:

20-30 Kg de N
50-80 Kg de P_2O_5
100-140 Kg de K_2O

12.7.1.3. Preparación del suelo y siembra

La preparación del suelo requiere una labor profunda, seguida de varios pases de gradas para dejar el suelo suficientemente esponjoso y disgregado.
La siembra puede ser directa en el terreno, o en semilleros protegidos para variedades precoces.
Tanto si la siembra es directa como si se realiza trasplante, se colocarán en surcos con una distancia de 80-90 cm para variedades de enrame, y de 50-60 cm para variedades de mata baja.
La separación entre plantas será de 70-80 cm en variedades de enrame y 40-60 cm para variedades de mata baja.
La época de siembra, dependiendo del ciclo de cultivo que se realice, se efectuará desde el otoño hasta la primavera. Los ciclos son extratemprano, temprano, medio y tardío. En cuanto a fechas, son similares a las del cultivo de la judía verde.

12.7.1.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Escardas.** Manual o con herbicidas.
• **Aclareo.** Si la siembra es directa.
• **Entutorado.** En las variedades de enrame.
• **Recolección.** La recolección de las variedades para consumo en fresco se realiza manualmente, y las destinadas a la industria se recolectan, por lo general, mecánicamente.
• **Comercialización.** Las variedades para consumo en fresco se comercializan en bolsas de polietileno transparente.
• **Conservación.** Su almacenamiento en cámaras frigoríficas con una temperatura de 1°C y un 85% de humedad permite su conservación durante 20 días.

12.7.1.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas:**
- *Mosca blanca.* En invernadero. Provoca un debilitamiento de la planta.
- *Pulgones.*
- *Sitona.* Sus larvas destruyen los nódulos de las raíces.
- *Gorgojo del guisante.* Origina galerías en las vainas y destruye las semillas.
- *Araña roja.* Similar a lo que ocurre en el cultivo de la judía verde.
- *Trips del guisante.* Su picadura provoca deformaciones en las hojas, que adquieren un color plateado.
- *Agromicidos.* Sus larvas originan galerías en las hojas.
- *Caracoles y babosas.*

• **Enfermedades producidas por hongos:**
- *Antracnosis del guisante.* Provoca manchas marrones con el centro amarillento en hojas y vainas.
- *Roya del guisante.* Provoca manchas amarillas en el haz y pardas en el envés.
- *Oídio del guisante.* Origina manchas amarillentas recubiertas de un polvo gris.
- *Enfermedades del cuello de la planta.* El ataque es similar al que ocurre en el cultivo de la judía verde.

• **Enfermedades producidas por virus:**
- Virus I del guisante. Origina bulbos en las hojas junto con el mosaico característico.
- Virus II del guisante. Origina un mosaico verde amarillo en la hoja.



12.7.2. Habas

12.7.2.1. Conceptos generales

La haba es una planta perteneciente a la familia de las Leguminosas y su nombre botánico es *Vicia faba*. Su origen se sitúa en la zona mediterránea. Se consume principalmente su semilla tierna, en fresco o industrializada.
La haba es una planta anual que produce nódulos en sus raíces, en asociación simbiótica con cepas de rhizobium para la obtención de nitrógeno del aire.
El fruto es una vaina, o legumbre, y en ella se encuentran las semillas, que poseen una capacidad germinativa de 4 años.

Las variedades de habas más conocidas son:

Aguadulce	Aranjuez	Beryl
Comprimo	Común de Sicilia	De Sevilla
Granadina	Haba Windsor	Histal
Mahón	Muchamiel	Precoz de Aquitania
Primabel	Ramillete	Reina Blanca
Reina Mora	Segureña	



Variedades de habas: ***Agua dulce.*** *Gentileza de Semillas Vilmorin.*

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	7,9 g
Lípidos	0,4-0,7 g
Glúcidos	17-20 g
Fibra	2,75 g
Vit. A	200 UI
Vit. B1 o tiamina	0,3 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,18 mg
Niacina	1,80 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	25 mg
Calcio	105 mg
Potasio	1390 mg
Fósforo	600 mg
Magnesio	240 mg
Cobre	3 mg
Hierro	2 mg

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	-5°C
	Crecimiento cero	6 a 8°C
	Mínima para desarrollo	8 a 10°C
	Crecimiento óptimo	18 a 22°C
	Máxima para desarrollo	35°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	7°C
	Temperatura óptima	12 a 20°C
	Temperatura máxima	30°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA

12.7.2.2. Exigencias de la planta

• **Clima y temperatura.** Es una planta de desarrollo otoñal a la que perjudican las altas temperaturas.
• **Agua.** Es una planta sensible a la sequía.
• **Suelo.** Requiere suelos arcillosos con buena retención de agua. Es tolerante a la salinidad del suelo y su pH óptimo está situado entre 6,5 y 7,5.
• **Extracciones.** Se calcula una extracción de:

120 **Kg de** N
30 **Kg de** P_2O_5
80 **Kg de** K_2O

• **Abonado.** Si el suelo es pobre, se realizará una aportación de 10-15 T/Ha de estiércol con bastante antelación.

Abonado de fondo por hectárea:

20-30 **Kg de** N
65-80 **Kg de** P_2O_5
90-150 Kg de K_2O

12.7.2.3. Preparación del suelo y siembra

La preparación se realizará entre finales de verano y principios de otoño, pudiéndose alargar durante el mismo. En zonas de inviernos muy fríos, la siembra se realizará en primavera.
Antes de realizar la siembra, se aconseja un tratamiento pregerminativo que consiste en mantener en agua tibia las semillas durante 24 horas.
La operación de siembra se efectúa directamente en el terreno, en surcos con una distancia de 50-60 cm y con una distancia entre plantas de 30-40 cm.

12.7.2.4. Técnicas de cultivo y recolección

Las técnicas de cultivo son, en general, sencillas. Se reducen a escardas y recalzado.

• **Recolección.** La recolección de la haba para el consumo en fresco se realiza manualmente, y se hace cuando la vaina alcanza las 3/4 partes de su tamaño normal.
• **Conservación.** La conservación es óptima con una temperatura de 0-1°C y una humedad del 85-95%.

12.7.2.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas:**
- *Sitona*. Las larvas destruyen los nódulos de la raíz y el insecto adulto, las hojas.
- *Pulgón negro de las habas*. Provoca un amarillamiento general de la planta y un abarquillamiento de las hojas.
- *Trip del guisante*. Su ataque es similar al que se produce en el cultivo del guisante.
- *Gorgojos*.
- *Caracoles y babosas*.

• **Enfermedades producidas por hongos:**
- *Mildiu de las habas*. Origina manchas en los márgenes de las hojas que, posteriormente, se secan.
- *Roya de las habas*. Provoca manchitas marrones en el envés de las hojas.
- *Sclerotinia*. Su ataque es similar al que ocurre en el cultivo de la judía verde.
- *Parásitos*.
- *Orobanche o jopo*. Es una planta parasitaria que se fija en las raíces de la planta y absorbe sus nutrientes.

12.7.3. Judías verdes

12.7.3.1. Conceptos generales

La judía verde pertenece a la familia de las Leguminosas y su nombre botánico es *Phaseolus vulgaris*.
Su origen se sitúa en América central. Existen 2 modalidades de consumo de la judía: la primera es la comercialización de la semilla y la segunda es la utilización de la vaina entera en verde o tierna. Sólo la segunda modalidad se considera de cultivo hortícola, englobándose la primera en los cultivos extensivos.
La judía es una planta anual, con fruto en legumbre, que puede ser de color blanco, verde o jaspeado, y cuyas semillas tienen una capacidad productiva de 3-4 años.



Variedades de judías de enrame: ***Buenos Aires.*** *Gentileza de Semillas Vilmorin.*

Las **variedades** se dividen en 2 grupos **importantes**:

• **Variedades de mata baja,** cuyo destino principal es la industria. Suelen cultivarse asociadas a otras hortalizas.

- *Vaina blanco-amarillenta:*

Constanza Findor Gamalan
Kinghorn Monte de Oro Orbane Saxa Gold

- *Vaina verde:*

Arian Astra Athena
Belna Blulect Bountiful
Constant Eagle Garrafal
Gitana Groffy Janus
Kora Lit Processor
Radar Ranger Reginel
Skil Strike Tivoli

Composición nutritiva por 100 g de producto comestible	
Prótidos	1,9 g
Lípidos	0,2 g
Glúcidos	7,1 g
Fibra	1 g
Vit. A	600 UI
Vit. B1 o tiamina	0,08 mg
Vit. B2 o riboflavina	0,11 mg
Niacina	0,5 mg
Vit. C o Ác. ascórbico	19 mg
Sodio	7 mg
Potasio	132 mg
Calcio	56 mg
Hierro	0,8 mg
Fósforo	4,4 mg
Valor energético	32 calorías

- *Vaina jaspeada:*

Faraybel Marbel

• **Variedades de enrame,** cuyo destino principal es el consumo en fresco. Se cultiva normalmente bajo invernadero:

- *Vaina blanca-amarillenta:*

Cascada Garrafal de Argel Oro de Verna
Oro del Rhin Fiacre Manteca de Aragón
Torrente de Oro

- *Vaina verde:*

Bertina Buenos Aires o Parade Lindra
Esmeralda Diamant Fenómeno

Exigencias climáticas		
TEMPERATURAS CRÍTICAS	Punto de congelación	1°C
	Crecimiento cero	8 a 10°C
	Mínima para desarrollo	10 a 12°C
	Crecimiento óptimo	18 a 30°C
	Máxima para desarrollo	35 a 40°C
GERMINACIÓN	Temperatura mínima	12°C
	Temperatura óptima	15 a 25°C
	Temperatura máxima	30°C
FLORACIÓN	Temperatura mínima	12 a 15°C
	Temperatura óptima	15 a 25°C
	Temperatura máxima	30 a 40°C
HUMEDAD		MEDIA
LUZ		MEDIA

Garrafal de Oro de enrame Helda
Kadi Meru
Perfección Perona Pevir de enrame
Potomac Promo Remo
Zondra

- *Vaina jaspeada:*

Buenos Aires Giménez Coco de Praga

12.7.3.2. Exigencias de la planta



• **Clima y temperatura.** Requiere climas cálidos. Los cambios de temperatura bruscos provocan la formación de vainas retorcidas que se conocen con el *nombre de ganchillo.*
• **Agua.** La judía es una planta exigente en agua.
• **Suelos.** Requiere suelos sueltos y esponjosos, con buen drenaje. Vive bien en suelos con pH 5,5-7 y es una planta sensible a la salinidad y a los suelos calizos.
• **Extracciones.** Se calcula una extracción por hectárea de:

120 Kg de N
35 Kg de P_2O_5
90 Kg de K_2O







Cosechadora de patatas, cebollas, zanahoria y achicoria

• **Abonado.** Una característica importante de esta planta es su capacidad para obtener nitrógeno del aire además del suelo. Lo hace a través de unos nódulos formados en las raíces, actuando simbióticamente con cepas de rhizobium. Esta actividad es común en todas las leguminosas.
En general, el abonado constará de una aportación de 15-20 T/Ha de estiércol bien descompuesto.

Abonado de fondo por hectárea:

50-60 Kg de N
60-80 Kg de P_2O_5
125-150 Kg de K_2O

• **Carencias.** Es sensible a la carencia de magnesio, manganeso y cinc.

12.7.3.3. Preparación del suelo y siembra

Para la preparación del suelo, se realizará una labor profunda, seguida de las labores superficiales necesarias para que el suelo quede lo suficientemente mullido.
La siembra puede ser directa, o en semilleros protegidos para variedades de ciclos tempranos.
Tanto la plantación directa como el trasplante se realizarán en surcos con una separación de 50-60 cm para variedades de mata baja y de 80-100 cm para variedades de enrame. La distancia entre plantas será de 30-40 cm en mata baja y de 65-70 cm para las de enrame.
La época de siembra depende del ciclo de cultivo realizado.

- *Ciclo extratemprano.* La siembra será protegida y se realizará a finales de otoño/principios de invierno.
- *Ciclo temprano.* La siembra se realizará entre mediados y finales de invierno.
- *Ciclo medio.* La siembra se realizará a principios de primavera, al finalizar el riesgo de heladas.
- *Ciclo tardío.* La siembra se realizará entre principios y mediados de verano.
- *Ciclo extratardío.* La siembra se realizará a finales de verano/principios de otoño.

12.7.3.4. Técnicas de cultivo y recolección

• **Aclareo.** Si se realiza siembra directa.
• **Acolchado.** Si la siembra de las variedades de ciclo temprano se realiza directamente en el terreno, éste se acolcha y se va agujereando a medida que las semillas emergen.
• **Escardas.** Manual o con herbicidas.
• **Entutorado.** Sólo en las variedades de enrame.
• **Recolección.** La recolección de plantas de mata baja cuyo destino principal es la industria, se realiza principalmente de forma mecanizada, mientras que la judía de enrame destinada al consumo en fresco se realiza de forma manual.

La época de recolección dependerá del ciclo de cultivo realizado:
- *Ciclo extratemprano.* La recolección se inicia a finales de invierno.
- *Ciclo temprano.* La recolección se inicia a mediados de primavera.
- *Ciclo medio.* La recolección se inicia a finales de primavera.
- *Ciclo tardío.* La recolección se inicia a finales de verano.
- *Ciclo extratardío.* La recolección se inicia a finales de otoño.
• **Comercialización.** Las judías para consumo en fresco se comercializan en bolsas de plástico de diversos tamaños.
• **Conservación.** Las condiciones de conservación deben ser una temperatura de 2-4°C, con una humedad del 85%.

12.7.3.5. Plagas, enfermedades y fisiopatías más comunes

• **Plagas:**
- *Mosca de los sembrados.* Provoca una germinación irregular y que la planta sea sensible al ataque de los hongos.
- *Agromicidos.* Sus larvas originan galerías en el interior de la hoja.
- *Rosquilla negra.* Devorador de hojas.
- *Pulgones.* Amarillamiento general de la planta y abarquillamiento de las hojas.
- *Mosca blanca en invernaderos.* Provoca el debilitamiento general de la planta.
- *Araña roja.* Amarillamiento y posterior enrojecimiento de las hojas y vainas.
- *Gorgojos.* Ataca las semillas almacenadas para la siembra.
- *Caracoles y babosas.*
- *Enfermedades producidas por nematodos.* Provo-





can quistes en las raíces, lo cual se traduce en un amarillamiento y raquitismo de la parte aérea.

• Enfermedades producidas por hongos:
- *Enfermedad del cuello de la raíz*. Originada por varios hongos, como la rhizoctonia, el fusarium y el pythium.
- *Antracnosis de la judía*. Origina manchas negras cerca de las nerviaciones.
- *Sclerotinia*. Provoca manchas, en la base de la planta, que desencadenan podredumbres blandas.
- *Roya de la judía*. Provoca manchitas amarillas en el haz de la hoja y pardas en el envés.
- *Botrytis o podredumbre gris*.

• Enfermedades producidas por bacterias:
- *Grasa de las judías*. Origina manchas aceitosas en las vainas y amarillentas en las hojas.

• Enfermedades producidas por virus:
- *Virus del mosaico común de las judías*. Origina un mosaico verde claro y oscuro en las hojas.
- *Virus del mosaico amarillo*.
- *Virus de la necrosis de plantas jóvenes*.
- *Virus de la necrosis de formación de vainas*.

• Fisiopatías:
- *Envejecimiento o empardamiento de las vainas*. Se origina por la conservación frigorífica de producciones de plantas viejas.
- *Vainas en ganchillo o retorcidas*. Ocasionadas por bajas temperaturas.
- *Caída de flor y de vainas jóvenes*. Ocasionada por temperaturas muy altas y humedades muy bajas.

12.7.4. Otros cultivos

12.7.4.1. Maíz dulce

El maíz dulce es una planta que pertenece a la familia de las Gramíneas y su nombre botánico es *Zea mays*.
Pertenece a la misma especie que el maíz común, pero esta variedad tiene un contenido mucho más alto en azúcares.
Se consume principalmente en fresco o bien en conservas y congelados.
La variedades más conocidas, según su ciclo de cultivo, son:

• Variedades precoces (menos de 75 días):

Aztec	Comanche
Goldcrest	Marcross

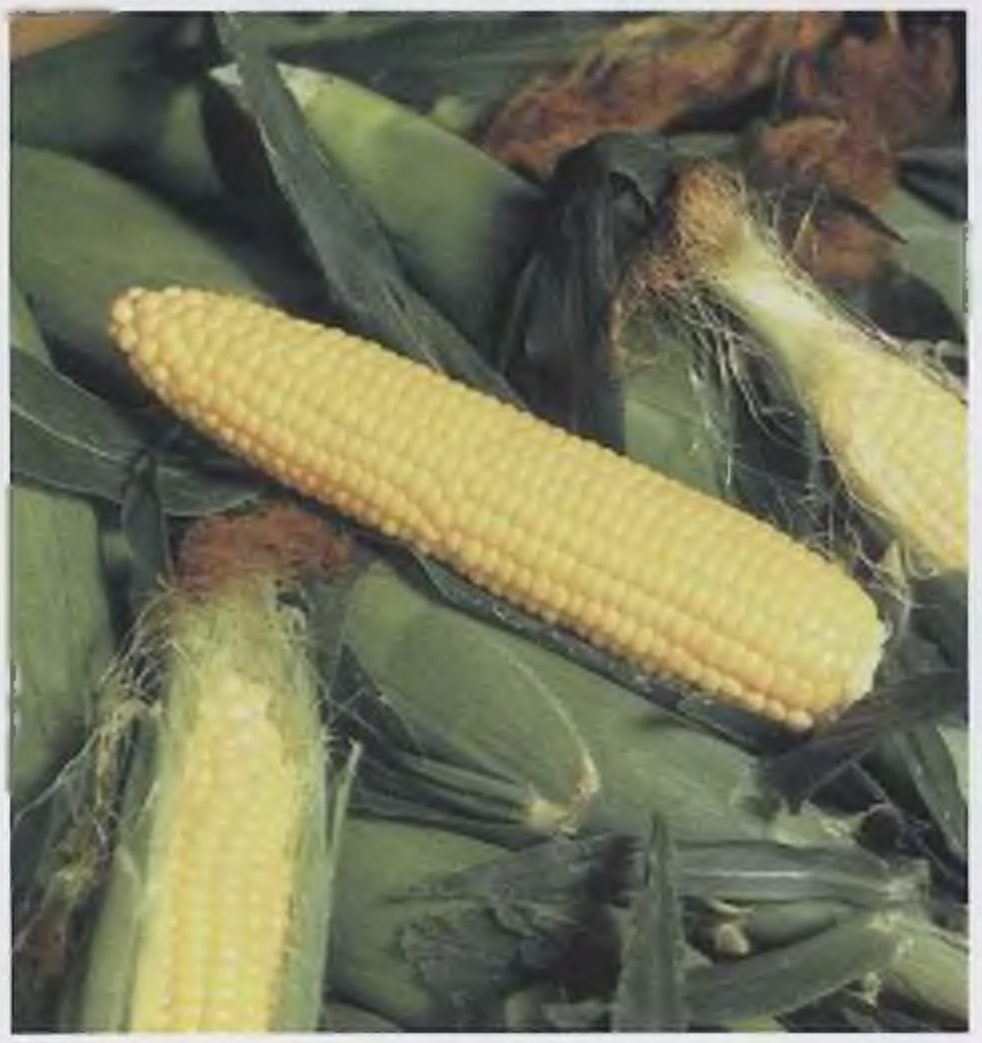
• Variedades precoces (entre 75 y 85 días):

Apache	Bonanza
Comet	Cherokee
Guardian	Merit
Snowbelle	

• Variedades medias (más de 85 días):

Lobelle	Lochief
Market	Valley

La siembra se realizará en primavera, en surcos con una distancia de 70-90 cm y dejando una separación entre plantas de 20-25 cm.
La recolección se realizará de forma manual o mecanizada, cuando las semillas estén totalmente desarrolladas. Una vez recolectadas y para su comercialización, se les eliminará la envoltura o barba, y se colocarán en bandejas recubiertas por una lámina de plástico transparente.
Las condiciones de conservación son 0°C y 85-90% de humedad.



Nuevas variedades de maíz dulce, como la ***Dynasty Híbrido F1****, aparecen constantemente en el mercado. Es una selección de Semillas Sluis & Groot.*



Efecto de la carencia de boro en la patata y mazorca lista para su recolección.

13. CULTIVO "IN VITRO" EN HORTICULTURA

El cultivo "in vitro" se define como el cultivo sobre un medio nutritivo, en condiciones estériles, de plantas, semillas, embriones, tejidos y células vegetales.
El nombre de cultivo "in vitro", que literalmente quiere decir "en vidrio", se utiliza porque, en un inicio, se utilizaban recipientes de vidrio para el cultivo.

La técnica del cultivo "in vitro" se caracteriza principalmente por:

- Realizarse a una escala muy pequeña, sobre una superficie relativamente reducida.
- Optimizar las condiciones ambientales en lo que se refiere a humedad, temperatura y nutrición.
- Excluir todos los microorganismos (hongos, bacterias y virus) así como las plagas (insectos y nematodos).

El cultivo "in vitro" tiene que ser aséptico, lo que implica la esterilización previa de los tejidos y su extracción aséptica, así como el establecimiento de condiciones que permitan mantener los cultivos al abrigo de posibles contaminaciones.

Cinco etapas en el proceso de micropropagación
Etapa 0: *Mantenimiento y preparación de la planta madre*
Etapa 1: *Siembra y establecimiento de los tejidos u órganos iniciales en condiciones estériles*
Etapa 2: *Fase de multiplicación*
Etapa 3: *Enraizamiento de los microesquejes en condiciones estériles*
Etapa 4: *Adaptación de las microplantas a condiciones de cultivo normales*

Esta técnica ha creado mucha expectación, pero sólo para un pequeño número de plantas es económicamente aplicable y realmente interesante desde el punto de vista productivo. Se utiliza para la obtención de plántulas de fresa, alcachofa, patata, ajo, boniato y espárrago.
Es una técnica que presenta un alto coste de instalación y precisa de personal técnico especializado. Genera, además, unos costes considerables, tanto por el material utilizado en el laboratorio como por los gastos de electricidad y mano de obra especializada.
Toda célula vegetal, si está viva, es capaz de reproducir la planta de la que procede de una forma íntegra. Es decir que se puede desarrollar una planta a partir de una porción de tejido vegetal, grano de polen o célula.

Esta característica está ligada a una serie de factores como la especie, los medios de cultivo o las condiciones ambientales, y de este conjunto se derivan todos los problemas a la hora de realizar la micropropagación.
El cultivo de meristemos es la técnica "in vitro" más extendida en horticultura, y se utiliza principalmente para obtener plantas libres de virus. El meristemo es el tejido vegetal encargado de la multiplicación celular y, por tanto, del desarrollo.
Este tejido se extrae de la planta madre en condiciones de total asepsia, en cámaras de flujo laminar que proporcionan un ambiente estéril.
El tejido se esteriliza introduciéndolo en una solución de hipoclorito sódico y lavándolo posteriormente varias veces en agua destilada.
Se introduce entonces en un tubo de ensayo en el cual se ha colocado anteriormente un medio de cultivo adecuado. Estos medios de cultivo están compuestos por agua, sales minerales, hidratos de carbono, vitaminas, hormonas y un gel, que suele ser el **agar,** para solidificar el conjunto.





Los tubos de ensayo con el tejido se introducen en cámaras de cultivo donde se controla la luz, la humedad y la temperatura. Una vez formada la plántula, se trasplantará a otro medio de cultivo, en bandejas de alveolos o macetitas. Éstas habrán sido rellenadas con un substrato ligero y estéril.

Las bandejas o macetitas se colocarán en invernaderos sombreados con humedad alta y una temperatura de 25 °C, aumentando la luz progresivamente.

A partir de aquí, se darán los mismos cuidados que los que se le dan a una planta obtenida de un semillero tradicional.

Las plantas obtenidas por cultivo de meristemos están libres de cualquier enfermedad producida por virus, bacterias y hongos pero, aun así, no resultan inmunes y deben protegerse contra todo tipo de infecciones. El mantenimiento aséptico después del repicado es una de las mayores dificultades del cultivo "in vitro".

BIBLIOGRAFÍA

ALSINA, L.
Horticultura especial
Sintes. Les Fonts de Terrassa 1980

AMORÓS, M.
Horticultura
Dilago 1980

ANDERLINI, R.
El cultivo del tubérculo
Mundi-Prensa. Madrid 1970

BESNIER ROMERO, FERNANDO.
Semillas. Biología y tecnología
Mundi-Prensa, Madrid 1989

BISBAL, A.
El espárrago
Ministerio de Agricultura, Madrid 1975

CASALLO, A. Y SOBRINO, E.
Variedades de hortalizas cultivadas en España Ministerio de Agricultura. Madrid 1965

CASSERES, E.
Producción de hortalizas
Sucesores de Herrero Hermanos. México 1971

CUISANCE, PIERRE.
La multiplicación de las plantas y el vivero.
Mundi-Prensa. Madrid 1988

DARPOUX, R. Y DEBELLEY, M.
Plantas de escarda
Mundi-Prensa. Madrid 1969

DOMÍNGUEZ, F.
Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas
Dossat. Madrid 1965

DOMÍNGUEZ VIVANCOS, A.
Abonos minerales
Ministerio de Agricultura. Madrid 1978
Tratado de fertilización
Mundi-Prensa. Madrid 1984

EDMOND, J.B.
Principios de horticultura
C.E. Continental 1981

FERNÁNDEZ CUEVAS, A.
Horticultura intensiva
Ministerio de Agricultura. Madrid 1968

FERSINI, A.
Horticultura práctica
Diana. México 1976

GARCÍA ALONSO, C.R.
El ajo. Cultivo y aprovechamiento
Mundi-Prensa. Madrid 1990

GEORGE, R.
Producción de semillas de plantas hortícolas
Mundi-Prensa. Madrid 1989

GRACIA LÓPEZ, C.
Mecanización de los cultivos hortícolas
Mundi-Prensa. Madrid

GUERRERO, A.
Cultivos herbáceos extensivos
Mundi-Prensa. Madrid 1977

HARTMANN, H.T.
Propagación de plantas. Principios y prácticas
CECSA. México 1984

HUME, W.G. Y KRAMP K.V.
Producción comercial de cebollas y guisantes
Acribia. Zaragoza 1971

JACOB, A. Y VON VESKÜLL, L.H.
Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales
Euroamericanas. México 1976

MARGARA, JACQUES.
Multiplicación vegetativa y cultivo in vitro
Mundi-Prensa. Madrid 1988

MAROTO, J.V.
Elementos de Horticultura General
Mundi-Prensa. Madrid 1990
Horticultura especial herbácea
Mundi-Prensa. Madrid 1986

MELA, P.
Cultivos de regadío
Editorial Agrociencia. Zaragoza 1971

MESSIAEN, C.M.
Las hortalizas Blume. Barcelona 1979
Enfermedades de las hortalizas
Oikos-Tau. Vilassar de Mar (Barcelona) 1967

NAMESNY, ALICIA.
Post-recolección de hortalizas
Ediciones de Horticultura. Reus 1993

SARLI, A.E.
Tratado de Horticultura
Hemisferio Sur. Buenos Aires 1980

SERRANO CERMEÑO, ZOILO.
Cultivos hortícolas enarenados
Ministerio de Agricultura. Madrid 1974
Prontuario del Horticultor
Gráficas Murgis. Almería 1985

TAMARO, D.
Manual de Horticultura
Gustavo Gili. Barcelona 1968

TURCHI, A.
Horticultura práctica
Aedos. Barcelona 1981

OTROS:
Las semillas hortícolas en la CEE
Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
Madrid 1986.



6

Cultivo en invernadero

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA

1. INTRODUCCIÓN 652
1.1. GENERALIDADES 652

2. ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN 654
2.1. TIPOS DE PROTECCIÓN 654
2.1.1. Túneles 654
2.1.2. Campanas de plástico 657
2.1.3. Cajoneras o semilleros 657
2.1.4. Invernaderos 658
2.2. MATERIALES DE RECUBRIMIENTO 659
2.2.1. Materiales 660
2.2.1.1. Cristal 660
2.2.1.2. Materiales plásticos: POLIETILENO O PE, CLORURO DE POLIVINILO O PVC, POLIESTER, POLIMETACRILATO DE METILO O PMM, POLIPROPILENO, ETILEN-VINILACETATO O EVA 660
2.2.2. Consideraciones sobre el techado y la luz. Efecto invernadero 665
2.3. MATERIALES DE ESTRUCTURA 666
2.3.1. Requerimientos generales de la estructura 666
2.3.2. Materiales 667
2.3.2.1. Madera 667
2.3.2.2. Acero 667
2.3.2.3. Aleación de aluminio 667
2.4. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO 667
2.4.1. Establecimiento de las áreas de sombra 669
2.5. CONSTRUCCIÓN 670
2.5.1. Bases para cálculos constructivos *CARGAS PERMANENTES, CARGAS DE NIEVE, ACCIÓN DEL VIENTO* 671
2.5.2. Construcción a base de madera 672
2.5.3. Invernaderos metálicos 673

3. FACTORES AMBIENTALES A TENER EN CUENTA EN UN INVERNADERO 674
3.1. TEMPERATURA 674
3.1.1. Temperatura del suelo 676
3.1.2. Fenómenos relacionados con la temperatura *TRANSPIRACIÓN, TERMOPERIODICIDAD VERNALIZACIÓN, HELADAS, INVERSIÓN TÉRMICA* 676
3.2. LUZ 677
3.2.1. Fenómenos relacionados con la luz *FOTOSÍNTESIS, FOTOPERIODICIDAD, FOTOMORFOGÉNESIS, FOTOTROPISMO* 678
3.3. HUMEDAD 679
3.3.1. Fenómenos relacionados con la humedad *CONDENSACIÓN DEL VAPOR DE AGUA TRANSPIRACIÓN, EVAPOTRANSPIRACIÓN* 680
3.4. ANHÍDRIDO CARBÓNICO 680

4. ACONDICIONAMIENTO Y CLIMATIZACIÓN 682
4.1. BALANCE DE ENERGÍA DIURNO 683
4.2. REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA 683
4.2.1. Calefacción 683
4.2.2. Sistemas de calefacción 684
4.2.3. Calefacción aérea 685
4.2.3.1. Calefacción central por agua caliente 686
4.2.3.2. Calefacción por vapor de agua 688
4.2.3.3. Calefacción por aire caliente 688
4.2.3.4. Aerotermos 689
4.2.4. Calefacción en el suelo 690
4.2.4.1. Calefacción del suelo en cajoneras 690
4.2.4.2. Resistencias y parrillas eléctricas 691
4.2.4.3. Red de tuberías 691
4.2.4.4. Ventajas de calentar el suelo de los invernaderos 692
4.2.5. Elección del sistema de calefacción y tipo de energía 692
4.3. TÉCNICAS DE PROTECCIÓN 694
4.3.1. Aislamiento 694
4.3.2. Doble cubierta 695
4.4. ACONDICIONAMIENTO A ALTAS TEMPERATURAS 696
4.4.1 Sistemas de sombreo 696
4.4.1.1. Sistemas de sombreo estáticos ENCALADO O BLANQUEADO, MALLAS FIJAS 696
4.4.1.2. Sistemas de sombreo dinámicos MALLAS MÓVILES 697
4.4.2. Refrigeración de la cubierta con agua 697
4.4.3. Ventilación 697
4.4.3.1. Ventilación natural 697
4.4.3.2 Ventilación mecánica 698
4.4.4. Remover el aire interior 699
4.4.5. Refrigeración por evaporación de agua 699
4.4.5.1. Cooling System 699
4.4.5.2. Mist System 700
4.4.5.3. Boquillas de alta presión 701
4.4.5.4. Boquilla de baja presión 701
4.4.5.5. Humidificadores de aire 701
4.5. REGULACIÓN DE LA HUMEDAD 702
4.5.1. Humidificadores 702
4.5.2. Control de la condensación en la cubierta del invernadero 702
4.6. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL 703
4.6.1. Técnicas de iluminación 703
4.6.1.1. Iluminación fotoperiódica 703
4.6.1.2. Iluminación suplementaria 703

4.6.2. Tipos de lámparas ____ 704
4.6.2.1. Lámparas de incandescencia ____ 704
4.6.2.2. Tubos fluorescentes ____ 704
4.6.2.3. Lámparas de vapor de mercurio ____ 705
4.6.2.4. Lámparas de sodio ____ 705
4.7. INVERNADEROS SOLARES ____ 705
4.7.1. Colectores integrados en el invernadero ____ 705
4.7.1.1. Inclinación de las paredes ____ 705
4.7.1.2. Aislamiento ____ 706
4.7.2. Colectores exteriores al invernadero ____ 706
4.7.2.1. Colectores ____ 707
4.7.2.2. Sistema de almacenaje ____ 707
4.7.2.3. Distribución del calor ____ 707

5. SISTEMAS DE CULTIVO EN INVERNADERO ____ 708
5.1. CULTIVO EN EL SUELO ____ 708
5.2. CULTIVO EN BANQUETAS ____ 709
5.2.1. Banquetas a nivel del suelo ____ 709
5.2.2. Banquetas elevadas ____ 710
5.2.3. Ventajas e inconvenientes del sistema ____ 710
5.3. ENARENADO ____ 711
5.3.1. Técnica del enarenado ____ 712
5.3.2. Materiales ____ 712
5.3.3. El retranqueo ____ 713
5.3.4. Ventajas e inconvenientes del sistema ____ 713
5.4. CULTIVO HIDROPÓNICO ____ 714
5.4.1. Solución nutritiva. Elaboración y manejo ____ 714
5.4.2. Sistemas de cultivo hidropónico ____ 718
5.4.2.1. Cultivos en grava o arena ____ 718
5.4.2.2. Cultivo en lana de roca ____ 719
5.4.2.3. Cultivo en tanques de solución ____ 719
5.4.2.4. Técnica del film nutritivo ____ 720
5.4.2.5. Aeroponia
AEROPONIA HORIZONTAL
AEROPONIA VERTICAL ____ 721
5.4.3. Substratos ____ 721
5.4.4. Ventajas e inconvenientes del sistema hidropónico ____ 723
5.5. CULTIVO EN SACOS ____ 723
5.5.1. Sacos horizontales ____ 723
5.5.2. Sacos verticales ____ 723

6. FERTILIZACIÓN ____ 724
6.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA NUTRICIÓN DE LOS CULTIVOS EN INVERNADERO ____ 724
6.2. PRINCIPIOS GENERALES DE LA FERTILIZACIÓN ____ 725
6.3. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS CULTIVOS EN INVERNADERO ____ 726
6.4. APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES
ABONADO DE FONDO
ABONADO DE MANTENIMIENTO O DE COBERTURA ____ 727
6.5. TIPOS DE FERTILIZANTE
FERTILIZANTES SÓLIDOS SOLUBLES
FERTILIZANTES LÍQUIDOS ABONADO DE FONDO ____ 728
6.6. FERTIRRIGACIÓN ____ 729
6.7. FERTILIZACIÓN CARBÓNICA ____ 731

7. RIEGO ____ 732
7.1. RELACIÓN AGUA, SUELO Y PLANTA ____ 732
7.2. AGUA ÚTIL ____ 732
7.3. SISTEMAS DE RIEGO EN INVERNADEROS ____ 734
7.3.1. Riego por gravedad ____ 735
7.3.2. Riego por aspersión ____ 735
7.3.3. Riego localizado ____ 736
7.3.3.1. Cabezal de riego ____ 737
7.3.3.2. Red de distribución ____ 738
7.3.3.3. Emisores ____ 738
7.3.3.4. Ventajas e inconvenientes del riego localizado ____ 739
7.4. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO ____ 740

8. LUCHA FITOSANITARIA EN INVERNADEROS ____ 742
8.1. LUCHA CONTRA LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR HONGOS, BACTERIAS Y VIRUS ____ 743
8.1.1. Hongos
PODREDUMBRE DE LOS SEMILLEROS, PODREDUMBRE RADICULAR Y DE CUELLO, ENFERMEDADES VASCULARES, PODREDUMBRE GRIS O BOTRYTIS, OÍDIO, ROYA, MANCHAS EN LAS HOJAS O NECROSIS ____ 743
8.1.2. Bacterias ____ 746
8.1.3. Virus ____ 746
8.2. LUCHA CONTRA LOS PRINCIPALES PARÁSITOS ANIMALES EN INVERNADERO ____ 746
8.2.1. Nematodos ____ 746
8.2.2. Ácaros ____ 746
8.2.3. Insectos
TISANÓPTEROS, HEMÍPTEROS, COLEÓPTEROS, LEPIDÓPTEROS, DÍPTEROS ____ 747
8.3. CONSIDERACIONES SOBRE EL EMPLEO DE FITOFÁRMACOS EN INVERNADEROS ____ 748
8.4. DESINFECCIÓN DEL SUELO ____ 748
8.4.1. Desinfección con vapor de agua ____ 748
8.4.2. Desinfección con fumigantes ____ 750

GLOSARIO DE TÉRMINOS ____ 752

BIBLIOGRAFÍA ____ 768

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

La principal diferencia entre el cultivo al aire libre y en invernadero es el control del ambiente que las plantas necesitan para obtener su máximo desarrollo.
La distribución geográfica de las plantas está básicamente influenciada por la temperatura del ambiente, además de otros factores como la luz, el agua y los elementos nutritivos. Pero es la temperatura la que marca los límites entre la simple supervivencia y la máxima producción.
Al invernadero se le considera un agente modificador del clima, ya que permite obtener unas características climáticas determinadas. El cultivo en invernadero suele considerarse un caso particular de la explotación intensiva dentro del grupo de horticultura protegida.
Se define el cultivo protegido o forzado como aquél en el que, durante todo el ciclo productivo o en una parte de él, se actúa sobre las condiciones ambientales que lo rodean.
El cultivo protegido no sólo se basa en modificaciones ambientales, sino que engloba también otros aspectos como por ejemplo: técnicas de cultivo, fertirrigación, cuidados fitosanitarios, época de siembra.
El elemento clave del cultivo protegido sin duda es el invernadero. Éste se define como un recinto cerrado o delimitado por una estructura de madera o metal, recubierta por vidrio o plástico transparente, en cuyo interior se desarrolla un cultivo en condiciones controladas. Para ello los invernaderos están dotados de sistemas de calefacción que permiten aportar calor adicional en los momentos más críticos. También pueden poseer sistemas de iluminación artificial supletoria, así como otros elementos para regular los componentes del clima interior, como la alta temperatura, la humedad o el anhídrido carbónico.
El invernadero significa también un ahorro para el agricultor. El agua utilizada puede llegar a descender, en determinados cultivos, hasta casi un 50%, en relación con el cultivo al aire libre. También el rendimiento de las cosechas aumenta de 3 a 5 veces respecto a las plantaciones al aire libre. Existen ya variedades selectas propias para el cultivo bajo invernadero con rendimientos máximos.
Otras ventajas que encontramos en el cultivo bajo invernadero son por un lado el mejor control de las enfermedades y plagas que pueden desarrollarse en los cultivos y por otro la posibilidad de obtener en la misma parcela de cultivo 2 o 3 cosechas al año.
Los invernaderos se pueden clasificar según el régimen de temperaturas a mantener en su interior.





• **Invernaderos fríos.** Son aquéllos cuyo nivel mínimo de temperatura se encuentra situado entre 5 y 8°C.
• **Invernaderos templados.** Son aquéllos cuyo nivel mínimo de temperatura se encuentra situado entre 10 y 14°C.
• **Invernaderos calientes.** Son aquéllos cuyo nivel mínimo de temperatura se encuentra situado entre 16 y 20°C. En este último grupo encontramos los invernaderos de multiplicación.

En la obtención de la temperatura deseada bajo el invernadero interviene una serie de factores, que se pueden clasificar en:

• **Factores externos,** como la temperatura y la humedad del exterior, además del viento y la energía emitida por el sol y por la tierra.
• **Factores internos,** como la naturaleza del material de cobertura, la temperatura y la humedad del suelo y del ambiente, la renovación y los movimientos del aire interior, los intercambios de energía a través de las paredes del invernadero, el fenómeno de evapotranspiración, la condensación del vapor de agua...

Los objetivos que se persiguen con el cultivo bajo invernadero pueden quedar resumidos de la siguiente manera:

- Proteger el cultivo contra las adversidades climáticas como el viento, la lluvia, la helada, la sequía y el granizo.
- Cultivar cuando las condiciones climáticas al aire libre no son suficientes para conseguir un desarrollo, floración y fructificación adecuados. Con ello se consiguen una mayor precocidad en la producción y la obtención de productos extratempranos. Éstos se cotizan más en el mercado al aparecer con anterioridad a la época normal de recolección y, por tanto, escasear.
- Prolongar las producciones cuando la temperatura empieza a descender, obteniendo con ello productos extratardíos, con los mismos resultados que en el caso anterior.
- Aumentar el volumen de la producción. Éste se produce debido a los mejores cuidados del cultivo y a las mejores condiciones del ambiente, así como a la ampliación de la época de producción. Con todo ello se consigue un mayor aprovechamiento comercial y un aumento en el rendimiento de la parcela de cultivo.
- Mejorar la calidad de las cosechas para que el producto final pueda competir en el mercado.

2. ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN

2.1. TIPOS DE PROTECCIÓN

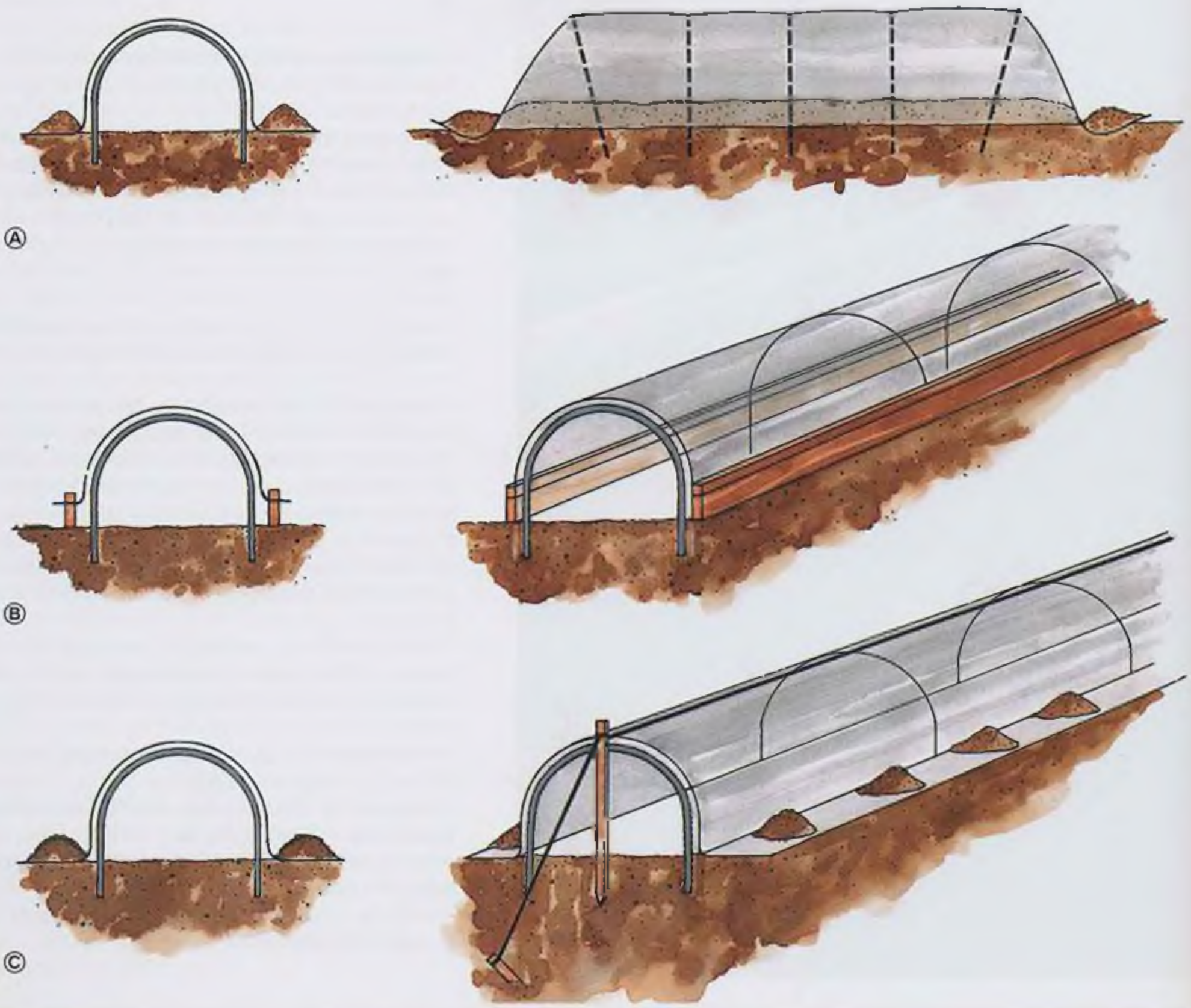
La siembra y la producción anticipada o fuera de temporada han llevado al agricultor a la utilización de sistemas de protección idóneos para sus cultivos. Con ello se consigue además mayores rendimientos y mayores beneficios.
Las instalaciones para la protección de los cultivos son muy diversas entre sí, no sólo por los materiales y la estructura, sino también por el control del ambiente.

2.1.1. Túneles

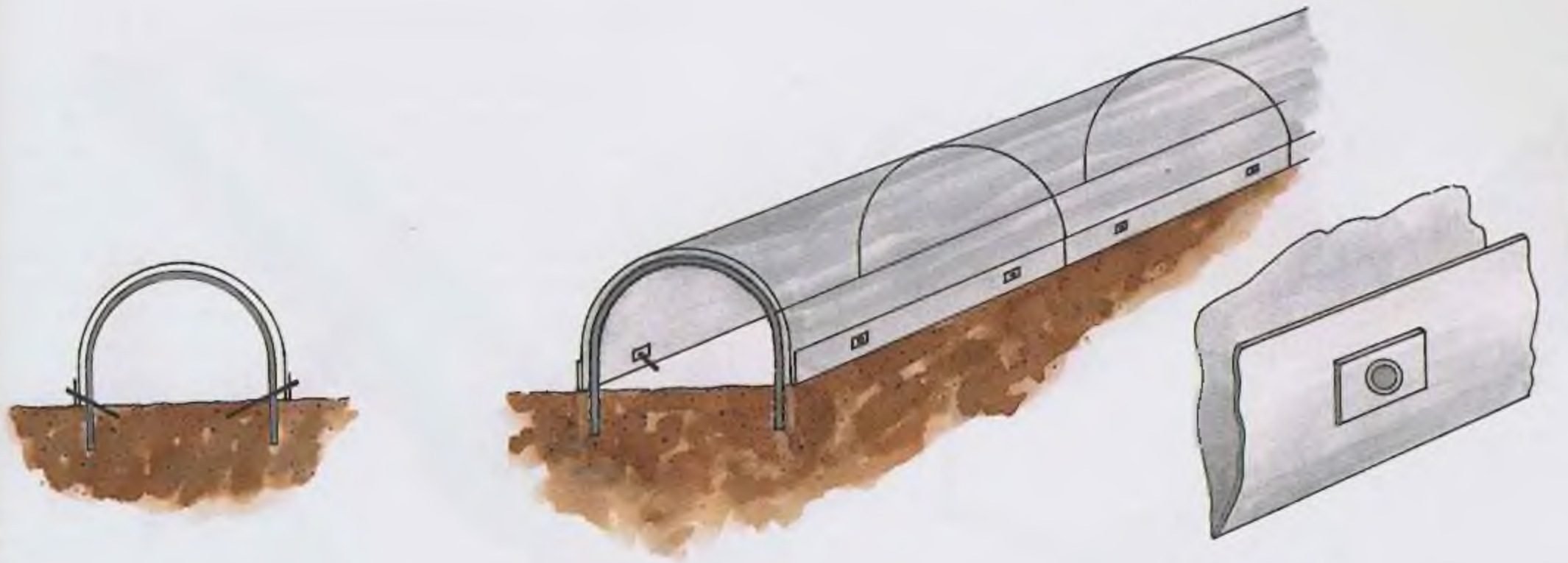
Los materiales más usados para la construcción de túneles son el plástico para la cobertura y, para la estructura que lo sostiene, el hierro o la madera. Su utilización es diversa, dependiendo del sistema de cultivo empleado.
En general, el tamaño del tunel oscila entre los 50 y 150 cm de ancho por unos 40-60 cm de alto, siendo su longitud muy variable.
En cuanto a la forma, existe una gran variedad de arcos. La distancia del soporte varía según el tamaño del túnel, y disminuye al aumentar éste. Hay que tener en cuenta que cuanto mayor es el túnel, mayor es su rendimiento térmico.

Variedades de túnel:

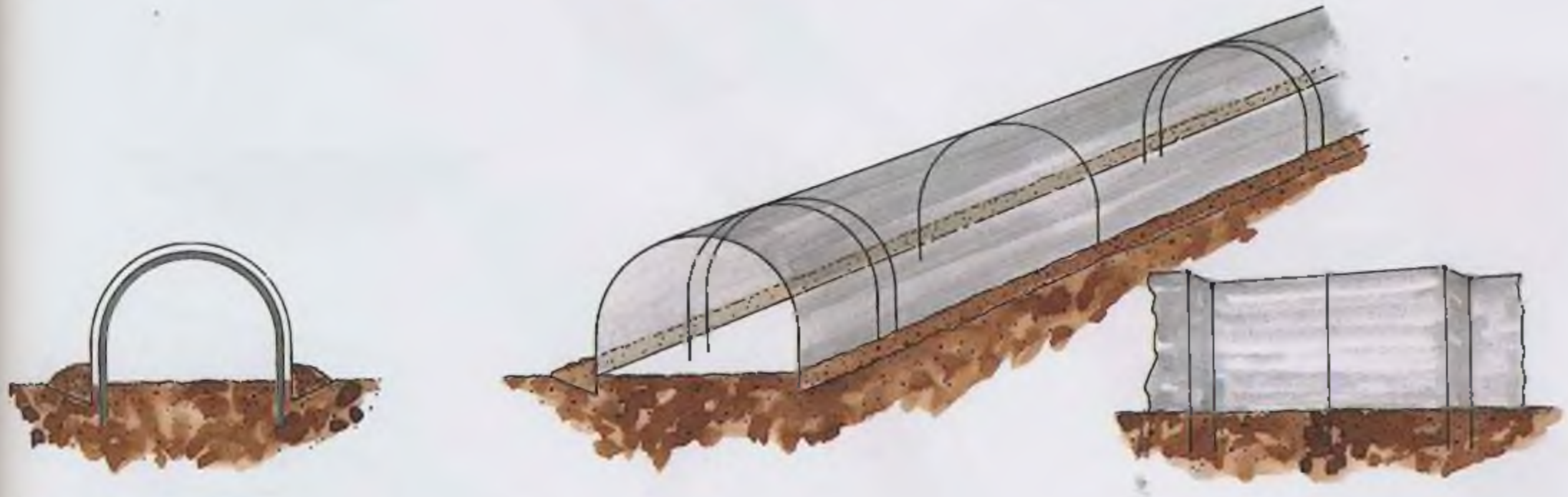
• **Túnel fijo**. Consta de pequeños arcos de hierro sobre los cuales se extiende una lámina de plástico. Los arcos son clavados en el terreno, quedando la lámina de plástico sujeta en los lados y en los extremos. En este túnel se crea un ambiente interior aislado del exterior y desprovisto de cualquier sistema de ventilación. Por ello, la temperatura en el interior puede llegar a ser muy elevada, así como las condensaciones de la humedad. Debe ser utilizado sólo en determinados períodos del ciclo de un cultivo.
• **Túnel con aireación**. Se utiliza en cultivos con un período bajo túnel más largo. Consta de un túnel con dos series de arcos. Una de las series sostiene la lámina de plástico, y la otra serie, colocada por encima de la lámina, mantiene el túnel en contacto con el terreno, de modo que se pueda levantar para airear el interior del túnel. Otro sistema a utilizar, pero más complicado, es la realización de armaduras de 5 m de largo, colocando láminas de plástico que, por medio de un sistema de tirantes, permita levantar un lado del túnel y ventilar con ello el interior.
• **Túnel perforado**. Consiste en la utilización, como cobertura del túnel, de láminas de plástico perforadas que permitan un cambio, continuo pero limitado, de aire entre el interior y el exterior del túnel.



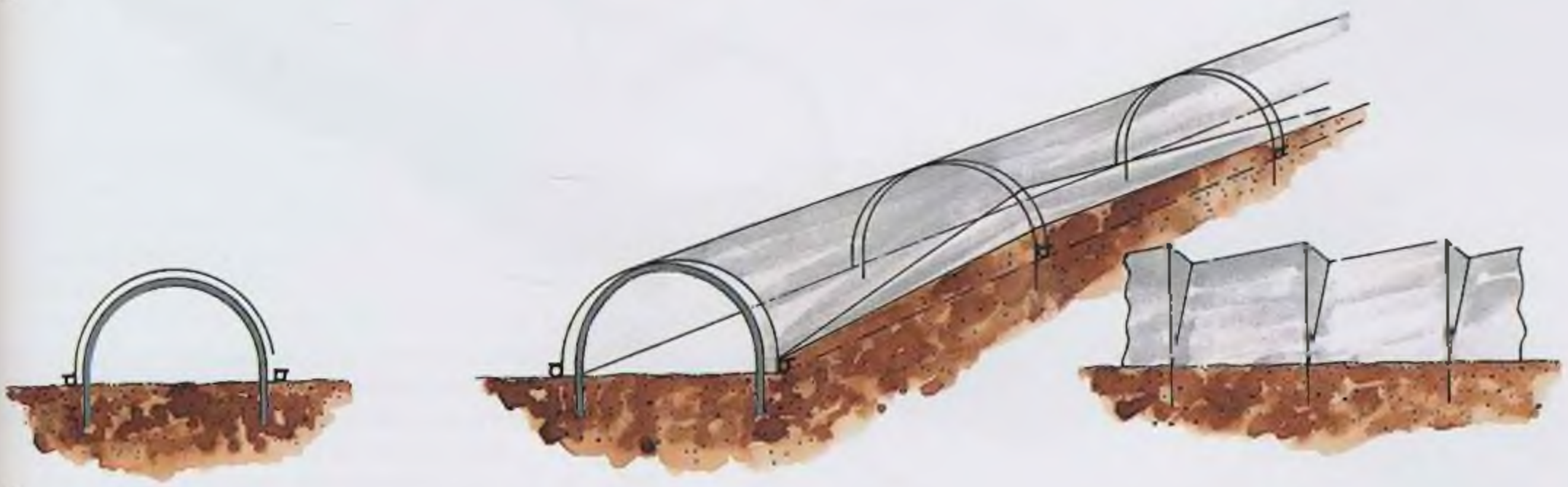
Túneles con diversos sistemas de anclaje y sujeción del filme al suelo y a los arcos
A/ *Túnel con sujeción del filme utilizando la tierra*
B/ *Túnel con listones laterales de madera*
C/ *Túnel anclado con estaquillas de madera y alambre axial de tensión*
D/ *Túnel anclado con piquetes de hierro*
E/ *Túnel con doble arco de tensión*
F/ *Túnel con alambre de tensión para el filme*
G/ *Túnel con alambres cruzados para tensar el filme*



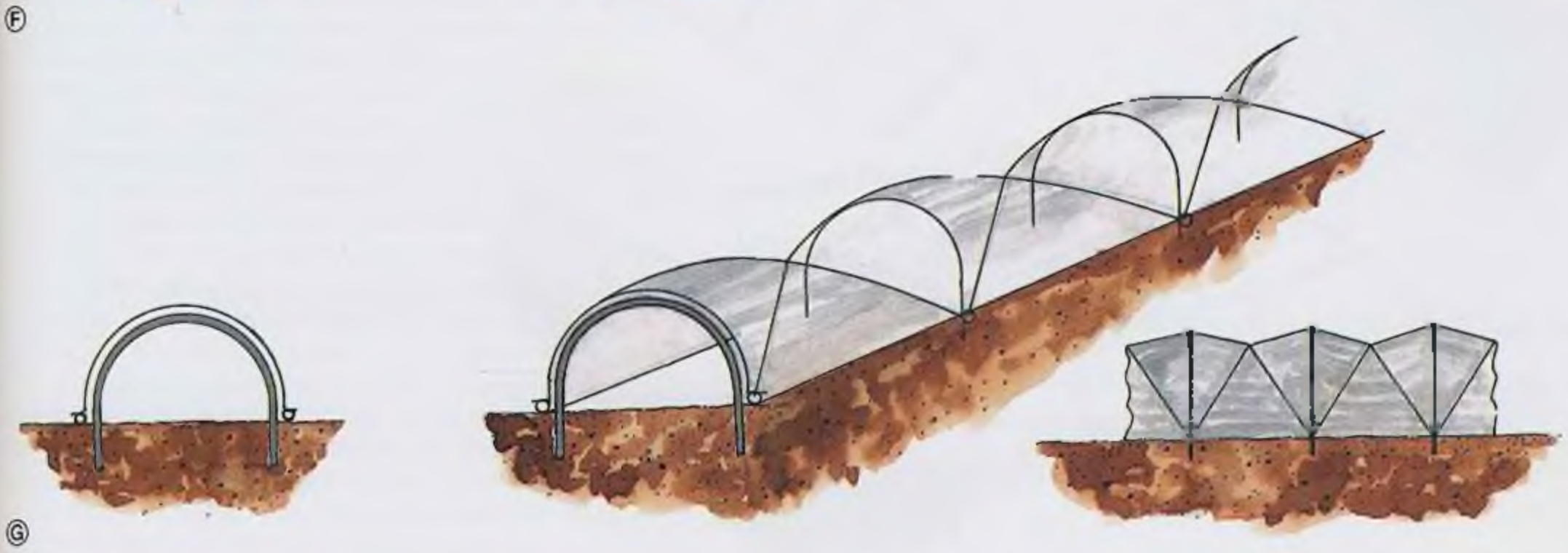
Ⓓ



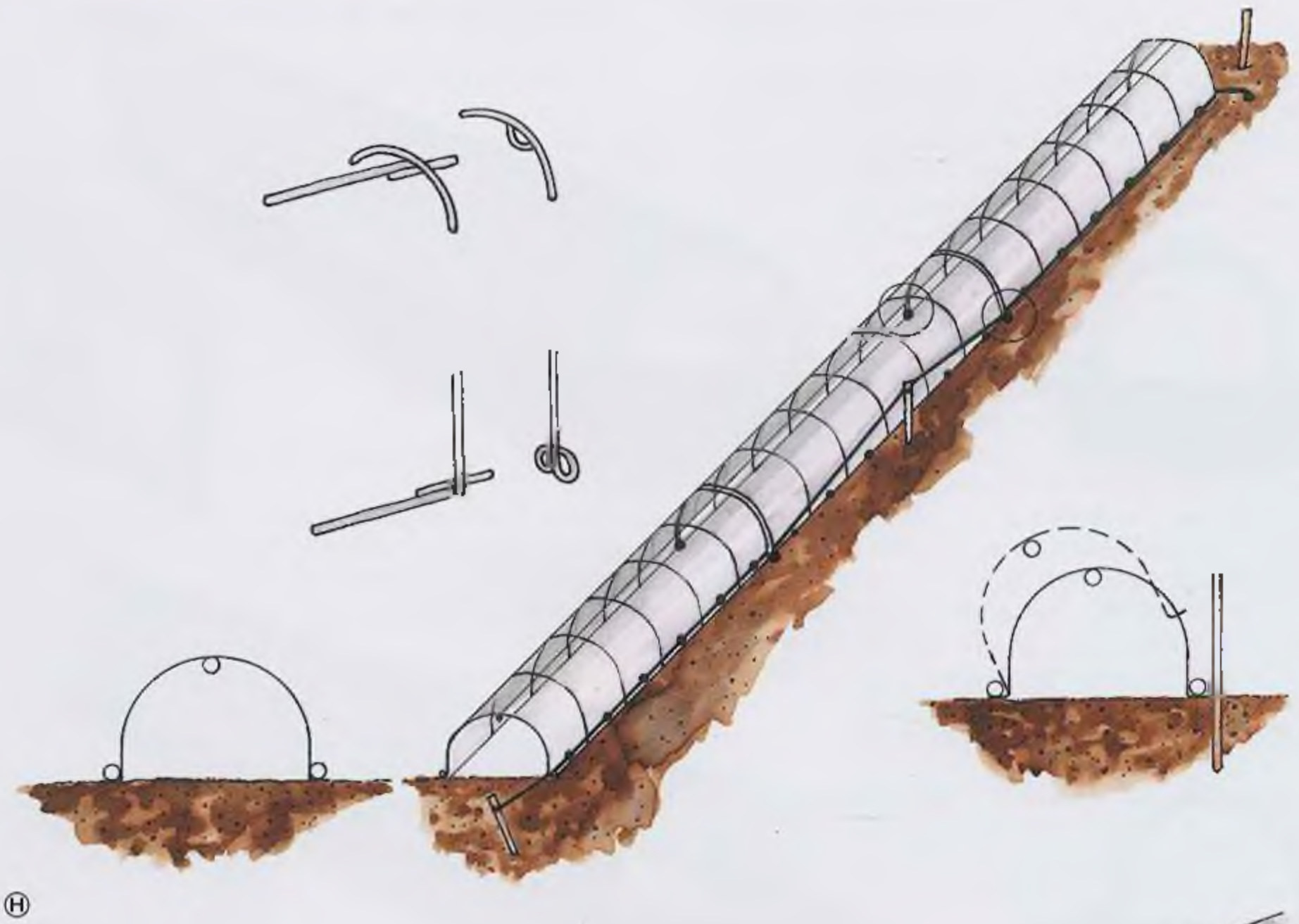
Ⓔ



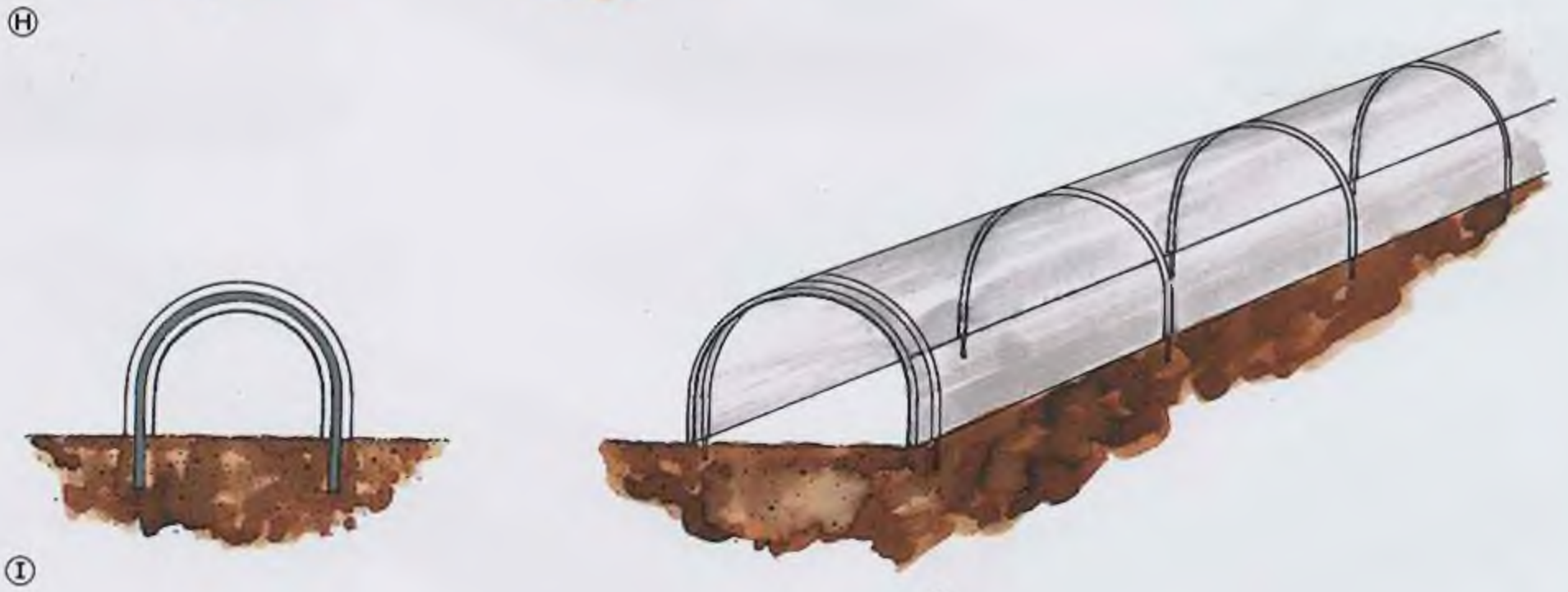
Ⓕ



Ⓖ



Ⓗ



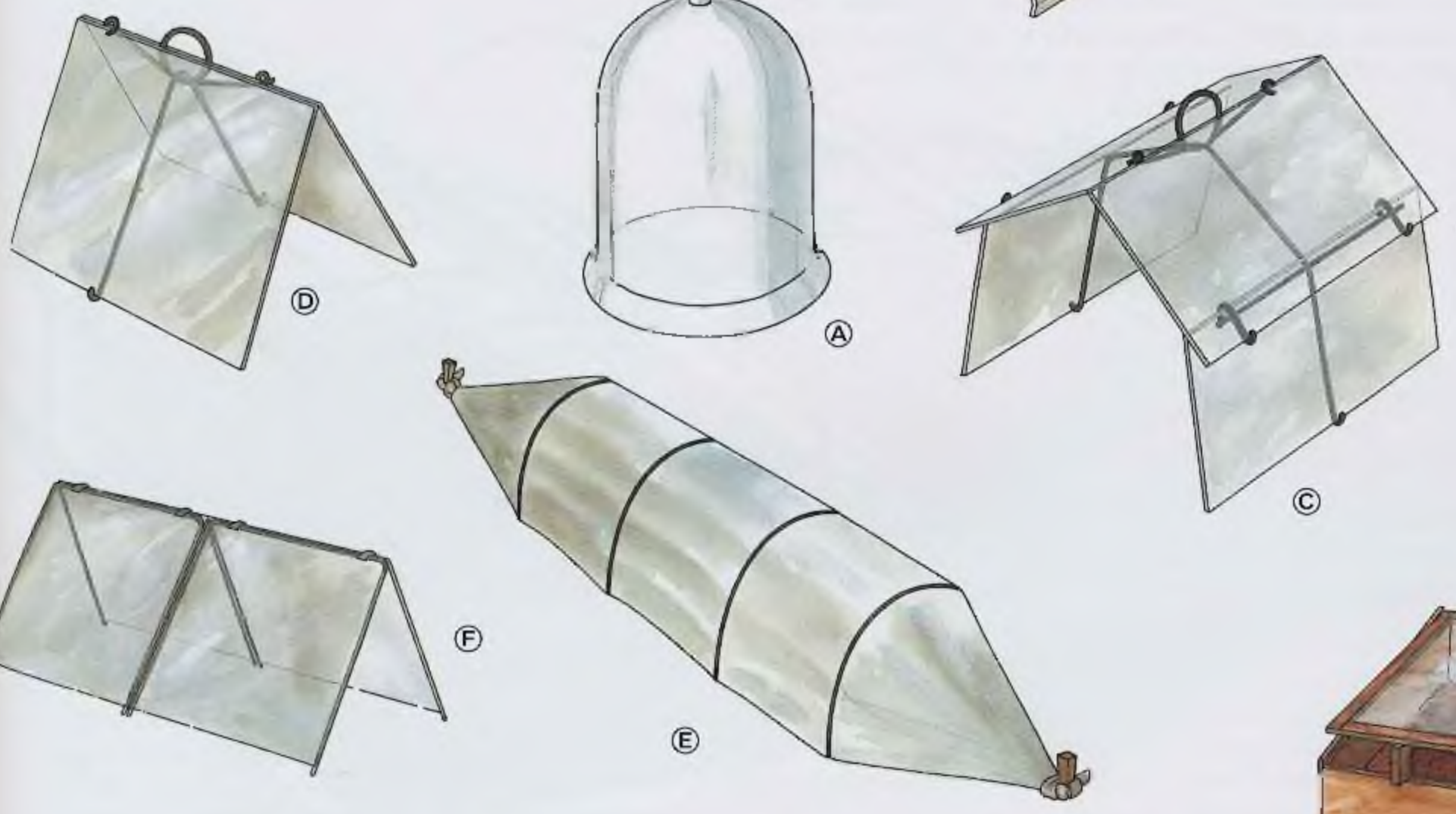
Ⓘ

Ⓙ

***H**/ Túnel armado con dispositivo de levantamiento lateral*
***I**/ Túnel de doble filme con soldaduras-guías para los arcos*
***J**/ Túnel con filme perforado*

2.1.2. Campanas de plástico

Las campanas de plástico se utilizan de forma individual en cultivos anticipados, para protegerlos en las épocas con riesgo de heladas. Actualmente han quedado sustituidas por los túneles de plástico.
La trasparencia de la campana dependerá del material que se utilice. Normalmente es de cloruro de polivinilo, es decir PVC, aunque también las hay de cristal. Tienen en general forma troncocónica, recordando un invernadero en miniatura.



Campanas
A/ *Cristal sólido en forma de campana*
B/ *Láminas de plástico ondulado dobladas y ancladas con arcos de alambre*
C/ *Cristales unidos con clips en forma de cobertizo*
D/ *Cristales unidos con clips en forma de tienda de campaña*
E/ *Túneles formados por tiras de plástico que se doblan sobre aros y se sujetan con otros aros*
F/ *Láminas de plástico sobre marcos de alambre*

2.1.3. Cajoneras o semilleros

Son cajas rectangulares de escasa profundidad, formadas por pequeños muros, con un extremo más alto que el opuesto y con los lados inclinados y dotados para el ajuste y sostén de una cubierta de 1 o 2 vertientes.
Una medida muy utilizada en este tipo de construcción es 1,2 metros por 1,8 m. Puede construirse a lo largo de los laterales del invernadero, para beneficiarse de esta manera de su calor excedente.
La parte posterior de la cajonera es más alta que la anterior para conseguir una inclinación en el vidrio de cobertura. De esta manera no se acumula el agua de lluvia y se aprovecha más la luz.
La cobertura de la cajonera puede ser de madera y cristal, madera y plástico, hierro y cristal o bien hierro y láminas de plástico rígido. Una variante consiste en la dotación de puertas corredizas con un armazón de metal ligero y la cubierta de plástico.
La finalidad de las cajoneras es proteger a las plantas que serán cultivadas al aire libre una vez sacadas del invernadero. También son utilizadas para la reproducción de plantas, tanto en germinación como en enraizado de esquejes.
Pueden tener o no calefacción, siendo por ello cajoneras frías o cajoneras calientes. Las calientes llevan incorporado un sistema de resistencias que proporcionan calor al substrato. Un termostato unido a esta manta térmica controlará la temperatura.



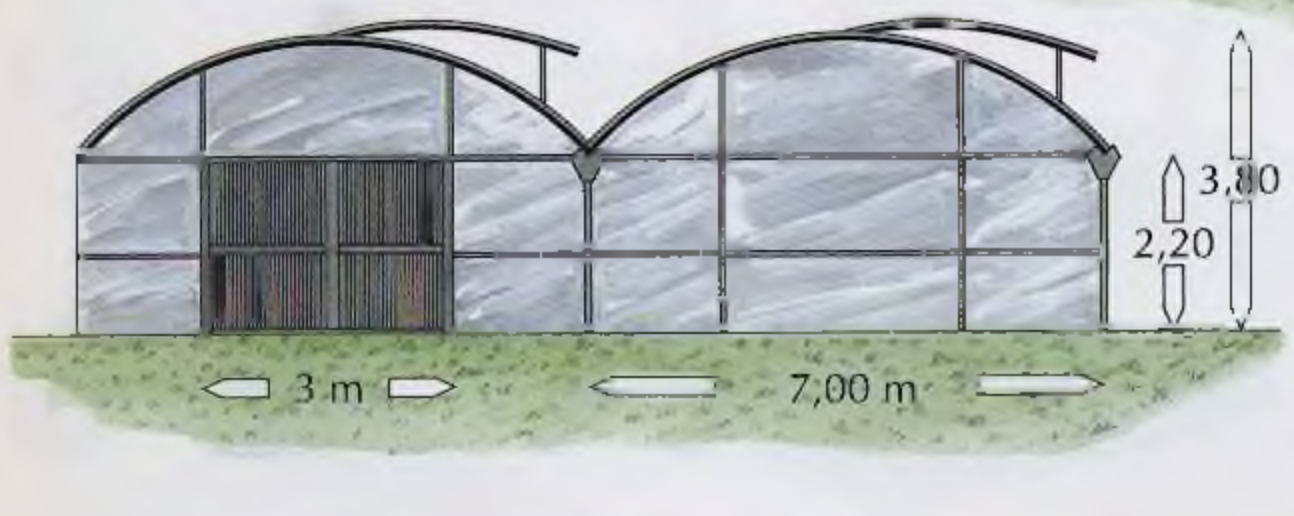
Cajoneras
A/ *De aluminio con laterales acristalados*
B/ *De plástico ligero*
C/ *Con cristales corredizos*
D/ *Ventana de un vidrio*

2.1.4. Invernaderos

El invernadero es el único sistema de protección que permite el cultivo totalmente fuera de temporada. Presenta, en relación con las exigencias de las plantas cultivadas y de su rentabilidad, una gran variedad de formas constructivas, de materiales estructurales y de sistemas de climatización.
Las diferencias básicas radican, por un lado, en los materiales estructurales y, por otro, en los de cobertura. La combinación de los dos tipos de materiales determinará el tipo de invernadero.
Los materiales estructurales más utilizados son la madera, el hierro galvanizado y, en algunos casos o para determinadas piezas, el aluminio.



Invernadero comercial en forma curva, con material de cobertura en plástico y estructura metálica



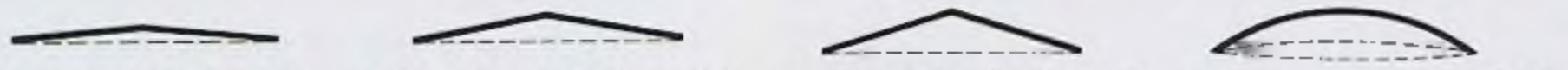
Los tipos de invernadero, atendiendo a la forma de su cubierta, son:

- Invernaderos de cubierta plana
- Invernaderos de cubierta a dos vertientes o dos aguas
- Invernaderos de cubierta curva

Existen, a su vez, en estos tipos diversas variantes. Entre ellas figuran los invernaderos asimétricos, en diente de sierra y de tipo pagoda con ventilación cenital, todos ellos dentro de los invernaderos a dos vertientes. Entre los de techo curvo existen los circulares, los circulares rebajados y los elípticos en asa de cesta.
Los materiales de cobertura son el cristal y el plástico, éste último en sus dos modalidades de láminas rígidas y flexibles.
Por lo general, encontramos invernaderos de madera y plástico e invernaderos de estructura metálica con cobertura de vidrio o plástico rígido.
Las dimensiones de los invernaderos de madera oscilan entre los 5 y 8 m de ancho por 1,60 a 1,80 m de altura en el alero, y 2,50 a 3 m de altura en su cenit. No se aconseja sobrepasar los 3 m en la cumbrera del invernadero, para evitar los problemas causados por el empuje del viento. En general, tampoco es conveniente sobrepasar los 10 m de ancho en un sólo invernadero, siendo mejor acoplar varios elementos seguidos para superficies muy amplias.

La longitud del invernadero es más variable, calculando que cubra unos 500 a 600 m^2 de la superficie del terreno. En invernaderos metálicos de tipo industrial, esta superficie puede llegar a los 1.500 m^2 cubiertos.
Para obtener la máxima luminosidad en el invernadero, la cubierta debe realizarse a dos vertientes, aunque las formas e inclinaciones de éstas pueden ser muy variables.
Un recorrido por la geografía española nos permite ver la diversidad constructiva en los tipos de invernadero, con tendencia a la creación de un invernadero autóctono.
En Almería, provincia rica en invernaderos, encontramos el llamado PARRAL. Es un invernadero de grandes dimensiones, con techo plano y estructura de madera de eucalipto. Alcanza una altura cercana a los 2,50 m y su ventilación es lateral. Está cubierto por láminas de plástico de 2 años de duración. A veces estos plásticos llevan incorporados termoaislantes y están sujetos a la estructura por medio de un sistema de mallas de alambres galvanizados.
Este tipo de invernadero no es apto para zonas de pluviometría media o alta, pero son económicos. Ésta es la razón principal de su gran difusión. Presentan, además, una elevada resistencia al viento, y se

ESQUEMA GENERAL DE LOS TIPOS DE CUBIERTA



1 Doble vertiente de 5° (5/5) **2** Doble vertiente de 10° (10/10) **3** Doble vertiente de 15° (15/15) **4** Huso F(40)

5 Doble vertiente de 25° (25/25) **6** Huso F(70) **7** Elipse - **8** Doble vertiente de 35° (35/35)

9 Huso F(105) **10** Elipse - **11** Vertientes asimétricas (25/55) **12** Asa de cesta -

13 Vertientes asimétricas (25/65) **14** Vertientes asimétricas (35/55) **15** Circular - **16** Vertientes asimétricas (35/65)

Los diferentes husos F(40), F(70), F(105) están en función de su altura en cumbrera.

buena adaptabilidad para el aprovechamiento del terreno les permite formar unidades de grandes dimensiones, superando incluso la hectárea.
A diferencia del anterior, en la comarca del Maresme (Cataluña), el invernadero característico está construido a base de madera de castaño y con cubierta de láminas de plástico a dos vertientes.
El diseño de los invernaderos debe contemplar, en primer lugar, el aprovechamiento del clima natural de la zona a través de su forma, además de la orientación, la pendiente de la cubierta y su material, sin olvidar, naturalmente, el tipo de cultivo a realizar.
El objetivo primordial del diseño de un invernadero debe ser reunir las mínimas condiciones técnicas que permitan una posible variación en la orientación productiva, todo ello dentro de un contexto económico, de tal manera que el modelo de invernadero se encuentre dentro de las posibilidades financieras del agricultor.

2.2. MATERIALES DE RECUBRIMIENTO

los materiales de cobertura en los invernaderos son importantes, porque actúan como agentes modificadores del clima natural de la zona donde se encuentran ubicados.
Las propiedades ópticas y térmicas del material utilizado determinan el microclima creado bajo el invernadero en estrecha relación con el clima exterior.
La elección de un material de cobertura depende de una serie de criterios o indicadores que, interaccionados entre sí, ayudarán a la elección del material.

Criterios de elección:

-La respuesta agronómica, precocidad del cultivo, producción y calidad
-Envejecimiento o vida útil del material
-Estructura del invernadero, anclaje o sujeción del material

La elección está en función del coste del mismo, de su grado de protección térmica, de la vida útil y del tipo de cultivo que bajo él se desarrolle.
Actualmente, el vidrio como material de recubrimiento ha sido reemplazado por los materiales plásticos, lo cual ha significado un adelanto importante en la construcción de invernaderos.
Por un lado, además de los invernaderos tradicionales a dos vertientes con cobertura de vidrio, se han podido construir invernaderos de cobertura curva, gracias al empleo de los nuevos materiales flexibles. Ello ha supuesto también una disminución del peso de la estructura resistente y, por tanto, del coste final del invernadero.
Los materiales de cobertura utilizados en invernaderos pueden clasificarse de la siguiente manera:

Vidrio

Material plástico:

- **En placas o plástico rígido:**

- Poliéster, ondulado o liso
- Cloruro de polivinilo o PVC en placa
- Polimetacrilato de metilo (Plexiglas)

- **En láminas o plástico flexible:**

- Polietileno o PE, normal, de larga duración, termoaislante o infrarrojo
- Etilen-vinil-acetato o EVA
- Film de poliéster
- Cloruro de polivinilo o PVC reforzado, con o sin malla de nylon

2.2.1. Materiales

2.2.1.1. Cristal

Es el material de recubrimiento por excelencia, debido a sus buenas propiedades físicas:

-Tiene una buena difusión de la luz, no modificando el espectro de emisión solar.
-Tiene una transparencia aproximada del 90%, por lo que la luminosidad en el interior del invernadero se asemeja bastante a la que existe en el exterior.
-Es casi totalmente opaco a la radiación de longitud de onda larga, es decir la que emiten las plantas y el suelo por la noche, por lo que las pérdidas de calor nocturnas son menores que en los invernaderos recubiertos con materiales plásticos.
-Es un buen aislante térmico.
-Es inalterable a los medios como el calor, la humedad, los ácidos y los productos de blanqueo y, además, conserva por mucho tiempo sus propiedades y no envejece.
-Es incombustible.

Invernadero cubierto con cristal



Pero también presenta una serie de inconvenientes que citamos a continuación:

-Precisa de estructuras de sostenimiento más sólidas y rígidas que los materiales plásticos, por su mayor peso, por lo que su precio será también más elevado.
-Presenta mucha fragilidad, rompiéndose incluso por las vibraciones del viento. Si no está bien sujeto a la estructura, se puede romper con facilidad por los golpes.

Actualmente este material está siendo desplazado en los invernaderos por los materiales plásticos, aunque su empleo se hace casi imprescindible en casos de climas extremadamente fríos o en cultivos especializados que requieren una temperatura estable y elevada.
El cristal que se utiliza como cubierta en los invernaderos es siempre el vidrio impreso o cristal "cátedra". Su espesor varía de 2 a 6 mm, y las placas miden aproximadamente unos 60 cm. El vidrio cristalino que se utiliza en la construcción de viviendas apenas se emplea, ya que los rayos lumínicos que deja pasar inciden intensamente sobre las plantas.
El vidrio impreso utilizado está pulido por una sola cara, y por la otra está rugoso, situándose la cara rugosa hacia el interior del invernadero, y la pulida hacia el exterior. Así recibirá por una parte toda la radiación solar que, al pasar a través del vidrio, se difundirá en todas direcciones al salir por el lado rugoso.

2.2.1.2. Materiales plásticos

El desarrollo de los materiales plásticos en el campo de la construcción de invernaderos ha sido muy rápido, ya que han demostrado ser muy útiles para este tipo de empleo.
Los materiales plásticos son, en general, polímeros, pudiéndose encontrar en forma de filmes, es decir, de láminas flexibles, o en placa rígidas.
Es frecuente que las láminas plásticas flexibles, al margen de su anchura, se clasifiquen principalmente por su grosor, siendo la galga la unidad de espesor más frecuente. 100 galgas equivalen a 0,025 mm.

Transparencia a distintas radiaciones de algunos materiales utilizados en cubierta de invernaderos

MATERIAL	Radiación ultravioleta 300 nm -380 nm	Radiación visible 380 nm -760 nm	Radiación solar 300 nm- 2.500 nm	Radiación infrarroja 2.500 nm- 26.000 nm
Vidrio 3 mm	0,53	0,87 - 0,90	0,85	0,00
Poliéster 1 mm	0,15	0,85 - 0,93	0,6 - 0,7	0,00
Polimetacrilato de metilo 3 mm	0,68	0,85 - 0,93	0,73	0,00
Cloruro de polivinilo placa de 1 mm (P.V.C.)	0,72	0,77 - 0,80	0,75	0,00
Cloruro de polivinilo en films (0,15 mm/0,20 mm)	0,72	0,80 - 0,87	0,82	0,28
Polietileno baja intensidad 0,10 mm/0,15 mm	0,68	0,70 - 0,85	0,80	0,73
Polietileno vynilaceto 0,10 mm/0,15 mm (E.V.A.)	0,68	0,70 - 0,85	0,80	0,60 - 0,75

Por otra parte, la compra-venta de láminas de plástico suele realizarse en unidades de peso, por lo que puede ser de gran interés conocer la densidad de una determinada película.
La elección de un tipo u otro de material plástico depende no sólo del coste de éste, sino de la estructura de sostenimiento empleada.

Los plásticos para cubiertas deben de reunir las siguientes propiedades:

• **Transparencia.** Consiste en dejar pasar la mayor cantidad de luz posible. Dicha cantidad varía en función de tres factores básicos:

- *Poder absorbente del plástico para la luz.* El material absorbe un porcentaje mayor o menor de la radiación que le llega.
- *Poder de reflexión.* Rayos que no atraviesan el plástico porque se reflejan hacia el exterior, dependiendo del ángulo de incidencia de la radiación solar y de la propiedad reflectante del material que se utilice.
- *Poder de difusión.* La radiación se difunde al pasar a través del material y como consecuencia de ello se reparte mejor la luz.

Poder de difusión	Poder de reflexión
Mayor	*Menor*
Cristal	Poliestireno
Poliéster con fibra de vidrio	Polietileno
Cloruro de polivinilo en placa	Poliéster con fibra de vidrio
Cloruro de polivinilo en láminas	Polimetacrilato de metilo
Etiler-vinil-acetato	Cloruro de polivinilo
Polietileno	

• **Opacidad a las radiaciones nocturnas.** Consiste en no dejar pasar hacia el exterior, durante la noche, el calor emitido por las plantas y el suelo, es decir la radiación de onda larga. Este efecto recibe el nombre de termoaislante, y es la propiedad de algunos plásticos, que al ser relativamente opacos a las radiaciones de onda larga, disminuyen o eliminan la inversión térmica, mejorando el efecto de abrigo.

Se considera que una lámina de plástico es térmica cuando deja escapar menos de un 20% de las radiaciones de longitud de onda larga emitidas.

-*Retención del calor.* No deja escapar el calor acumulado en el recinto cubierto.
-*Rendimiento térmico.* Diferencia de calor entre las temperaturas del exterior y las del interior.
-*Ligereza,* es decir bajo peso.
-*Flexibilidad.* Se adapta a cualquier forma.
-*Estanqueidad.* Pocas fugas hacia el exterior.
-*Duración o envejecimiento.* Depende de los siguientes factores:



***Bajo estas líneas:** Invernadero con ventilación lateral y cenital*

Características	FLEXIBLES		RIGIDOS			
	Polietileno (0,08 mm)	PVC (0,1 mm)	PVC ondulado (1-2 mm)	Polimetacrilato de metilo (4 mm)	Poliéster estratificado (1-2 mm)	Cristal (2,7 mm)
Densidad	0,92	1,3	1,4	1,18	1,5	2,40
Indice de refracción	1,512	1,538	—	1,489	1,549	1,516
Porcentaje de dilatación antes de que se rompa	400-500	200-500	50-100	escasa	escasa	nula
Resistencia al frío y al calor	–40°+50°C	–10°+50°C	–20°+70°C	–70°+80°C	-70°+100°C	
Duración	2 años	2-3 años	elevada	elevada	elevada	muy elevada
Transparencia % (380-760 nm)	70-75	80-87	77	85-93	70-80	87-90

***Tabla:** Características de los principales materiales utilizados en cubierta de invernaderos*

En cuanto a la densidad, a mayor índice tanto más rígido es el material, peor son sus cualidades mecánicas y más frágil a bajas temperaturas, por lo que en agricultura sólo se utilizan láminas de baja densidad.
El método normalmente utilizado para evaluar el grado de envejecimiento del filme es el de la medida de la disminución de su alargamiento a la rotura.
En general, se admite que un filme que no ha llegado al 50% de su alargamiento a la rotura inicial está en condiciones de uso. U.N.E. 53-165.



Invernaderos de plástico con techumbre curvada y ventilación cenital



- *Luminosidad ambiente.* A mayor luz, más degradación debido a los rayos ultravioletas
- *Orientación de la lámina en la exposición al sol*
- *Tratamiento del plástico con inhibidores.* Si el material está tratado con productos antioxidantes e inhibidores a la acción de los rayos ultravioletas, la duración es mayor.
- *Espesor de la lámina,* más dura cuanto más gruesa es.
- *Tipo de estructura y sujeción del plástico.*
- *Régimen de vientos.*

POLIETILENO O PE

Es un derivado de la hulla y del petróleo. Es el plástico que se utiliza en mayor cantidad para el forzado de cultivos en túneles o invernadero. Su amplio uso viene justificado porque es el más económico de todos los polímeros del mercado.
El PE tiene una fácil adaptación a todo tipo de estructuras, debido a su gran flexibilidad, aunque se degrada más rápidamente que otros materiales. La exposición del material a la acción de la radiación solar es la causa que inicia el proceso de degradación, sobre todo en la temporada de primavera-verano. Aunque se le añadan aditivos que mejoren su resistencia, la permanencia en los meses de luz solar intensa hace que su duración sea de un año.
Resiste bien los efectos mecánicos del viento y el granizo, y es resistente a su vez al desgarro. No se deteriora por las sustancias químicas que se pueden utilizar en el interior del invernadero. Es un mal conductor del calor y consigue un buen efecto invernadero.
En cuanto a la colocación o sujeción de la película de plástico a la estructura del invernadero, cualquier deficiencia en su colocación puede originar desgarros en el plástico, con la consiguiente disminución de la vida útil del material.

• **Principales propiedades del PE**:

- Poder absorbente..... 5 al 30%
- Poder de reflexión..... 10 al 14%
- Poder de difusión..... bajo
- Transparencia..... 70 al 85%

El PE se puede encontrar con alta o baja densidad. Los de alta densidad son más rígidos y frágiles que los de baja densidad, en caso de bajas temperaturas. El PE de baja densidad tiene menos resistencia a la rotura y desgarro. El de alta densidad es más resistente que el PVC (cloruro de polivinilo) flexible, pero menos que el resto de plásticos. El PE de baja densidad pesa menos por unidad de superficie a igual grosor. El PE en general se oscurece menos que el PVC y el poliéster, y es más fácil de soldar y pegar.

• **Tipos de PE:**

- *PE normal:*
Poca opacidad a las radiaciones nocturnas del suelo. Es permeable en un 70%, pudiéndose incluso producir una inversión térmica, de tal manera que, encontrando una temperatura en el exterior de 0°C a -3°C, en el interior la temperatura es todavía más baja. Su duración es de 1 año, reduciéndose a 10 meses si la luminosidad es fuerte y prolongada.
-PE normal de larga duración:
Es igual al anterior, pero con aditivos que protegen el plástico de las alteraciones y aumentan su duración a 2 o 3 años, según la luminosidad y el régimen de vientos.
-PE térmico de larga duración:
Dificulta el paso de las radiaciones nocturnas, con una permeabilidad del 18%, con lo que se anula la posible inversión térmica. Por los aditivos que posee el plástico, tiene un gran poder de difusión de la luz, además de un buen efecto antigoteo.

Existe una amplia gama de espesores y anchuras en el mercado. El PE se vende a peso y es necesario conocer los distintos grosores de las láminas.
Su grosor se mide en galgas y se vende en bobinas cuya anchura es variable (desde los 80 cm hasta los 12 m). Encontramos grosores desde 200 a 1.200 galgas, es decir desde 0,05 a 0,3 mm. Una lámina de PE de 200 galgas pesa 46,7 gr/m^2, una de 400 galgas pesa 93,0 gr/m^2, y una de 800 galgas pesa 187 gr/m^2.

CLORURO DE POLIVINILO O PVC

Este material procede del acetileno y del etileno y es un material rígido. Por ello en su fabricación deben introducirse plastificantes y así conseguir láminas flexibles. En España es muy poco utilizado (sólo un 2% de todos los materiales de cobertura son de PVC).
En el mercado existen varios tipos de PVC, en placas rígidas, láminas flexibles, láminas semiflexibles reforzadas con malla de hilo de nylon o poliéster lineal.

-*PVC de color. Azulado*: para cultivos de desarrollo horizontal. Con ello se consiguen tallos menos largos y mayor peso de las hojas, raíces y tallos. También se utiliza para semilleros y cultivos de hoja y tubérculos.
Rojo: se recomienda su utilización en el cultivo de tomate, pimiento, fresón, sandía y en el cultivo de flores.
-*PVC negro*. Utilizado como acolchado y en el blanqueo de hortalizas.
-*PVC reforzado*. Es una lámina que consta a su vez de otras dos láminas transparentes, con un refuerzo de malla intercalado.

El PVC es muy permeable a la radiación solar con una transparencia del 90% en el PVC flexible y de un 80% en la placa rígida. Absorbe hasta el 5% de luz en las láminas flexibles y del 5 al 10% en las placas rígidas. Su poder de reflexión es del 5 al 8%, siendo el poder de difusión menor que el poliéster y mayor que el polietileno.
Tiene un efecto invernadero mayor que el del PE, debido a que es peor conductor del calor que éste.

Arriba derecha: Invernadero con estructura de madera







Arriba izquierda y abajo: Invernaderos recubiertos con PVC

• **Otros tipos de PVC**:

-*PVC transparente*. Deja pasar la radiación solar como el PE y el EVA.
-*PVC translúcido*. Deja pasar las mismas radiaciones que el anterior, pero tiene un mayor poder de difusión y permite que las radiaciones queden mejor repartidas.
-*PVC fotoselectivo*. Selecciona las radiaciones que más interesan para el cultivo y favorecen el desarrollo de la planta.

Retiene, pues, más calor nocturno, evitando con ello una posible inversión térmica. Su poder de retención es del orden del 80 al 90%, siendo el del PE del 10 a 15%. Su coste, sin embargo, es superior al del PE.
La humedad se condensa muy poco en este material. Tiene unas características de resistencia parecidas al PE. Su flexibilidad a bajas temperaturas es menor, pero su resistencia a roturas y desgarros es, en el PVC flexible, algo mayor que en el PE.
Las placas de PVC rígidas son más resistentes que

las de PE y un poco menos que las de polipropileno. En relación a la oxidación y acciones químicas, es más resistente que el PE. Un inconveniente del PVC frente a otros materiales es que fija bastante el polvo en la superficie.
En relación a la vida útil, el PVC aventaja al PE. Envejece más lentamente, considerando el envejecimiento como una pérdida de transparencia y una mayor fragilidad a la rotura. Esto se produce por cambios químicos producidos por el calor y la luz en presencia de oxígeno.
El PVC flexible tiene una duración de 2 a 3 años. Su grosor oscila entre los 0,05 y 0,3 mm (es decir de 200 a 1.200 galgas), y se fabrica en láminas de hasta 8 m de ancho. La densidad del PVC flexible es de 1.200 a 1.400 Kg/m^3. 1 m^2 de 100 galgas de grosor pesa aproximadamente entre 33 y 35 g.
El PVC rígido se encuentra en placas, con un espesor de 7 mm. Tiene una duración de 6 años y no requiere cuidados especiales en el momento de su colocación.

Malla plástica utilizada para sombrear el invernadero



POLIÉSTER

El más utilizado, dentro de esta gama de plásticos, es el poliéster reforzado con fibras de vidrio en forma de placa rígida.
Posee una gran transparencia, del orden de 70 a 80% de la radiación solar. Su poder de reflexión se sitúa entre el 5 y 8%, y su poder absorbente entre el 15 y 20%. Tiene, además, un gran poder de difusión de la luz.
Es opaco a las radiaciones de longitud de onda larga, es decir a las radiaciones nocturnas, siendo, en este aspecto, muy semejante al vidrio. No se aconseja en invernaderos de producción de planta que luego vaya a ser colocada al aire libre, debido a la falta de la radiación ultravioleta.
Las placas de poliéster se adaptan a cualquier estructura debido a su gran flexibilidad. Son, además, bastante resistentes a las roturas. Su coeficiente de dilatación térmica es muy bajo.

Derecha: Cruce de la estructura en tubo galvanizado (Fabricado por AGRIMEC)

Tiene una duración de 8 a 15 años, según el sistema de protección que se haya aplicado a la placa. Su duración no se debe a su resistencia física, sino a la pérdida de transparencia al pasar el tiempo.
Si la placa no está protegida exteriormente, enseguida es erosionada por los agentes atmosféricos y a los pocos años de ser utilizada puede volverse opaca. Si se protege, se retrasa la erosión, aunque no el amarillamiento.

POLIMETACRILATO DE METILO O PMM

Es un material acrílico, que procede del acetileno. Se le conoce, comercialmente hablando, como vidrio acrílico o Plexiglas. Existe en dos tipos: incoloro y blanco translúcido.
Posee una gran transparencia, del orden del 85 a 92%. Deja pasar casi todos los rayos ultravioletas. Su poder de difusión, en cambio, es casi nulo.
Tiene gran opacidad a la radiación nocturna y una gran resistencia a la rotura, desgarre y envejecimiento. Sin embargo, al ser un material no duro, se raya fácilmente con elementos punzantes, por lo que pierde cualidades ópticas.
Tiene una duración mayor que la de las placas de poliéster. Se fabrica en placas rígidas de hasta 2 m de ancho. Posee una densidad de 1.190 Kg/m^3, por lo que 1 m^2 de PMM de 3 mm pesará aproximadamente 3,5 Kg.
En la fabricación del PMM se incorporan aditivos antioxidantes y para inhibir los efectos de la radiación ultravioleta. En los térmicos se incorporan, además, agentes para disminuir la emisión de la radiación infrarroja.



POLIPROPILENO

Este material posee una transparencia del orden del 83%, y un poder de dispersión del 77%, siendo transparente a las radiaciones infrarrojas de longitud de onda larga en un 48%.
Su densidad es de 910 Kg/m^3, y se presenta en láminas con un grosor de 500 galgas.
La duración es de 3 años, y en su fabricación se realiza un tratamiento especial anti-adherente para evitar el polvo que se acumula en la superficie. Se maneja muy bien en la colocación y sujeción a la estructura.

El tejido tiene cierto grado de porosidad, que si bien es interesante en algunos aspectos, como por ejemplo para evitar la condensación de la humedad, en cambio puede ocasionar problemas de goteo del agua de lluvia si la estructura no tiene suficiente pendiente.

ETILEN-VINIL-ACETATO O EVA

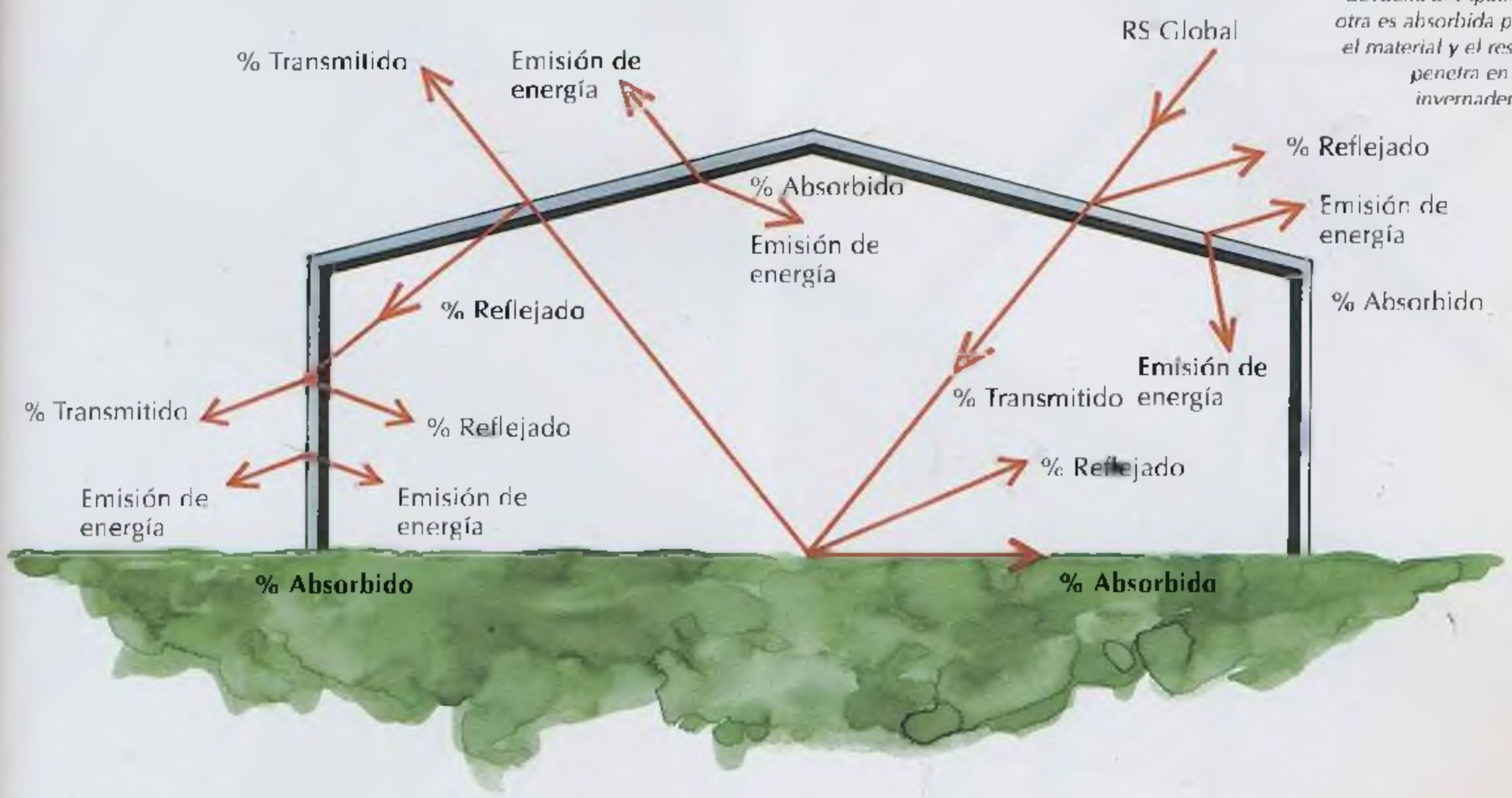
Es un copolímero o producto obtenido por polimerización de la mezcla de distintos plásticos. En este caso, el EVA es una mezcla de acetato de vinilo con polietileno. Esta mezcla también admite acitivaciones para mejorar su duración.
Según el porcentaje de acetato de vinilo, se fabrican varios tipos, con características parecidas a la lámina de polietileno si el porcentaje de acetato de vinilo es bajo (del orden de 6%), y es más parecido al PVC cuando este tanto por ciento es alto (del orden de 18%).
En general, las láminas de EVA tienen un efecto térmico más alto que el PE térmico.
Es más flexible y más resistente a los impactos que el PE, pero mucho menos resistente al rasgado.
Es más transparente a la radiación solar que el PE y algo menos que el PVC, siendo su poder de difusión superior al del PE.
Tiene una duración de 2 años para un grosor de 800 galgas y de 1 año para uno de 400 galgas.
No se aconseja EVA con alto contenido en acetato de vinilo en lugares con excesiva luminosidad y temperaturas elevadas, por las grandes dilataciones que sufre este material, que dan lugar a bolsas de agua de lluvia y a rotura por el viento.
Es en general muy elástico, por lo que requiere una estructura o un tejido de soporte para evitar las dilataciones excesivas, ya que una vez estirada, la lámina no recupera su estado primitivo y queda fláccida.
La densidad del copolímero EVA es de 926 a 937 Kg/m^3, por lo que 1 m^2 de 100 galgas con un grosor de 2,5 mm pesa 23,42 g.



Ventanas cenitales en invernadero de cristal

2.2.2. Consideraciones sobre el techado y la luz. Efecto invernadero

La característica más importante a tener en cuenta en los materiales de recubrimiento para conseguir en el interior del invernadero unas condiciones de cultivo favorables, es la transparencia.



Comportamiento de la radiación solar en el invernadero
Parte de la radiación se refleja y es devuelta al espacio, otra es absorbida por el material y el resto penetra en el invernadero.

Las propiedades ópticas de un material de recubrimiento en relación con la radiación solar son las siguientes:
• Reducir lo menos posible la radiación visible de la cual depende la fotosíntesis
• No alterar el espectro de emisión de la luz. Es decir que cualquier material utilizado como cobertura de invernadero, debe poseer las siguientes características base:
*Máxima transparencia a la radiación solar global o de longitud de onda corta (380 a 3.000 nanometros)
*Máxima opacidad a las radiaciones térmicas o caloríficas de longitud de onda larga (más de 3.000 nanometros), emitidas por el suelo y la cubierta vegetal.

La combinación de las dos propiedades anteriores origina el denominado "efecto invernadero". La intensidad del fenómeno depende de la capacidad del invernadero para calentarse durante las horas de sol y guardar el calor interno durante la noche.
La capacidad de transmisión del material de cobertura a las radiaciones de longitud de onda corta varía según el ángulo de incidencia de la radiación solar sobre la cubierta del invernadero. Esto tiene repercusiones en el diseño del invernadero, en el sentido de que, en función de la latitud del lugar o de la zona donde se desea construir el invernadero, se deberá adoptar una tipología de instalación que mantenga un ángulo de incidencia con los rayos solares que no se traduzca en una disminución de la transmisión lumínica.

En términos generales, se puede decir que los films flexibles presentan un nivel medio de protección térmica nocturno similar, del orden de 2° a 2,5°C superior al régimen térmico existente en el exterior del invernadero.
Es preciso señalar que estos valores son orientativos y pueden ser superiores o inferiores a los indicados, en virtud de las características climáticas de la noche, es decir: temperatura, nubosidad, régimen de vientos, lluvias...
En caso de utilizar vidrio o materiales plásticos en placa, es posible alcanzar niveles medios de protección térmica nocturna del orden de 4°-5°C, dependiendo estos valores de las características climáticas de la noche.

2.3. MATERIALES DE ESTRUCTURA

2.3.1. Requerimientos generales de la estructura

Los materiales tienen que ser resistentes y ofrecer garantías de estabilidad. Se debe eliminar todo aquello que pueda resultar superfluo, ya que aumenta el peso y disminuye la iluminación.
Los materiales más usados para la estructura son la madera, el acero y el aluminio.
La madera presenta un inconveniente, porque proporciona gran cantidad de sombra sobre las plantas. Además, los palos que sostienen el techo ocupan una buena parte de la superficie del invernadero.

Mecanismos de apertura y cierre de ventanas por medio de cremalleras y engranajes





2.3.2. Materiales

2.3.2.1. Madera

La estructura hecha con postes, vigas y polines continúa siendo muy frecuente, sobre todo cuando se pretende invertir lo menos posible en una instalación que siempre se podrá renovar periódicamente en su mayor parte.
La madera es el material más económico y el peor conductor del calor, aunque su estanqueidad es más deficiente.
Presenta un mayor sombreado de las superficies interiores del invernadero, ya que se necesitan un mayor número de apoyos y su diámetro es mayor.
Se utiliza para ello maderas resistentes. Suele ser madera de eucaliplo sin tratar o traviesas de ferrocarril de desecho, tratadas con creosota o sales de aluminio. Se recomienda, antes de usar, tratarlos para su conservación y después barnizarlos. Cuanto más se cuide la preparación de la madera, más durará ésta.



2.3.2.2. Acero

La ventaja del acero es la de tener una superficie interior libre de soportes, lo que permite una mayor capacidad de actuación y maniobrabilidad de maquinaria.
La mayor separación entre las partes resistentes de la estructura y su menor sección se traduce en una mayor iluminación, con las ventajas que ello supone para los cultivos.
Tiene, además, mayor resistencia a las cargas y una mayor dispersión de calor que por conducción tiene lugar. Esto se compensa ampliamente por la mayor hermeticidad del cerramiento que se consigue. Esta mayor estanqueidad se traduce en un mayor ahorro de combustible. Permite, además, disponer de dispositivos de aireación más racionales y de fácil maniobrabilidad.
Los inconvenientes son, por un lado, el costo inicial y, por otro, el mantenimiento anual. La corrosión es un problema, por lo que hay que protegerlo bien, pintándolo cada año o bien galvanizando el material antes de la construcción del invernadero.

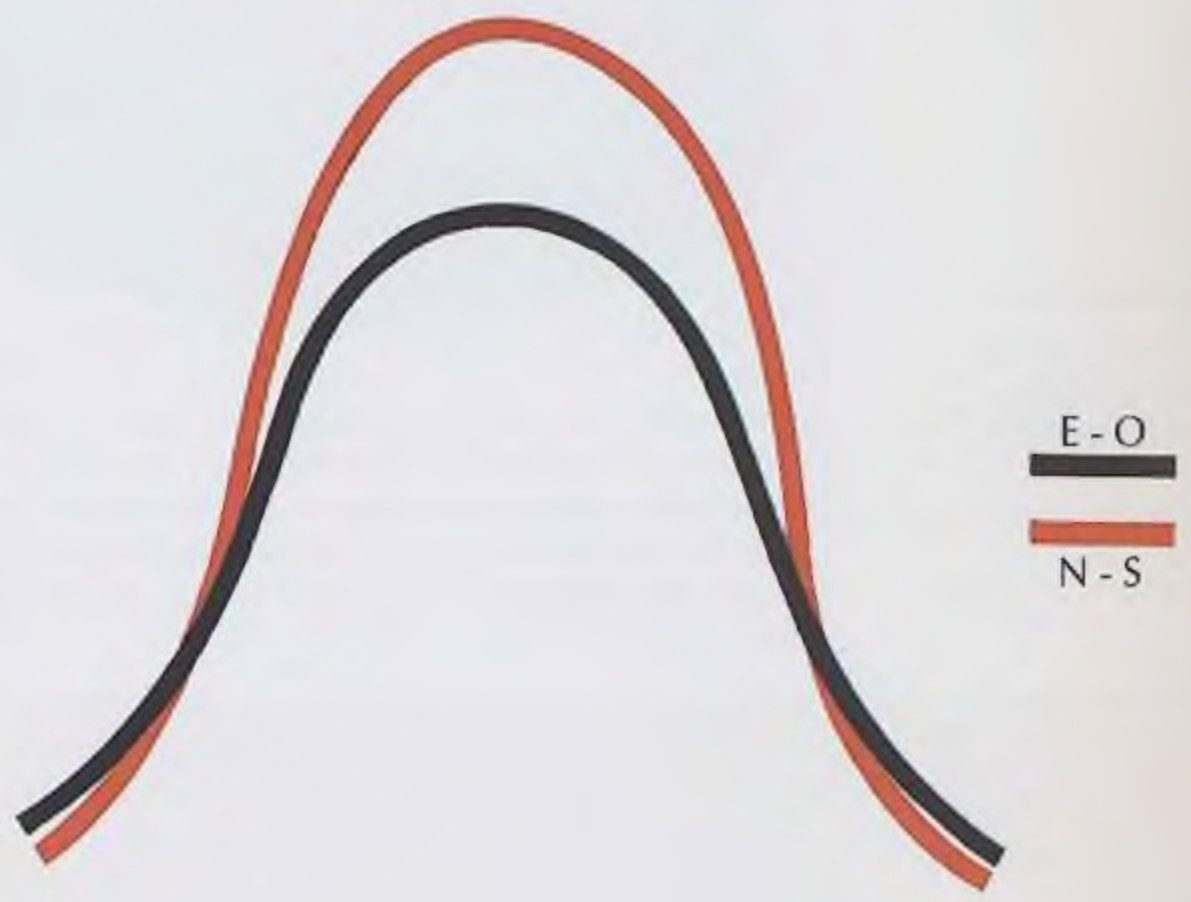
2.3.2.3. Aleación de aluminio

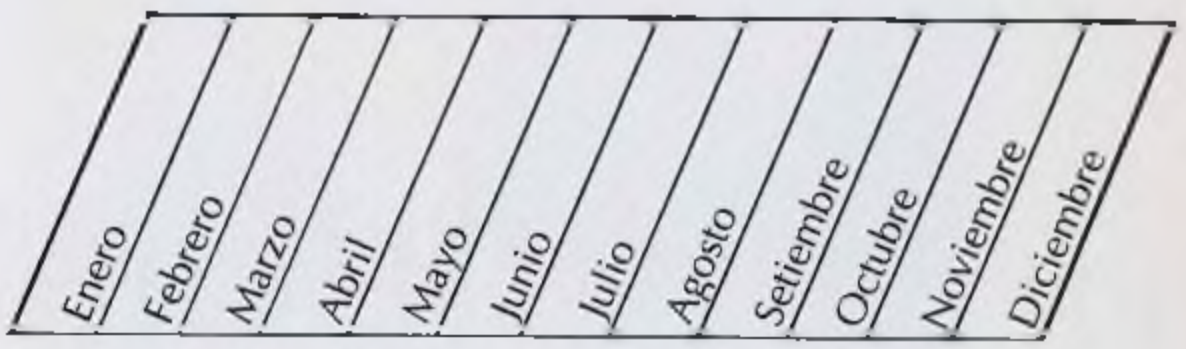
Presenta características análogas a las del acero. El aluminio tiene la ventaja de resistir mejor la corrosión y permite construir estructuras más complicadas, pero su precio es muy alto y presenta, además, el problema de la soldadura de las distintas piezas entre sí.

2.4. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Es un hecho que las medidas del invernadero, así como su forma y estilo, dependen esencialmente de las necesidades de cada agricultor. La elección del invernadero debe hasarse en el propósito de uso, el capital disponible y las características del lugar.

A la izquierda: Invernadero de madera y cristal





Las características externas son los condicionantes que primero deben definirse. Estos condicionantes están ligados, por un lado, a las condiciones climálicas de la zona donde se desea construir el invernadero y, por otro, a las características químicas, físicas y físico-químicas del suelo, al abastecimiento y calidad del agua para el riego y otros factores tales como el suministro de energía eléctrica y comunicaciones.

Variación anual de la iluminación de un invernadero en el hemisferio norte
Variación anual de la iluminación de un invernadero de vertiente simétrica (35°/35°) en función de la orientación



***El lugar de ubicación** de un invernadero debe estar alejado de obstáculos que le den sombra.*

Para la ubicación del lugar, tiene que tenerse en cuenta la elección del tipo de terreno y el microclima existente, prestando suma atención a la evolución de las temperaturas y de la humedad, así como del período libre de heladas, de la insolación, de la duración del día y del régimen de vientos.

Debe tenerse un especial cuidado en la elección del emplazamiento del invernadero y elegir un lugar alejado de edificaciones o árboles que puedan dar sombra, sobre todo en invierno cuando el sol está muy bajo. Por la misma razón, debe tenerse en cuenta la sombra de montañas o lomas próximas. También se huirá de zonas de hondonadas, porque en ellas se deposita y discurre el aire frío en las épocas invernales, con el consiguiente riesgo de heladas.

Se buscará un lugar en el que corra alguna brisa o viento que facilite la ventilación y se elegirá un suelo de buena textura, huyendo de los compactos y mal drenados.

Ya se sabe que estas condiciones son muy difíciles de conseguir o que se den todas a la vez, pero en cada caso deben de tenerse en cuenta todas.

La orientación del invernadero estará condicionada por la parcelación existente en la finca y por la dirección de los vientos dominantes.

Deberá, además, ser elegida de tal manera que permita la máxima captación de energía solar en el período invernal, factor éste que se relaciona o combina con la forma de la cubierta del invernadero.

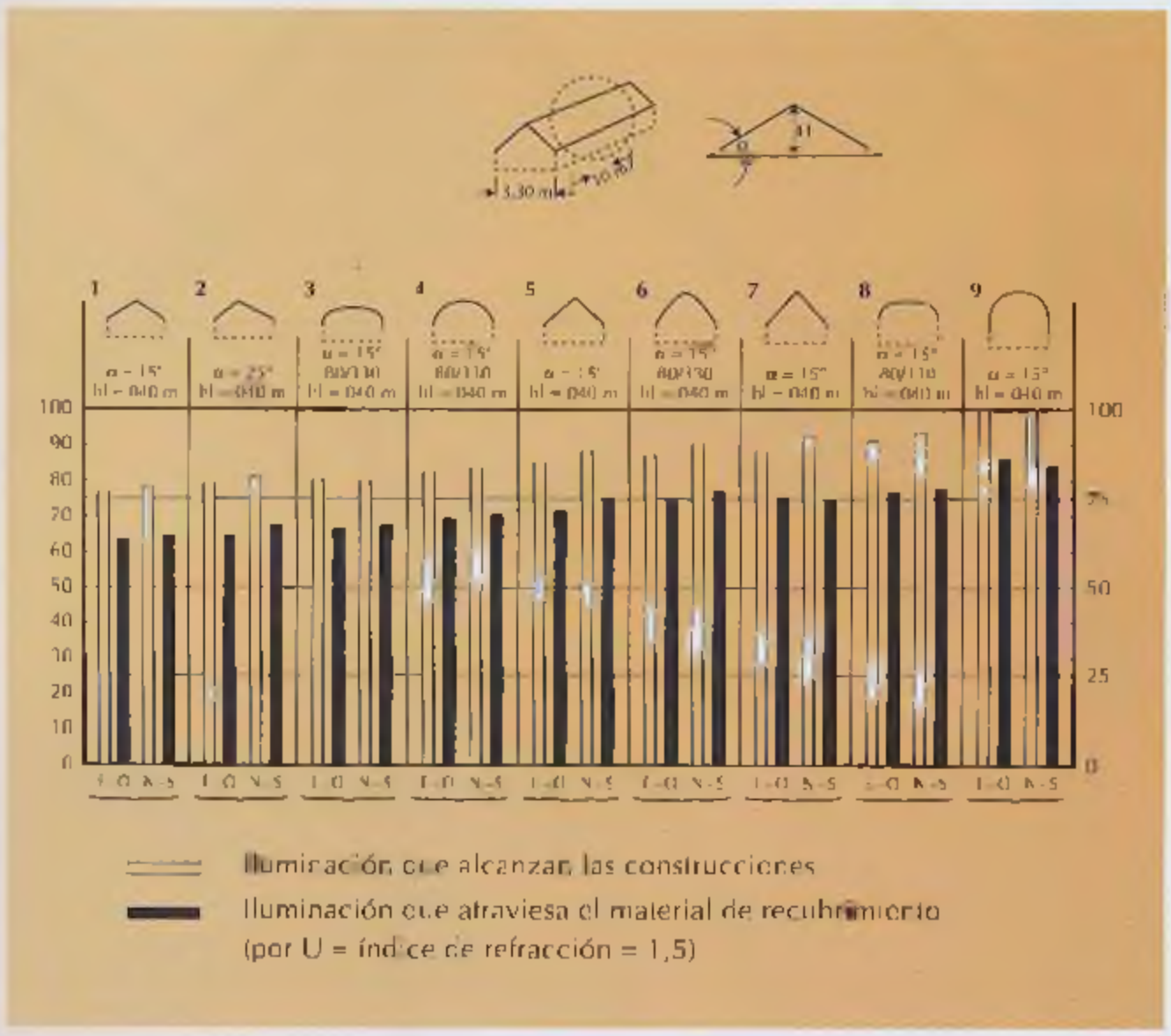
Con la orientación Este-Oeste se obtiene una superioridad en el período entre el equinoccio de otoño y el de la primavera (entre el 22 o 23 de septiembre y el 20 o 21 de marzo en el hemisferio norte), frente a la orientación Norte-Sur, así como la mayor captación de energía solar en las formas de los invernaderos curvos frente a las formas planas y a dos aguas o dos vertientes, ya que favorece al máximo la penetración de los rayos del sol en el ángulo más efectivo.

En las construcciones asimétricas, al igual que para las simétricas, es conveniente que tengan la misma orientación, con la vertiente más grande orientada hacia el sur (en el hemisferio norte).

Se aconseja, en general, una disposición de las líneas de cultivo perpendiculares al eje del invernadero, de norte a sur para una perfecta iluminación de la planta a lo largo del día. Con ello se consigue evitar las sombras causadas por las vigas del techo o la reflexión de las barras brillantes.

Si lo que se considera es un conjunto de invernaderos adosados, la orientación aconsejable es la Norte-Sur, puesto que con la Este-Oeste puede ser importante la proyección de la sombra de una estructura sobre la otra.

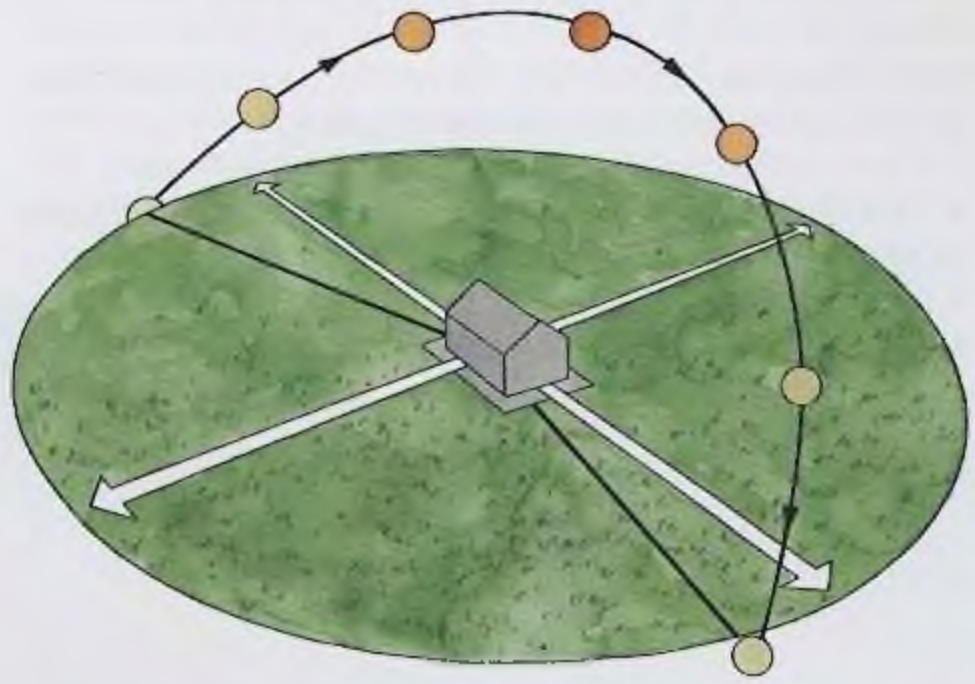
Cantidad de luz recibida por un invernadero en relación con la orientación y el tipo de tejado (NISEN, A., 1963)



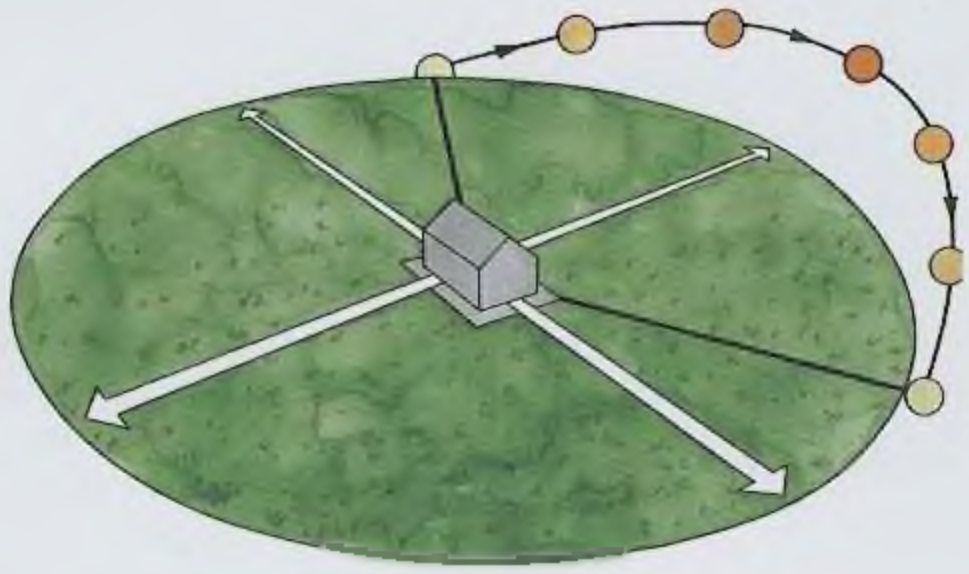
2.4.1. Establecimiento de las áreas de sombra

Lo primero es establecer cuál es el ángulo más bajo del sol invernal en el punto deseado. Para ello se atornillan por un extremo dos reglas o tiras de madera. Luego, valiéndose de un simple transportador, se fijan ambas piezas de madera en el ángulo preciso. Éstas deberán tener unos 30 cm de largo. El siguiente paso será colocar la regla inferior sobre un nivel dispuesto en el suelo, según la posición que se proyecta dar al invernadero. Se orienta hacia el sur el ángulo de visión, después de haberse asegurado de que la regla está en perfecto nivel, para lo cual, si es necesario, deberá ayudarse poniendo debajo algunos puntos de apoyo que contribuyan a que el instrumento de nivelación señale el justo centro con la burbuja.

Ahora la regla superior estará señalando hacia el punto más bajo alcanzado por el sol a mediodía. Dirigiendo la mirada por encima de esta regla, y cuidando de que la vista no se desvíe o tome otra dirección que no sea la señalada por el canto superior de la regla, ya podrá saber qué árboles o construcciones van a alcanzar con su sombra el invernadero.

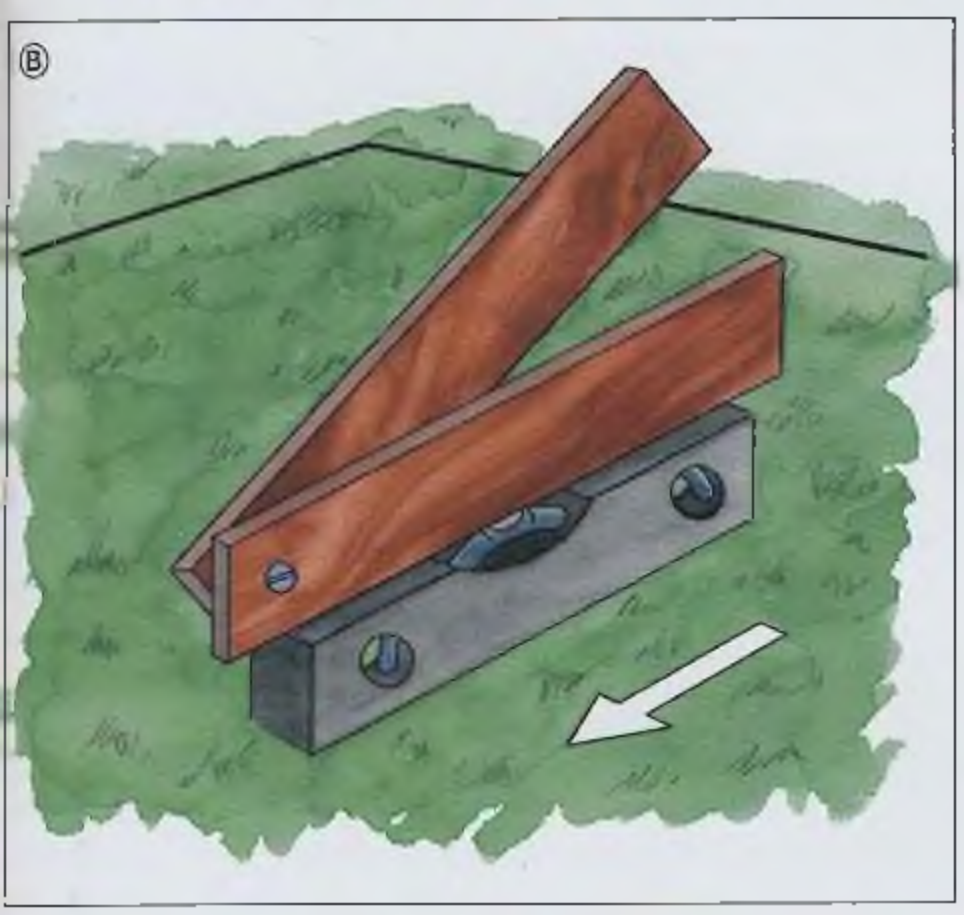


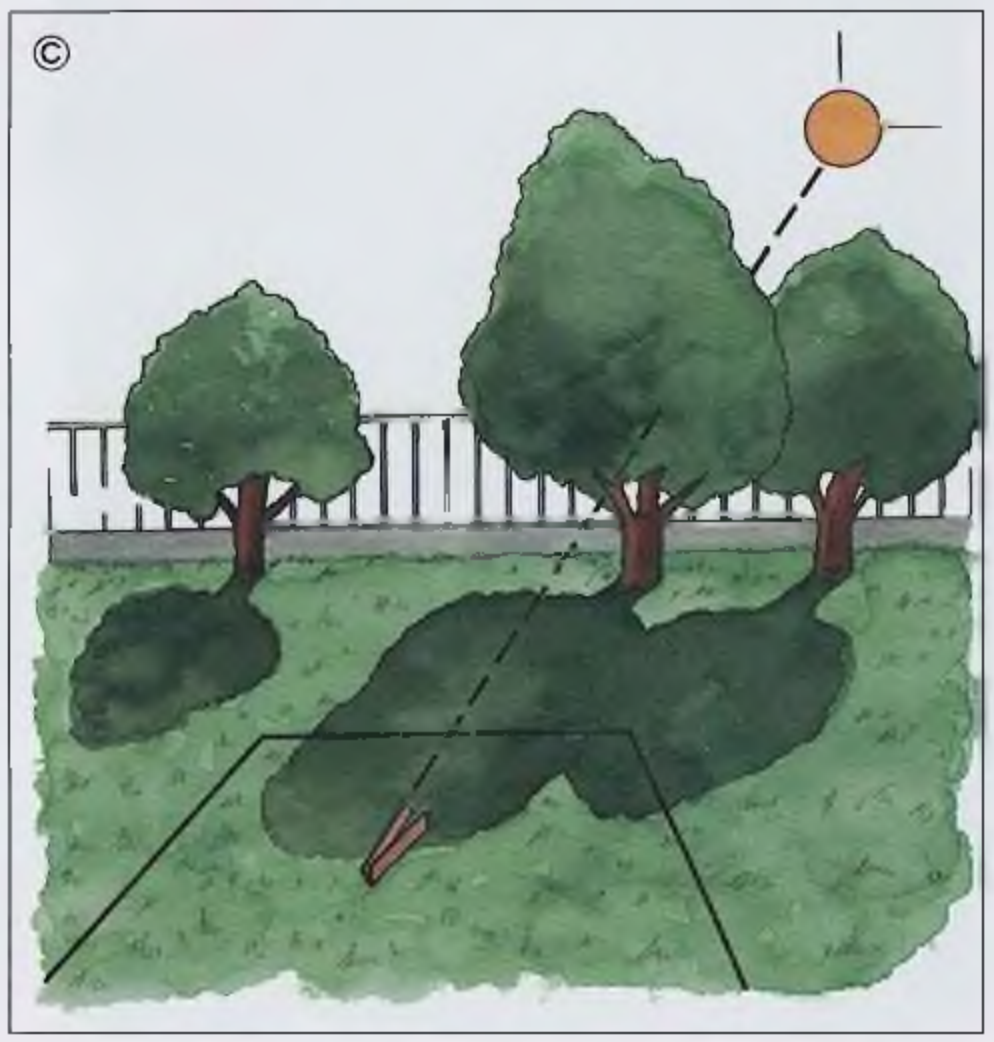
Recorrido del sol



La posición del sol varía mucho de invierno a verano y esta variación debe tenerse en cuenta al planificar el emplazamiento y elegir el tipo de invernadero.
En invierno, el arco entre los puntos del alba y el ocaso es de 60°, y en verano de 120°.
En invierno, sólo la cara sur del invernadero recibe directamente los rayos del sol; en verano también los extremos están al sol, por la mañana y por la tarde.







Medición de las zonas de sombra mediante un calibrador de ángulos

A/ *Para comprobar si un lugar tendrá sombras, averigüe el ángulo menor de los rayos solares en invierno. Una dos listones con un tornillo. Con un transportador, sitúe las piezas al ángulo requerido. Apriete el tornillo.*

B/ *Coloque el brazo inferior del calibrador sobre un nivel en el lugar donde se ha planeado situar el invernadero. Apunte con el ángulo del calibrador hacia el sur, asegurándose de que esté perfectamente horizontal.*

C/ *El brazo superior apuntará ahora hacia la posición del sol más baja a mediodía. Mirando a lo largo de este brazo, será posible estimar qué árboles y edificios harán sombra sobre el emplazamiento que se ha planeado.*

2.5. CONSTRUCCIÓN

En la construcción de un invernadero hay que tener en cuenta cuatro factores importantes:

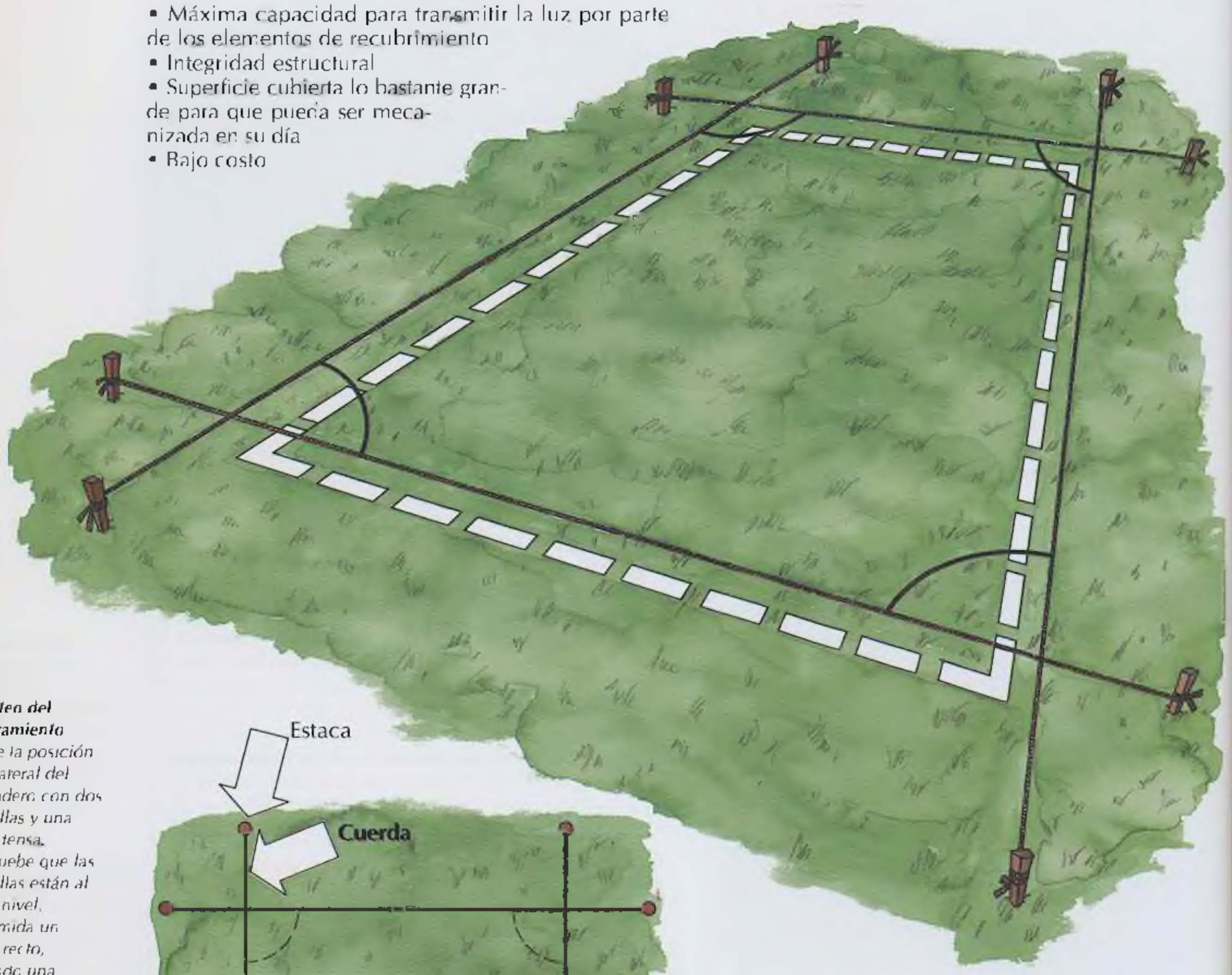
- Máxima capacidad para transmitir la luz por parte de los elementos de recubrimiento
- Integridad estructural
- Superficie cubierta lo bastante grande para que pueda ser mecanizada en su día
- Bajo costo

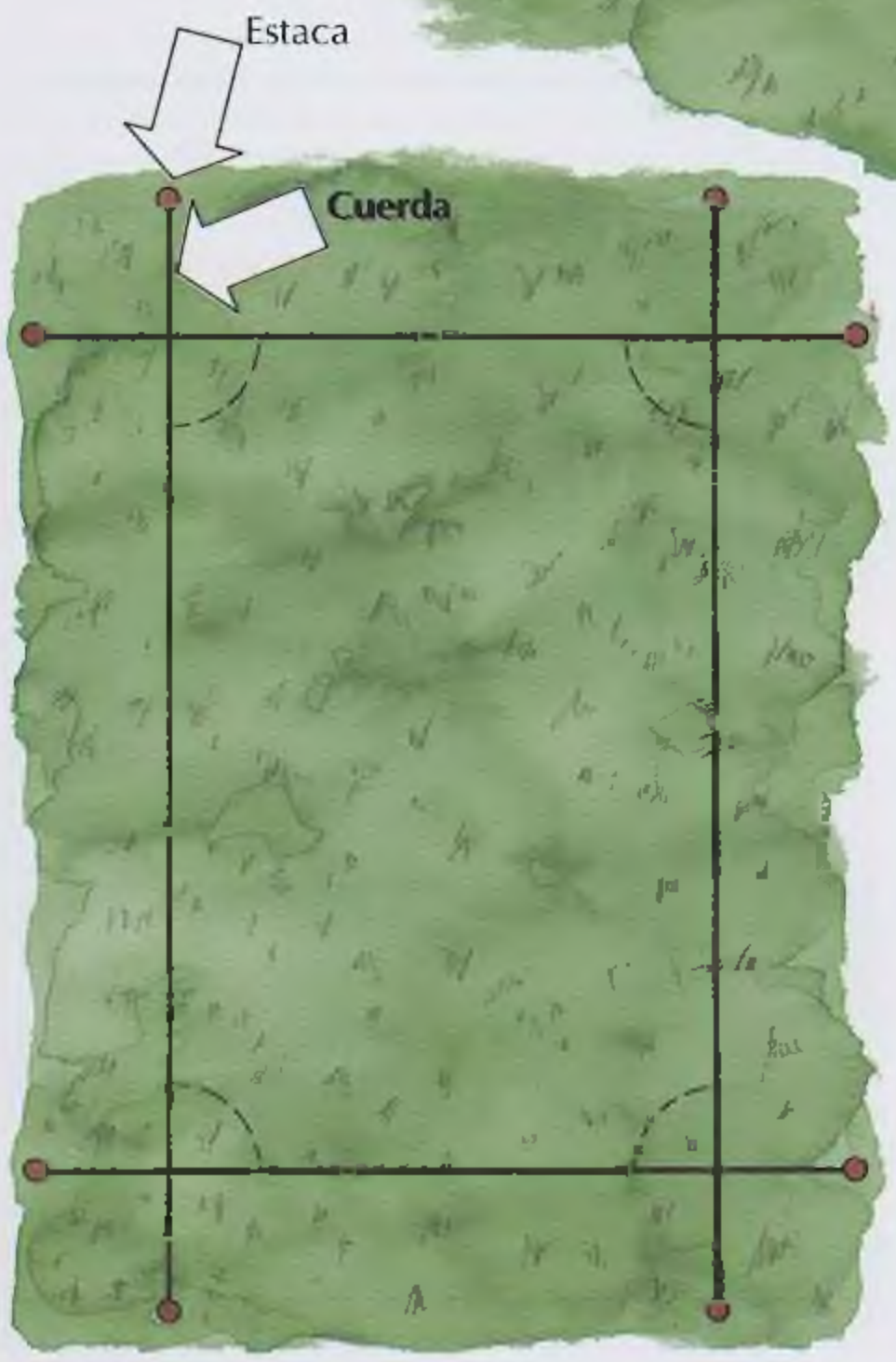
En la superficie destinada al invernadero se debe marcar el sitio exacto en que ha de levantarse. Éste debe ser establecido y marcado cuidadosamente antes de proceder a la instalación. Para ello han de servir los planos del invernadero, ajustados a las medidas más aceptadas.

La línea de cada muro debe ser señalada, llegando incluso a apuntar la localización de los principales enclaves de la estructura, ya sean palos de madera o perfiles metálicos de sostenimiento.

Habiendo establecido la primera línea de un muro del invernadero, deberá procederse a establecer el ángulo perfecto para los demás. Cada una de tales líneas deberá señalarse con estacas clavadas más allá del punto preciso, prolongando la línea en cada caso, de manera que sea una cuerda atada de una a otra estaca la que señale cada ángulo y cada recorrido del muro. Dicho de otra manera, deberán ser las cuerdas las que, al entrecruzarse yendo de una a otra estaca, describan con precisión el rectángulo sobre el que se levantarán los lados del invernadero.

Tiene particular importancia el nivel, así como el drenaje. Si el terreno está inclinado o es muy desigual, deberá empezarse por nivelarlo. No se debe apisonar el suelo para hacerlo compacto durante la





Replanteo del emplazamiento
Marque la posición de un lateral del invernadero con dos estaquillas y una cuerda tensa.
Compruebe que las estaquillas están al mismo nivel.
Luego mida un ángulo recto, utilizando una escuadra en T, para establecer la posición de una de las paredes extremas.
Repita la operación para los ángulos restantes.
Compruebe que las ocho estaquillas estén al mismo nivel.

labor de nivelación, pues una presión excesiva puede estropear la estructura del suelo y causar problemas de drenaje y pérdida de fertilidad.
Utilícese constantemente el nivel para asegurarse de que la cimentación quedará perfectamente nivelada. Por supuesto este nivel será también señalado por las cuerdas sujetas a las estacas.
Cualquier fallo en este aspecto creará dificultades para la elevación de la estructura y, consiguientemente, para el ajuste del recubrimiento. Tal fallo puede incluso tener consecuencias a medio o largo plazo, ya que la estructura quedará sujeta a fatigas y tendencias que acabarán por generar múltiples problemas.
Si se ha utilizado cemento para el anclaje, deberá dejarse que transcurran unas 48 horas para que fragüe, incluso más en lugares fríos. Pero si se recurre al hormigón después de haber levantado la estructura, deberá entonces tenerse la precaución de hacerlo en días soleados y de temperatura estable.
Lo mismo se recomienda para la instalación de módulos prefabricados cuyo fraguado no se haya completado plenamente y que, además, requieran de instalación reforzada con cemento. El tiempo es aquí precioso elemento de construcción. Debe tenerse muy en cuenta que un fraguado parcial acabará por ser afectado por la acción de los elementos, particularmente del viento, que acabará filtrándose y cancelando los propósitos esenciales del invernadero.

2.5.1. Bases para cálculos constructivos

La armadura soporte de un invernadero debe tolerar su propio peso, además de otros posibles pesos extras, como tutores para el cultivo, sobrecargas debidas a la nieve, el empuje del viento, los mecanismos de automatización, etc.
Las cargas que actúan en el invernadero pueden dividirse en:





- **Cargas permanentes**, entre las que están el peso propio del material de cobertura, el peso de los elementos que sostienen al anterior, el peso de la estructura resistente, amén de otros que actúan de forma permanente sobre la estructura y sobrecargas de uso fijo como pueden ser los sistemas de tuberías
- **Cargas accidentales**, como la nieve o la acción de viento



Las cargas toleradas por un invernadero dependen de su forma y de los materiales de construcción

CARGAS PERMANENTES

El peso del material de cobertura varía según el tipo que se utiliza. El peso oscilará en 7 Kg/m^2 para vidrio de 6 a 8 mm de grosor y de 1 a 5 Kg/m^2 para plástico rígido. Este peso puede sumarse o considerarse conjuntamente con el peso de la estructura portadora.
En ausencia de un cálculo detallado, pueden considerarse los siguientes valores en función del tipo de invernadero:

TIPO DE INVERNADERO	PESO MEDIO (Kg/m^2)
- Invernadero en madera	8 a 26
- Invernadero en acero con cubierta de plástico rígido o flexible	4 a 10
- Invernadero en aluminio con cubierta de vidrio	5 a 8
- Invernadero en acero con cubierta de vidrio	8 a 14

CARGAS DE NIEVE

Hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Las zonas de implantación de los invernaderos son áreas de clima moderado y, por tanto, de escasas nevadas
- La naturaleza del material de cubierta facilita el deslizamiento de la masa de nieve

• El calentamiento interno del invernadero provoca el derretimiento de la nieve en contacto con el material de cobertura
• Al alcanzar la nieve valores elevados, rompe el material de cobertura, dejando de actuar sobre la estructura portadora

Parece razonable adoptar, para la carga de nieve, un valor de unos 25 Kg/m^2 de proyección horizontal.

ACCIÓN DEL VIENTO

La acción del viento va en función de la altura del elemento y de su situación topográfica. Se considera que la situación es expuesta en las costas, crestas y valles. También la sobrecarga debida al viento depende de la forma de la construcción y del ángulo de incidencia.
Se considera que, para el cálculo, se asimila la acción del viento a una presión estática proporcional al valor de W en Kg/m^2.

$$W = V^2 / 16$$

siendo V la velocidad del viento en metros/segundo.
Dado que nuestro tipo de invernadero raramente alcanza alturas superiores a 6 m, parece justificado suponer un valor fijo de la presión dinámica independiente de su ubicación, y de valor W = 50 Kg/m^2.
La cimentación es el elemento mediante el cual se transmiten las cargas que actúan sobre el invernadero al terreno. Es por tanto importante la capacidad del terreno sobre el que descansa.
El peso de la cimentación no debe ser inferior al triple de la presión del viento en el interior del invernadero, deducido el peso propio de éste.

$$Pc / (Pv - Cp) \geq = 3$$

siendo Cp el peso propio del invernadero
Pv la presión del viento
Pc el peso de la cimentación

En los invernaderos con cubierta de película de plástico, la reacción en la cimentación no debe ser inferior a 1,5 veces la presión provocada por el viento en el interior del invernadero, según norma española.

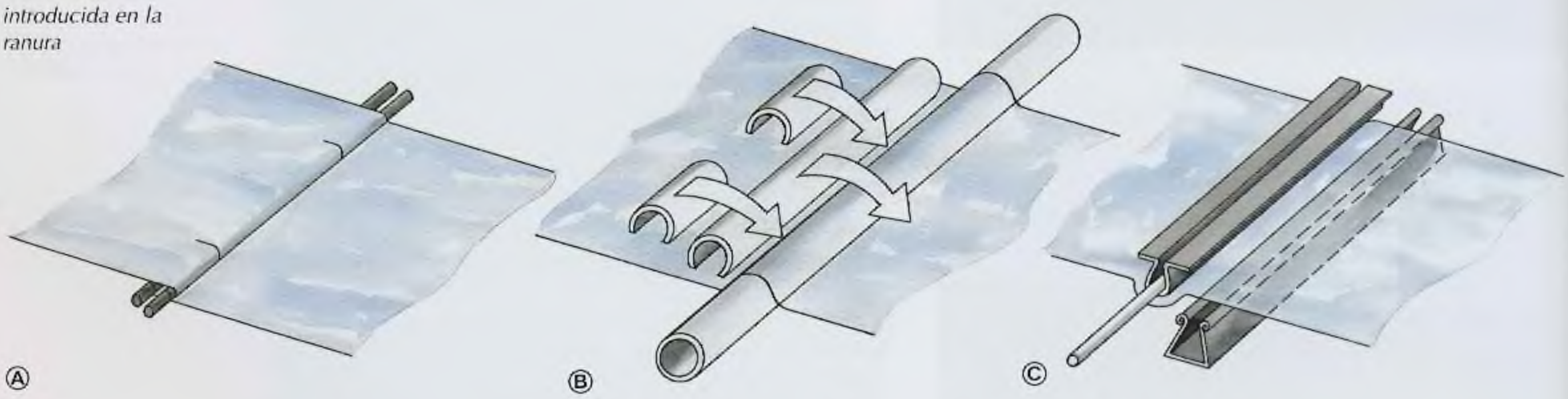
2.5.2. Construcción a base de madera

Algunos requisitos específicos para el levantamiento de la estructura de madera son:

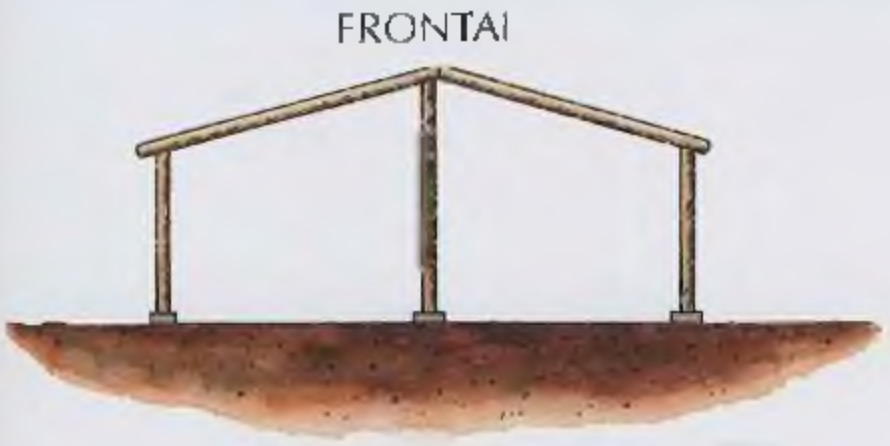
• Los postes deben contar en su base con una pieza de madera o taco tan grueso o casi como el mismo poste, de unos 30 a 50 cm, que se enterrará para hacer las funciones de ancla al serle clavado encima el poste. La profundidad deberá tener como mínimo 30 cm, lo que tiene por objeto evitar variaciones en el hundimiento de cada puntal, pero, muy especialmente, evitar que la acción del viento pudiera llegar a arrancarlo de la tierra. Además, tómese nota de que ésta es la única unión que se realiza con clavos.
• El resto de las uniones entre postes, vigas y polines habrá de realizarse empleando tornillos, rondanas y tuercas, para evitar el aflojamiento que sin duda propiciaría el empleo de clavos debido al empuje del aire.
• Para evitar la podredumbre inducida por la humedad del suelo, se procede a quemar superficialmente la base del poste hasta una altura sobre el nivel de la tierra de unos 50 cm.

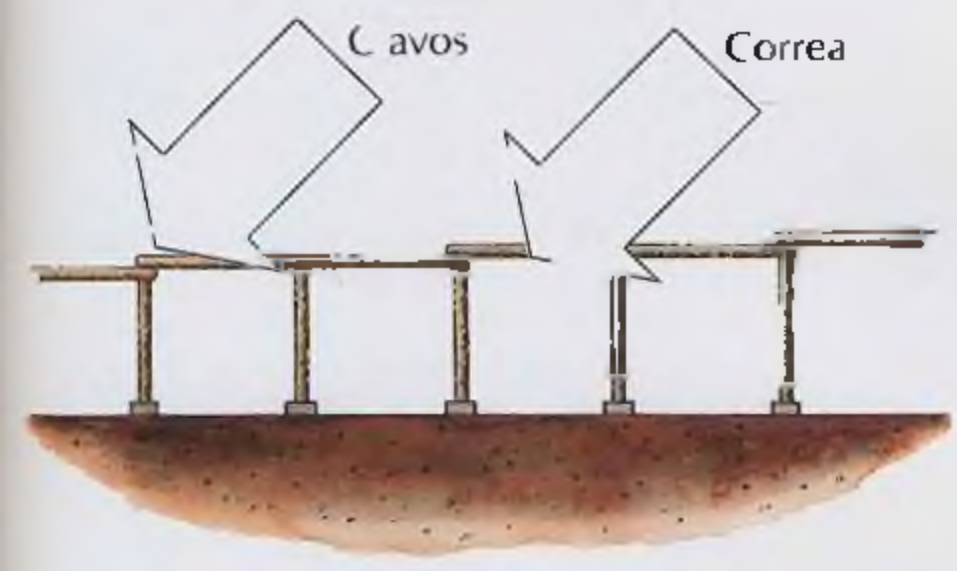
El techado suele hacerse con película de plástico, lo mismo que el resto del recubrimiento. En el primer caso, habrá de hacerse una protección a base de alambre. Esta protección deberá consistir en una red a cuadros de unos 30 x 30 cm para la parte inferior o apoyo del filme plástico, a fin de evitar que la lluvia origine abolsamientos. Esta red habrá de ir de lado a lado de la parte alta del invernadero, siguiendo precisamente la colocación que habrá de tener el plástico al que dará apoyo, por lo que deberá estar sujeta con solidez.
La parte superior del alambrado protector consistirá en cables que cruzarán de lado a lado el invernadero por encima del plástico, al que mantendrán fijo contra el empuje del viento de abajo arriba, dando a la frágil techumbre una estabilidad permanente durante todo el tiempo que permita la calidad del plástico.
La estructura tendrá que estar dispuesta para permitir que el extremo de cada alambre quede perfectamente asegurado en la posición adecuada.
Esta instalación debería ir provista de unos canales laterales que recolectarán el agua de lluvia y la conducirán al depósito para su oportuno aprovechamiento.

A/ Esquema de la unión de dos láminas por medio de cañas o tubos flexibles
B/ Esquema de sujeción con manguitos
C/ Esquema de sujeción mediante varilla de plástico introducida en la ranura





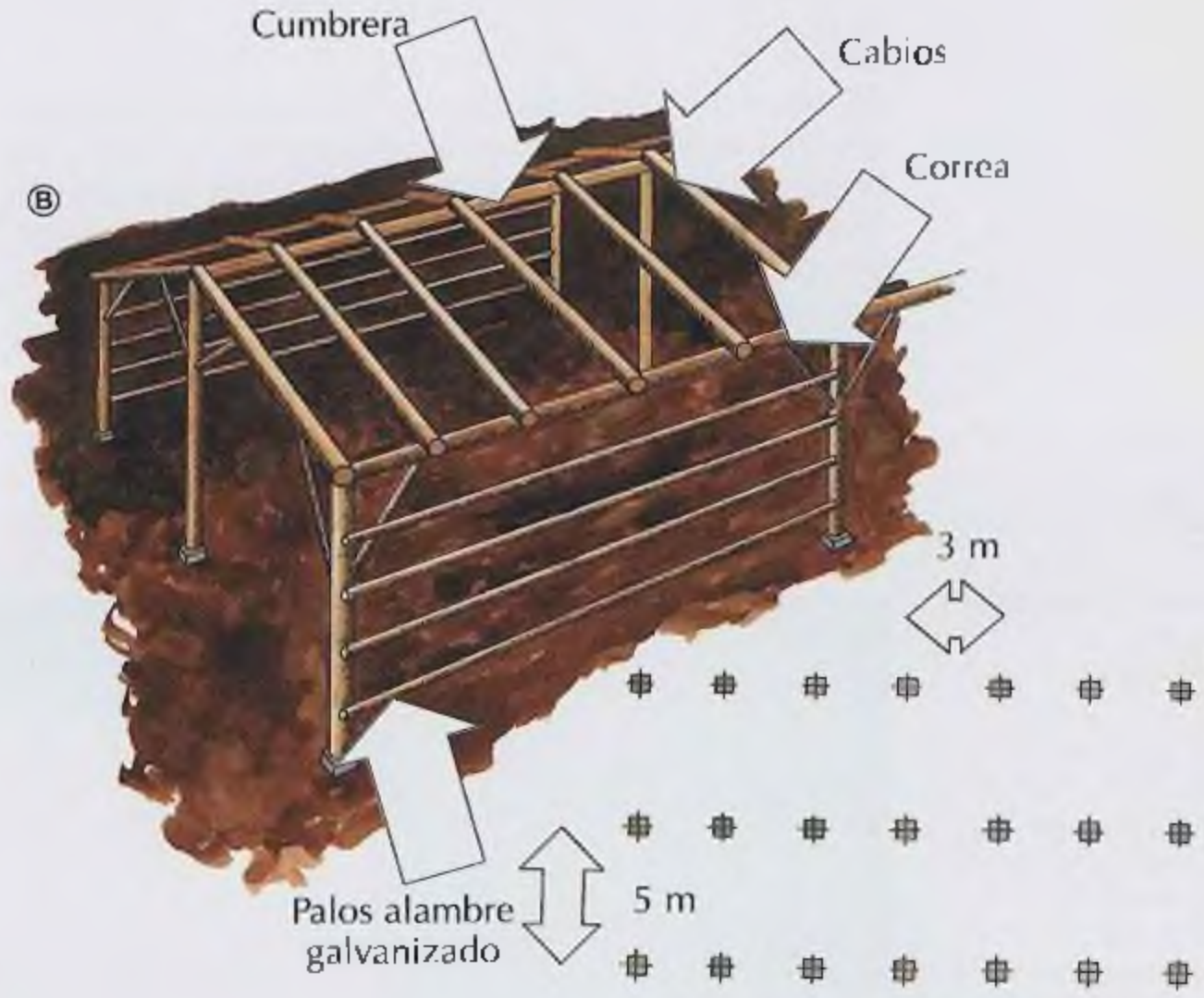




Por lo que respecta a la colocación de las láminas de plástico en la cubierta, hay que tener en cuenta que, debido a las dilataciones que sufren los materiales en las distintas temperaturas, la colocación se debe hacer en las horas de máximo calor. Si es necesario, habrá que proteger la bobina de las radiaciones solares, ya que con el calor se dilata. No hay que forzar su extendido para evitar que, en las contracciones de la lámina por el frío, sufra tensiones en los puntos de fijación a la estructura.
En la sujeción de la lámina de plástico pueden utilizarse los siguientes métodos:

- Sobre madera, colocando encima un listón de madera, o una cinta de plástico. Se clava con punta de cabeza ancha.
- Dando varias vueltas a la lámina sobre una caña, macarrón u otro objeto cilíndrico. A continuación se ata con alambre galvanizado y se sujeta donde se precise.
- Con cables o alambres galvanizados tensores sobre una muesca u omega.
- Mediante ojales plásticos metálicos.
- Con mallas por encima y por debajo de la lámina de plástico.

Frontal de un invernadero de madera y disposición de los pilares en el mismo
A/ Instalación de pilares de madera
B/ Colocación de correas en la fachada lateral de un invernadero de madera y disposición de cabios en su techumbre



2.5.3. Invernaderos metálicos

Hoy día todos los invernaderos metálicos se construyen con tubo, tanto si son de tipo plano, como a dos aguas o de tipo multitúnel, siendo su montaje muy sencillo, gracias al empleo de abrazaderas y cuñas de material también galvanizado con las que se pueden hacer todas las conexiones.
Para dar solidez a todos los apoyos, se utilizan los llamados dados, que son bloques de hormigón en forma de tronco de pirámide de 20x30x20, con huella en la cara superior para mayor estabilidad del palo que, a la vez, se ancla con alambre de 8 atravesando el palo y sujetándolo bajo el bloque.
Pueden ser cubiertos por láminas de plástico con sujeción semejante al caso de la estructura de madera, o bien con placas de plástico rígido. Estas placas se sujetan mediante ganchos, tornillos y arandelas.
Si se utilizan cristales, éstos se sujetan a la armadura con pegamentos a base de colas polivinílicas que no requieren manutención. También se pueden sujetar con muelles de hierro, eliminándose así los pegamentos.
En el manejo del vidrio, téngase en cuenta que en días húmedos resulta arriesgado, debido al constante peligro de que resbale. Además, los materiales selladores, como el mastique, no adhieren adecuadamente en condiciones de humedad.

3. FACTORES AMBIENTALES A TENER EN CUENTA EN UN INVERNADERO

La climatología de una zona determina el tipo de invernadero a instalar, así como su orientación. Pero el ambiente que realmente interesa para el desarrollo del cultivo es el interior, que aunque derive del ambiente exterior, por el mero hecho de ser un ambiente que se desarrolla en área cubierta, sufre unas modificaciones sustanciales.

3.1. TEMPERATURA

De todos los componentes del clima, la temperatura quizás sea el que más influye sobre el desarrollo de la planta de un forma más aparente. Es pues,el primer factor climático que se intenta regular en el cultivo bajo invernadero.

Los vegetales necesitan una temperatura específica para realizar cada una de sus funciones. Por debajo o por encima de esta temperatura, esas funciones se ven imposibilitadas. Pero la función del horticultor que recurre al invernadero no es simplemente la de evitar que la temperatura llegue a niveles críticos, sino que se mantenga en el punto de mayor beneficio para el cultivo en lo concerniente a respiración, transpiración, fotosíntesis, germinación, crecimiento y fructificación.

Las bajas temperaturas provocan diversos daños en los vegetales. Sufren alteraciones en su constitución, precipitándose y deshidratándose sus proteínas; cuando la temperatura es menor de 4° o 5°C bajo cero, se produce hielo dentro de las células, lo que da lugar a una deshidratación del interior de la célula y desgarros de las membranas celulares, producidas por los cristales de hielo.

Cuando las temperaturas son demasiado altas, se produce la coagulación del protoplasma celular y la muerte de la célula. Antes de que la temperatura llegue a esta situación fatal, la planta detiene su desarrollo vegetativo.

Sobrepasar los límites de tolerancia significa la muerte del vegetal. En el mejor de los casos, quedarían sumidos en una forma de vida apenas latente y, por supuesto, sin el menor futuro útil.

Sin embargo, el adecuado desarrollo de las plantas requiere que haya diferencia de temperatura entre el día y la noche.

Mantener un adecuado nivel de la temperatura para satisfacer las necesidades de desarrollo de los vege-

Niveles térmicos del aire (°C) (Tesi, 1969)
Siendo:
-Temperatura mínima letal:
Aquella temperatura que produce daños irreversibles a la planta con posibilidad de muerte en caso de duración prolongada.
-Temperatura mínima biológica:
Temperatura en la que la planta interrumpe su actividad vegetativa.
-Temperatura óptima:
El óptimo de temperatura al que una planta puede ser cultivada.
-Temperatura máxima biológica:
Por encima de esta temperatura, el cultivo manifiesta desequilibrios fisiológicos y sobre todo disminuye el crecimiento y la producción.

ESPECIE	Temperatura mín. letal	Temperatura mín. biológica	Temperatura óptima		Temperatura máx. biológica
			Noche	*Día*	
HORTICOLA:					
Tomate	0-2	8-10	13-16	22-26	26-30
Pepino	0-4	10-13	18-20	24-18	28-32
Melón	0-2	12-14	18-21	24-30	30-34
Calabaza	0-4	10-12	15-18	24-30	30-34
Judía	0-2	10-14	16-18	21-28	28-35
Pimiento	0-4	10-12	16-18	22-28	28-32
Berenjena	0-2	9-10	15-18	22-26	30-32
Lechuga	(–2)-0	4-6	10-15	15-20	25-30
Fresa	(–2)-0	6	10-13	18-22	—
FLORÍCOLA					
Clavel	(–4)-0	4-6	10-12	18-21	26-32
Rosa	(–6)-0	8-12	14-16	20-25	30-32
Gerbera	0	8-10	13-15	20-24	—
Crisantemo	—	6-8	13-16	20-25	25-30
Gladiolo	0-2	5	10-12	16-20	25-30
Tulipán	—	4-6	12-18	22-25	—
Iris y Narciso	—	3-5	8-15	15-20	—
Lilium y Freesia	—	6-8	10-16	18-24	30-34
Ciclamen	—	2-4	12-18	20-22	—
Calla	—	—	10-13	14-20	—
Azalea-Rhododendron	—	6-8	12-14	14-20	—
Poinsettia	0-4	8-10	18-20	20-25	26-28
Gloxinia	—	—	18-20	20-25	—
Primula y Calceolaria	—	—	18-20	20-25	—
Pelargonium	—	6-10	14-16	20-25	26-30
Saintpaulia	—	10-12	16-20	20-24	—
Kalanchoe	—	—	15	20-25	—
Hortensia	—	—	10-18	20-25	25-27
Gardenia	(–8)-0	—	15-17	21-23	—
Orquídea de invernadero caliente	—	—	16-18	18-21	28-30
Orquídea de invernadero templado	—	—	13-16	16-18	23-25
Orquídea de invernadero frío	—	—	10	13-16	18-22
Croton, Ficus	—	—	15-20	23-24	35-40
Philodendron, Anthurium Dieffenbachia	—	—	20-23	25-30	35-40

Temperaturas críticas de algunos cultivos

Cultivo	Germinación			Crecimiento		Floración	
	Mínima	Óptima	Máxima	Noche	Día	Noche	Día
Tomate	10°	25-30°	35°	13-16°	18-21°	15-18°	23-28°
Pimiento	13°	25-30°	40°	16-18°	20-25°	18-20°	25°
Berenjena	15°	20-25°	35°	17-22°	22-27°	18-20°	20-30°
Judía	12°	15-25°	30°	16-20°	18-30°	15-20°	20-25°
Fresón	10°	18°	35°	10-15°	18-25°	8-10°	15-18°
Pepino	12°	30°	35°	18-22°	20-25°	18-22°	20-25°
Calabacín	10°	20-30°	35°	20-25°	25-35°	20-25°	22-30°
Melón	13°	28-30°	40°	20-24°	25-30°	18-22°	20-23°
Crisantemo	—	—	—	16-18°	18-22°	13-15°	15-17°
Clavel	—	—	—	10-12°	22-22°	10-12°	20-22°
Rosal	—	—	—	10-12°	20-25°	14-16°	24-25°

tales, es en esencia la finalidad del control climático bajo invernadero.

Plantas distintas requieren diferentes temperaturas, y quien se haya propuesto cultivarlas en las mejores condiciones debe concentrarse en obtener los máximos resultados, a pesar de las condiciones atmosféricas que impone cada estación del año, llegando incluso a no tener que preocuparse por cuestiones de calendario relacionadas con el exterior.

La temperatura tampoco debe concretarse en los mínimos establecidos, pues éstos conseguirán la supervivencia de los vegetales, permitiéndoles un desarrollo más o menos aceptable, pero sin alcanzar nunca todas sus posibilidades en todos los aspectos.

El dominio de la temperatura se logra con el adecuado manejo de los sistemas de aporte de calor natural o artificial, administrándolos oportunamente, así como de los equipos y medios de ventilación, iluminación, sombreado y creación y mantenimiento de los necesarios niveles de humedad.

Antes de proceder al manejo del equipo, es preciso entender las necesidades de los cultivos que nos proponemos lograr. La mayoría de las plantas puede desarrollarse dentro de una escala de temperaturas que hemos dividido en cuatro niveles, aunque éstos no poseen una definición precisa:

- Régimen frío tendiente a la baja: 4,5 a 0°C
- Régimen frío medio y estable: 4,5°C
- Régimen templado: 10°C
- Régimen cálido: 16°C

A partir de los 4,5°C de descenso de la temperatura, debe considerarse que las siembras sufrirán daños. No se trata de un límite preciso y rígido, pero sí de un promedio que debe considerarse muy seriamente.

La temperatura mínima nocturna en invierno para los invernaderos es en consecuencia de 10°C, y la alta de 16°C. En los casos de cajoneras, es posible dar una mayor temperatura.

La temperatura define los límites entre los cuales una determinada especie puede sobrevivir, crecer y alcanzar la máxima producción. Esto último está estrictamente relacionado con la interacción de la temperatura con otros factores como la luz, el agua y los elementos nutritivos. De esta forma, existen para cada especie una temperatura mínima y otra máxima, por debajo o encima de las cuales la planta no puede sobrevivir. Entre estos dos límites existe una temperatura óptima para su desarrollo y crecimiento.

Para la adecuada comprensión del efecto temperatura y su manejo sobre las plantas cultivadas, es conveniente conocer una serie de conceptos:



Termohidrógrafo



El sombreado en invernadero amortigua la temperatura interior

- **Cero vegetativo.** Es la temperatura por debajo de la cual la planta deja de crecer y desarrollarse.
- **Temperaturas críticas**. Son las temperaturas mínimas o máximas por debajo o por encima de las cuales se pueden producir daños en las plantas.
- **Temperatura óptima**. Es aquélla para la cual, y a igualdad de los restantes factores del clima, el desarrollo y crecimiento de la planta se efectúa en la forma más ventajosa.
- **Temperatura mínima**. Es aquel valor de la temperatura por debajo del cual no es posible que la planta alcance una determinada fase vegetativa, como la floración o la fructificación.
- **Temperatura máxima**. Será aquel valor por encima del cual se verá afectada ostensiblemente una determinada fase vegetativa.
- **Integral térmica**. Todas las plantas tienen unos requisitos globales de calor para completar su ciclo vegetativo. La integral térmica proporciona una forma indirecta de medir estas necesidades, siendo el sumatorio de las diferencias entre la temperatura media diaria y el cero vegetativo de cada uno de los días en que se desarrolla el ciclo. Este sistema de unidades de calor acumuladas sólo resulta aproximativo en la planificación del cultivo.

3.1.1. Temperatura del suelo

Para el buen desarrollo de una planta, la temperatura del suelo debe ser adecuada. De esta manera se consigue que las raíces realicen todas sus funciones vitales, y que la solubilidad de las sales en el suelo sea óptima en determinadas temperaturas.
Una temperatura adecuada en el suelo permite, además, el desarrollo de vida bacteriana, encargada de la degradación de los compuestos minerales y de la materia orgánica del terreno.
El calor del suelo proviene de la radiación solar y del calor acumulado en el aire del invernadero. De forma artificial se aplica calor al suelo mediante la instalación de un sistema de calefacción. Tanto en la captación como en la acumulación de calor en el suelo, influyen indirectamente la humedad, la orientación, la altura y el tipo de material de cobertura.

Cultivo de judías de enrame en invernadero sombreado

En cuanto a la textura del terreno, hay que señalar que tiene una gran influencia en la temperatura del suelo. Los suelos arenosos tienen poca capacidad calorífica, por lo que se calientan y enfrían rápidamente. En cambio los suelos arcillosos, limosos o ricos en humus, tienen unas variaciones de calor mucho más suaves, también debidas a la cantidad de agua que en ellos se acumula.
En general podría decirse que los suelos oscuros absorben mayor cantidad de calor que los suelos más claros.

3.1.2. Fenómenos relacionados con la temperatura

TRANSPIRACIÓN

Si la temperatura dentro del invernadero es alta y no hay un aporte de humedad adecuado en el ambiente, las plantas pueden llegar a deshidratarse, sin recuperación posible, sobre todo en el caso de vegetales jóvenes.

TERMOPERIODICIDAD

Se define como el fenómeno por el cual el crecimiento óptimo de un cultivo se produce cuando la temperatura a la cue está sometido durante la noche es inferior a la temperatura diurna. Es decir que dentro de unos límites, el desarrollo de una planta es mayor si se le somete a ciertas fluctuaciones térmicas entre el día y la noche, que si se mantiene una temperatura constante.
El óptimo de esta diferencia está entre 8-10°C, cuando las temperaturas son las normales para el desarrollo óptimo aunque, claro está, depende de la duración del día, de la luminosidad y de la temperatura.



VERNALIZACIÓN

Determinadas plantas, a consecuencia de una adaptación a lugares con inviernos fríos, han desarrollado sistemas que les permiten florecer una vez pasadas las bajas temperaturas. Este fenómeno por el cual la inducción floral es consecuencia de bajas temperaturas se llama vernalización.
En zonas templadas donde se cultiva este tipo de plantas, es importante controlar la temperatura, pues existe el riesgo de que en caso de sobrevenir un régimen inusual de bajas temperaturas, se produzca una floración prematura que deprecie la calidad del producto.

HELADAS

Cuando la temperatura del aire desciende de 0°C, se dice que ha habido una helada, tanto más intensa a medida que el descenso térmico ha sido mayor o se ha alargado su duración.
Se llama punto de rocío la temperatura en la que el vapor de agua atmosférico se condensa. Si la humedad relativa del aire es alta y hay un descenso de temperatura, el punto de rocío será una temperatura relativamente alta, y en el instante en que se alcance este punto, se producirá la condensación de forma paulatina.
A partir del instante en que baje de 0°C la temperatura, se produce otro cambio de estado, y en este caso el rocío depositado sobre las hojas de las plantas pasa a formar cristales de hielo. Este fenómeno se conoce como escarcha o helada blanca.
Si, por el contrario, la humedad relativa del aire es baja, como el punto de rocío puede estar a un temperatura inferior a 0°C, un descenso de temperatura y un rebasamiento del punto de helada pueden no ir acompañados de la deposición de cristales de hielo y, sin embargo, producir graves daños sobre las plantas cultivadas. A este fenómeno se le conoce como helada negra, puesto que los vegetales afectados muestran un marchitamiento muy visible, con sus órganos ennegrecidos.

INVERSIÓN TÉRMICA

La altitud es un factor que influye en la temperatura, de forma que al ir aumentando la primera, disminuye la segunda. Esto es debido a que con la altitud, la presión atmosférica disminuye y el aire, al expandirse, se enfría. La relación oscila entre 0,6°C-1°C de temperatura por cada 100 m de altitud.
El fenómeno de inversión térmica se produce durante una noche serena y despejada. El aire del fondo de los valles se enfría por radiación de la tierra. Si hay poco viento que mezcle el aire, la capa fría se queda estancada en el fondo del valle, ya que pesa más que el aire caliente.

3.2. LUZ

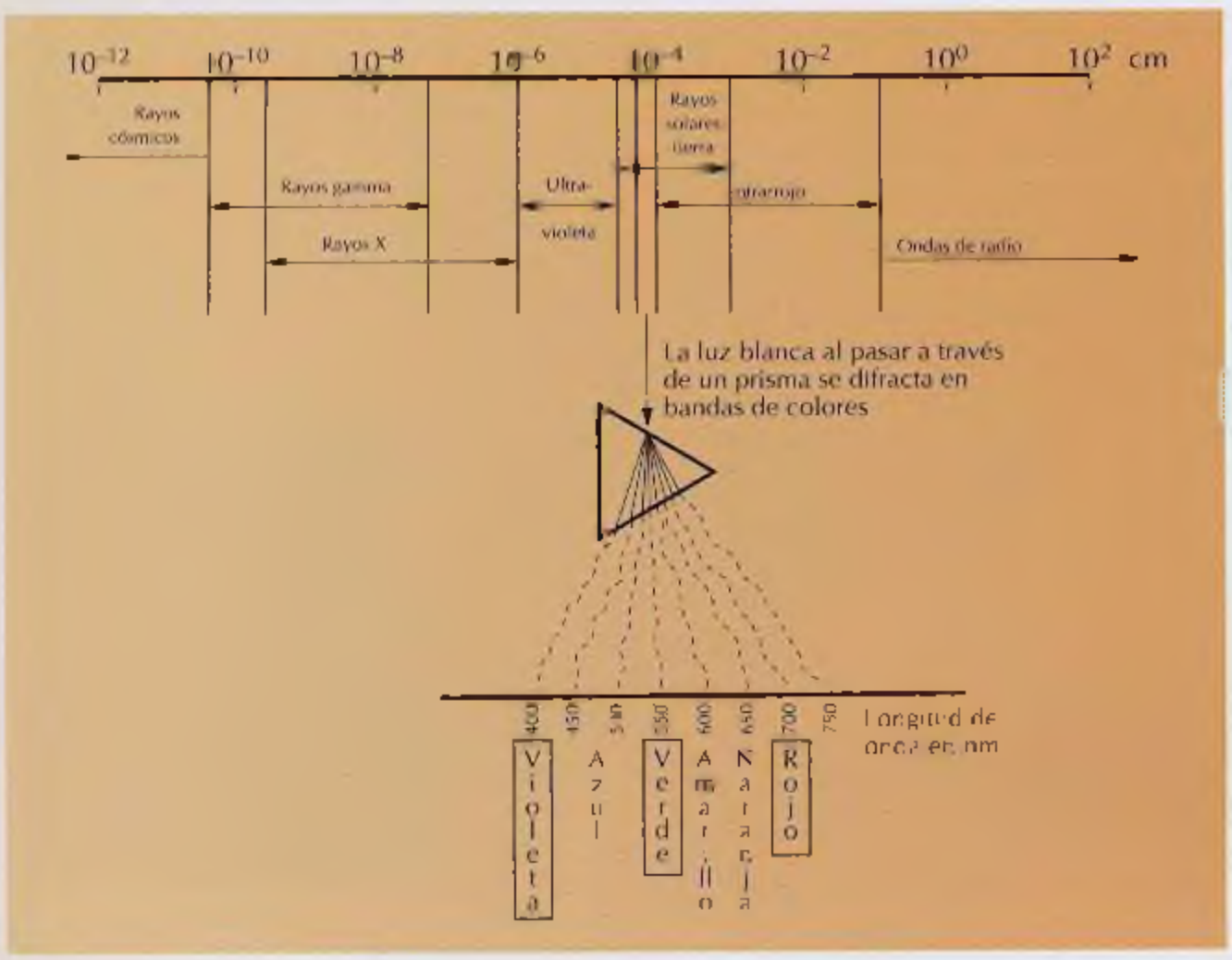
La radiación solar o luz natural que el sol emite y que la tierra recibe está dividida en 3 zonas: las radiaciones ultravioletas de onda larga, las radiaciones visibles y las radiaciones infrarrojas de onda corta.

- **Las radiaciones ultravioletas** son aquéllas cuya longitud de onda está comprendida entre 300 y 400 nanómetros. Influyen en el crecimiento normal de las plantas y son las causantes de que los plásticos de recubrimiento se deterioren. La mayoría de esta radiación es absorbida por el ozono existente en la atmósfera.
- **Las radiaciones visibles** están comprendidas en la longitud de onda entre 400 y 760 nanómetros. Influyen esencialmente en el crecimiento de la planta y de ellas depende la floración y la germinación. La parte del espectro electromagnético que comprende las radiaciones visibles se le denomina PAR (Radiación Fotosintéticamente Activa). Y es así porque los pigmentos fotosintéticos de las plantas, llamados clorofila, absorben en esta banda de la radiación.
- **Las radiaciones infrarrojas,** con una longitud de onda corta comprendida entre 760 y 2500 nanómetros, son las responsables del calentamiento del suelo y de las plantas.

Clase de luz / Fisiología de las plantas		Germinación	Crecimiento tallos	Tamaño de hojas	Fotosintesis	Enraizamiento
UV	Lejano	X	X	X		X
	Próximo	Efecto restrictivo			R	
VISIBLE	Violeta					
	Azul oscuro	O	B	O	O	O
	Azul					
	Verde	R	R	R	B	R
	Amarillo					
	Anaranjado	O	O	B	O	B
	Rojo					
INFRARROJO	Próximo	Necesario para calentar				
	Lejano	Necesario para conservar el calor				

X = Malo O = Optimo B = Bueno R = Regular

Influencia de la luz en la fisiología de las plantas (J. Bueno Abella, en R. "Fertilización" nº 93)



Espectro de la radiación electromagnética

Las radiaciones infrarrojas de onda larga superior a 2500 nanómetros son las emitidas por el suelo y las plantas durante la noche, como consecuencia de su calentamiento durante el día. Son aquéllas que deben retener en el invernadero los materiales plásticos que los cubren y no dejarlas escapar al exterior. Del comportamiento de los plásticos frente a la radiación depende la propiedad de éstos de ser o no térmicos.

La intensidad de la radiación solar, es sobre todo la característica que determina la luminosidad de un invernadero, y ésta, a su vez, depende de las condiciones ambientales (varía según la latitud y, por consiguiente, según la posición del sol durante el día), de las características de la construcción y sobre todo, del material de recubrimiento.

A esta luminosidad se le puede llamar "potencial", en contraste con la "real", que podemos definir como la fracción de radiación que alcanza todo el invernadero, y que está determinada por las características del material de recubrimiento y por la presencia de nubes en el cielo.

No todas las plantas muestran las mismas exigencias en iluminación para conseguir una mayor eficiencia fotosintética. En muchos casos, un exceso de luminosidad puede acarrear una serie de fenómenos negativos, como una disminución de la actividad fotosintética, que puede llegar a hacerse nula, produciéndose asimismo la acumulación de substancias intermedias, procesos catabólicos, etc.

3.2.1. Fenómenos relacionados con la luz

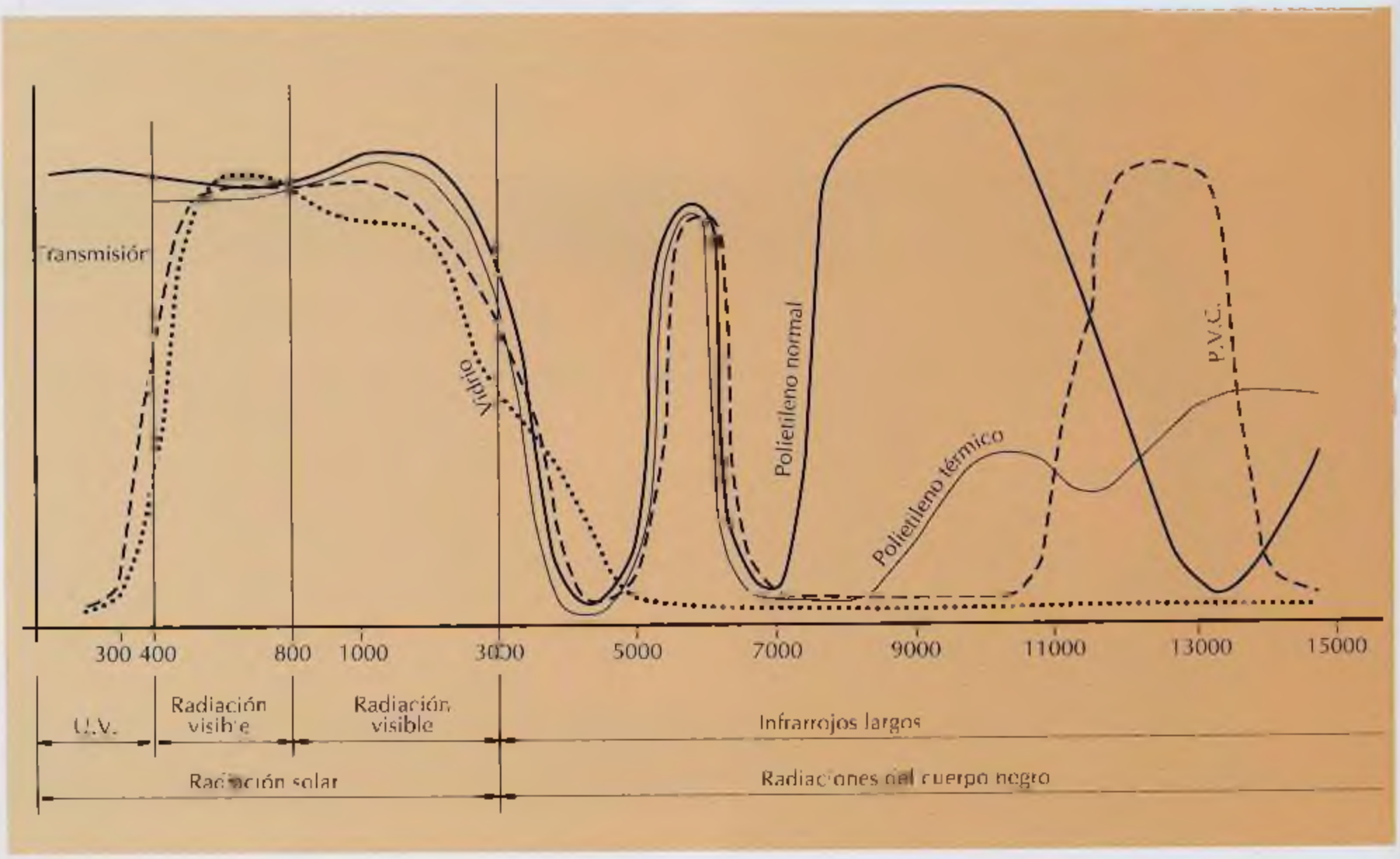
FOTOSÍNTESIS

Es el proceso por el cual las plantas sintetizan compuestos orgánicos esenciales para su crecimiento y desarrollo, a partir de sustancias inorgánicas en presencia de la luz solar.

Desde el punto de vista químico, el paso más importante, en la fotosíntesis, es la conversión del dióxido de carbono y del agua en hidratos de carbono y oxígeno. Esta reacción no podría llevarse a cabo sin presencia de la luz. La ecuación se resume así:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{(674.000 calorías)}]{\text{Luz solar}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Curva general de transmisión de diversas radiaciones del espectro solar y de los cuerpos negros



FOTOPERIODICIDAD

Es un fenómeno fisiológico por el que la floración de muchas plantas se produce como respuesta a la duración y alternancia de los períodos de iluminación y oscuridad y, particularmente, a la duración del período oscuro.
Existen plantas de día largo, de día corto y las plantas neutras o indiferentes a la duración de la luz solar.
Las planta de día largo no florecen mientras el día (las horas de sol) no tenga una duración de más de 10 a 12 horas. Las plantas de día corto son las que necesitan pocas horas de luz en el día para que florezcan, y las plantas neutras o indiferentes son las que no dependen de la duración del día o de la noche.

FOTOMORFOGÉNESIS

Es la influencia de la composición espectral de la luz en el desarrollo de las plantas.
Las radiaciones ultravioletas actúan desfavorablemente sobre la forma de las plantas, dando lugar a hojas frondosas pero con plantas bajas y rechonchas.
Las radiaciones infrarrojas tienen poca influencia como tales radiaciones en el crecimiento; en cambio, la acción térmica que producen estas radiaciones sí que tienen influencia.
Con la iluminación de luz roja se provoca un alargamiento desmesurado de los tallos y la formación de hojas pequeñas.

FOTOTROPISMO

Es el fenómeno por el cual las plantas se dirigen hacia el lugar de donde procede la luz.
Esto se debe a que la luz actúa sobre la formación o inhibición de auxinas vegetales, responsables del crecimiento y multiplicación celular. En la parte vegetal que está muy iluminada no se producen auxinas; en cambio, en las menos iluminadas, sí se producen. Por tanto, la parte de tallo expuesta a la luz crece menos que la situada en la sombra, razón por la cual los tallos se arquean y parecen buscar la luz.

3.3. HUMEDAD

Cada cultivo requiere una humedad distinta en el ambiente de invernadero en el que vegeta en óptimas condiciones. Cuando esa humedad aumenta o disminuye a límites exagerados, los vegetales sufren graves desequilibrios que se traducen en pérdidas de rendimiento, e incluso se puede llegar a producir la muerte de la planta.
El grado de humedad del aire varía mucho y depende muy estrictamente de la temperatura, pudiendo descender del 60 al 25% si la temperatura varía de 10 a 25°C. Es decir, el ambiente estará más húmedo si la temperatura es menor, o menos húmedo si la temperatura es mayor.
La cantidad de humedad presente en la atmósfera del invernadero está en proporción directa con la humedad del terreno, es decir con la cantidad de agua que el terreno ha almacenado y retenido, y también con las necesidades hídricas de un cultivo durante todo el ciclo vegetativo.

La humedad ambiente es determinante para la transpiración y el crecimiento de los vegetales. La falta de humedad en el ambiente conduce a la deshidratación de la planta.Toda sequedad en el ambiente se traduce en un freno en el desarrollo y una pérdida de calidad para el cultivo, lo cual puede ser irremediable, de manera que una reposición de la humedad no siempre permitirá la recuperación total de la planta. Cuando la humedad es excesiva, se deteriora el crecimiento, aun cuando la temperatura se mantuviese en la graduación ideal.
Es necesario conocer el índice de evapotranspiración correspondiente a la cantidad de agua que aporta al ambiente el conjunto de la planta-suelo.



Las plantas crecen hacia donde procede la luz

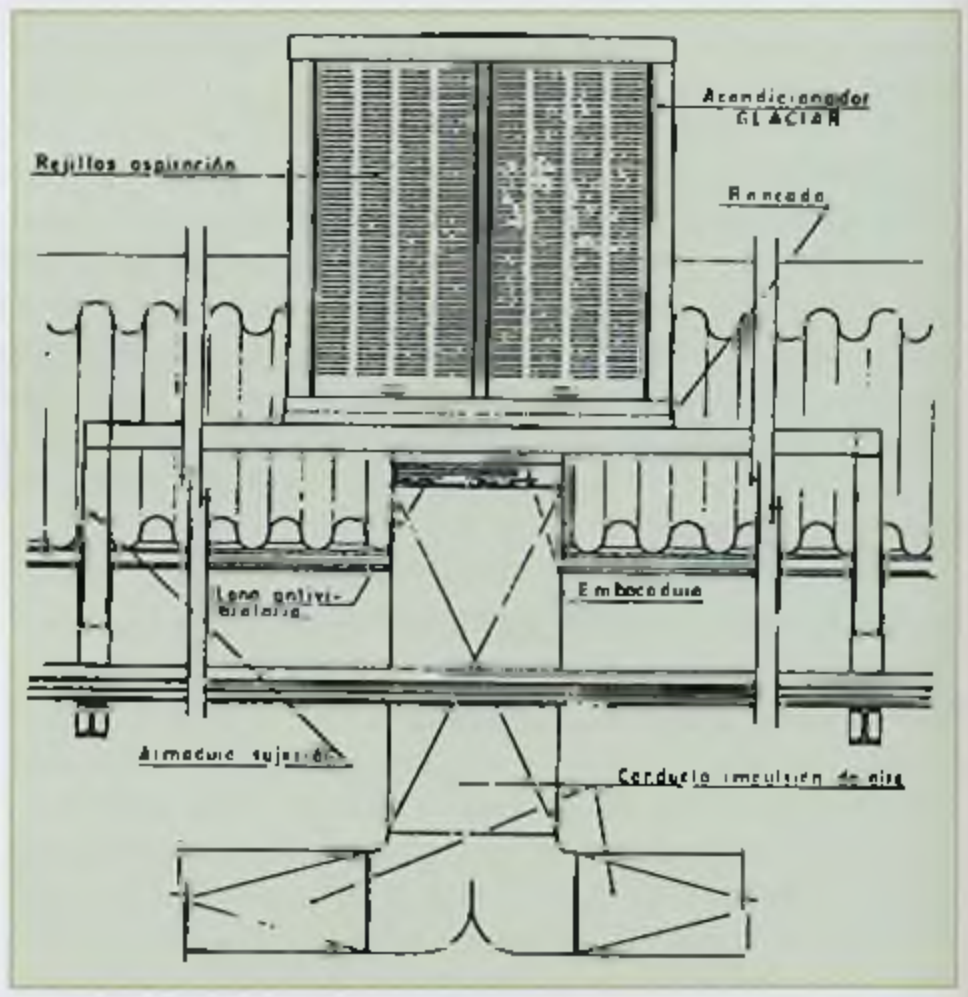
Así, de resultar excesiva la cantidad de agua que necesita la planta en comparación con la cantidad disponible en el suelo, la planta recurrirá a un sistema de racionamiento que implica la regulación de los estomas y la disminución de las entradas, lo que equivale a disminuir la fotosíntesis. Por otra parte, si el agua aportada por la planta y el suelo al ambiente es suficiente, los estomas continuarán abiertos.
Sin embargo, en el transcurso del día, las necesidades hídricas van en aumento, y los estomas llegan a cerrarse cuando el agua deja de ser suficiente, lo que da por resultado la disminución de la fotosíntesis, precisamente cuando la luz se ha hecho más intensa.
El aire no puede contener cualquier cantidad de agua, ya que la cantidad máxima depende de la temperatura que tenga el aire; esta cantidad es mayor a medida que va aumentando la temperatura, hasta que llegue al punto de saturación, que es aquél en que un volumen de aire, a una temperatura fija, contiene tal cantidad de vapor de agua que ya no es capaz de absorber más, y éste se condensa. Este punto de saturación varía bastante con la temperatura.

CANTIDAD DE AGUA NECESARIA PARA SATURAR DE HUMEDAD UN VOLUMEN DE 1 METRO CÚBICO DE AIRE SEGÚN LA TEMPERATURA

Temperatura en °C	Gramo de agua por m^3 de aire saturado
–10°	2,2
–5°	3,2
0°	4,9
5°	6,8
10°	9,3
15°	12,7
20°	17,2
25°	22,8
30°	30
35°	39
40°	51

3.4. ANHÍDRIDO CARBÓNICO

El carbono y el oxígeno son elementos básicos en los vegetales; aproximadamente el 90% de la materia seca de las plantas está formada por estos dos elementos (50% de carbono y 40% de oxígeno), los cuales, procedentes de la atmósfera, se incorporan a la planta gracias a la fotosíntesis.
El anhídrido carbónico es la substancia que absorbe la planta del aire y que constituye, a través de la fotosíntesis, la molécula básica para la elaboración de las distintas substancias orgánicas de la planta.
La luz y la fotosíntesis están íntimamente ligadas. En los días cálidos y luminosos, con una actividad vegetal intensa, la concentración de anhídrido carbónico en el invernadero suele ser menor que en la atmósfera exterior, resultando insuficiente para satisfacer las necesidades del cultivo, por lo que puede resultar un factor limitativo.



Generador de aire con conducto impulsor

***Arriba:** Instalación en cubierta, acondicionador evaporativo con salida vertical.*

Abajo: Instalación en suelo, acondicionador evaporativo con salida techo. (Fabricado por GESTIÓN, ESTUDIOS Y REALIZACIONES, S.A.

3.3.1. Fenómenos relacionados con la humedad

CONDENSACIÓN DEL VAPOR DE AGUA

La condensación del vapor de agua sobre las películas plásticas utilizadas en túneles e invernaderos, puede influir en la consecución de un mayor efecto invernadero, al actuar de obstáculo a la emisión de la radiación infrarroja emitida por el suelo durante la noche, mejorando así el efecto térmico de las coberturas. Sin embargo, si esta condensación se manifiesta en forma de goteo, puede ocasionar daños en la planta sobre las que se produce.

TRANSPIRACIÓN

Es el proceso por el cual la planta elimina en forma de vapor de agua una gran cantidad de agua absorbida por las raíces. Casi toda esta agua es transpirada por las plantas en una proporción que llega a sobrepasar el 99%.
Al aumentar la temperatura y, por lo tanto la transpiración, la planta necesita de mayor cantidad de calorías para evaporar mayor cantidad de agua, calor que toma del ambiente que la rodea, por lo que se enfrían los órganos o partes de la planta que están expuestos al calor atmosférico, ejerciendo una función termoreguladora.
Cuando la humedad es muy elevada y no permite una transpiración normal, si la absorción radicular del agua es muy intensa, algunas plantas eliminan parte del exceso de agua por los estomas, en forma líquida, mediante minúsculas gotitas.

EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración es la cantidad de agua evaporada y transpirada por las plantas y el suelo en las condiciones reales del momento, referidas a la unidad de superficie y a un intervalo de tiempo determinado. Este fenómeno depende, por tanto, del cultivo y de las condiciones meteorológicas, así como del tipo de suelo.



Humidificador (Fabricado por GER)

En las primeras horas de la mañana, la concentración de anhídrido carbónico en un invernadero es más alta que en la atmósfera exterior. En cuanto aumenta la intensidad luminosa y, por lo tanto, el proceso de organización, hay una bajada rápida de anhídrido carbónico, que alcanza niveles muy bajos (200 partes por millón).

En condiciones normales, el anhídrido carbónico presente en el aire se encuentra a una concentración de unas 300 ppm.

Hay que decir que durante el invierno, en días de cielo nublado, la concentración de anhídrido carbónico es más baja que en días de cielo despejado, puesto que en el primer caso y dadas las condiciones ambientales, los invernaderos permanecen cerrados durante todo el día y el gas en ellos presente es absorbido por las plantas, no pudiendo ser devuelto desde el exterior.

Por lo tanto, entre los factores limitativos al normal desarrollo de las plantas en los meses de invierno, hay que tener en cuenta no sólo la luz, sino también la concentración de gas carbónico y el hecho que el nivel de anhídrido carbónico en el interior del invernadero está relacionado sobre todo con la energía solar y con la temperatura exterior.

En los meses de verano, la alta temperatura que se llega a alcanzar en el interior del invernadero obliga a abrir las ventanas. Por lo tanto, el nivel de anhídrido carbónico que puede haber disminuido, vuelve a su nivel normal.

Niveles óptimos de CO_2, H.R., temperatura del substrato e iluminación (Tesi, 1969)

Siendo:
D.I./ Día indiferente
D.L./ Día largo
D.C./ Día corto

Especie	Temperatura óptima substrato (°C)	(CO_2) (p. p. m.)	H. R. (%)	Luz	
				Intensidad (lux)	Duración (horas)
HORTÍCOLA					
Tomate	15-20	1.000-2.000	55-60	10.000-40.000	D. I.
Pepino	20-21	1.000-3.000	70-90	15.000-40.000	D. I.
Melón	20-22	—	60-80	—	D. I.
Pimiento	15-20	—	65-70	—	D. I.
Berenjena	15-20	—	65-70	—	D. I.
Lechuga	10-12	1.000-2.000	60-80	12.000-30.000	D. I.
Fresa	12-15	—	60-70	—	D. C.
FLORÍCOLA					
Clavel	15-18 (radicaz.)	500-1.000	70-80	15.000-45.000	D. I.
Rosa	15-18	1.000-2.000	70-75	pleno sol	D. I.
Cerbera	18-20	—	60-70	pleno sol	D. I.
Crisantemo	18	400-1.200	60-70		D. C.
Gladiolo	10-15	—	60-70	pleno sol	D. I.
Tulipán	8-12	—	70-80	pleno sol	D. I.
Iris y Narciso	10-13	—	60-70	pleno sol	D. I.
Lilium y Freesia	10-15	—	60-70	pleno sol	D. I.
Ciclamen	14-16	—	60-70	semisombra	D. I.
Azalea-Rhododendron	15-18	—	80-95		D. I.
Begonia	18-20	—	60-70	semisombra	D. I.
Poinsettia	18-20	—	60-70	pleno sol	D. C.
Primula y Calceolaria	—	—	60-75	pleno sol	D. I.
Pelargonium	—	1.000-2.000	60-70	pleno sol	D. I.
Saintpaulia	20-22	—	70-80	5.000-20.000	
Kalanchoe	—	—	60-70	pleno sol	D. C.
Hortensia	18-20	—	70-80	pleno sol	D. I.
Gardenia	19-22	—	—	pleno sol	D. I.
Cymbidium	10-14	—	80-90	15-30.000	D. I.
Cypripedium	10-14	—	80-90	15-30.000	D. I.
Phalaenopsis y Cattleya	16-18	—	80-90	15.000	D. C.
Croton, Ficus	21-21	—	80-90	pleno sol	
Dieffenbachia	18-20	800-1.200	85-95	12.000-15.000	
Bromeliáceas	18-20	—	80-90	semisombra	

4. ACONDICIONAMIENTO Y CLIMATIZACIÓN

La crisis energética mundial planteada desde los últimos años y cada vez más intensa, hace que los estudios encaminados a reducir el consumo energético se prodiguen más y más.
Del conjunto de variables climáticas que pueden regularse en un invernadero, quizás sea la temperatura la que reviste mayor importancia, sobre todo en países con determinado régimen climático, sin descuidar, naturalmente, las restantes variables, es decir humedad, luz y anhídrido carbónico.
En un invernadero sin ningún sistema de calefacción, existe la posibilidad de que la temperatura no alcance los objetivos de producción que se pretenden lograr en el cultivo. Por lo tanto, y de manera general, será necesario corregir la temperatura a fin de evitar la mínima letal, y aportar los medios técnicos necesarios para conseguir la temperatura óptima del cultivo.



Climatización por apertura de ventanas

La situación geográfica del invernadero y la especie o especies que se cultivan, son los factores que definen principalmente las necesidades energéticas para mantener en el interior del invernadero el microclima adecuado para la planta.
Los intercambios energéticos entre el interior del invernadero y el clima exterior son complejos, ya que están relacionados entre sí y, a su vez, hacen intervenir todos los modos de transferencia de calor. Estas transferencias de energía pueden quedar resumidas de la siguiente manera:

• **Intercambio por radiación**. Es la transferencia de energía en la que no se requiere de ningún intermediario. Puede ser:

- proveniente del suelo, de la atmósfera, del ambiente y de la vegetación
- emitido hacia el ambiente por la estructura y por la cubierta

• **Intercambio por convección**. Es la transferencia de calor mediante un agente en movimiento (un gas o un líquido). Puede ser:

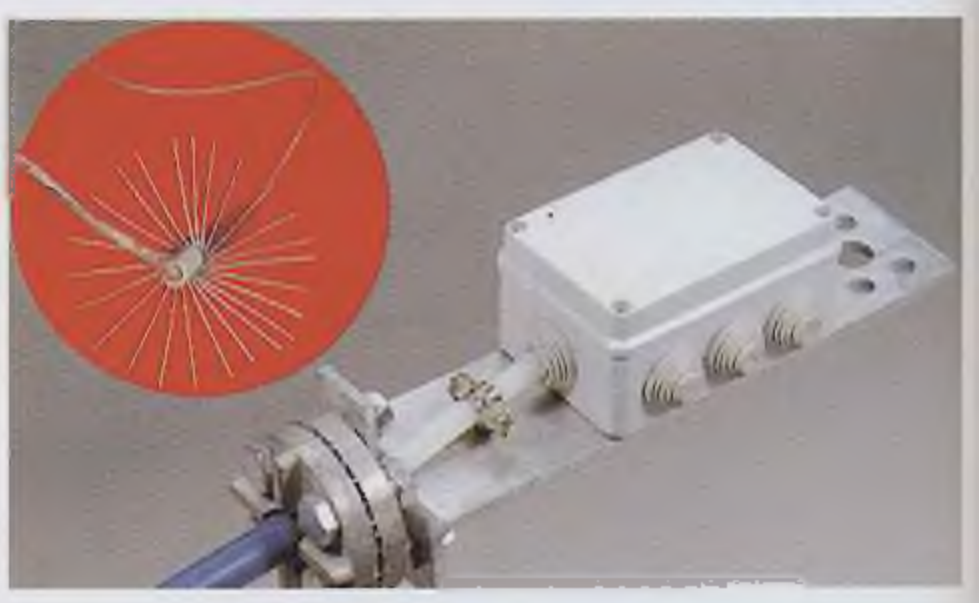
- con el ambiente exterior
- con el ambiente interior
- con el suelo
- a través de la pared no estanca

-**Intercambios por conducción**. Es el flujo de calor a través de una sustancia. Puede ser:

- en el suelo interior
- a través de la pared del invernadero

Conjugar estos intercambios energéticos mediante una expresión matemática es complejo, dados los numerosos factores que intervienen y que además, como se ha dicho anteriormente, están relacionados entre sí.
La valoración de los términos del balance energético en un invernadero permite establecer el nivel energético que sería necesario mantener en su interior con el fin de lograr el régimen térmico diurno-nocturno adecuado a la especie de cultivo.



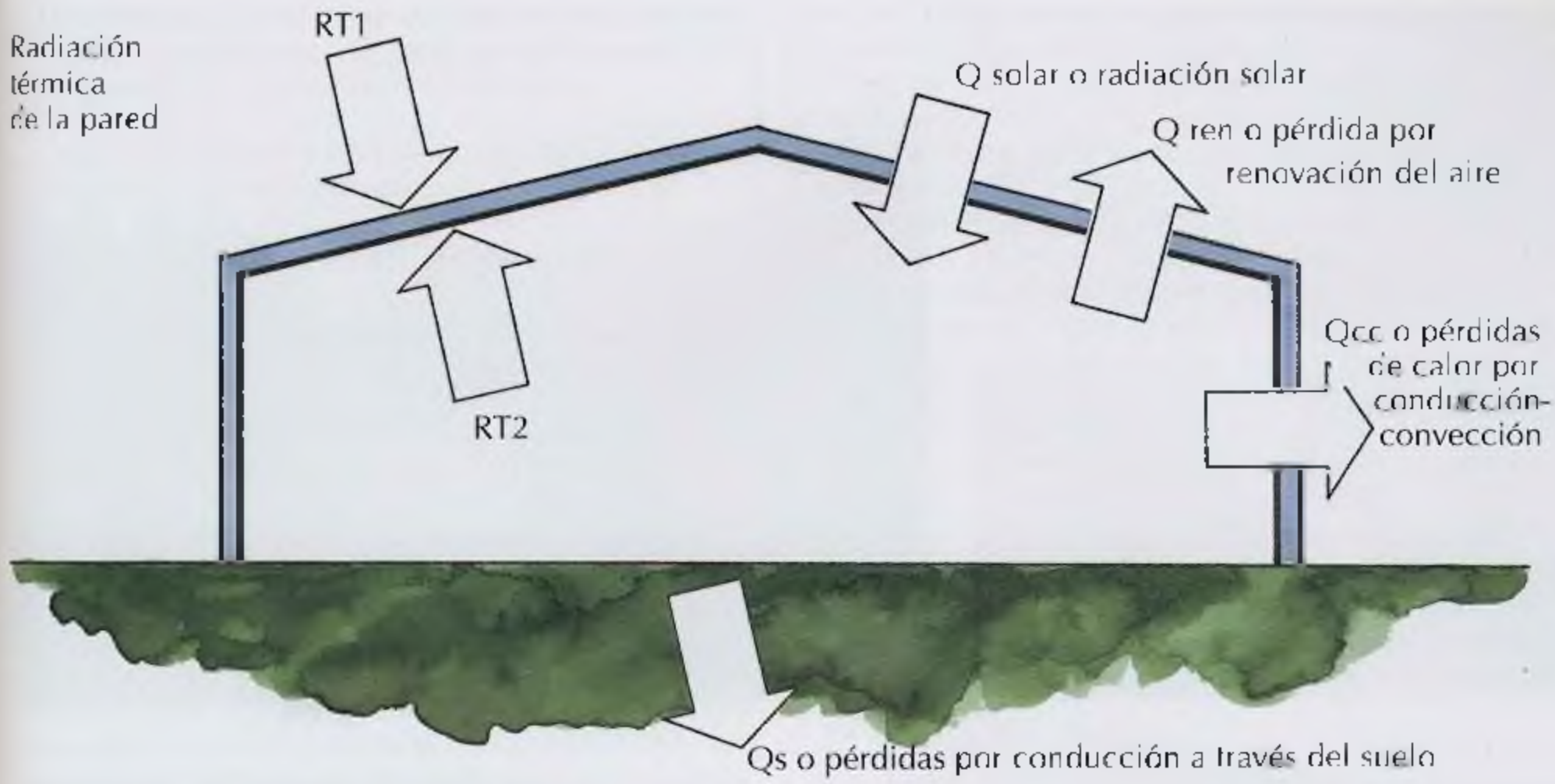






Derecha arriba: Controladores de parámetros ambientales. (Fabricado por PROGRES, S A.)

Derecha centro y abajo: Sistemas de medidas para el control de la temperatura. (Fabricado por SERDIA)



Cambios energéticos en el invernadero

4.1. BALANCE DE ENERGÍA DIURNO

El balance de energía del aire del invernadero, considerando el período diurno con radiación solar, se define como el estado de equilibrio entre las pérdidas y los aportes energéticos, y puede escribirse, de una manera simplificada, como sigue:

Energía acumulada = ingresos de energía - pérdidas de energía

La ecuación de partida será:

Q (Kcal/h) = Q solar - (Q cc + Q rad + Q s + Q ren)

Siendo:

- Q: el balance de pérdidas o ganancias en el interior del invernadero.
- Q cc: pérdidas por conducción-convección. Pérdidas de calor a través del material de cobertura, a la superficie del material de cobertura y a la diferencia de temperatura con el exterior del invernadero.
- Q rad: pérdidas por radiación térmica. Depende de la superficie de intercambio, del coeficiente de transmisión del material de cobertura y de la temperatura interior y exterior.
- Q s: pérdidas por conducción a través del suelo. La dispersión del calor a través del suelo está influenciada por la naturaleza del suelo y su grado de humedad.
- Q ren: pérdidas por renovación del aire del invernadero. Depende del número de renovaciones por hora del volumen de aire del invernadero.
- Q solar: aporte energético procedente del sol.

Los términos del balance con signo negativo indican las pérdidas de energía, y el término Q solar indica ganancias de energía. Así, si el valor de Q es positivo, significa que el balance energético se inclina hacia una ganancia de calor, mientras que si el valor de Q es negativo, el invernadero pierde calor.

Para el cálculo del período nocturno durante el cual Q solar es igual a cero, se obtiene la potencia calorífica a instalar en el invernadero.

4.2. REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA

4.2.1. Calefacción

El fin que pretende la construcción de un invernadero es crear un clima artificial más favorable que las condiciones naturales del exterior cuando éstas son adversas, manteniendo una temperatura y humedad cercanas a las óptimas para el desarrollo vegetativo de los cultivos.

Instalación de tuberías de calefacción por agua caliente







Control de la temperatura por sistemas de sombreo móviles

Los cultivos en invernadero pueden hacerse en cualquier época del año, incluso en verano, pero los que tienen mayor interés económico son aquellos que se obtienen cuando las temperaturas en el exterior son bajas, lo que, como es lógico, no permite el cultivo al aire libre en buenas condiciones.
En este caso, para poder realizar con éxito estos cultivos en estas épocas críticas, será preciso elevar la temperatura del invernadero, tanto del suelo como de la atmósfera, a unos niveles que permitan el desarrollo vegetativo de las plantas.
El acondicionamiento térmico de los invernaderos tiene una importancia fundamental, tanto para prevenir los daños producidos por descensos de temperatura imprevistos y excepcionales, como para proporcionar a las plantas unas condiciones inmejorables para su desarrollo.
De forma rápida, se pueden calcular las necesidades caloríficas en 10 Kcal/h por cada m^2 de suelo de invernadero y un grado centígrado de salto térmico, es decir, la temperatura que se quiere aumentar en el invernadero respecto a la temperatura exterior.
Existen fórmulas simplificadas para calcular el calor que se tiene que aportar a un invernadero. Una fórmula que propugnan diversos autores se basa en que todas las pérdidas se reúnen en una única expresión del tipo:

$$Q = K r \bullet S (Ti-Te)$$

Siendo:

- Q : la cantidad en kilocalorías necesarias por hora
- Kr : es una constante que puede tener uno de los siguientes valores:
  - Vidrio: 5
  - Poliéster de 400 galgas: 6 a 6,5
  - Poliéster de doble cámara: 2,7
  - Poliéster corriente: 4,5 a 5
  - Hierro: 6,5
- S : la superficie en m^2 de paredes y cubiertas
- (Ti-Te): el salto térmico, es decir, la temperatura mínima del interior del invernadero, (Ti), que se desea obtener, menos la temperatura mínima exterior, (Te), más baja a lo largo del año

Al resultado obtenido se le añade entre un 10 y 15% más, y se tiene el cálculo aproximado de las Kcal/h necesarias para calentar un invernadero.

Un ejemplo práctico:

Tenemos un invernadero de 1.000 m^2 de superficie. Se desea aumentar la temperatura respecto al exterior en 10°C. La superficie de las paredes y la cubierta se ha calculado en 1.500 m^2, siendo las paredes de polietileno. Para calcular el número de kilocalorías/h necesarias en la instalación de la calefacción, se aplicará la anterior fórmula. De manera que tenemos:

$$Q = 6 \text{ Kcal/h} \cdot m^2 \cdot °C \times 1.500 \text{ m}^2 \times 10°C$$

$$Q = 6 \times 1.500 \times 10 = 90.000 \text{ Kcal/h}$$

Aumentándola en un 10 %:

$$Q = 99.000 \text{ Kcal/h aprox. } 100.000 \text{ Kcal/h}$$

Por m^2 de invernadero cubierto resulta:

$$100.000/1.000 = 100 \text{ Kcal/h/m}^2$$

4.2.2. Sistemas de calefacción

La compensación de las pérdidas de calor en el invernadero se consigue mediante la instalación de un sistema de calefacción. Su utilización permite alcanzar el nivel térmico deseado en el interior de la instalación.

Cualquier sistema de calefacción debe cumplir las siguientes condiciones:

- **Seguridad:** buen nivel de seguridad, pues un fallo durante la época fría puede afectar gravemente el desarrollo del cultivo
- **Fiabilidad:** el sistema debe ser capaz de mantener la temperatura prefijada en el interior del invernadero

• **Flexibilidad:** es decir polivalencia de la central térmica, que permita realizar otras funciones como obtener vapor para la desinfección del suelo

Los criterios básicos para la elección del sistema de calefacción son los siguientes:

• Cultivo a implantar en el invernadero (exigencias térmicas e higrométricas)
• Características constructivas del invernadero
• Superficie del invernadero
• Coste de la instalación
• Disponibilidad y precios de los combustibles
• Coste de funcionamiento
• Garantía técnica de la instalación
• Vida útil de la instalación
• Clima de la zona
• Facilidad de suministro
• Facilidad financiera para la adquisición

La aportación de calor artificial en la atmósfera del invernadero se puede realizar de diferentes formas. Los sistemas empleados son variados y distintos, pudiéndose utilizar desde lo más rudimentario, como es una simple estufa de leña, hasta los sistemas más modernos automatizados de calefacción central.

Los sistemas de calefacción se pueden dividir en:

• Sistemas de calefacción por aire caliente
• Sistemas de calefacción por agua caliente
• Sistemas de calefacción eléctricos

Hay que destacar que, en general, los sistemas de calefacción por electricidad no se pueden utilizar en los invernaderos porque, en las condiciones actuales, los otros sistemas son más económicos, a pesar de que los primeros permitan una regulación automática y la eliminación de la mano de obra.
Se puede, en cambio, utilizar la electricidad para la calefacción del suelo, porque en este caso la energía utilizada por la noche tiene otra tarifa y resulta más barata.
Para la calefacción de los invernaderos, y sobre todo para los de pequeñas dimensiones, se pueden usar unas estufas especiales llamadas de acumulación.
Los gastos para la instalación son relativamente altos. Sin embargo, el aprovechamiento de la energía nocturna supone un ahorro a tener en cuenta.
Una estufa de acumulación comprende:

• Un aparato de calefacción formado por una batería de resistencia
• Un aparato de acumulación de material refractario, llevado a temperaturas que puedan superar los 1.000°C
• Un aparato para la recuperación de las calorías acumuladas

Por medio de un ventilador, se aspira el aire del local a calentar, haciéndolo circular por canales interiores del material refractario. El aire caliente sale por la parte superior de la estufa. Naturalmente, la instalación está regulada por un termostato.
Existen tanto estufas de tipo doméstico, con una potencia de pocos kilovatios, como aparatos de tipo industrial con una potencia de centenares de kilovatios.

La base de la regulación de la temperatura es el termostato, que puede alcanzar una precisión de +/- 1°C. El tipo de termostato más usado es el de ambiente. Está basado en el principio de variación de la presión de vapor de un líquido determinado en una membrana.
La elección de la posición del termostato es muy importante, y es indispensable que la temperatura del aire que rodea el aparato de regulación presente la media de la temperatura ambiente del invernadero. Puede ser colocado a dos tercios de la distancia entre el generador y el extremo del invernadero, no muy próximo al flujo de aire caliente, y teniendo muy en cuenta de protegerlo de los rayos directos del sol. Se aconseja prever la utilización de un segundo termostato que produzca una señal de alarma cuando la temperatura desciende por debajo de cierto límite.



Generadores de aire caliente(Fabricado por GER)

4.2.3. Calefacción aérea

Dividiremos los sistemas de calefacción aérea en dos grupos:

• **Sistemas en los que se calientan unos radiadores** y por convección e irradiación se caldean las capas de aire que rodean a esos focos de calor. Son los sistemas de agua caliente a vapor de agua.
• **Sistemas en los que el aire se calienta** en un calentador y, por medio de ventiladores, es impulsado a la atmósfera del invernadero. Son los sistemas de generadores de aire caliente y aerotermos.

4.2.3.1. Calefacción central por agua caliente

La circulación del agua caliente por el interior del invernadero es uno de los sistemas de calefacción más utilizados en el cultivo protegido.
El agua es un excelente acumulador de calor. Toma dicho calor a su paso por una central térmica constituida por una caldera y un quemador, repartiéndolo luego durante su recorrido por el invernadero. El agua retorna de nuevo a la caldera una vez que ha cedido parte de su calor. En esta central, los combustibles utilizados son el fuel, el gasóleo C o el gas natural.

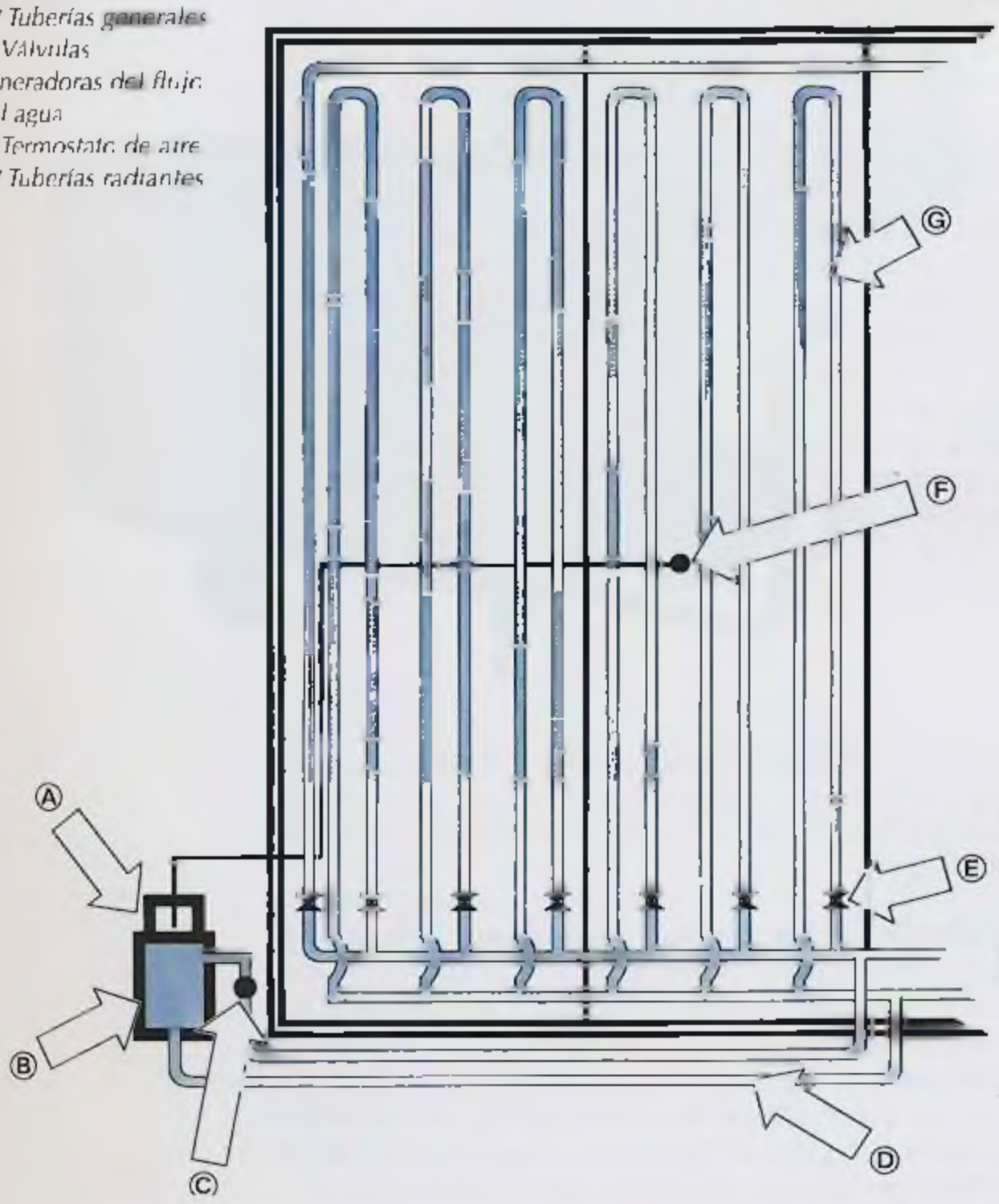
Principio de termosifón



Para el funcionamiento de estas instalaciones de calefacción se necesitan los siguientes elementos: caldera, quemador, depósito de combustible, tuberías, bombas, automatismos y accesorios.
Aunque en la actualidad la mayoría de las instalaciones de calefacción por agua caliente son de circulación forzada, es decir que están dotadas de bombas para la circulación de agua, también es posible encontrar instalaciones con el principio de termosifón. Para este sistema, es preciso que exista un desnivel adecuado entre el invernadero y la caldera.
El principio de funcionamiento es el siguiente: el agua, al calentarse, disminuye en densidad, por lo que asciende por la tubería. Al enfriarse, aumenta progresivamente en densidad y desciende por gravedad hasta la caldera, cerrándose así el ciclo.
La calefacción por agua caliente movida por termosifón está ya en desuso. Ha quedado sustituida por los sistemas de agua caliente impulsada por bomba. Si se instala a la salida de la caldera una bomba de circulación, se necesita además un vaso de expansión que permita al agua del circuito aumentar de volumen, sin riesgo de ocasionar rotura en las tuberías.

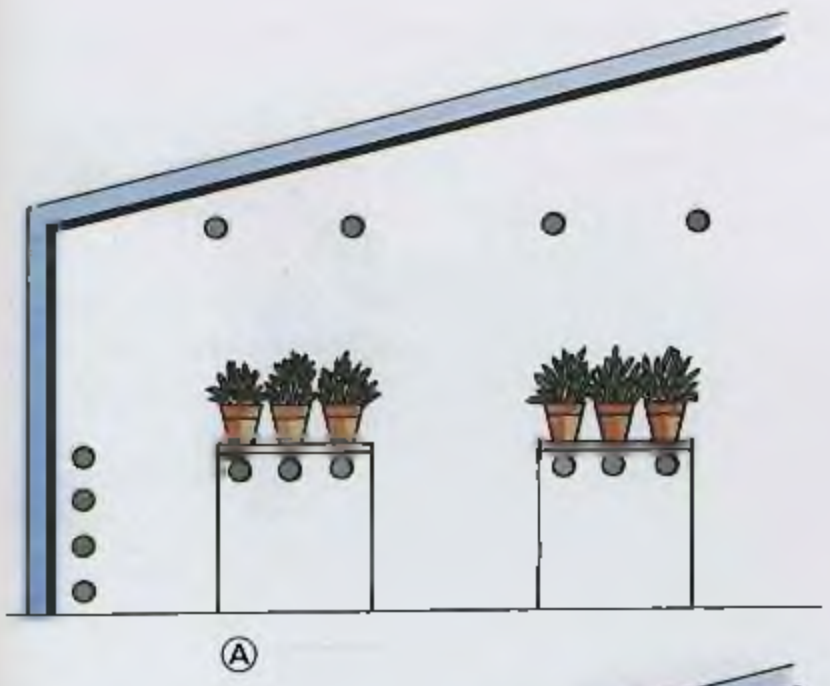
El agua acumula calor a su paso por la caldera (A), disminuye la densidad, asciende por la tubería y cede calor durante su recorrido (B). En el invernadero aumenta su densidad progresivamente al enfriarse y desciende por gravedad hasta la caldera, cerrándose así el ciclo.

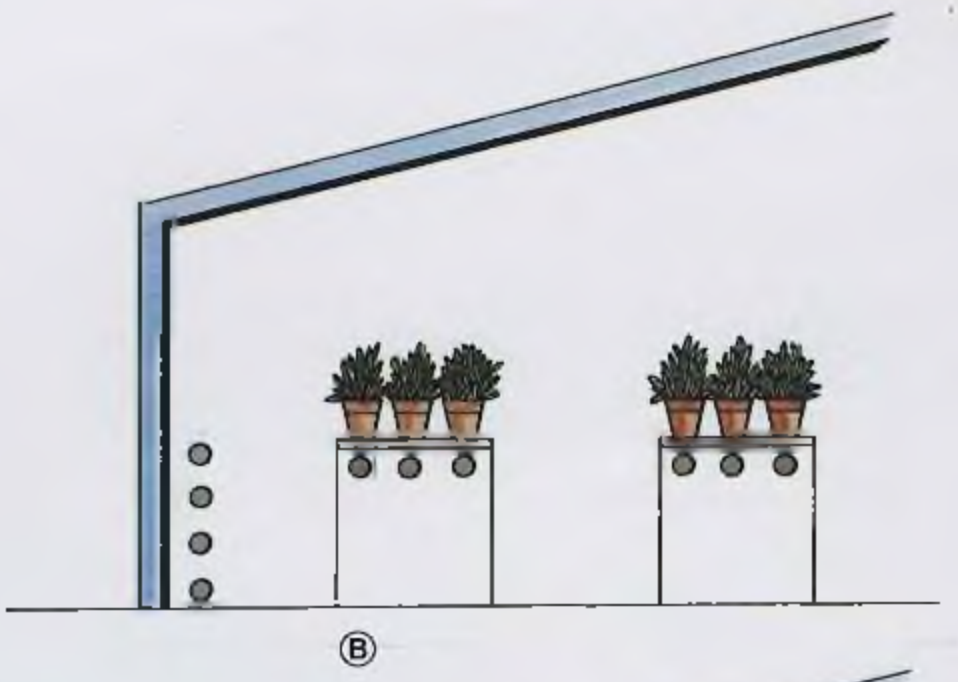
Instalación de calefacción por agua caliente
A/ Quemador
B/ Caldera
C/ Bomba aceleradora
D/ Tuberías generales
E/ Válvulas generadoras del flujo del agua
F/ Termostato de aire
G/ Tuberías radiantes

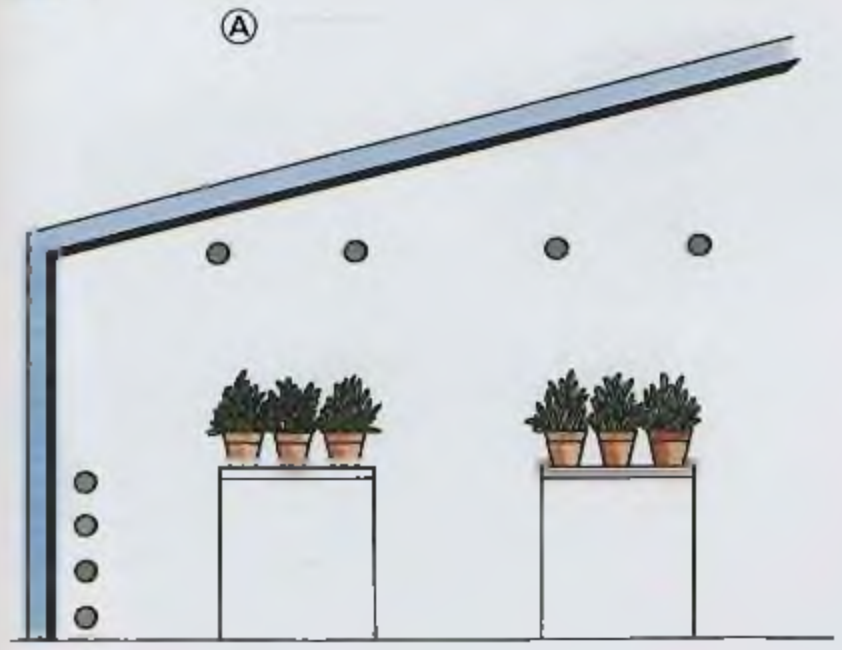


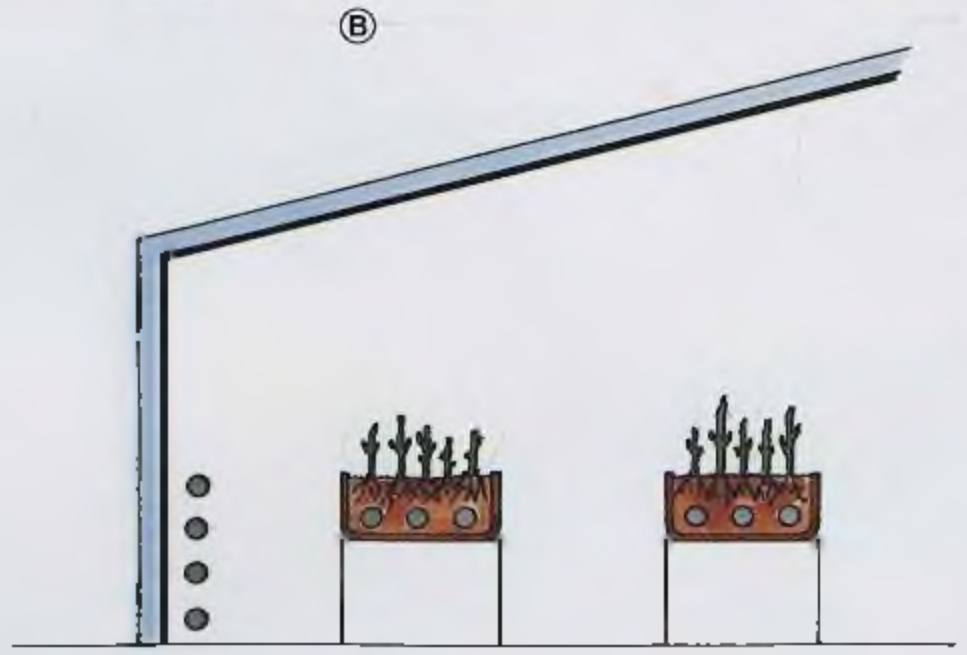


La utilización de una bomba impulsora permite la utilización de tuberías de menor diámetro: de 10 a 2,5-5 cm. Es preciso colocar las tuberías a la altura más conveniente, de manera que el calor se distribuya lo más uniforme y homogéneamente posible por el invernadero. Disminuyen, además, de esta forma, los obstáculos y las zonas de sombra.









Esquema de algunos sistemas de distribución de tuberías de calefacción. Calentamiento simultáneo del aire del invernadero y el aire que envuelve la maceta. *El Caso D hace referencia al enraizamiento de esquejes en banqueta.*

La disposición de las tuberías en el invernadero es muy variable, situándose generalmente de forma perimetral y siguiendo la línea del canalón por encima de la cubierta vegetal.

Sin embargo, está en auge la colocación de los tubos a nivel del suelo. Con ello se crea un microclima más favorable a nivel de la cubierta vegetal y se evita la creación de un colchón de aire caliente en la cumbrera del invernadero.

En las figuras A,B,C,D, en el cultivo de plantas en maceta se puede observar un calentamiento simultáneo del aire del invernadero y del que envuelve las macetas. La variante D se refiere al enraizamiento de esquejes.

Además del empleo de tuberías metálicas para el transporte del agua caliente al invernadero, la utilización de tubos de plástico como el polipropileno, el polietileno y otros, es cada vez mayor.

En estas tuberías, el agua caliente circula a una temperatura que oscila entre los 35 y 45°C. Este régimen térmico ha originado una nueva distribución de tuberías en los invernaderos dedicados al cultivo en banquetas.

En ellos encontramos las tuberías metálicas en el aire y/o en las paredes del invernadero, y las de plástico encima de las banquetas y en contacto con las macetas del cultivo.

La calefacción por agua caliente es muy interesante en los invernaderos dedicados a planta ornamental.

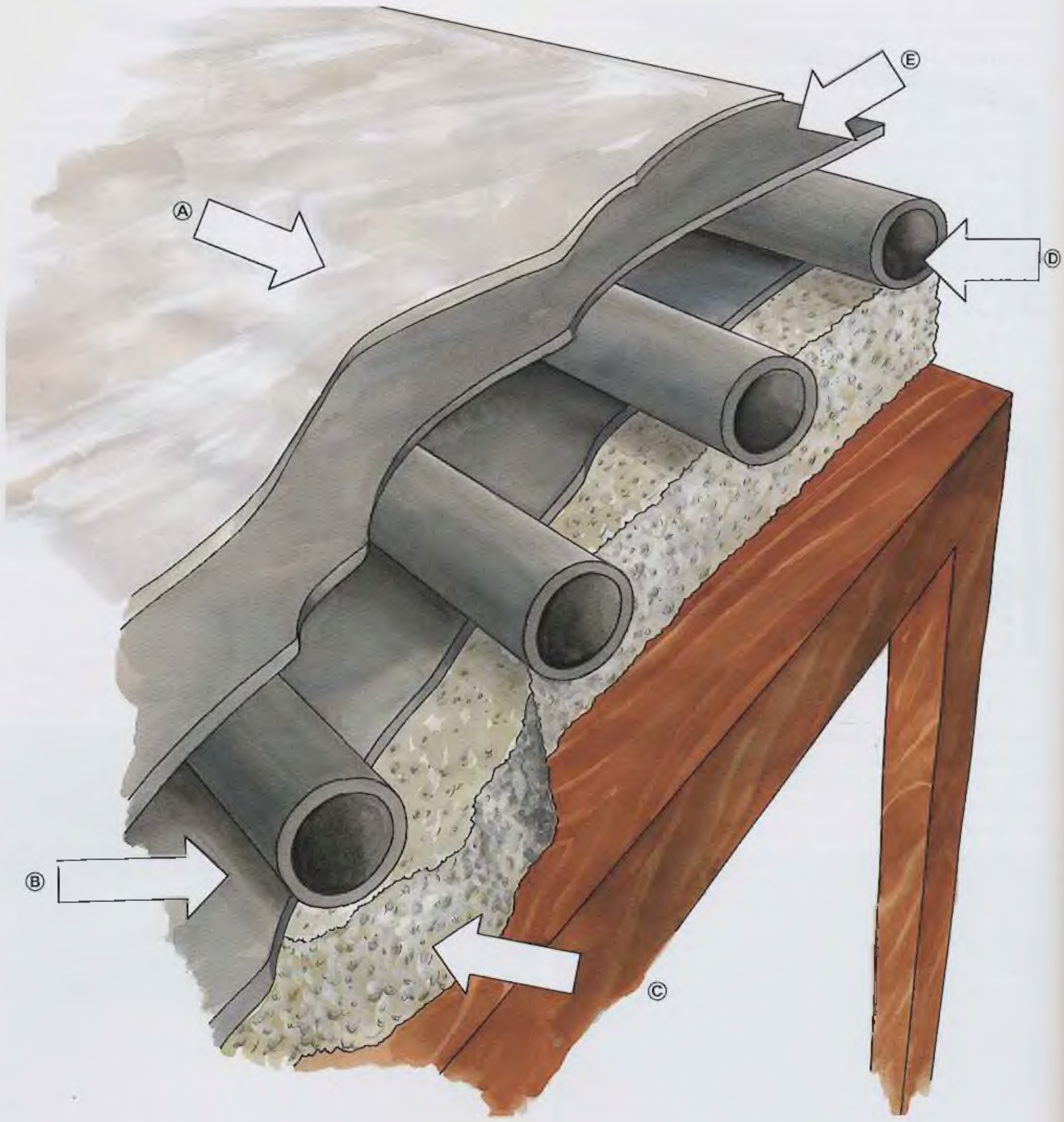
Presenta las siguientes ventajas:

- Es un sistema de manejo sencillo
- No reseca excesivamente el ambiente
- Supone un bajo coste de mantenimiento
- Es un sistema dotado de inercia térmica



Mesas de cultivo con calefacción





Sección de una calefacción de banqueta para el cultivo en maceta
A/ Lámina de polietileno
B y E/ Láminas de aluminio
C/ Porexpan
D/ Tubería calefacción de 26 mm

Se entiende la inercia térmica como la capacidad de una instalación de mantener el calor, una vez ha sido interrumpido su funcionamiento. Cuanto más lentamente se enfríe la instalación, mayor será su inercia térmica.
Presenta, sin embargo, el inconveniente siguiente: al ponerse en funcionamiento el sistema, tarda éste bastante tiempo en alcanzar un determinado nivel de temperatura. Además, su coste de instalación es alto.

4.2.3.2. Calefacción por vapor de agua

La diferencia con el anterior sistema es que de la caldera sale vapor de agua a alta presión. Este vapor procedente de calderas o de generadores de alta presión se conduce a media o baja presión a lo largo de las tuberías distribuidas por el invernadero. El calor es cedido a lo largo de su recorrido por un sistema de condensación, por lo que retorna a la caldera en forma líquida.
Es un sistema que presenta poca inercia térmica y en el que, a veces, se presentan además problemas de falta de uniformidad en la distribución del calor, lo que provoca, a su vez, que reseque más el ambiente que en el caso de la calefacción por agua caliente.

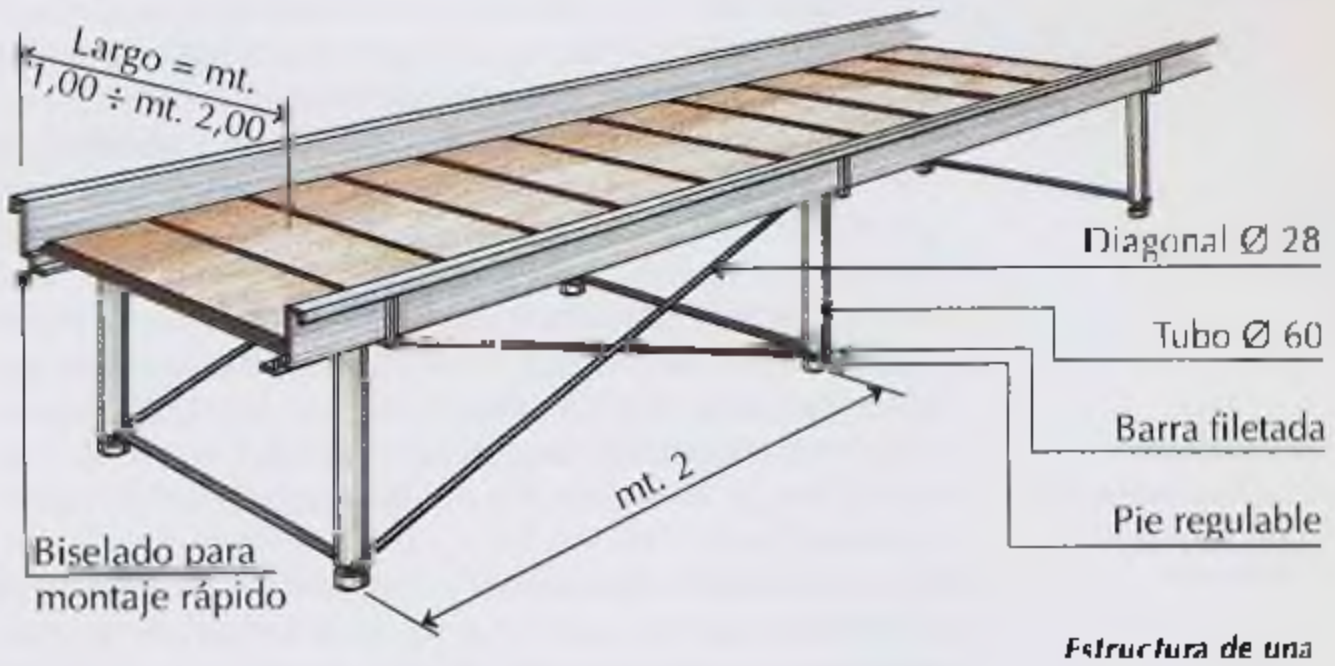
4.2.3.3. Calefacción por aire caliente

La calefacción por aire caliente consiste en hacer pasar aire a través de un foco de calor, unas veces directamente, y otras por medio de intercambiado-

ies de calor, y luego impulsarlo dentro del invernadero.
La instalación de la calefacción se puede hacer utilizando generadores de aire caliente. Este sistema ofrece dos posibilidades:

- El aire caliente pasa directamente del generador al interior del invernadero, donde se difunde, eliminando los gases de descarga a través de una chimenea.
- El aire caliente mezclado con los gases de descarga se hace circular en el invernadero y luego es eliminado a través de tuberías especiales que lo descargan en el exterior.

El generador puede colocarse tanto en el interior como en el exterior. En el primer caso el aparato tiene que tener a su disposición una cantidad de aire suficiente para la combustión y disponer de una chimenea para la eliminación de gases hacia el exterior.



Estructura de una mesa de cultivo

Potencia Kcal/hora	Volumen m³/hora/20°C	Motor Ventilador CV	Chimenea diámetro (mm)	Consumo fuel-oil Kg/hora
80.000	5.550	2	180	9,4
200.000	13.700	2 de 2,5	300	23,5
250.000	17.200	2 de 3	350	29,5
300.000	20.800	2 de 3	350	35,4
400.000	27.500	2 de 4	350	47
550.000	38.000	2 de 4	400	64,8
640.000	44.100	2 de 5	400	72,5
800.000	55.400	2 de 7,5	400	94

Características técnicas de generadores de aire caliente

La colocación de los aparatos en el exterior puede hacerse de manera que puedan ser utilizados para más de un invernadero.

En ambos casos, el aire caliente puede ser encauzado, por medio de un ventilador, en tuberías de láminas plásticas perforadas, que estarán colocadas aproximadamente a 1,5 m del suelo y permitirán una distribución más uniforme del calor y una mayor turbulencia del aire.
Las ventajas e inconvenientes de los sistemas de calefacción por aire caliente son los siguientes:

- **Ventajas**:
-Coste de instalación inferior al sistema de calefacción por agua caliente.
-No interfiere las labores de cultivo en el invernadero.
-El movimiento del aire caliente hace que se puedan eliminar las condensaciones producidas en los materiales de cobertura de los invernaderos de plástico.
-En verano, pueden utilizarse para promover el descenso de la temperatura, mediante la impulsión del aire exterior al interior.
-Al estar dotados de una escasa inercia térmica, una vez que se han puesto en marcha elevan rápidamente la temperatura del invernadero.

- **Inconvenientes**:
-Debido a la turbulencia creada en el interior del invernadero, se incrementan las pérdidas de calor.
-En caso de avería, la temperatura desciende rápidamente por tener una escasa inercia térmica.
-El coste de funcionamiento es mayor que en el sistema de calefacción por agua caliente.
-Presenta poca uniformidad en la distribución del calor. Esto se puede solucionar mediante el empleo de los tubos de distribución antes mencionados, es decir colocando tubos de plástico perforado sobre las bocas de salida del aire caliente (estos tubos recorren en todas direcciones el invernadero).

El fuel es el combustible que suele utilizarse para estos sistemas que, además, están normalmente dotados de un sistema eléctrico de encendido que se acciona a través de un termostato.

4.2.3.4. Aerotermos

Los aerotermos son aparatos que, mediante agua caliente o vapor de agua calentados en calderas o generadores de calor, calientan el aire que les rodea y, por medio de potentes ventiladores, lo impulsan a la atmósfera del invernadero. Es un sistema mixto entre

las calefacciones por agua caliente y por aire caliente.
El agua o vapor procedente de la caldera central llega al aerotermo instalado en el invernadero a través de una tubería de hierro; el aparato consta de un radiador con paneles y de un ventilador.
El agua o vapor, después de calentar el radiador, retorna de nuevo a la caldera por otra tubería. El agua puede moverse en la tubería por termosifón o mediante una bomba impulsora.
Este sistema tiene un inconveniente: la mala distribución del calor, si los distintos dispositivos del sistema no están perfectamente instalados. Los aerotermos se encuentran suspendidos en el interior del invernadero y la impulsión del aire puede ser horizontal o vertical.
El aire sale del aerotermo a una temperatura dada y, a medida que va distanciándose del aparato, la temperatura va disminuyendo. Para mejorar este inconveniente, se tiene que trabajar con un gran volumen de aire que debe pasar por el aerotermo a una velocidad lenta (del orden de 1 m/seg a 30°C).

4.2.4. Calefacción en el suelo

Dar calor al suelo por medios artificiales es caro; en muchos de los cultivos que se realizan en invernadero, su empleo no es rentable cuando se comparan los resultados obtenidos con el gasto originado.

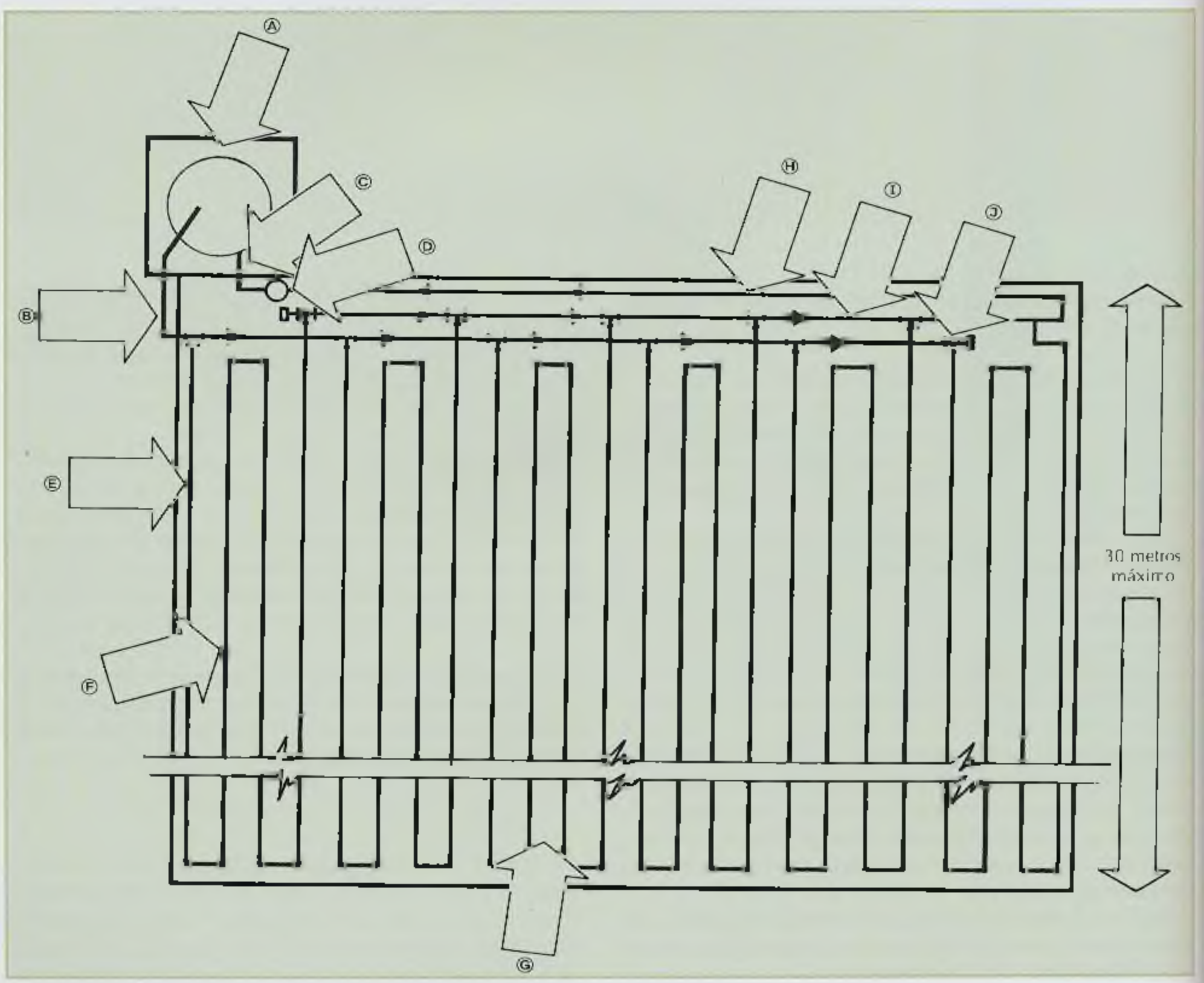
Por ello, sólo se utiliza en explotaciones que, por sus características culturales, permiten obtener con poca superficie de calentamiento mayores rendimientos económicos: algunos cultivos de flor cortada y planta ornamental, así como en la multiplicación de todo tipo de plantas (semilleros, esquejados, estaquillados, etc..).

4.2.4.1. Calefacción del suelo en cajoneras

La cajonera calentada por medio de electricidad está compuesta por un serie de materiales que se van sobreponiendo desde la base en diversas capas:

- Drenaje
- Material aislante y a la vez de drenaje, como por ejemplo la lana de vidrio
- Arena con una capa de 5 a 10 cm de altura
- Cables eléctricos en líneas paralelas (los cables no deberán tocarse ni cruzarse)
- Arena que cubrirá los cables (éstos irán protegidos de la manipulación de las plantas por una red metálica)
- Capa de tierra donde se colocarán las plantas o las semillas para germinar

La regulación de la instalación puede ser manual o automática; si es manual, se controlarán las horas



Esquema del sistema de calefacción del suelo
A/ Caldera
B/ Alimentación
C/ Retorno
D/ Bomba
E/ 20 cm
F/ Bucles de tubo de P. E. de 1/2 o 3/4
G/ Líneas de tubos separadas 40 cm
H, I, J/ Tuberías principales calorífugadas, una de alimentación y dos de retorno





de calefacción por medio de un interruptor; si es automática, el control se realizará por medio de un termostato colocado en el terreno.

4.2.4.2. Resistencias y parrillas eléctricas

La utilización de resistencias eléctricas para dar calor al suelo es un sistema moderno. El calor que se produce en las resistencias calienta el suelo que las rodea. La temperatura del suelo quedará regulada por medio de un termostato que hará que la resistencia funcione intermitentemente para conservarla. La temperatura la determina el agricultor.
Este tipo de instalación puede funcionar a tensiones diferentes. Para trabajar con tensiones de 220 voltios, se debe adquirir la instalación completa. Ésta consta de un simple cable resistente, hecho de una aleación a base de níquel y cromo, recubierto de plomo y a su vez protegido con una funda de policloruro de vinilo.
Dentro de esta clase de resistencia encontramos la parrilla de alambre galvanizado de unos 2 a 3 m^2 de superficie y un diámetro de 2 mm. El alambre cubre la parrilla en zigzag, formando líneas paralelas con una separación entre sí de 20 cm.
La parrilla se conecta a un transformador en el que se debe obtener una tensión de trabajo de 40 voltios. En general, con estas resistencias se pueden conseguir en los alambres temperaturas de 50°C.
Para regular la temperatura en ambas instalaciones, es necesario un termostato que estará formado por una sonda situada en el suelo a calentar y que se encargará de conectar y desconectar la corriente eléctrica según los cambios de temperatura, siempre en virtud de la temperatura marcada por el agricultor.
En el caso de que se empleen instalaciones de muy baja tensión, es decir de 24 voltios, las resistencias son más sencillas. Esta instalación consta de un alambre galvanizado de alta tensión o de un hilo de cobre esmaltado de 3,4 mm de diámetro, formando una retícula sobre el suelo que va a calentar; estos alambres soportan una carga de 40 a 50 vatios.
Constará también de un transformador de corriente eléctrica para situarla en 24 voltios. El cable de unión del transformador a la retícula debe ser de cobre, con una sección que alcance los 80 mm^2. Las uniones deben ser excelentes, para asegurar un contacto perfecto. Además habrá un termostato para regular la temperatura.

4.2.4.3. Red de tuberías

Para el calentamiento del suelo por medio de un fluido caliente es necesario una red de tuberías para la conducción y el foco de calor. El foco de calor puede ser el mismo si el invernadero dispone de calefacción por agua caliente o vapor de agua. El material más idóneo para las tuberías es el plástico, bien sea de polietileno (PE), bien de cloruro de polivinilo (PVC), que trabaja a 60°C, aunque puede tolerar temperaturas de 100°C por un breve espacio de tiempo.
Este sistema de red de tuberías tiene 2 versiones:

- **Tubería enterrada**: para calentar el suelo de invernadero donde el cultivo se realiza en la superficie del terreno. Las tuberías se entierran a 20 cm de profundidad, quedando fijadas por soportes. Las líneas de tubos se colocan con una separación de unos 50 cm.
- **Tubería a nivel del suelo**: se emplea para calentar el suelo o banquetas de hormigón en las que se colocan bandejas o contenedores. Sobre los tubos se colocan 4 o 5 cm de arena, y debajo de ellos unas planchas de poliestireno expandido de 20 a 30 cm de espesor, para conseguir un mejor aprovechamiento térmico. El agua caliente de estos tubos no debe superar los 50°C.

Calefacción tradicional por tubos calientes colgados del techo

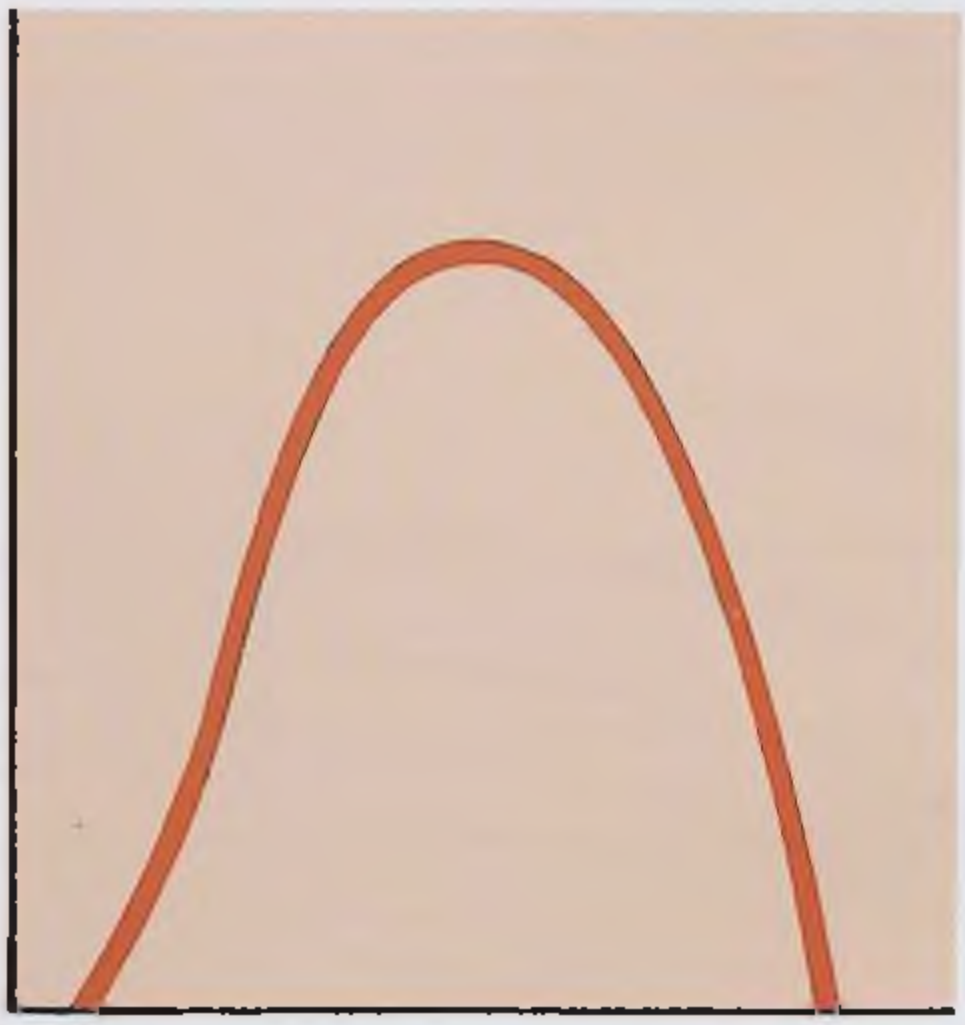
Lámparas eléctricas para aumentar la fotosíntesis

Sistemas de ventilación forzada





Arriba:
detalle de calefacción por agua caliente en el interior de un invernadero y repartido por aire.



Parámetro de crecimiento
Curva de la respuesta generalizada por la acción de la temperatura radicular sobre el crecimiento

Temperatura radicular en °C

4.2.4.4. Ventajas de calentar el suelo de los invernaderos

Al estar el calor aplicado en la base, la temperatura aérea del invernadero es mucho más uniforme que con la calefacción tradicional por tubo caliente colgado del techo. No hay apenas gradiente vertical de temperatura y, en consecuencia, no hay que sobrecalentar la cubierta del invernadero para tener la temperatura deseada al nivel de las plantas.
Para calentar el suelo se puede utilizar agua entre 30 y 40°C y, por tanto, se pueden aplicar sistemas de energía tales como la energía geotérmica, calor residual industrial, y solar de baja temperatura. La utilización de calor a baja temperatura es también conveniente en las instalaciones cuya fuente energética sea cualquier tipo de combustible, puesto que los sistemas de baja temperatura disipan menos energía que los de temperatura elevada.
Se ha comprobado que es posible disminuir hasta cierto punto la temperatura del aire por debajo de los valores considerados óptimos si se aumenta la temperatura radicular al mismo tiempo.
El suelo caliente aumenta la inercia térmica del invernadero y, por tanto, si hay alguna avería, la temperatura se mantiene en el valor deseado durante algunas horas.

4.2.5. Elección del sistema de calefacción y tipo de energía

Las consideraciones generales para la elección de un sistema de calefacción son las siguientes:

- Las instalaciones por aire caliente son más económicas que las centrales o de agua caliente, aunque son menos duraderas debido al mayor número de paradas y arranques que sufren.
- La calefacción de aire caliente centralizada para varios invernaderos es más cara que si es centralizada en cada uno de ellos.
- En el ambiente del invernadero hay menos oscilaciones térmicas si la calefacción es de agua caliente que si es de aire caliente, por lo que para cultivos sensibles a estas oscilaciones, se recomienda el calor de la calefacción central de agua caliente o vapor de agua.
- En caso de avería, el invernadero calentado por aire caliente se enfría rápidamente, mientras que el calentado por agua caliente, al tener ésta una gran inercia térmica, mantiene templado el ambiente durante mucho más tiempo.
- La calefacción por agua caliente o por acrotermos presenta menos obstáculos dentro del invernadero en relación con la calefacción por agua caliente con radiadores de tuberías, por lo que es más fácil mecanizarlo y las zonas de sombra que producen sobre el cultivo son menores.
- Los problemas de condensación son mayores en invernaderos con calefacción por agua caliente, por lo que aumentan también los problemas de hongos, mientras que el movimiento del aire en los invernaderos con calefacción por aire caliente impulsado proporciona una mayor sanidad en los cultivos.
- La salida del aire caliente debe estar bien dirigida. De lo contrario, puede causar desecaciones en los cultivos más cercanos a los generadores.
- En verano, los ventiladores de la instalación de aire caliente se pueden utilizar, reduciendo con ello la temperatura en el invernadero entre 3 y 5°C.
- Cuando el tiempo de uso de la calefacción a lo largo del año es grande, interesa una instalación de gran rendimiento térmico, aunque sea alta la inversión inicial. En instalaciones que se utilicen poco, es conveniente que la inversión sea baja aunque el gasto de energía sea mayor.

En relación con los combustibles, hay que decir que los aceites combustibles que se obtienen de la

destilación del petróleo a través de distintos procesos son caracterizados por sus propiedades físico-químicas, de las cuales las más importantes son: la viscosidad, el punto de inflamabilidad y el de congelación, el contenido de agua y el rendimiento, el contenido de azufre y el poder calorífico.
El contenido de azufre es muy importante y varía según el origen del petróleo del cual se han sacado los productos.
El poder calorífico es la cantidad de calor resultante de la combustión completa de la unidad de masa del combustible en cuestión.
La actual crisis energética nos empuja hacia la búsqueda de nuevas fuentes de energía, con la posibilidad de utilizar materiales combustibles sólidos distintos del petróleo. Es preciso que el material que se utilice como combustible tenga un buen poder calorífico y un bajo contenido en cenizas y azufre.
La utilización de quemadores de carbón u otros materiales sólidos, como por ejemplo la turba u otros residuos, también de poder calorífico, presentan problemas térmicos mayores que la utilización de combustibles líquidos o gaseosos.
La alimentación y la combustión directa hacen el sistema menos flexible a las exigencias del invernadero. Los excesos de calor durante el día hacen a veces indispensable la apertura de las ventanas.
Otro inconveniente con este tipo de calefacción es la exigencia de almacenamiento del combustible, que requiere un espacio notablemente superior al del combustible líquido, que puede ser almacenado en cisternas enterradas.
El coste de la instalación de los aparatos de combustión es superior al de una instalación de combustible líquido, por lo que antes de decidirse, es importante tener la certeza de que no va a faltar combustible al cabo de poco tiempo de su realización.

Consideraciones sobre la combustión:

• Se aconseja fraccionar el calor en varios aparatos generadores (calderas, estufas, generadores...) y no sólo en uno, para tener con ello un margen de seguridad ante una avería mecánica.

• Los sistemas de calefacción que queman dentro del invernadero, si no tienen salida de humos al exterior, pueden producir trastornos graves en determinadas plantas, sobre todo las ornamentales y las de flor, mientras que para la mayoría de las hortalizas, si la combustión es perfecta y no hay excesos derivados del azufre, el anhídrido carbónico que se produce es de gran utilidad.
• En las instalaciones de agua caliente no es aconsejable utilizar propano y electricidad a partir de 100.000 Kcal/h. Por debajo de 500.000 Kcal/h, es aconsejable emplear gasoil, y por encima gasóleo.
• El gas propano para calefacción que quema dentro del invernadero y cuyos gases no se eliminan al exterior, tiene una ventaja respecto a los otros combustibles sólidos y líquidos: no deja ningún residuo de compuestos sulfurados.
• Cuando haya necesidad de calentar el invernadero en las horas de luz solar, el gas propano quemado dentro del invernadero produce anhídrido carbónico y vapor de agua, compuestos útiles para la fotosíntesis y para la humidificación del ambiente. Además, el coste de una instalación de propano es inferior al de otras.
• La mayoría de los combustibles necesitan energía eléctrica para la impulsión de la combustión. En el caso del gas propano, no es necesario.

Características de los combustibles más utilizados

Combustible	Poder calorífico Kcal/kg	Rendimiento combustible	Rendimiento caldera	Coste instalación	Coste mantenimiento	Exigencias precalentamiento
Líquidos:						
- Fuel ligero	10.600	80%	70%	Bajo	Medio	No
- Gasóleo C	11.000	85%	75%	Bajo	Medio	No
- Fuel pesado	10.000	80%	70%	Medio	Alto	Si
Gaseosos:						
- Gas propano	12.000	90%	80%	Alto	Bajo	No
- Gas butano	11.800	90%	80%	Alto	Bajo	No
- Gas natural	9.500	90%	80%	Alto	Bajo	No

Consumo de combustible para producir 10.000 Kcal/hora

Combustible	Generadores de: Aire caliente Combustión directa	Aire caliente Intercambiador de calor	Agua caliente
Petróleo	1,10 l/h	1,12 l/h	
Gas-oil	1,00 l/h	1,26 l/h	
Gas propano	0,90 Kg/h	0,91 Kg/h	
Gas natural	1,05 m/h	1,05 m/h	
Fuel ligero		1,25 Kg/h	1,25 Kg/h
Fuel pesado		1,26 Kg/h	1,50 Kg/h

4.3. TÉCNICAS DE PROTECCIÓN

Las técnicas de protección deberán conseguir que el invernadero capte la mayor cantidad de energía solar, reduciendo al máximo la propia dispersión de calor.

4.3.1. Aislamiento

Existe una serie de medidas que permiten reducir las pérdidas de calor en un invernadero y, en consecuencia, disminuir los costes en el sistema de calefacción.
Pueden citarse las siguientes medidas de aislamiento:

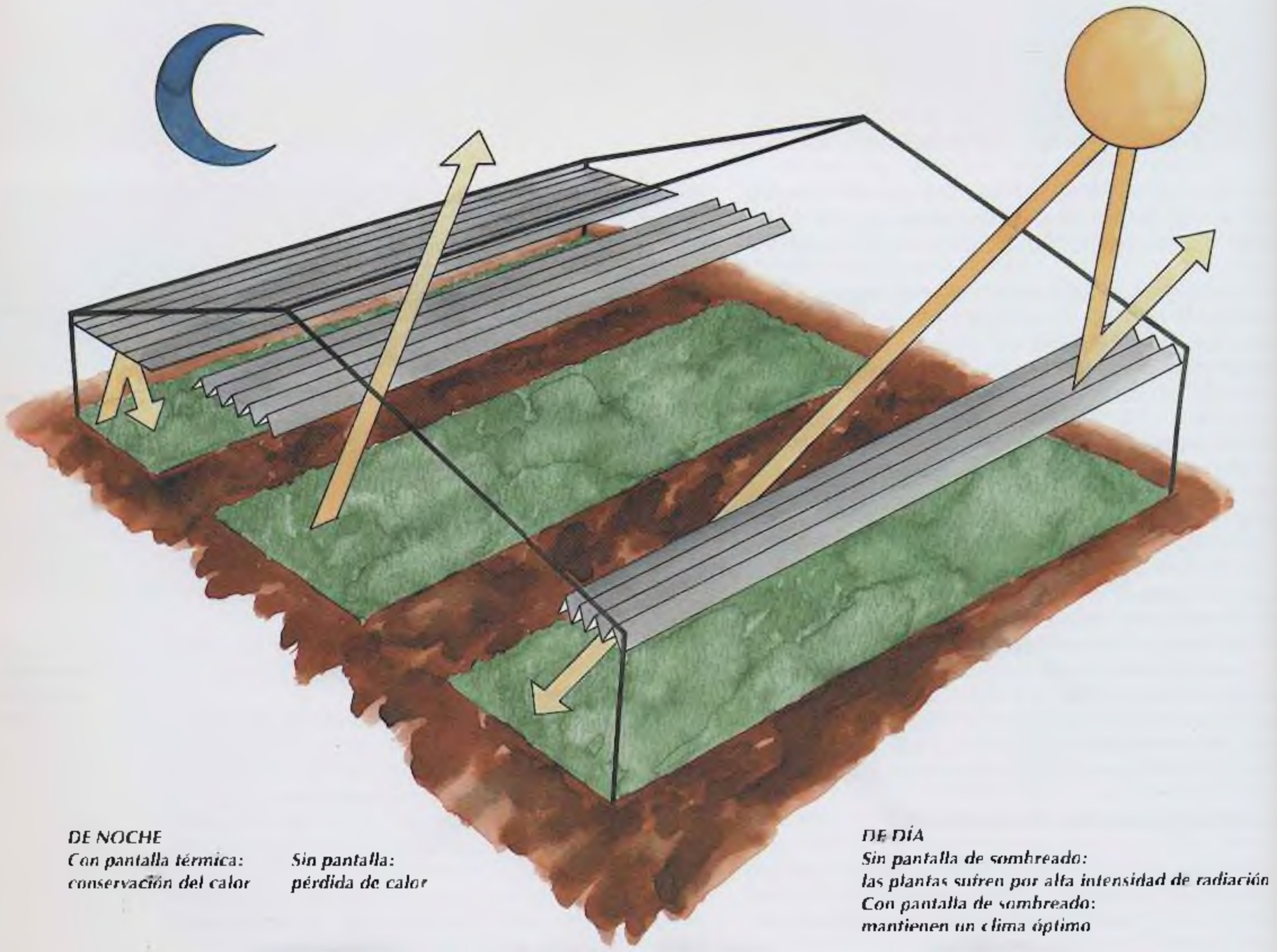
• Mejorar las condiciones de estanqueidad. Una falta de ajuste en la colocación del material de cobertura del invernadero, así como en el cierre de puertas y ventanas, puede dar lugar a una pérdida de temperatura por renovación de aire.

Presenta el inconveniente siguiente: si la estanqueidad es muy perfecta, puede dar lugar a un descenso del nivel de anhídrido carbónico de la atmósfera, produciendo un descenso en el rendimiento fotosintético. Puede crearse, además, una excesiva humedad dentro del invernadero, con la consiguiente incidencia de las enfermedades criptogámicas, problemas solucionables con un buen manejo de la ventilación.

• Utilización de túneles a lo largo de las líneas de cultivo en el interior de los invernaderos. Disminuyen con ello las pérdidas de temperatura, pero provoca una reducción de la luz, como en el caso de la doble cubierta.

Para las instalaciones sin calefacción, en épocas frías, es de gran interés la instalación de túneles de plástico dentro del invernadero, con lo cual pueden conseguirse unas diferencias de temperatura de 5-7°C, a favor del túnel respecto de la que haga en el exterior, cuando el termómetro al aire libre oscila entre los -5 y +5°C.
Para la construcción de estos túneles se aprovecha la estructura del invernadero. A una altura de 1,5 m sobre el suelo, se prepara un bastidor de alambre galvanizado que se apoya en los pies derechos del invernadero. Sobre dicho bastidor se coloca el toldo de plástico, arrastrando los faldones hasta el suelo. De esta forma, quedan hechos unos macrotúneles de anchura igual a la que tengan de separación los pies derechos transversales del invernadero.

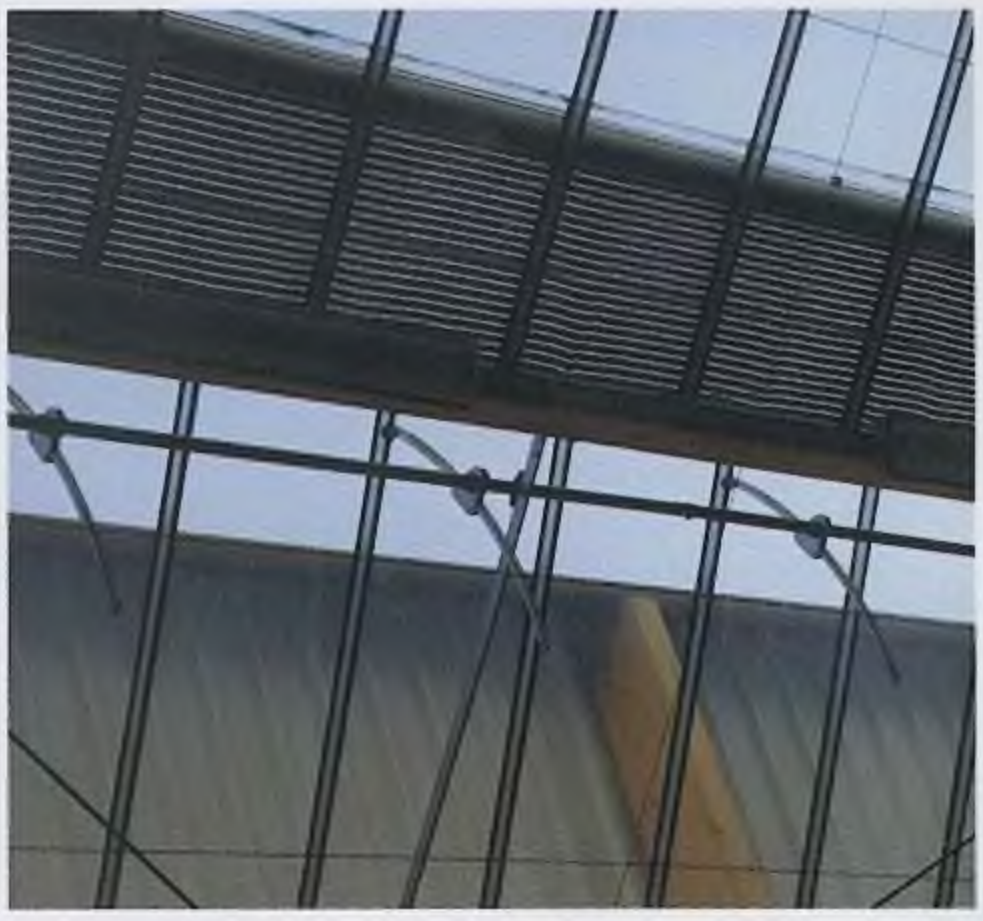
Instalación de una pantalla térmica y su utilización



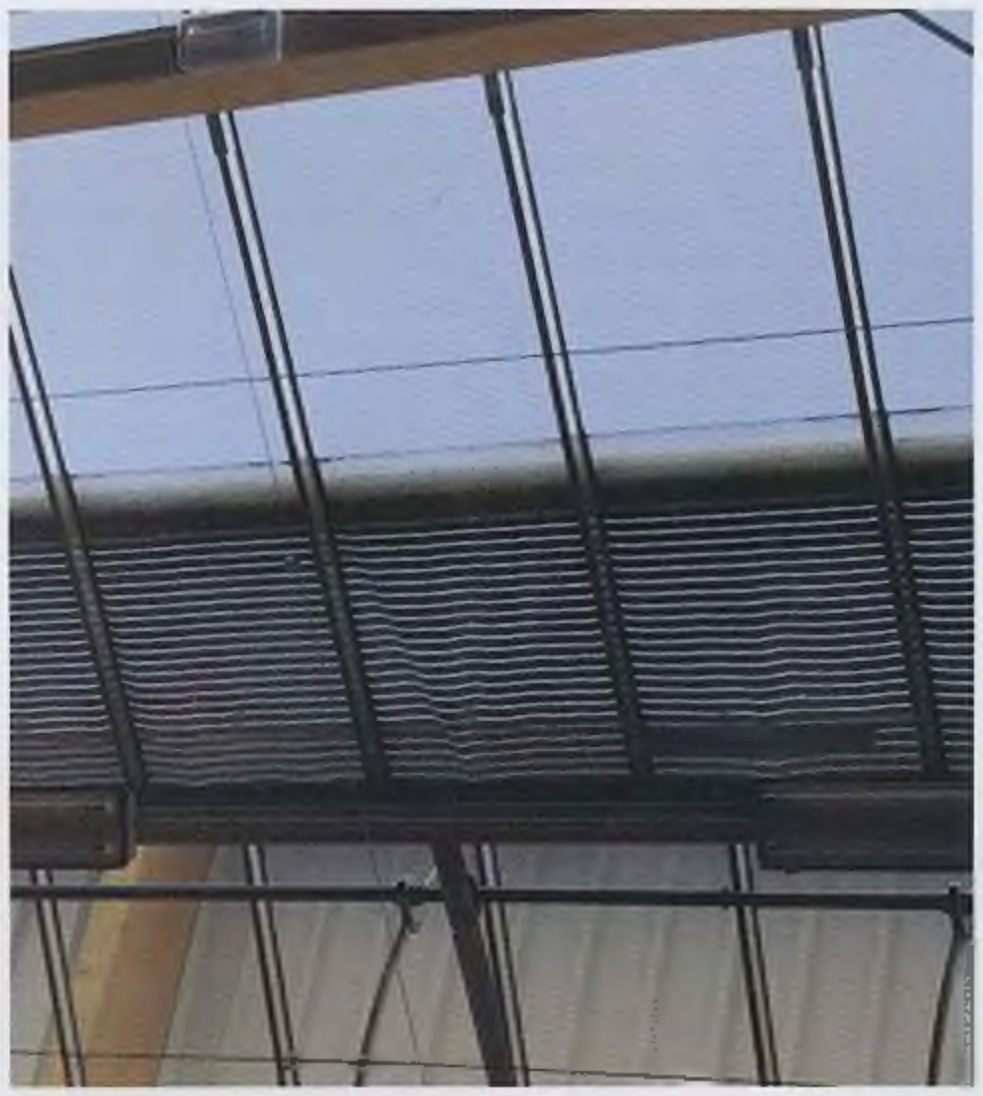
DE NOCHE
Con pantalla térmica: conservación del calor
Sin pantalla: pérdida de calor

DE DÍA
Sin pantalla de sombreado: las plantas sufren por alta intensidad de radiación
Con pantalla de sombreado: mantienen un clima óptimo





A la izquierda: Sombreo en el interior del invernadero



A la derecha: Sistemas de sombreo accionados por un luxómetro

Se pueden construir túneles más pequeños formados por una lámina de material plástico, que se soporta sobre una estructura de arcos. Los arcos son de alambre galvanizado de 3-4 mm de diámetro y se clavan perpendicularmente a las líneas de cultivo que se van a cubrir, procurando que todos los arcos de cada túnel queden perfectamente alineados y a la misma altura y distancia unos de otros.
Los arcos de cada extremo se clavan con una inclinación hacia fuera, para que ofrezcan resistencia al tensar la lámina.
Para sujetar la lámina, se entierra por un extremo en la arena y después de haber hecho sendos surcos a cada lado de los arcos, para enterrar los bordes de la lámina, se va colocando ésta sobre los arcos, al tiempo que se van tapando con arena los bordes.

• Emplear pantallas térmicas en el interior del invernadero, confeccionadas con materiales diversos, como polietileno o poliéster, a veces metalizadas en alguna de sus partes, que se despliegan durante la noche y que actúan como barreras de la emisión infrarroja de longitud de onda larga emitida desde el suelo. Se utilizan como aislamiento y tienen, además, una función de sombreado.

Otras técnicas para reducir las pérdidas de calor de un invernadero son:

• Instalación, en determinadas situaciones, de cortavientos, con el fin de reducir las pérdidas por conducción-convección y por renovación de aire.
• Buscar las orientaciones más adecuadas de instalación de los invernaderos, para conseguir un mayor aporte de energía luminosa.

4.3.2. Doble cubierta

Consiste en colocar por la parte interior del invernadero una lámina de plástico de poco grosor, paralela a la placa o lámina de la cubierta exterior. Entre estas dos cubiertas se forma una cámara de aire que impide que se escapen las radiaciones emitidas por el suelo y las plantas, y que conserva durante más tiempo el calor natural acumulado durante el día.
Esta doble cubierta evita que se produzca el fenómeno térmico de la inversión.
Para la colocación de esta lámina interior se aprovecha la estructura del invernadero; cuanto más estanca sea la lámina y menos contactos tenga con la cubierta exterior, mejor realizará sus funciones de aislante térmico. Con el fin de que esta técnica sea eficaz, es preciso mantener una capa de aire entre las dos cubiertas.
La mejor eficacia térmica de las dobles coberturas se consigue para separaciones comprendidas entre los 1,8 y 3,75 cm.
La utilización de una doble cubierta, que puede ser del mismo material o de material diferente, comporta una reducción de las pérdidas de calor.
El inconveniente que presenta es una pérdida de luminosidad en el interior del invernadero (puede estimarse en un mínimo del 15%, dependiendo del material empleado).

4.4. ACONDICIONAMIENTO A ALTAS TEMPERATURAS

Se utiliza el acondicionamiento térmico en las épocas de temperatura elevada, por dos razones básicas: para obtener beneficio del invernadero en un período de tiempo que ocupe todo el año, y porque las altas temperaturas hacen más difícil el desarrollo de las plantas. Para disminuir la temperatura del invernadero se pueden emplear los medios siguientes:

- Acción sobre la cubierta:
  - Sistemas de sombreo, como el encalado y las mallas
- Refrigeración de la cubierta con agua:
  - Ventilación
  - Removiendo el aire interior
  - Refrigeración por evaporación de agua
- Cooling system
- Mist system

4.4.1 Sistemas de sombreo

El objetivo principal del sistema de sombreado es reducir la radiación solar que llega al invernadero y, con ello, provocar un descenso de la temperatura en el interior. Es el sistema más utilizado por ser muy fácil y sencillo de aplicar, aunque no permite grandes bajas en la temperatura.

Los sistemas de sombreo se pueden dividir en estáticos, que son aquéllos que, una vez instalados, sombrean de una manera constante sin posibilidad de ajustar el grado de sombreo, y los dinámicos, que son aquéllos que permiten una graduación de la radiación solar en función de las condiciones ambientales del invernadero.

Sistema de sombreo por encalado en un invernadero



Malla de polietileno negra utilizada como sombrero en el interior de un invernadero



4.4.1.1. Sistemas de sombreo estáticos

ENCALADO O BLANQUEADO

Es uno de los sistemas de sombreo más extendidos. Consiste en blanquear las paredes del invernadero a base de blanco de España o de cal apagada. El blanco de España, o carbonato cálcico, es más fácil de eliminar por lavado, por lo que se aconseja en zonas de poca lluvia.

Para el blanqueo se utiliza una mezcla de 15 a 20 Kg de producto comercial en 100 l de agua. Para que aumente la adherencia a las paredes del producto, se aconseja añadir algún producto coadyuvante. La aplicación de la mezcla se hace mediante la pulverización con cualquiera de las máquinas que se utilizan en los tratamientos fitosanitarios.

Para obtener la opacidad deseada, se aconsejan 2 o 3 aplicaciones. Se consigue así regular mejor la luminosidad, a medida que van aumentando la luz y la temperatura. Para la eliminación del blanco de España, se recomienda utilizar una solución a base de sulfato amónico al 10%, tomando la precaución de no dañar los cultivos del invernadero.

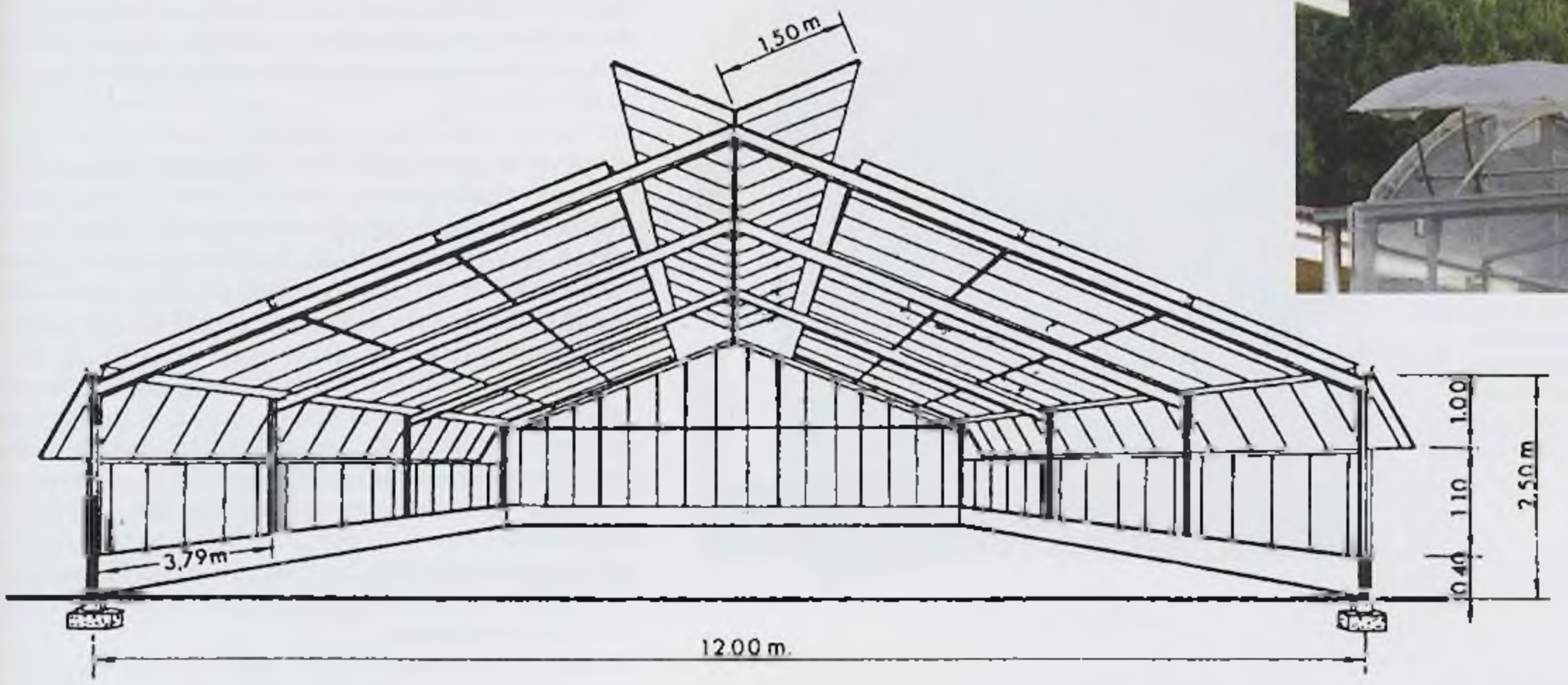
En cuanto al efecto del encalado sobre la temperatura del aire, dependerá del tipo de invernadero sobre el que se utilice, notándose más en un invernadero hermético que en otro ventilado.

Los principales inconvenientes que presenta el sistema de encalado son que no permite ajustar el grado de sombreo y que las aplicaciones no homogéneas provocan diferencias en la cantidad de luz que llega al cultivo.

MALLAS FIJAS

Las mallas más utilizadas son las que están tejidas con rafia de polietileno o bien polipropileno, aunque se utilizan otros materiales con el mismo fin. Se pueden confeccionar en varios colores, siendo el blanco y el negro los dominantes, bien sean solos o combinados. La gama de mallas existente es muy amplia, con distintos porcentajes de transmisión y reflexión de la luz, y porosidad al aire. En el mercado se encuentran mallas que van del 30 al 90% de opacidad.

Existe otro tipo de malla confeccionada con rafia de poliéster a la que se une una capa de aluminio brillante. Son mallas aluminizadas. Su ventaja es que reflejan parte de la radiación solar en lugar de absorberla, con lo que se reduce la temperatura.





Invernadero de dos vertientes, con ventanas de ventilación laterales y cenitales, y detalle de ventana cenital en un invernadero de curva

Siempre que sea posible, deben situarse las mallas de sombreo en el exterior del invernadero, dejando además una cámara de aire entre la malla y la cubierta. De esta manera se reduce la vida útil de la malla y se complica la instalación, pero aumenta la disminución de la temperatura. Una malla en el interior absorbe la radiación solar y la convierte en calor que, a su vez, debe ser evacuado por ventilación. Lo contrario sucede con la malla exterior, que es refrigerada por el aire exterior al invernadero.
Otra característica que deben cumplir las mallas, es la permeabilidad al aire, ya que a menudo disminuye el intercambio de aire entre la vegetación y el medio exterior. Sombreo y ventilación tienen que ir asociados.

Temperaturas alcanzadas en invernaderos con mallas interiores y exteriores de las mismas características:

TIPO DE INVERNADERO	*TEMPERATURA MEDIA*
- Aire libre	*33°C*
- Invernadero sin sombreo	*46,6°C*
- Invernadero con sombreo del 45% en el exterior	*40,8°C*
- Invernadero con sombreo del 45% en el interior	*50,5°C*

4.4.1.2. Sistemas de sombreo dinámicos

MALLAS MÓVILES

La utilización de mallas fijas tiene un inconveniente: durante las primeras horas del día y las últimas de la tarde, así como durante los días nublados, el sombreo es excesivo, lo que produce una disminución en la actividad de la planta.
Si se cuenta con un mecanismo que arrastre la malla y extienda o cierre ésta en función de los niveles de luz, se puede lograr un uso más eficaz de la radiación solar disponible.

Los elementos básicos de un equipo de arrastre de malla son: un eje de giro motorizado, unos cables de acero que se enrollan en el eje y desplazan la malla, un conjunto de poleas y un sensor de la radiación solar en el interior del invernadero.

4.4.2. Refrigeración de la cubierta con agua

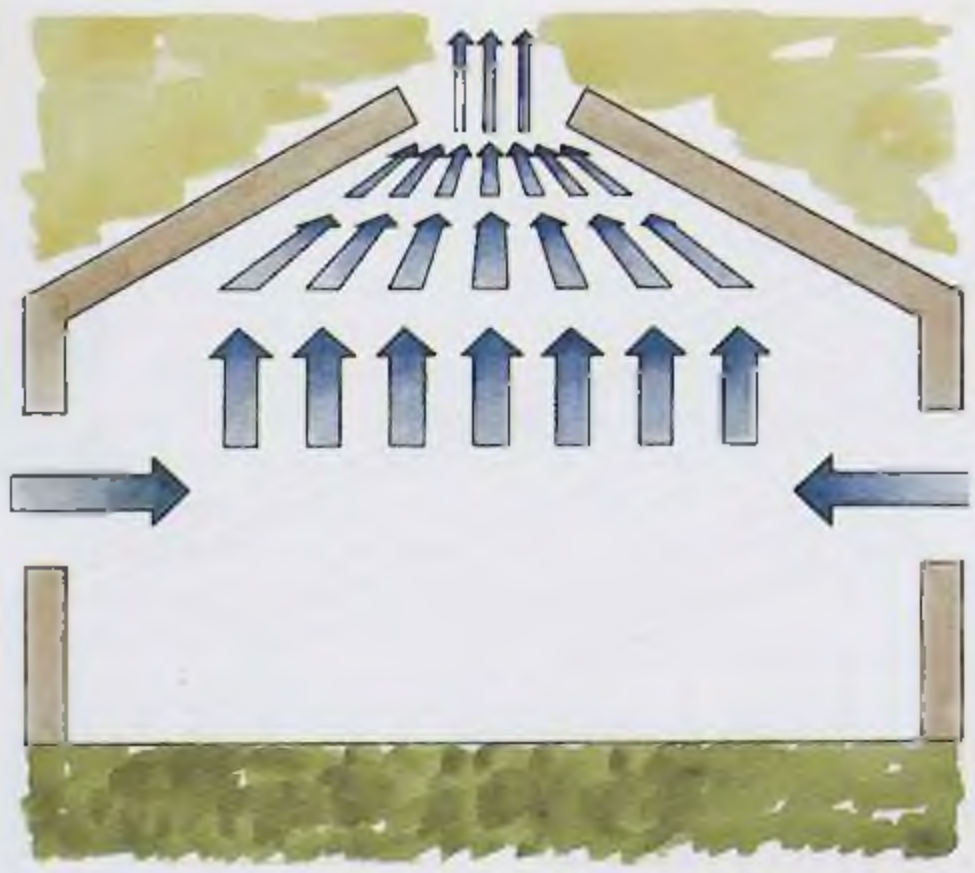
Algunos invernaderos tienen instalado un sistema de riego en su cubierta, de modo que es posible crear una película de agua que fluye sobre las paredes. El efecto es positivo en cuanto al control de las temperaturas máximas, y mínimo en cuanto a la limitación de la luminosidad. Si esta lámina de agua se tiñe con un colorante, disminuye la transparencia y, por tanto, la luminosidad dentro del invernadero, bajando con ello la temperatura.
El agua utilizada debe tener una concentración baja de carbonato cálcico, ya que éste no sólo se deposita en cristales y estructura, sino que también obstruye los difusores con los cuales se provoca el velo de agua.
Este sistema presenta el inconveniente de necesitar una gran cantidad de agua. Aunque la instalación tenga prevista la recuperación del líquido, siempre hay un gasto excesivo, ya que gran parte se pierde por evaporación.

4.4.3. Ventilación

Es importante la renovación del aire dentro de un invernadero, ya que actúa sobre el clima de cultivo creado en el interior. No sólo cambia la temperatura del aire, sino que también afecta a la humedad, al oxígeno y al anhídrido carbónico. La ventilación puede ser natural o mecánica.

4.4.3.1. Ventilación natural

La ventilación natural se basa en que el aire caliente pesa menos que el aire frío y por ello se eleva más.



Ventilación cenital natural

Circulación de aire en una ventilación natural cenital

La ventilación en el invernadero se consigue abriendo ventanas y creando corrientes de aire naturales. La superficie de ventanas abiertas en el invernadero dependerá de las dimensiones de éste y del tipo de ventanas utilizado.
Las ventanas pueden estar situadas en las paredes laterales o bien en la techumbre. Éstas últimas son las ventanas cenitales.
Se pueden utilizar solamente unas u otras, pero lo más efectivo es la utilización de los dos modelos a la vez.
Tanto si se utiliza sólo ventanas cenitales como sólo laterales, se aconseja que éstas representen el 20% de la superficie total del invernadero. Si se utiliza la combinación de los dos modelos, las ventanas cenitales ocuparán el 10%, mientras que las laterales representarán el 15% del total de la superficie del invernadero.

Ventilación natural en un invernadero de forma curva con un sistema de apertura por cremalleras

La apertura y el cierre de las ventanas puede ser más o menos mecanizado. Las ventanas laterales pueden abrirse haciendo girar una manivela, en un sentido u otro, enrollando y desenrollando la lámina de plástico que la cubre.
Un mecanismo muy común de apertura y cierre de ventanas es por medio de cremalleras o engranajes. Este mecanismo consta de una serie de piñones que engranan en la cremallera que está adosada a las ventanas. De esta forma, cuando giran los piñones hacen subir o bajar la cremallera. Este mecanismo se puede accionar de forma manual o por medio de un motor eléctrico.
La apertura y cierre también puede regularse automáticamente mediante un termostato y un regulador eléctrico, actuándose según los cambios de temperatura en el invernadero. Cuando la temperatura se eleva por encima de lo establecido, se cierra el circuito eléctrico y el motor abre las ventanas, que luego se cierran del mismo modo, cuando la temperatura desciende por debajo de los límites de regulación del termostato.

4.4.3.2 Ventilación mecánica

La utilización de ventiladores permite un control más preciso de la renovación del aire y, con ello, de la temperatura del invernadero. La corriente de aire es producida por ventiladores-extractores que desplazan el aire caliente del interior al exterior del invernadero, siendo el volumen extraído ocupado por aire de la atmósfera exterior.
Si se desea mantener un salto térmico entre el interior y el exterior del invernadero, próximo a los 5°C, el número de renovaciones por hora tiene que establecerse entre los 40 y 60 cambios, aunque en verano es difícil hacer descender la temperatura a niveles aceptables.
Para asegurar la uniformidad en el flujo de aire, se aconseja una distancia entre ventiladores no superior a los 7,5 m y una distancia mínima sin obstácu-



los a la salida del aire de dos veces el diámetro del ventilador. Se colocarán preferentemente en el techo del invernadero, si hay interferencias para ello en los laterales. También se situarán a favor de los vientos dominantes en verano.

4.4.4. Remover el aire interior

Moviendo el aire del interior del invernadero, se consigue homogeneizar la temperatura y también aumentar la evaporación del agua del suelo y la transpiración de las plantas cultivadas, por lo que en general aumenta la humedad ambiental y, con ello, disminuye la temperatura.
La remoción de aire puede utilizarse cuando el sistema de calefacción del invernadero es por aire caliente, haciendo trabajar los generadores en vacío y creando con ello un movimiento del aire.

4.4.5. Refrigeración por evaporación de agua

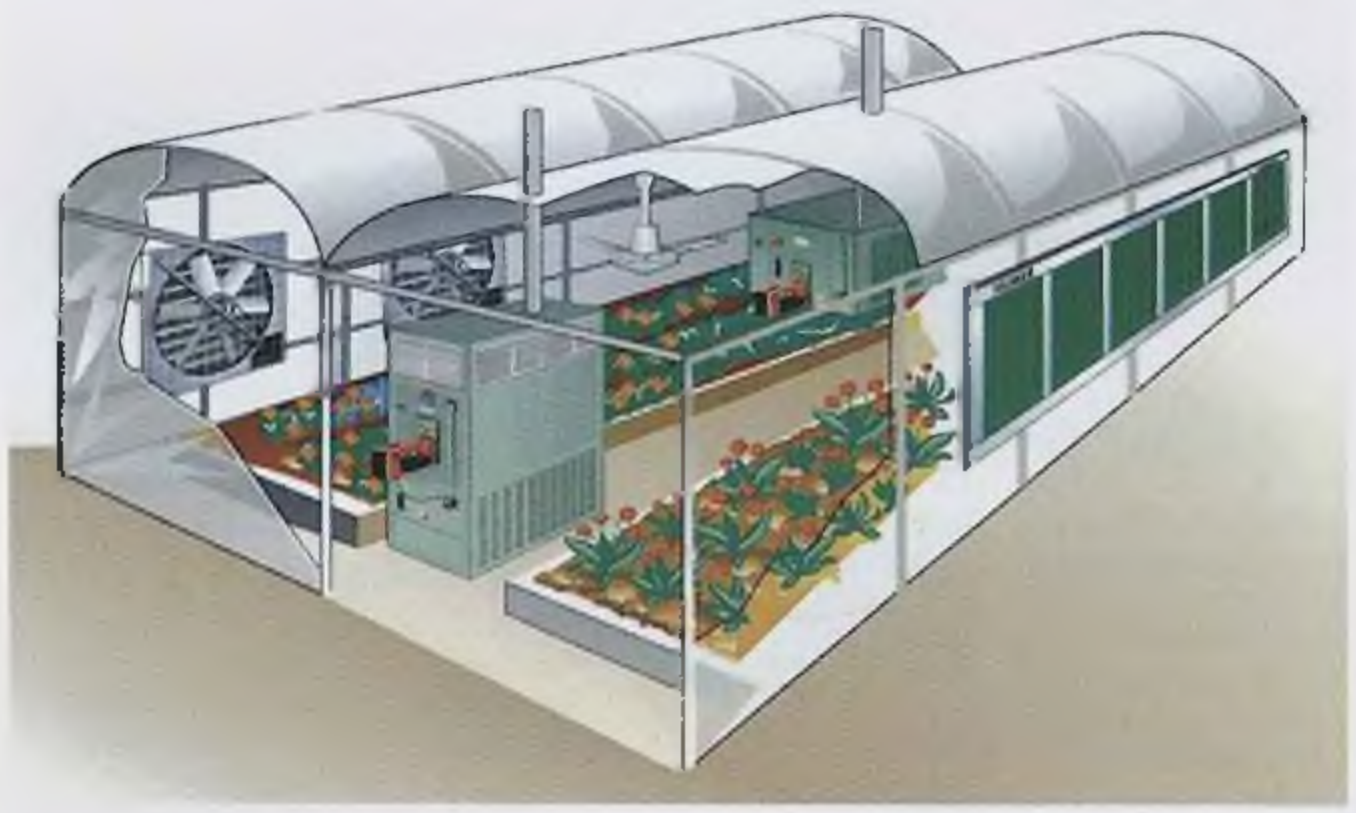
El principio de este tipo de refrigeración es que el agua, al pasar del estado líquido a vapor, absorbe calor del aire del invernadero, con lo que baja la temperatura.

4.4.5.1. Cooling System

Consiste en hacer pasar una corriente de aire desde el exterior del invernadero al interior, a través de una pantalla humedecida constantemente. De esta manera, el aire que entra se enfría y se impregna de humedad.
La pantalla está formada por un material poroso que se satura de agua por medio de un equipo de riego. La distribución del agua se efectúa por la parte superior del panel. En la parte inferior, una canalilla recoge el excedente de agua. Las pantallas porosas están situadas en un lateral o un frontal del invernadero, y en el extremo opuesto se instalan los ventiladores-extractores.
Estos aparatos son del tipo helicoidal con 6 palas, y un motor de 1,5 a 2 CV con capacidad para mover de 200 a 400 m^3 de aire por minuto. En el lado de la aspiración llevarán una protección incorporada, además de una persiana de lamas de aluminio con sistema de apertura automática, que permite mantenerla abierta cuando el ventilador funcione y cerrada cuando esté parado, asegurando así la hermeticidad del invernadero.



Ventilador helicoidal utilizado en el sistema Cooling System, (Modelo Ventigran Serie X). Fabricado por GER



El Cooling System, con ventiladores helicoidales y módulos de refrigeración. La humidificación se hace por sistema evaporativo. (Ventilador Ventigran Edge, ventilador extractor- Ventigran, generador de aire caliente Wind y módulos de refrigeración Humer). Fabricados por GER

HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE EXTERIOR EN %	TEMPERATURA EXTERIOR DEL AIRE (°C)				
	20	25	30	35	40
20	16	19	22,5	26	11,8
30	13,9	17,5	21,8	25,5	29,2
40	15,5	10,9	24	28	32,2
50	17	22,2	26,2	30,7	35

La pantalla suele estar hecha con tela metálica, en cuyo interior se encuentran virutas de madera o serrín o bien materiales celulósicos. Estos últimos son mejores, aunque más caros, ya que admiten aguas de peor calidad, y a diferencia de las pantallas de virutas de madera, no necesitan estructuras auxiliares de soporte. Con el tiempo, las pantallas de virutas de madera se compactan y dejan huecos por donde pasa el aire sin absorber la humedad adecuadamente.
Para que el sistema sea eficaz, el invernadero debe ser hermético, de forma que toda la corriente de aire forzada pase únicamente a través de las pantallas húmedas.
El Cooling System es tanto más eficaz cuanto menos elevada es la humedad del aire exterior.

Nebulización en el interior del invernadero

El agua sobrante que no es capaz de evaporarse en los paneles, regresa al depósito desde donde se suministra el agua para la instalación. En el depósito está instalada la bomba que alimenta de agua la parte superior de los paneles. Se necesita también una fuente de suministro de agua, ya que se evapora aproximadamente un 40% del agua que se distribuye a los paneles.

Existen otras características a tener en cuenta:

- La superficie de paneles a instalar es de 0,35 m^2 para cada 1.000 m^3/h de aire renovado.
- La pantalla debe situarse en la pared norte del invernadero, para que en invierno reste menos luminosidad al interior.
- La distancia entre la pantalla y el ventilador- extractor debe establecerse entre los 20 y 25 m, y nunca debe ser superior a 40 m.
- Para una alta efectividad, el número de renovaciones del aire debe situarse entre 40 y 60 por hora.
- La altura de la pantalla no debe ser mayor de 2,5 m, ni menor de 0,5 m para un flujo uniforme del agua.
- Debe haber 3 ventiladores-extractores por cada 1.000 m^2 de cubierta de invernadero.
- La distancia entre ventiladores contiguos no debe ser superior a 10 m.
- La potencia del motor de la bomba de distribución del agua es de 2 CV por cada 1.000 m^2 de superficie cubierta.

La puesta en marcha automática se hace mediante termostato.
Éste abre o cierra contactos que ponen en marcha o paran los ventiladores y la bomba de agua cuando la temperatura aumenta o disminuye. De todas formas, el mantenimiento de este sistema puede resultar algo caro.
Hoy en día, sólo se aconseja en cultivos de alto rendimiento económico o que necesariamente tienen que cultivarse en épocas de excesivo calor. También ha dado buenos resultados para la multiplicación de plantas, facilitando el enraizado.



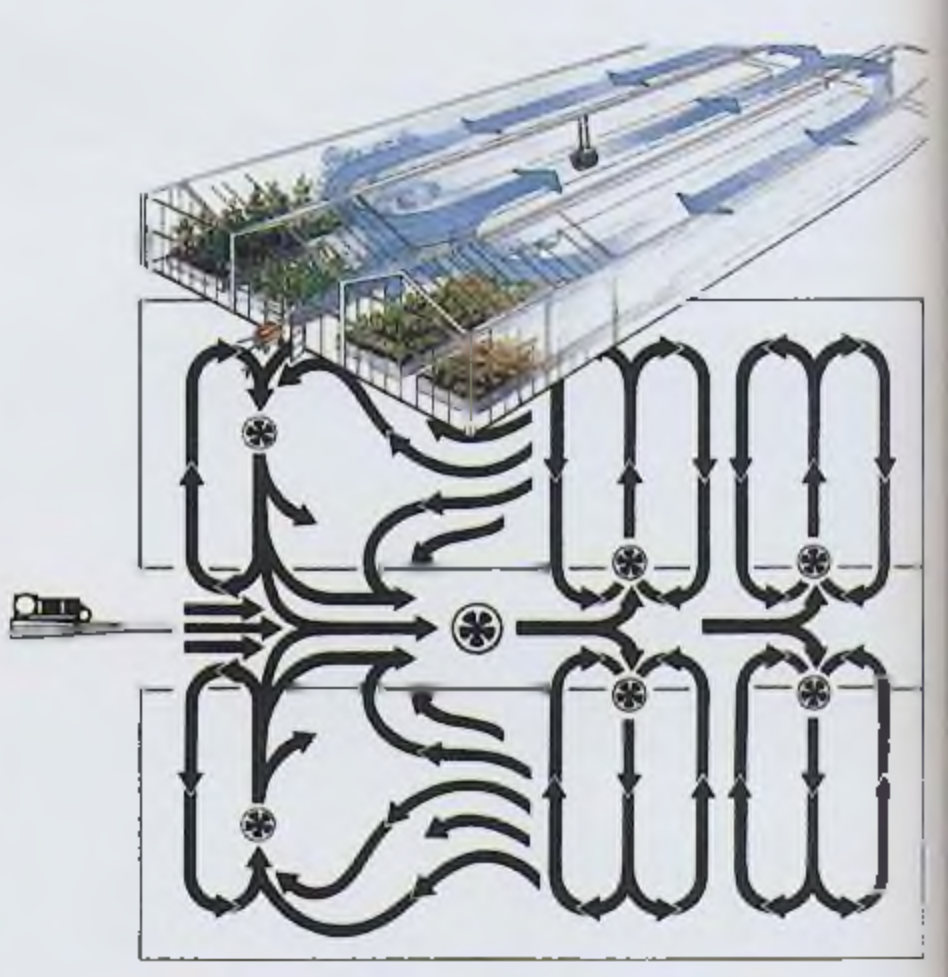
4.4.5.2. Mist System

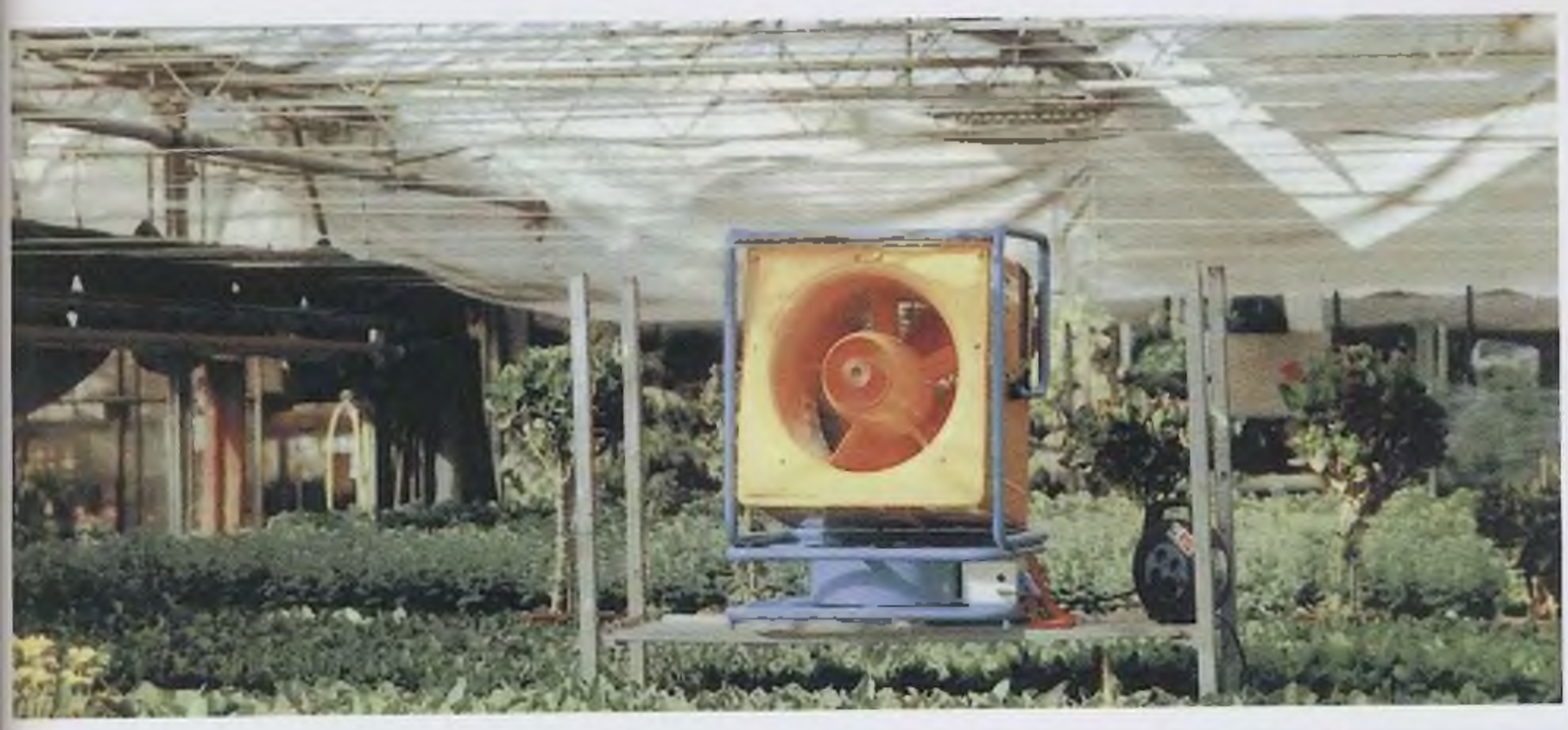
Se basa en la creación de niebla de forma artificial en el interior del invernadero. La nebulización es la distribución en el aire de un gran número de partículas de agua líquida de tamaño próximo a las 10 micras. Debido al escaso tamaño de las partículas, éstas permanecen suspendidas en el aire del invernadero el tiempo suficiente para evaporarse sin llegar a mojar el cultivo.
El sistema consiste en una instalación de tuberías que conducen agua a presión a unos aparatos llamados nebulizadores. En ellos se encuentra el elemento más delicado de todo el conjunto: la boquilla de nebulización. De su diseño dependerá la calidad de la instalación.
La boquilla recibe el agua a presión, la divide en gotas minúsculas y las dispersa a corta distancia, operación para la cual se necesita energía. En función del equipo de energía, las boquillas pueden ser hidráulicas, gaseosas, centrífugas y térmicas.

Abajo izquierda: Sistema de nebulización utilizado también en la lucha contra las plagas



Abajo derecha: Sistemas de nebulización Pulsfog. Es posible nebulizar desde la puerta, siempre que el invernadero esté equipado con ventiladores que repartan la niebla. (Fabricado por Dr. STAHI + SOHN)





El nebulizador Fog Turbomatic permite una nebulización estacionaria. Va equipado con un ventilador para la circulación del aire. (Fabricado por Dr. STAHL + SOHN)

Los sistemas de nebulización más empleados son los siguientes:

4.4.5.3. Boquillas de alta presión

Son boquillas conectadas a tuberías timbradas para soportar una presión de trabajo de 60 Kg/cm^2. El diseño de la boquilla es tal que el chorro de agua choca con un obstáculo a su salida y se dispersa formando un cono de gotas pequeñas, de las que el 95% son menores de 20 micras de diámetro. Generalmente se instala una boquilla por cada 6 a 8 m^2 de invernadero. El caudal de agua evaporada por boquilla es de 5 l/h.

Los elementos principales de esta instalación son:

- Bomba, motor y tubería de alta presión.
- Inyectores para tratamiento de agua. Si ésta proviene de un pozo superficial o alberca, es preciso añadir cloro a 0,5 ppm para controlar el desarrollo de algas y bacterias.
- Filtros de malla de alta presión.
- Boquilla nebulizadora.
- Equipo de control: un termostato para controlar la temperatura y un humidostato en serie para cortar el funcionamiento cuando la humedad supera un valor preestablecido.

4.4.5.4. Boquilla de baja presión

El sistema consta de los mismos elementos que el anterior, pero la presión de trabajo es de 3 a 6 Kg/cm^2.

El tipo de boquilla utilizado puede ser variable:

- Orificios de 10 micras por donde salen gotas de agua fina. Son las boquillas más sencillas, pero las que se obturan más fácilmente.
- Humificador ultrasónico: se dirige la corriente de aire comprimido contra un resonador de forma hueca y redondeada situado enfrente de la salida de agua. El agua atraviesa un campo de ondas y se dispersa en forma de gotas de tamaño igual o menor a 10 micras. La nebulización ultrasónica es extremadamente fina y seca, pero muy costosa.
- Boquillas más económicas y de calidad aceptable. Utilizan una mezcla de aire de 6 a 8 Kg/cm^2 con agua de 3 a 5 Kg/cm^2. La mezcla se produce en el cuerpo interior de la boquilla. El precio de la instalación es menor, aunque se necesita un compresor de aire. Además la corriente de aire ayuda a limpiar la boquilla e impide el goteo cuando se corta el agua.





El Ribertec es un equipo electrónico de nebulización, de ultra bajo volúmen. (Fabricado por TECTRAPLANT, S. A.)

4.4.5.5. Humidificadores de aire

Constan de partes móviles. Algunos modelos utilizan la fuerza centrífuga para producir gotas de agua pequeñas y un ventilador que las extiende por el invernadero. Los equipos tienen capacidad para nebulizar entre 40 y 200 l. La calidad es menor que en otros sistemas y necesita mayor mantenimiento, pero su coste es más bajo.

4.5. REGULACIÓN DE LA HUMEDAD

La humedad del ambiente de un invernadero depende fundamentalmente del agua que tenga el suelo y de la humedad del ambiente exterior; lógicamente también va en función de la temperatura.
La evaporación del agua del suelo, junto con la transpiración de las plantas, es el origen de la humedad en el ambiente del invernadero cuando la humedad atmosférica en el exterior es baja.
Para corregir los defectos de humedad en el ambiente, se pueden emplear los siguientes medios:

• Mantener la humedad en el suelo mediante:

Bajo estas líneas: El control de la humedad es primordial en planteles y semilleros

-Riegos: riegos adaptados al cultivo, teniendo en cuenta de no perjudicarlo por exceso
-Balsetas de agua: pequeños depósitos de agua distribuidos en el suelo del invernadero



A la derecha: Características técnicas de un humidificador

– Aportación de agua atomizada	15 l/h
– Caudal de aire	3.000 m^3/h
– Motor	
(trifásico o monofásico de 220/380)	0,5 CV
– Presión del agua	no necesita
– Tubería de alimentación de agua	
(diámetro interior)	10 mm
– Tubería de desagüe	
(diámetro interior)	22 mm
– Peso aproximado	25 Kg

• Enriquecer de agua el suelo por:

-Riego por aspersión: para cultivos que precisan una humedad alta. Se aplicará en las horas del día en que el invernadero presente más bajo nivel de humedad
-Cooling System
-Mist System

• Disminuir la temperatura mediante:

-Ventilación
-Renovación del aire
-Disminución de la luminosidad

Los excesos de humedad son difíciles de corregir, principalmente cuando se debe a una humedad alta en el ambiente exterior, como suele ocurrir cuando hay niebla y rocío nocturno. Los medios para disminuir el exceso de humedad son los siguientes:

• Forzando la entrada de aire seco del exterior
• Evitando el exceso de humedad en el suelo con riegos y acolchados
• Aumentando la temperatura mediante calefacción

4.5.1. Humidificadores

Para la humidificación de la atmósfera, podemos recurrir a los humidificadores colocados en el invernadero de la forma más apropiada.
La finalidad de estos aparatos es regular las oscilaciones de humedad que sufre la atmósfera de un invernadero a lo largo del día.
Estos aparatos funcionan automáticamente mediante sistemas de control a distancia, con un termostato que acusa y mantiene el grado de humedad necesario en la atmósfera del invernadero. Este aparato se llama humedostato.
Los humidificadores son aparatos emisores de tipo centrífugo capaces de pulverizar de 7 a 40 l/h de agua.
Se puede también humedecer la atmósfera del invernadero aplicando a los generadores de aire caliente un sistema especial de humidificación.

4.5.2. Control de la condensación en la cubierta del invernadero

La condensación sobre las paredes interiores del invernadero depende de la humedad del ambiente, del material de cubierta y de la temperatura, tanto interior como exterior.
Respecto a la humedad, no es necesario que el aire del invernadero esté saturado para que se produzca condensación en las paredes; hasta con que la temperatura exterior de la cubierta esté a unos grado centígrados menos que el interior.
El material de cubierta tiene un gran efecto sobre la condensación, ya que según sea su tensión superficial, sujetará más o menos la lámina de agua condensada. Así, en el caso del polietileno, el agua condensada no se desliza por las paredes inclinadas, sino que forma gotas que, al aumentar de tamaño, rompen la tensión y caen verticalmente.
Para controlar la condensación, se deberá utilizar la ventilación o la calefacción y, con ello, disminuir la humedad interior y aumentar la temperatura de la cubierta del invernadero.

4.6. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Es muy difícil suplir realmente las necesidades de luz durante todo el ciclo de cultivo de una planta. Además de ser complicado, no es rentable en la mayoría de los casos, ya que no sólo es alto el coste de instalación, sino también la energía eléctrica precisa para su mantenimiento.
Por ello, la iluminación artificial se utiliza en momentos muy determinados del ciclo productivo de la planta, por ejemplo para inducir o inhibir algunos fenómenos como la floración, la pigmentación de las hojas y de las flores o el alargamiento del tallo. También se utiliza en empresas especializadas en una sola fase del ciclo productivo, como puede ser la multiplicación.

4.6.1. Técnicas de iluminación

Las técnicas de iluminación empleadas en los invernaderos dependen básicamente de su función. Se dividen en:

- **Iluminación fotoperiódica**. Utilizan la luz artificial para modificar el fotoperíodo de la planta.
- **Iluminación suplementaria**. Integrada a la luz natural para aumentar la asimilación neta y con ello forzar una mayor tasa de fotosíntesis.

4.6.1.1. Iluminación fotoperiódica

La luz artificial se utiliza para modificar el fotoperíodo de la planta.

Se pueden utilizar para ello dos técnicas de iluminación:

- La ampliación de la duración del día, prolongando las horas de luz del amanecer o después de la puesta del sol, implica dos períodos luminosos. El primero consiste en un período de iluminación natural de alta intensidad luminosa, y el segundo es el período de ampliación. En este segundo período, se necesitan unos niveles relativamente bajos de iluminación artificial. Normalmente se utilizan potencias eléctricas de 10 a 15 w/m^2.
- La interrupción de la fase oscura separa dos períodos luminosos sucesivos. Con ella encontramos también dos períodos luminosos. El de iluminación natural a alta intensidad y la fase corta luminosa a baja intensidad que interrumpe la fase oscura.

Las necesidades en luz, desde los puntos de vista cualitativo y cuantitativo, varían según el tratamiento luminoso empleado, ya que el primero (la ampliación de la duración del día) se utiliza para inducir por ejemplo la floración en plantas de día largo (plantas que para florecer necesitan una duración del día no inferior a 12 horas).
El segundo, de interrupción de la fase oscura, se utiliza para inhibir por ejemplo la floración en plantas de día corto (plantas que para florecer necesitan una duración del día no superior a 12 horas). Con ello se incrementa el crecimiento vegetativo, en una época en que se vería favorecida la floración sin que las plantas tuvieran un cierto tamaño.
Éste último también se puede utilizar para otros fines, como por ejemplo evitar la caída de las hojas en arbustos ornamentales de hoja caduca o conseguir un mejor enraizamiento de esquejes en plantas ornamentales.
La interrupción de la noche es extremadamente eficaz en las plantas de día corto. Por el contrario, el mismo tipo de tratamiento es muy poco eficaz en plantas de día largo.
La prolongación del día debe hacerse con lámparas de incandescencia, para que sea efectiva para las plantas de día largo e incluso para las de día corto, ya que cuestan menos, producen un menor sombreado en el invernadero durante el día, y tienen un rendimiento apenas inferior a la luz blanca fluorescente.
Esta luz artificial podría aplicarse en horas nocturnas para conseguir un aumento de la fotosíntesis, pero el rendimiento conseguido no compensa el coste de consumo eléctrico. La potencia eléctrica necesaria para que la planta pueda realizar la función fotosintética con normalidad es de 500-1.000 vatios/m^2 de invernadero.

Iluminación con lámparas eléctricas





4.6.1.2. Iluminación suplementaria

Durante gran parte de los meses invernales, la luz natural tiene un nivel insuficiente para conseguir un adecuado crecimiento de la planta, razón por la cual se debe recurrir al aporte de luz artificial suplementaria y aumentar con ello el aprovechamiento fotosintético.
La iluminación suplementaria se diferencia de la anterior por el momento de su aplicación, que se produce al mismo tiempo que la luz natural, por las fuentes luminosas empleadas y por la potencia necesaria en su aplicación.

4.6.2. Tipos de lámparas

La elección del tipo de lámpara depende principalmente de su empleo. Se utilizarán lámparas cuyo espectro de emisión sea lo más parecido posible a la radiación solar y que, además, mantengan uniforme la radiación durante el tiempo de funcionamiento.

Las características técnicas que deben tenerse en cuenta son las siguientes:

-Distribución espectral de la luz emitida
-El coste tanto de instalación como de consumo de energía eléctrica
-La potencia exigida
-El rendimiento de la lámpara que indica el porcentaje de la potencia que se transforma en luz

4.6.2.1. Lámparas de incandescencia

Emiten gran cantidad de radiación roja e infrarroja, por lo que su grado de emisión de calor es elevado. Se emplean para inducir la floración en plantas de día largo. Si se utilizan como iluminación suplementaria, pueden determinar un alargamiento en los tallos.

4.6.2.2. Tubos fluorescentes

Tienen poca utilización en el invernadero, debido a la gran superficie que sombrean. Pueden utilizarse como iluminación suplementaria y para interrumpir el período nocturno.
Presentan un escaso porcentaje en radiación infrarroja y, por ello, una escasa emisión de calor.

Tipos y características de lámparas empleadas en iluminación de invernaderos (T. Sante Beltramelli)

Características	Tipo de lámpara			
	Incandescentes	Vapor de mercurio	Incandescentes y vapor de mercurio	Fluorescentes
Luz producida	Luz visible 6-7% Rojo e infrarrojo (elevado poder calorífico)	Luz visible 16% y ultravioleta	Mixta	Luz visible 25% Mixta con preponderancia de azul y rojo
Potencia	3 W/m²	150-200 W/m²	—	—
Rendimiento luminoso	10%	90%	30%	90% (emana poco calor)
Vida útil	1.000 horas	3.500 horas	2.000 horas	3.500 horas
Aplicación	Invernadero de grandes dimensiones; adelanto o retraso de la floración	Crecimiento de plantas	Adelanto de la floración	Crecimiento de plantas
Observaciones	Bajo costo de instalación; elevado costo de uso	Atención al tipo comercial que se elige	Elevado costo de uso	Débil intensidad luminosa; colocación en batería de 3-4

Tipos de focos luminosos, potencia instalada, duración de la radiación y altura de colocación (J. Miranda de Larra y de Onis)

Finalidad	Tipo de lámpara	Potencia instalada W/m²	Duración diaria de la radiación	Altura
Iluminación suplementaria para aumentar la fotosíntesis	a) Lámparas grandes de fluorescencia con mercurio b) Tubos fluorescentes	50-100	4 a 10 horas	0,8 a 1,5 m
Cultivo en luz solar. Cámaras de cultivo o ambientes artificiales	a) Lámparas grandes de fluorescencia con mercurio b) Tubos fluorescentes c) Incandescencia (cajas de germinación)	200-1 000	16 horas (días largos) 10 horas (días cortos)	1 m
Iluminación complementaria para obtener días largos	a) Tubos fluorescentes b) Incandescencia en algunos casos	5-50	5 horas	1 m
Forzado de bulbos	a) Tubos fluorescentes b) Incandescencia	100	12 horas	0,8 a 1,5 m
Forzado de floración con luz artificial únicamente	a) Tubos fluorescentes b) Incandescencia	25-100	10-12 horas	—
Rotura de la fase oscura	a) Tubos fluorescentes b) Mixtos	25	1-3 horas (iluminación total de intermitentes)	—

4.6.2.3. Lámparas de vapor de mercurio

Se utilizan cuando el cultivo necesita una gran intensidad luminosa. La distribución espectral de la luz producida es bastante equilibrada y adecuada para la iluminación suplementaria.
Son utilizadas también para aumentar la fotosíntesis y para conseguir la inducción fotoperiódica, no siendo muy elevada la emisión de radiación roja e infrarroja.

4.6.2.4. Lámparas de sodio

Tienen un espectro de emisión restringido que puede producir algunas respuestas anómalas en la planta. Son utilizadas en la iluminación suplementaria.
Poseen una eficacia en luz visible muy elevada, superior al 25%, con poca emisión calorífica, pudiendo alcanzar su vida útil las 7.000 horas.

4.7. INVERNADEROS SOLARES

Entre las fuentes de energía alternativas, la más atractiva, por su carácter de inagotabilidad y pureza, es la energía solar.
La energía solar que incide en nuestro país es en general elevada, con insolaciones horarias de 2.000 a 3.000 horas de sol en verano y unas 1.000 horas en invierno.
Existen numerosos estudios en este sector. Sin embargo, las aplicaciones prácticas son hasta ahora muy escasas. La utilización de la energía solar para usos domésticos está más desarrollada, especialmente en países del sur.
Esta fuente gratuita de energía es aprovechada actualmente con rendimientos importantes. Las instalaciones solares tienen un bajo coste de mantenimiento, pero la inversión inicial puede ser cuantiosa. Para que las instalaciones sean rentables, los equipos de captación de radiación y de cesión de calor tienen que ser sencillos y suficientemente económicos para ser adaptados al medio rural.
La captación de energía solar para calefacción de invernadero puede ser de dos tipos:
• Siendo el propio invernadero el colector, ya sea porque éste forme parte de la estructura, o bien porque esté situado en el interior, y
• Mediante la instalación de colectores solares en el exterior del invernadero.

4.7.1. Colectores integrados en el invernadero

El sistema solar de calefacción más sencillo situado dentro del propio invernadero es el que consiste en una serie de tubos de polietileno transparente llenos de agua y dispuestos entre las líneas de cultivo. De esta manera, capta la radiación solar durante el día, calentando el agua de las bolsas y cediendo ese calor lentamente al invernadero por la noche.
En conjunto, el sistema es económico en cuanto a instalación y mantenimiento. Si el cultivo no sombrea las bolsas en su crecimiento, se obtiene con él un aumento de las temperaturas nocturnas de 4-6°C, por lo que se puede considerar también eficiente para luchar contra las heladas.

Las dimensiones del invernadero, para este tipo de sistema, deben ser reducidas, no siendo adecuado para grandes producciones, sino más bien para fines especiales como semilleros o invernaderos de reproducción.

4.7.1.1. Inclinación de las paredes

La pared expuesta al sur es la que permite una mayor penetración de la radiación solar (en el hemisferio norte). Por ello es la superficie que debe ser acristalada.
Se aconseja que, para conseguir la máxima cantidad de radiación, la inclinación del techo sea de 60°. La elección de este ángulo depende también del tipo de luz y de construcción del invernadero.
La posición del sol varía a lo largo del año. Por ello, la inclinación de la parte acristalada debe ser la media con relación a las posiciones que el sol adopte en los diversos meses.
La elección técnica del ángulo es compleja, pero en la práctica se puede hallar añadiendo 20° al valor de la latitud del lugar de instalación del invernadero.
En la pared norte, la entrada de radiación solar es más limitada que en la pared sur. Para conseguir un aislamiento completo y reducir la pérdida de calor, se utilizará en esta pared material no acristalado. Una forma de hacerlo es introduciendo polietileno entre dos láminas de plástico, pintando además la parte interior de blanco para que la radiación que entre por la parte acristalada se refleje en el interior del invernadero.
Las paredes laterales en este tipo de invernadero quedan reducidas y la radiación solar las afecta durante un tiempo breve por lo que su aportación en cuanto al calentamiento del invernadero es muy pequeño.



La iluminación artificial favorece el proceso de fotosíntesis

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA



Colectores para la obtención de energía solar

Un sistema convencional de captación y distribución de calor por energía solar
***A/** Red de distribución en el interior del invernadero*
***B/** Sistema de almacenaje*
***C/** Sistema de calefacción convencional de apoyo*
***D/** Red de transferencia de calor del colector al sistema de almacenaje*
***E/** Aislamiento*
***F/** Cubierta transparente*
***G/** Placa de absorción*

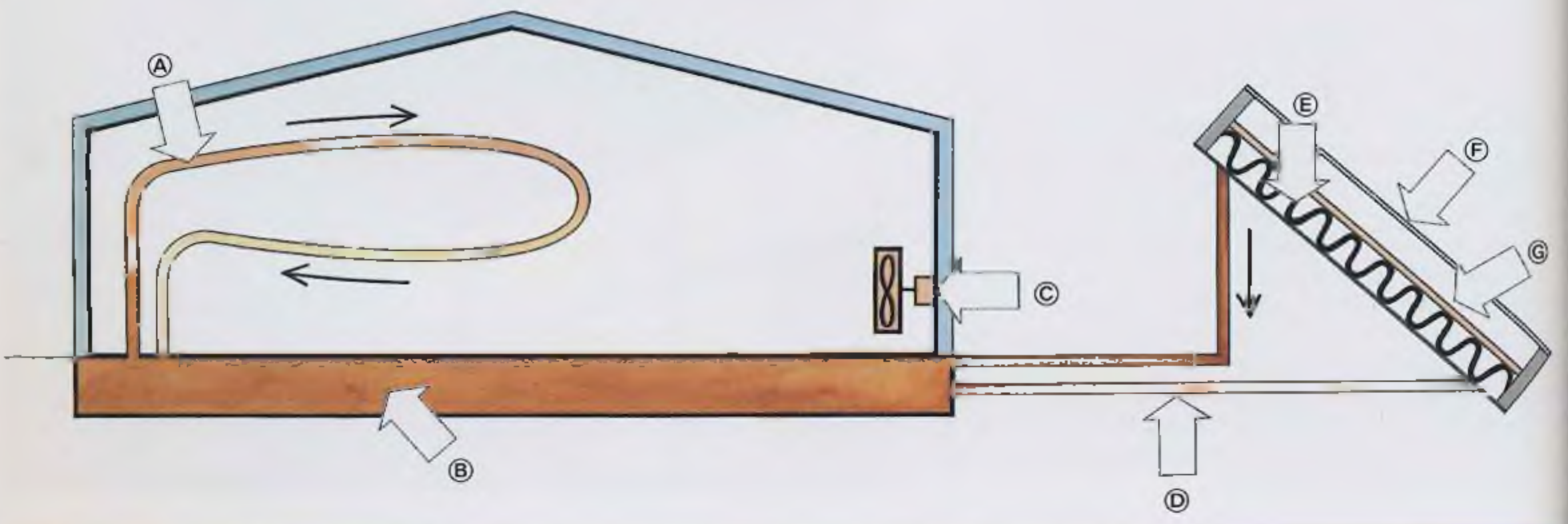
4.7.1.2. Aislamiento

Las paredes no acristaladas pueden aislarse con materiales colocados dentro de los muros de ladrillo. En cuanto a la superficie acristalada, para mantener la máxima entrada de radiación, ésta debe estar limpia. La superficie acristalada durante la noche es una zona de pérdida de calor.
Para solucionar esta pérdida de calor, se puede colocar una doble pared, aunque presenta el inconveniente de reducir la luminosidad en el interior del invernadero. Otro sistema es cerrar la superficie durante la noche con un mecanismo de ventanales no transparentes que, al abrirse por la mañana, actúen a su vez de parábola para aumentar la radiación en el interior del invernadero. El mecanismo de apertura y cierre puede ser automático.

4.7.2. Colectores exteriores al invernadero

Los colectores planos convencionales tienen un precio elevado y la superficie ocupada es alta, por lo que limitan a su vez la superficie de cultivo. Esto puede solucionarse con una ubicación estratégica en taludes o zonas marginales. La colocación del colector es más efectiva cuando están orientados al sur y el plano del colector es perpendicular a los rayos solares del mediodía.
Un sistema convencional de captación y distribución de calor por radiación solar consta de las siguientes partes:

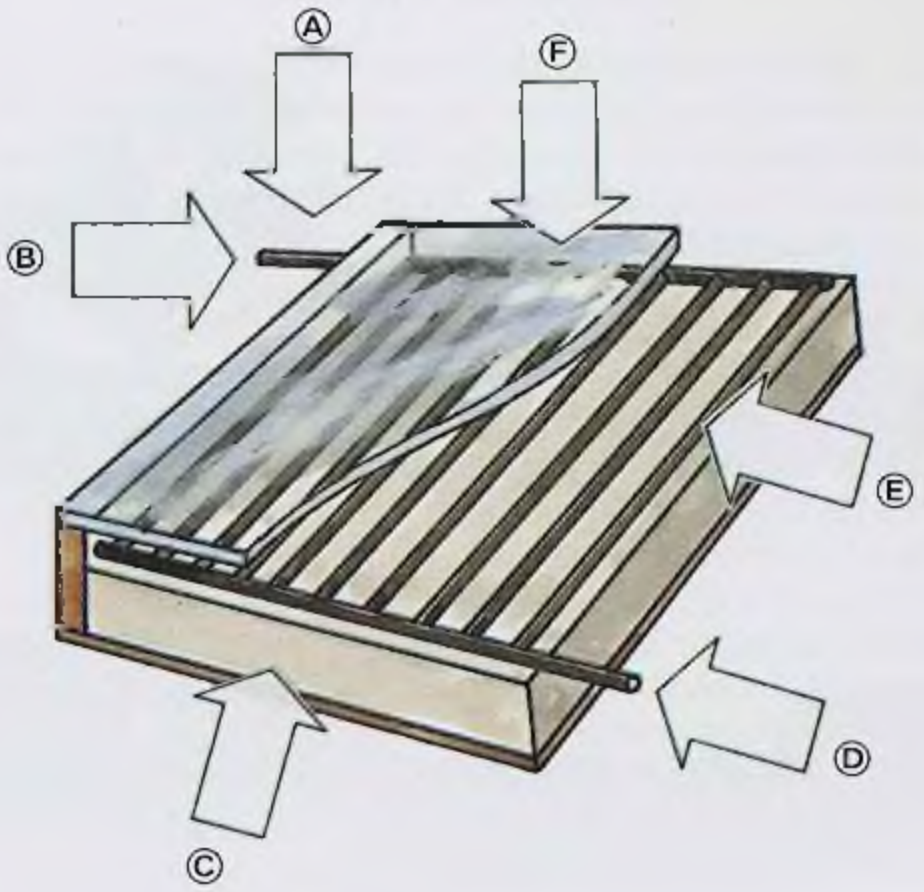
- Colectores externos
- Sistema de almacenaje
- Sistema de distribución del calor



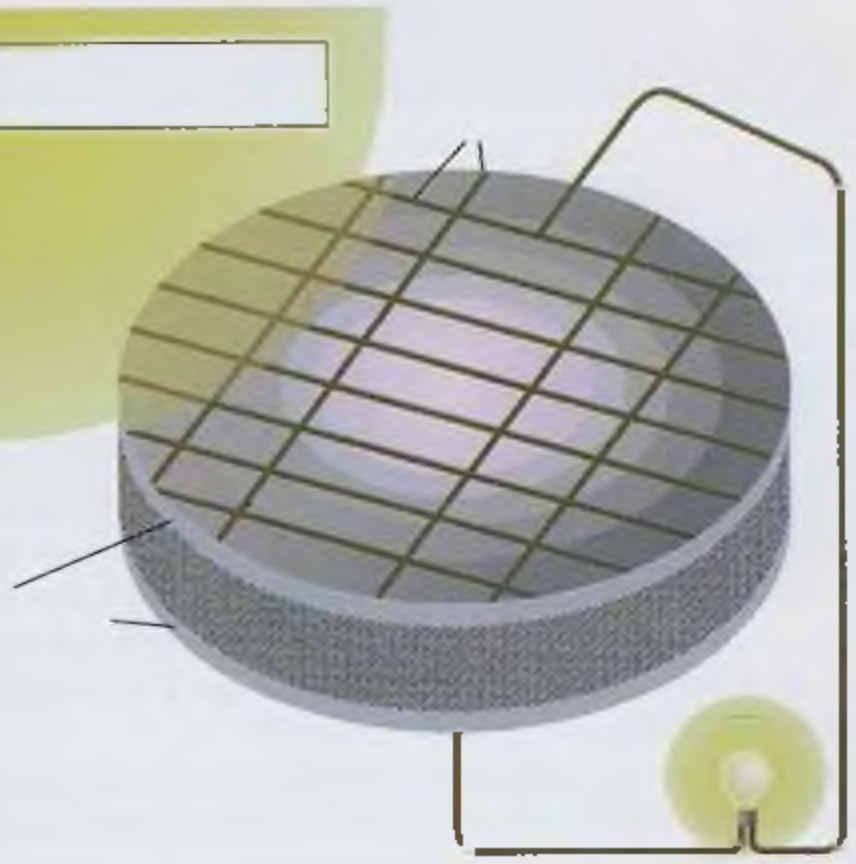
4.7.2.1. Colectores

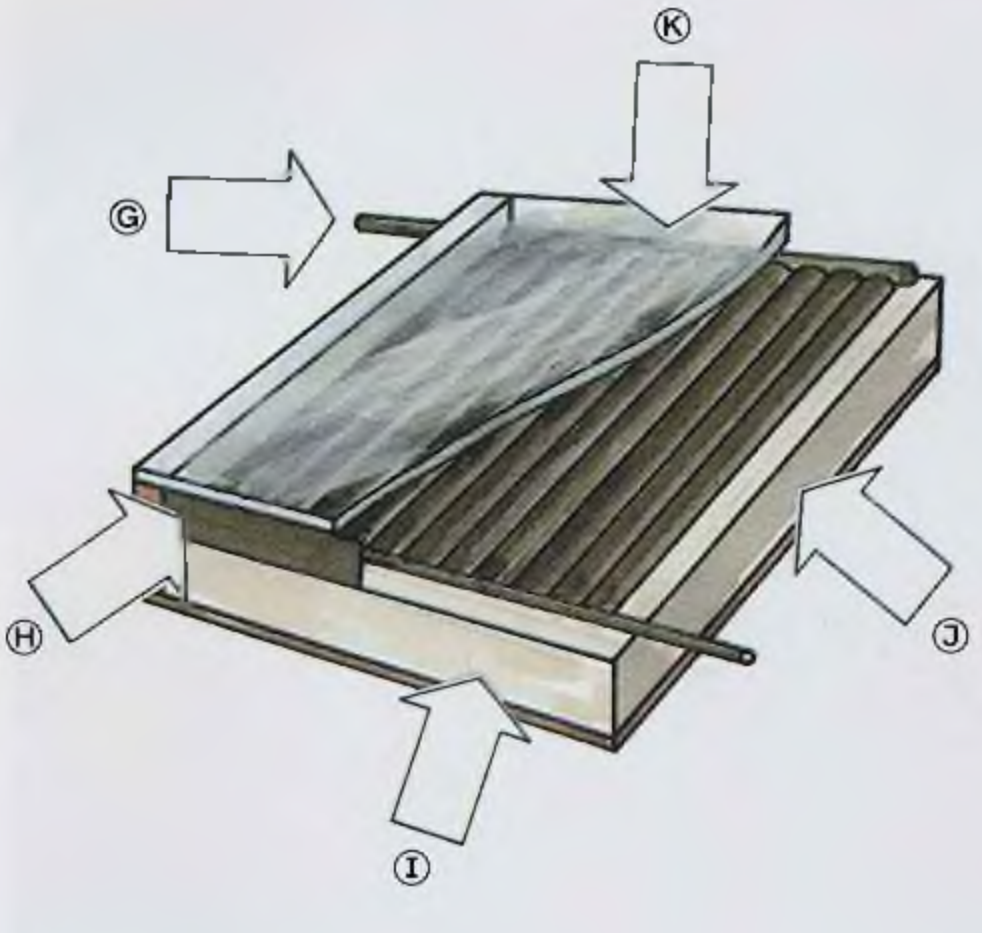
Los colectores solares planos están formados por tres componentes:

- La superficie absorbente de la radiación solar, donde ésta se convierte en calor. El absorbente suele ser de color negro (así capta mejor la radiación), y metálico: cobre, aluminio o hierro galvanizado. Pueden utilizarse también plásticos de policarbonato o caucho EPDM (monómero de etileno, propileno y dieno), con la ventaja de su precio inferior y de su resistencia a la corrosión.
- Cubierta transparente a las radiaciones de onda corta y opaca a las radiaciones de onda larga o caloríficas. El material utilizado es el vidrio, que permite el máximo paso de radiaciones solares hacia el absorbente. También se puede utilizar polietileno, material de inferior calidad y más rápida degradación, pero más barato.
- Aislante térmico situado al dorso y laterales del colector para disminuir las pérdidas.



Esquema de tres tipos de paneles solares planos
A/ Tubo 1
B/ Flujo de agua
C/ Aislamiento de 3
D/ Tubo 1
E/ Tubos de 1-2 soldados al panel colector
F/ Vidrio
G/ Flujo de agua
H/ Colector de agua
I/ Aislamiento de 3
J/ Acero corrugado soldado y remachado a la base del colector
K/ Vidrio
L/ Flujo de aire
M/ Aluminio o acero ennegrecido corrugado





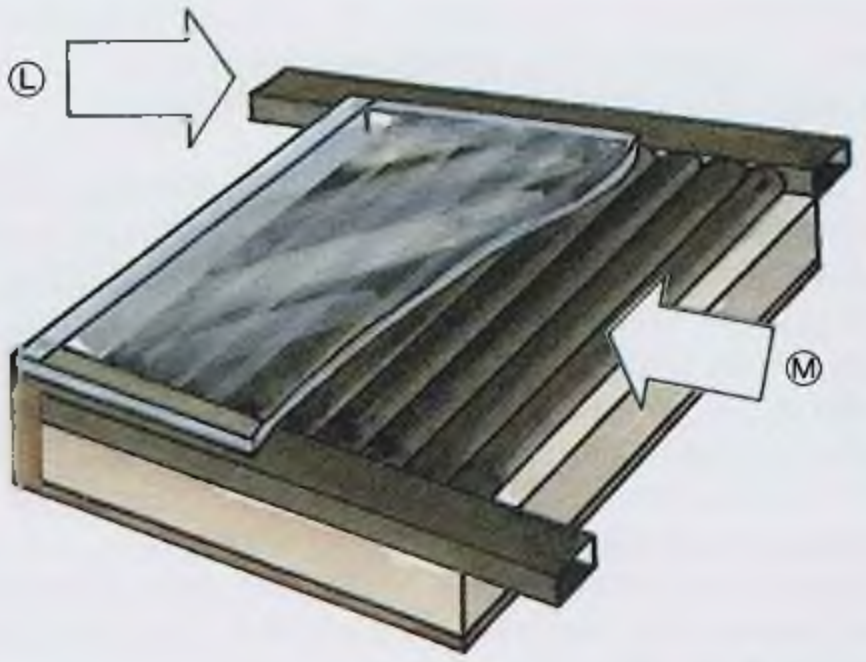
A la izquierda: Célula fotovoltaica

4.7.2.2. Sistema de almacenaje

Es preciso almacenar el calor captado con el fin de poder utilizarlo posteriormente. Su capacidad debe ser tal que permita compensar las pérdidas nocturnas de temperatura. Para ello se requiere una sustancia de elevada capacidad calorífica (el agua). Se emplean también piedras, aunque su capacidad calorífica es tres veces inferior. Su ubicación más frecuente es en el suelo del invernadero, si el cultivo lo permite.

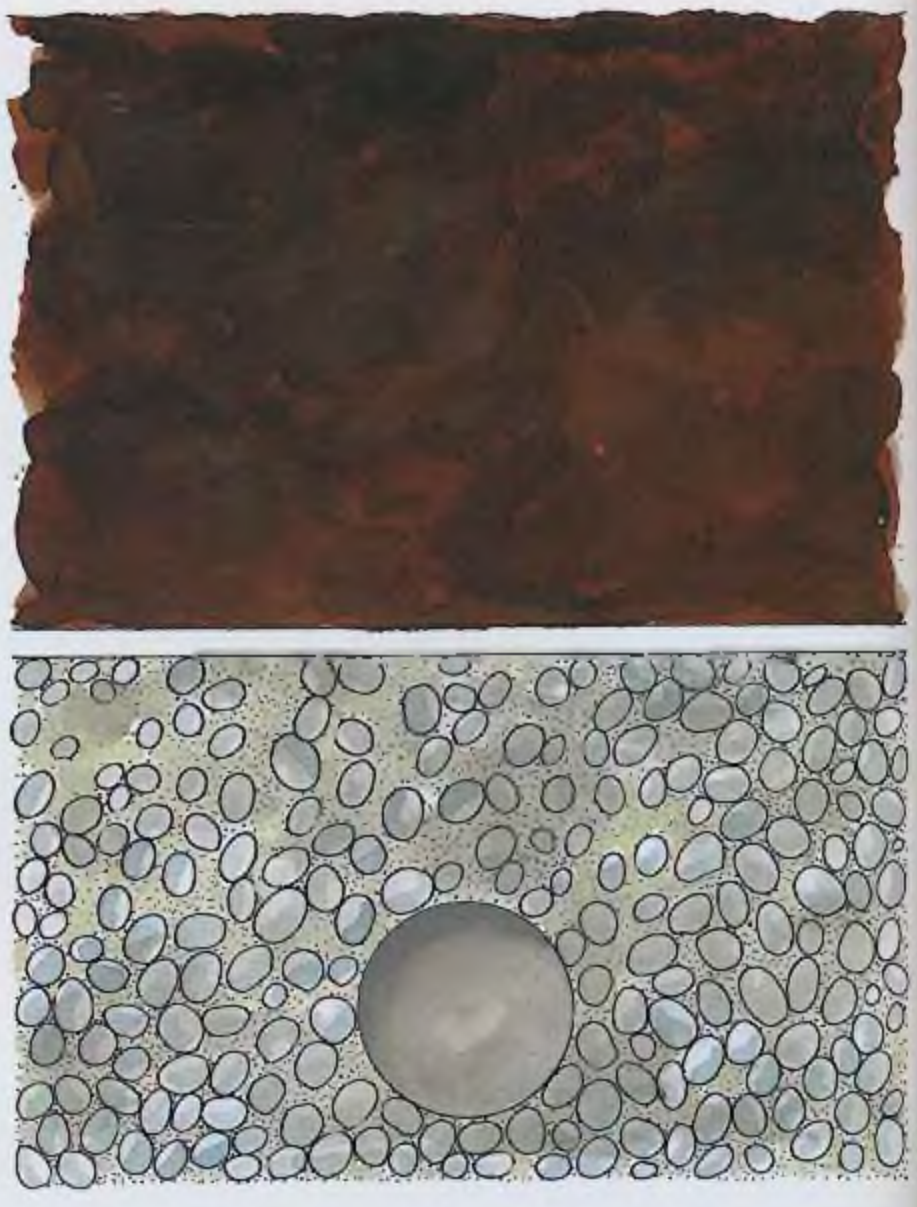
4.7.2.3. Distribución del calor

La distribución en el invernadero se hará mediante una red de tuberías. La temperatura de circulación de la calefacción solar es de 40°C, mientras que la calefacción convencional por agua caliente puede ser de 80°C, por lo que se tiene que aumentar la superficie de intercambio, es decir la longitud de tubería.



5. SISTEMAS DE CULTIVO EN INVERNADERO

Las distintas técnicas de cultivo que se realizan en un invernadero se basan en los principios generales de la agronomía, con algunas pequeñas modificaciones en su adaptación. Estos principios han sido aplicados desde siempre a los cultivos tradicionales y lo único que ha variado es el perfeccionamiento en la aplicación de algunas técnicas.
Este perfeccionamiento en los cultivos protegidos es indispensable, porque sino se correría el riesgo de perder todas las ventajas conseguidas por los sistemas de climatización en este ambiente artificial creado en el invernadero.
Un sistema de cultivo o una operación mal realizada es un factor limitativo. Por eso merecen la mayor atención, incluyendo una adaptación a los diversos tipos de invernadero.
Se tiene que prever la mecanización de los cultivos, principalmente en invernaderos de pequeñas dimensiones, por la peculiaridad de la maquinaria a utilizar.



Esquema de colocación de un tubo de drenaje
-Una capa de 50 cm de tierra de cultivo.
-Lámina de plástico perforado.
-30 cm de grava y arena.
-Tubo de drenaje de 10 cm de diámetro, situado a 15 cm de la lámina.

El drenaje del invernadero es importante, no sólo para evitar encharcamientos, sino para conseguir un buen lavado de las sales aportadas por los abonos y aguas de riego.
Para efectuar un buen drenaje, se abrirán zanjas de 50 cm de ancho por 75 cm de profundidad, con una pendiente del 5‰. En su base y sobre el lecho de 5 cm de arena, se colocará un tubo de drenaje de unos 10 cm de diámetro. Se cubre el tubo hasta 15 cm de altura con arena gruesa, se coloca entonces una lámina de plástico perforado y se acaba de llenar la zanja con tierra de cultivo.
El cultivo en el suelo del invernadero es un sistema que, disponiendo de un buen suelo, necesita pocas inversiones.
En el caso de que el suelo natural sea de pésima calidad o que las plantas a cultivar necesiten un determinado tipo de suelo, éste se puede sustituir por suelos artificiales a base de substrato, o bien se puede recurrir a otros sistemas de cultivo.
La plantación en el suelo, tanto si se realiza a raíz desnuda como si es con cepellón, consiste en los siguientes pasos:

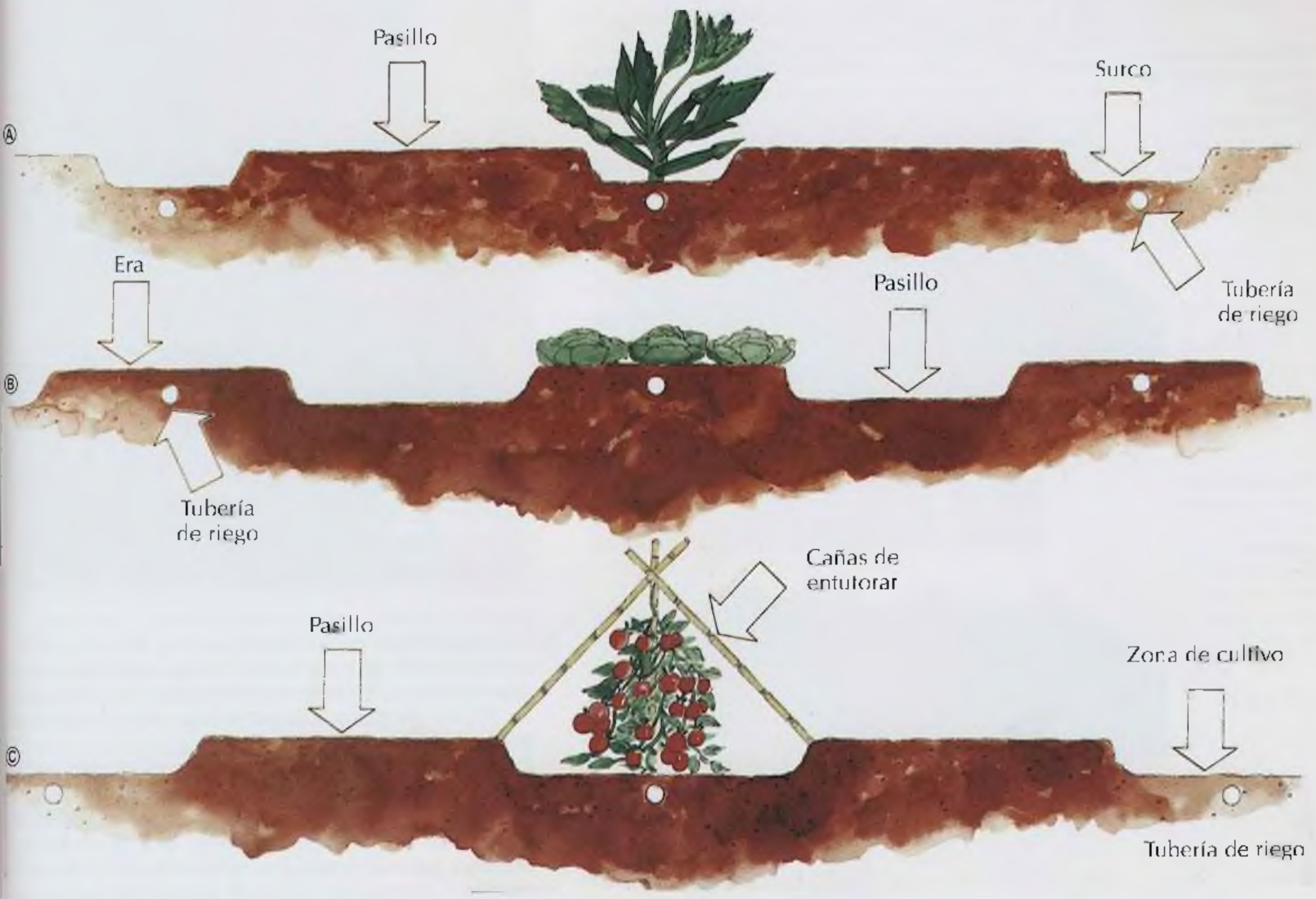
- A media ladera de los caballones, por el lado que convenga según la época del año, se clava la herramienta de plantar.
- Se introduce la planta dentro de la oquedad hecha por el plantador, procurando que queden enterrados varios centímetros del tallo de la planta. Todas las plantas deben quedar plantadas en la misma línea horizontal del caballón.
- Se comprime la tierra contra las raíces, tapando el hueco que se hizo al colocar la planta.
- Una vez se han plantado todas las plantas en cada surco, se riega. Hay que procurar que el nivel de agua en cada surco llegue a la línea que forman las plantas en el suelo.



Plántulas días después de su germinación, a punto de ser repicadas

5.1. CULTIVO EN EL SUELO

Se utilizan las mismas técnicas agronómicas tradicionales que para un cultivo al aire libre, con la peculiaridad de que se realizan bajo protección, lo que proporciona un mayor control de los agentes atmosféricos y todas las ventajas del cultivo en invernadero.
Para obtener buenos resultados se necesitan suelos de buena calidad, profundos, bien aireados, ricos en materia orgánica y con un drenaje correcto.
El suelo del invernadero tiene que estar nivelado con suaves pendientes del orden del 2‰ y una profundidad de 100 cm para que las raíces tengan suficiente volumen de suelo para desarrollarse.



Croquis de algunos tipos de sistematización del suelo en el invernadero

Cuando se cultiva en eras, la plantación no presenta dificultad alguna.

El principal inconveniente del cultivo en el suelo del invernadero es la difícil eliminación de plagas, enfermedades y malas hierbas, una vez establecidas, ya que la esterilización del terreno a cierta profundidad no tiene efecto y las reinvasiones pueden ser más graves, al haberse roto el equilibrio natural.

Otro inconveniente a tener en cuenta es que en caso de agua de mala calidad, los riesgos de salinidad pueden ser muy graves.

5.2. CULTIVO EN BANQUETAS

Se basa en la división del terreno en parcelas, de tal manera que la zona cultivable quede perfectamente delimitada. Estas divisiones suelen tener una anchura de 150 a 200 cm, y están separadas entre sí por pasillos de unos 40 a 50 cm. Reciben el nombre de banquetas o camas, y están divididas según sus características constructivas:

- Banquetas fijas a nivel del suelo o ligeramente elevadas, con o sin fondo
- Banquetas elevadas fijas o móviles

5.2.1. Banquetas a nivel del suelo

Este sistema de cultivo puede aplicarse con buenos resultados tanto en invernadero como al aire libre, dependiendo del tipo de cultivo a realizar.

Sin embargo, el invernadero es más apto para el cultivo en banqueta, por toda una serie de facilidades de tipo técnico y agrícola.

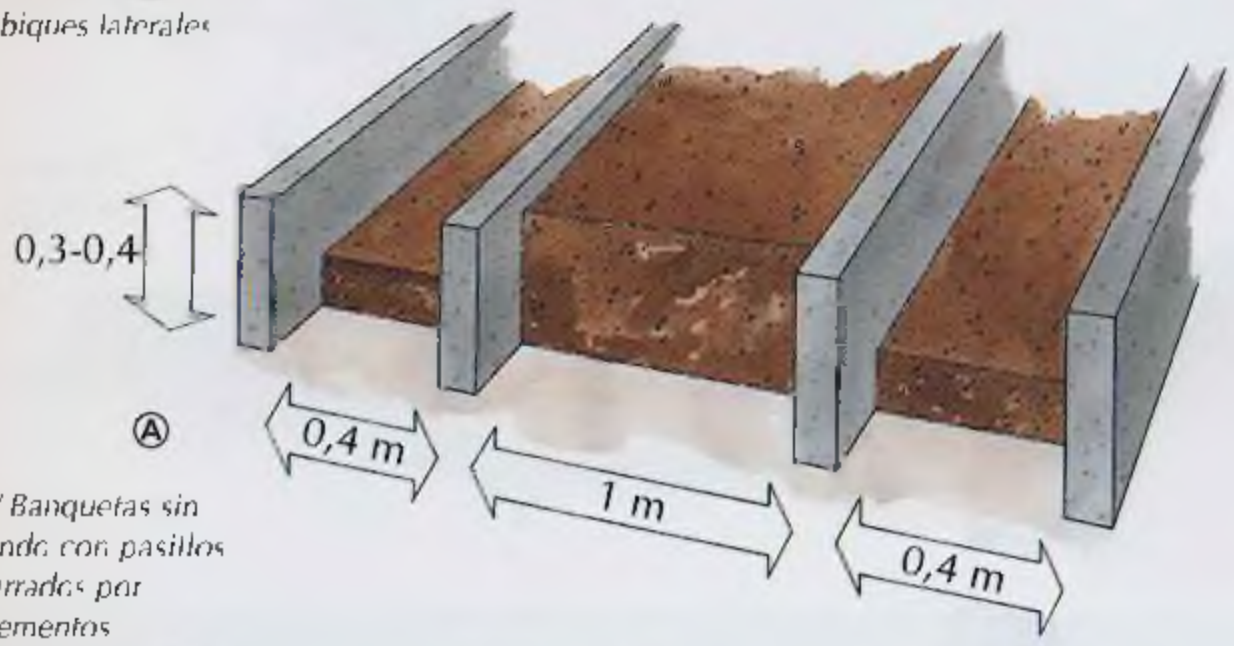
El terreno que va a ser dividido en banquetas tiene que ser profundo, sin capas impermeables, pues deberá permitir una buena circulación del agua de riego.

La preparación del suelo se iniciará con un arado de la tierra a una profundidad de 50 cm, incorporando materia orgánica ya fermentada, colocando después losas finas que dividirán las parcelas de cultivo. Las losas pueden llegar a tener hasta 25 cm de altura y pueden ser de diversos materiales como madera, fibrocemento, plástico duro, ladrillos o prefabricadas de hormigón.

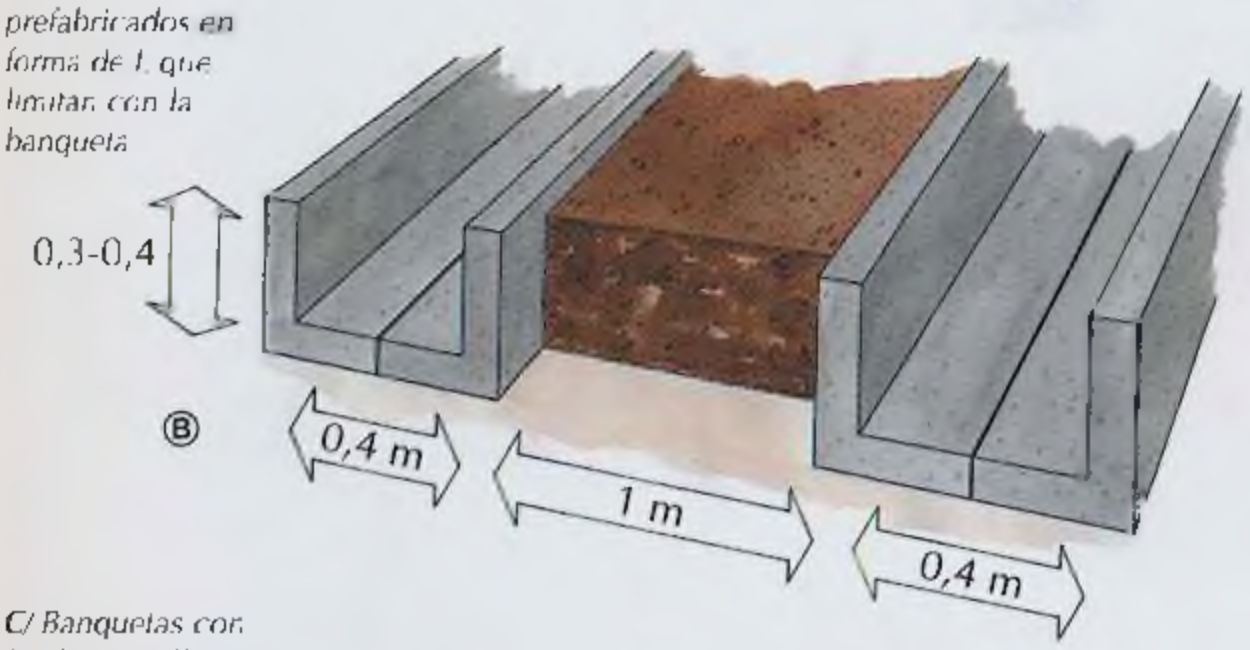
Las banquetas pueden ser rellenadas de substratos bien mezclados con la tierra o bien sustituyéndola, ya que mejora las condiciones del cultivo. Los substratos que se utilizan en las banquetas están formados generalmente por mezclas a base de tierra lige-

ra, arena, turba, abonos orgánicos, mantillos y otros materiales.
La turba es un material que se encuentra en casi todas las mezclas utilizadas, debido a sus inmejorables características físicas que permiten unas condiciones de aireación y retención de agua favorables.
Si a la banqueta se le incorpora turba, dependiendo siempre de las condiciones físicas del suelo, su cantidad oscilará entre los 3 y 8 Kg/m^3.

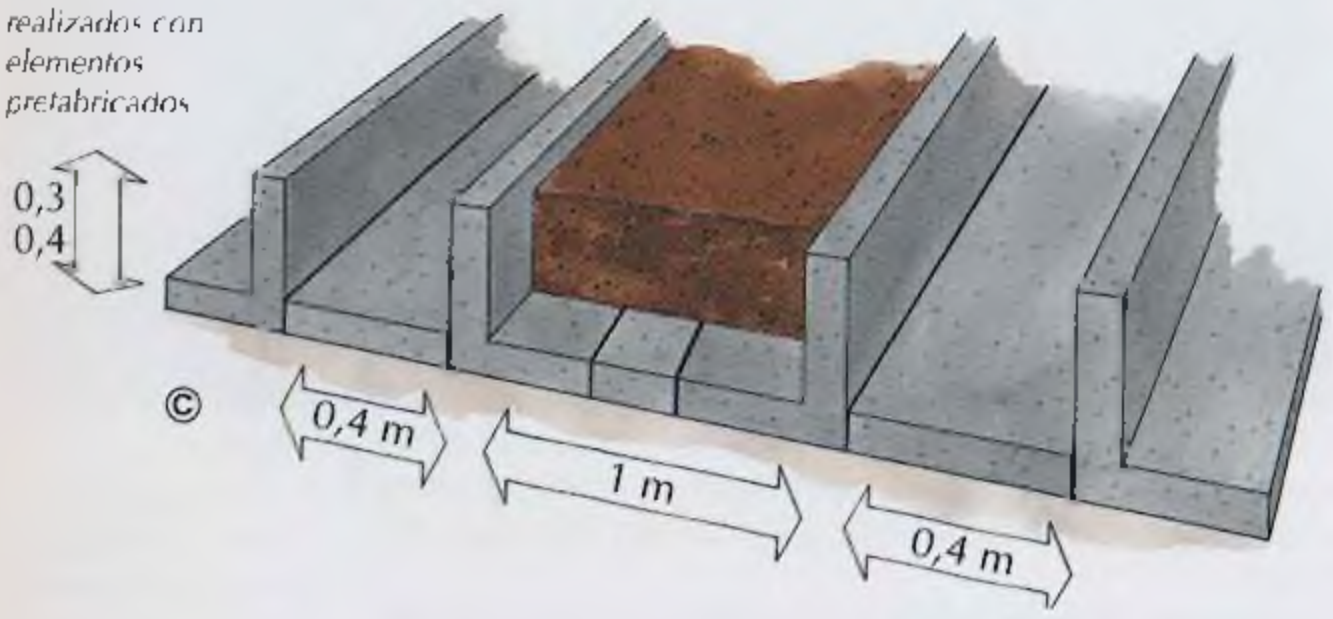
Distintas variantes de banquetas a nivel de suelo
A/ Perspectiva esquemática de una banqueta sin fondo. Pasillo en tierra con tabiques laterales



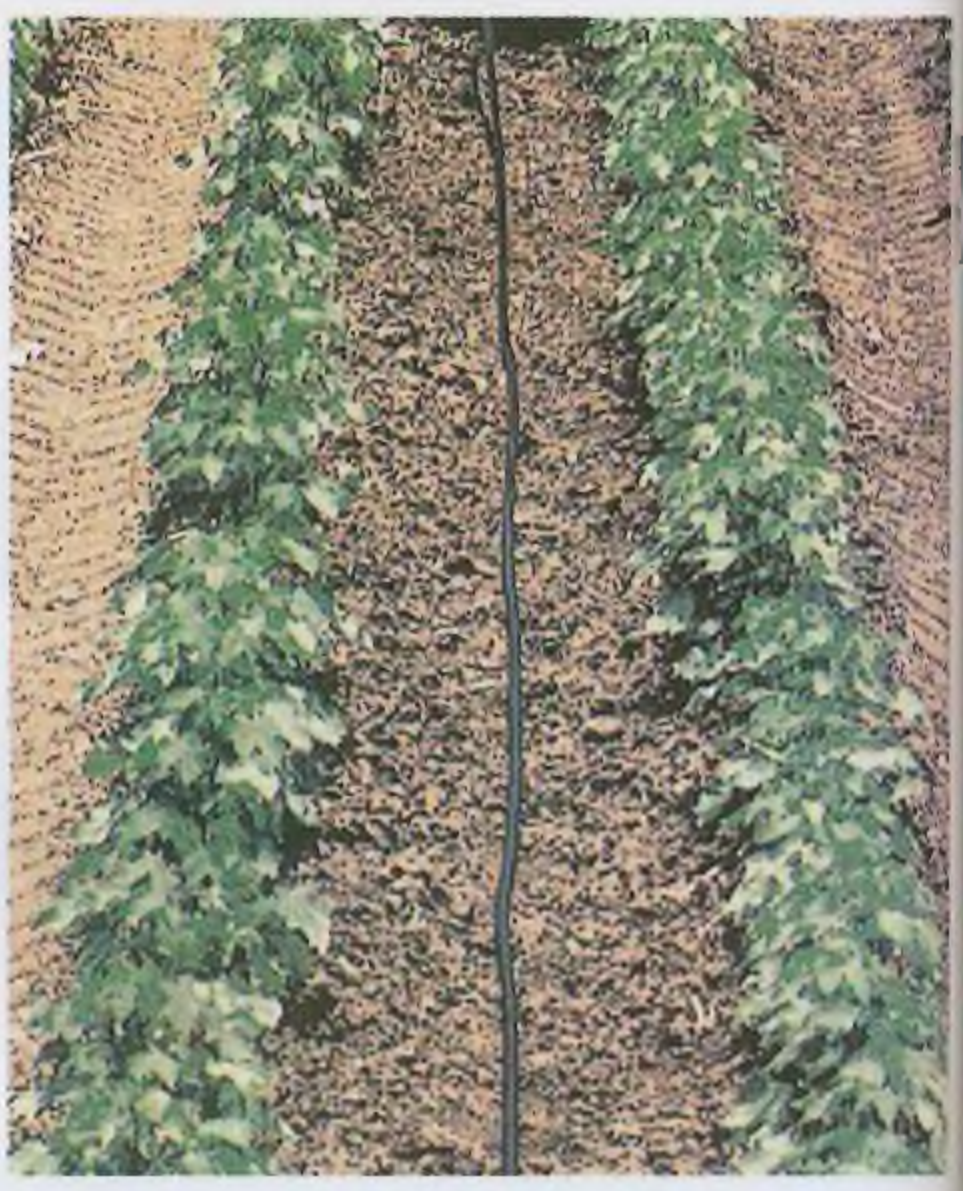
B/ Banquetas sin fondo con pasillos cerrados por elementos prefabricados en forma de L que limitan con la banqueta



C/ Banquetas con fondo y pasillos realizados con elementos pretabricados



Arriba a la derecha: Cultivo en el suelo del invernadero con sistema de riego por goteo.



Una variante de este cultivo en banquetas es el cultivo en camas o banquetas con fondo cerrado. En este sistema queda asegurado un aislamiento completo del suelo y de sus diversos problemas, eliminando además las posibles infecciones que puedan venir de él.
La tierra en la banqueta con fondo puede quedar sustituida por mezclas de substratos, aunque éstas se utilizan principalmente para realizar cultivos en macetas. La banqueta es el sistema más funcional para el cultivo de planta ornamental y de flor.

Su profundidad oscila entre los 30 y 40 cm y es importante conseguir un buen drenaje para eliminar el agua sobrante. En el fondo encontraremos una capa de 10 cm de grava y arena y sobre ella la tierra de cultivo.
En cuanto a los pasillos, para evitar difundir enfermedades y aislar al máximo el suelo o los substratos, se deberán cubrir con losas. En el caso de las banquetas sin fondo, se pueden utilizar elementos prefabricados de hormigón con forma de U. De esta manera, además de cubrir el pasillo, se forman las paredes laterales de las banquetas.

5.2.2. Banquetas elevadas

Consiste en banquetas o camas situadas a unos 80 a 100 cm del suelo, siendo la altura de sus paredes y la anchura de los pasillos igual que las banquetas a ras del suelo.
Estas banquetas elevadas pueden ser de madera o de hierro galvanizado.
Las banquetas móviles son de introducción más reciente en este sistema de cultivo. Su principal ventaja es el alto grado de utilización del invernadero en relación con las banquetas fijas.
La superficie de cultivo asciende hasta un 85-90%.
Presenta sin embargo el inconveniente de su alto coste de instalación.

5.2.3. Ventajas e inconvenientes del sistema

Sobre el cultivo en banquetas hay que decir, en líneas generales, que permite controlar las condiciones físicas del substrato y sus componentes nutritivos, así como el riego y las condiciones sanitarias del terreno. La desinfección de éste mediante vapor y otros sistemas resulta más rápida y eficaz.

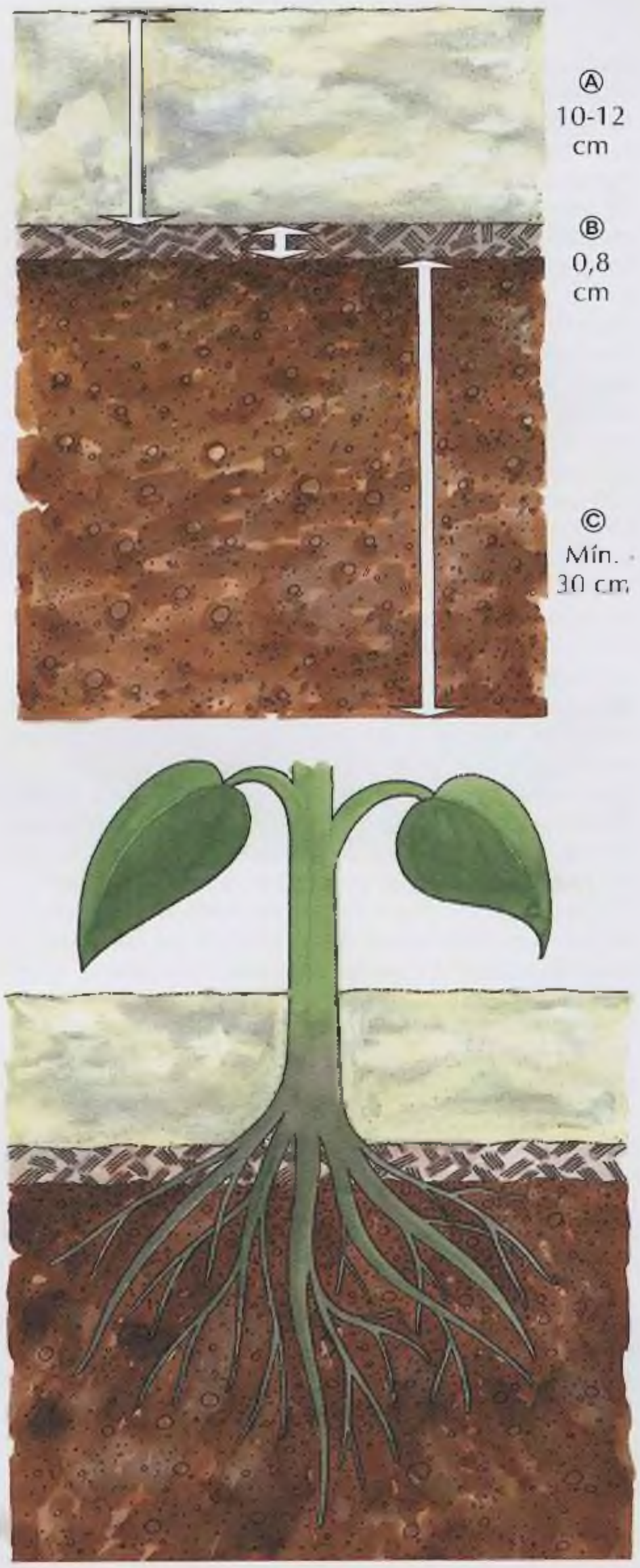
Se logra una utilización más racional de la superficie alcanzando una elevada rentabilidad y hace más rápida y más fácil toda clase de operaciones de cultivo, puesto que éstas se limitan únicamente al substrato que está en la banqueta y no van dirigidas a toda la superficie del terreno cultivado.
Facilita la automatización del riego, si se colocan en los lados de las banquetas unos tubos provistos de toberas que pueden ser puestos en funcionamiento mediante temporizadores o tensiómetros colocados en el terreno y enlazados con el sistema de bombas. Otro sistema de riego utilizado puede ser el riego localizado.
Los inconvenientes que presentan las banquetas sin fondo es que el cultivo, por estar en contacto directo con el terreno que está debajo, puede sufrir contaminaciones. Además, el coste de instalación suele ser más elevado que el de cultivo en el suelo.

5.3. ENARENADO

Es un sistema de cultivo utilizado al aire libre pero que, bajo invernadero, ve aumentadas todas sus ventajas. Se considera una de las mejores técnicas para el aprovechamiento integral del invernadero.
Presenta un considerable costo inicial, y por ello sólo permite cultivar plantas de alto rendimiento económico, tanto por su elevada cantidad de producción como por la alta cotización que alcanza en los mercados. Se utiliza en invernaderos y huertas intensivas de clima cálido.
El enarenado es un sistema de cultivo que consiste en la colocación de una capa de arena sobre el suelo, y cuyo espesor oscila entre los 10 y 12 cm. Entre las dos capas se colocará otra de estiércol con un grosor de 80 mm.
El suelo tiene que estar exento de piedras, perfectamente nivelado y ser rico en nutrientes. Es importante la nivelación del suelo, ya que de lo contrario, donde queden depresiones, se acumulará el agua y perjudicará la planta que allí esté situada mientras que, por el contrario, en las elevaciones de terreno la planta no recibirá el agua que le corresponde.
La finalidad es que el sistema radicular de la planta se desarrolle en el estiércol y en la capa rica en nutrientes del suelo, y la arena sirva de anclaje y sostén, además de aportarle al cultivo otra serie de ventajas.
La zona de acumulación de agua y elementos nutritivos es pequeña, por lo que es importante que éstos se puedan suministrar de forma continua. De ahí el gran interés que tienen los sistemas de riego localizado y de fertirrigación. Nos encontramos en realidad ante un sistema de semihidroponia.
Con este sistema se cultivan las plantas en condiciones óptimas durante 3 o 4 años, ya que las labores de cultivo quedan reducidas a la capa superficial de arena.
Transcurrido este período de tiempo, hay que regenerar el suelo para devolverle la fertilidad pérdida. Este conjunto de labores se denomina retranqueo.

El proceso de retranqueo consta de tres fases:

- Retirada de la arena
- Incorporación al suelo de abonado de fondo y restitución de la capa de estiércol
- Colocación de nuevo de la capa de arena retirada



Diversas capas de cultivo enarenado
A/ Arena. Capa protectora y de sostén
B/ Estiércol. Capa nutritiva
C/ Suelo. Capa original

El desarrollo de las raíces se centra en la capa de estiércol y en la capa del suelo

La ventaja más importante de este sistema es que permite cultivar terrenos de pésima calidad o salinos y utilizar aguas de riego de elevado porcentaje en sales. Esto es debido a que la arena tiene una acción desalinizante de las capas superiores del suelo.
Las causas de esta desalinización se basan en un menor transporte ascendente del agua del suelo debido a la disminución de la evaporación y a una mayor vida microbiana que, al desprender anhídrido carbónico, actúa en la solubilización de las sales que, una vez disueltas, son arrastradas por el agua de riego.

5.3.1. Técnica del enarenado

La preparación del terreno se inicia con un despedregado a una profundidad de 75 cm. Posteriormente se nivela con una pendiente del 4‰ en la longitud menor y de 2 a 3‰ en la mayor. No se aconseja aumentar estas pendientes por problemas de arrastre de arena, ni disminuirla, ya que la velocidad es demasiado lenta y se filtra, con lo que se encharca el terreno. El drenaje de las aguas sobrantes se hace de forma horizontal, facilitado por la existencia de la capa de arena.

De esta forma, con poca agua de calidad medianamente mala y sobre suelos salinos se pueden cultivar plantas sensibles a excesos de salinidad con una tecnología sencilla.

Después de nivelar, se labra y se realizan pases de cultivador o grada, finalizando con una labor de fresadora para desterronar y emparejar el suelo.

Junto con estas labores preparatorias se realizará un abonado de fondo.

La técnica del enarenado propiamente dicha se inicia con la distribución del estiércol, que debe ser consistente y no estar demasiado caliente o húmedo. La distribución será manual, con palas, y lo más uniforme posible a partir de los montones dejados en la parcela.

Una vez colocado el estiércol, se procederá a la distribución de la arena. Ésta suele descargarse formando montones y, posteriormente, se distribuye de forma manual, igual que en el caso del estiércol.

El trasplante de los cultivos se hace hundiendo la planta, para facilitar el desarrollo de las raíces en la capa de estiércol y suelo. Una vez realizada la recolección, se deben retirar todos los restos de ésta de la superficie de la arena para que se mantenga limpia. En la recolección se tendrá sumo cuidado al arrancar la planta, procurando arrastrar la menor tierra posible hacia la arena.

Los cultivos más frecuentes y con buenos resultados que se realizan con este sistema son: tomates, pimientos, berenjenas, calabacín, melón, sandía, pepino y judía verde, y entre los cultivos tropicales la piña de América y la papaya.

5.3.2. Materiales

El principal material del cultivo enarenado es la arena. No todos los tipos de arena son aptos para su uso. Tiene que ser silícea, suelta, limpia y de un tamaño óptimo entre 0,2 y 3 mm, según las normas de la Sociedad Internacional del Suelo. La arena tampoco tiene un uso definido de tiempo, pero se aconseja renovar el enarenado transcurridos unos 20 o 25 años, según las condiciones de cultivo y el estado de la arena.

El otro material importante es el estiércol, que tiene un papel fundamental, ya que es de donde la planta va a recoger la mayor parte de los nutrientes que necesita. Tampoco cualquier tipo de estiércol es apto para este sistema de cultivo. El más adecuado es el de ganado equino, descartando los estiércoles demasiado fuertes. Sobre todo no hay que utilizar el que se produce con restos vegetales de origen hortícola, pues el estiércol es el principal introductor de enfermedades. En general se recomienda esterilizarlo antes de su uso.

El estiércol tiene que estar fermentado y su humedad no debe ser excesiva; tiene que estar suelto y no formar bolas. La dosis a emplear oscila entre los 8 y 10 Kg por m^2. Su utilización es de capa nutritiva intermedia entre arena y suelo. Se puede enterrar una parte de él y extender en la superficie el resto.



Bajo estas líneas: Cultivo de tomates en sacos



A la derecha abajo: Semilleros de hortalizas



A la derecha arriba: Fresas con riego por goteo

5.3.3. El retranqueo

El retranqueo es el conjunto de operaciones y labores que se realizan en el enarenado con el fin de regenerar el terreno. Con ello se facilita la aireación y la esterilización del suelo, además de la incorporación de abonos de fondo y estiércol que se precisen.
Primero se realiza un riego y se pasa el rastrillo para esponjar la capa de arena, y se recoge ésta en cordones, dejando calles entre cada 2 surcos. Hay que tener cuidado en no mezclar la arena con el estiércol o la tierra y mantenerla lo más limpia posible.
En las calles formadas se procederá a realizar las labores preparatorias profundas y superficiales, igual que en la primera instalación, con abonado de fondo, allanado y estercolado. Una vez se ha realizado el retranqueo en las calles, la arena de los cordones se pasa a ellas y se procede de igual manera en esta superficie. Por último se lava la arena vieja y se coloca, añadiendo arena nueva hasta llegar a los 10-12 cm de altura en todo el terreno.

5.3.4. Ventajas e inconvenientes del sistema

las ventajas que presenta son:

- La más importante, como se ha dicho anteriormente, es la utilización en óptimas condiciones de suelos de pésima calidad o salinos, y aguas de riego con elevado porcentaje en sales. Este sistema disminuye los problemas de salinidad, por un lado porque la arena crea una barrera a la pérdida de agua por evaporación, rompiendo la capilaridad del suelo y evitando el ascenso de sales a los horizontes superficiales y, por otro lado, porque el escaso poder de retención del agua en la arena permite regar con aguas de mayor porcentaje en sales sin problemas de acumulación.
- Aumento del número de cosechas ya que, para realizar el siguiente cultivo, no hace falta levantar el anterior ni preparar el suelo de nuevo con labores.
- Reducción de las pérdidas de humedad del suelo como consecuencia de la capa de arena, por lo que el número de riegos y, por consiguiente, el agua empleada, disminuye.
- Mejores condiciones de cultivo, ya que la arena se calienta rápidamente cuando recibe los rayos del sol, lo que se transmite al suelo y a las raíces, manteniéndose allí aunque la arena se enfríe. Este aporte de calor a las raíces consigue una mayor precocidad en los cultivos. Además, la luz reflejada sobre la arena incide en el follaje, lo que estimula la fotosíntesis.
- Disminución, a su vez, del número de labores de cultivo, pues sólo la capa superficial de arena precisa mantenimientos.
- Se evita también la compactación y agrietado del suelo.
- Máxima utilización de la superficie del suelo, ya que no hace falta cultivar las plantas en caballones, sino que se realiza en llano, lo que aumenta el número de plantas por unidad de superficie.

Los inconvenientes que presenta son:

- Alto coste de transformación y gastos de cultivo elevados, debido al precio casi prohibitivo de la arena.



Fases del proceso de retranqueo
A/ Inicio
B/ 1ª fase del proceso de retranqueo
C/ 2ª fase del proceso de retranqueo
D/ final

Características del agua como base de una solución nutritiva. La concentración debe ser inferior a los valores dados

ELEMENTO	CONCENTRACIÓN
Cloruro sódico	50 ppm
Cloro libre	5 ppm
Boro	2 ppm
Fluor	2 ppm
Manganeso	2 ppm
Sulfatos	20 ppm
Magnesio	10 ppm
Hierro	1 ppm

• No se pueden utilizar aguas turbias, ya que enlodarían la arena.
• Rápida invasión de malas hierbas y dificultad en eliminarlas, ya que se tiene que realizar manualmente o con herbicidas, lo que se encarece el cultivo.
• Aumentan las plagas del suelo (nematodos, lombrices, rosquillas, gusanos de alambre, etc.) y son difíciles de eliminar. Se tiene que desinfectar el suelo cada 3 - 4 años si se quiere cultivar con rentabilidad. Esto es debido al hábitat tan excelente que se crea. Además, no se laborea en 3 o 4 años, por lo tanto no se utiliza la acción de eliminación de plagas.
• Proliferan las enfermedades criptogámicas. Con los riegos siempre se mojan los tallos, estando mucho tiempo en contacto con el agua. Debido al microclima, se crea un ambiente de humedad y temperatura propicio para la infección y propagación de las enfermedades.
• La arena es un excelente medio de plantar o sembrar, pero tiene un inconveniente grave: si se seca, se calienta en exceso, provocando daños o la muerte de las plantas. Por ello, de sembrar o plantar en arena, ésta tiene que mantenerse fresca, hasta que la planta esté suficientemente endurecida para que no pueda sufrir tales daños.
• El calor limita el ciclo de algunos cultivos. La arena alcanza una excesiva temperatura en verano, por lo que no pueden llevarse a cabo cultivos en esta época del año.



Raíces sumergidas en solución nutritiva. HUMATOR es un producto fabricado por SICOSA, es un concentrado de ácidos húmicos.

5.4. CULTIVO HIDROPÓNICO

El sistema de cultivo hidropónico consiste en la sustitución del suelo por un substrato o medio natural o artificial, sólido o líquido, que pueda proporcionar a la planta lo que de una forma natural encuentra en el suelo, es decir anclaje, agua, aire y elementos nutrientes.
El cultivo hidropónico, por lo tanto, no sólo se centra en los cultivos en agua, sino en todos aquéllos que se cultivan en medios inertes como la perlita, tierra volcánica o arcilla expandida, y que se alimentan a través de soluciones nutritivas.

Presenta la ventaja ante el suelo que el substrato utilizado puede ser elegido de acuerdo con las características apropiadas para el cultivo.
La técnica del cultivo hidropónico se basa íntegramente en el control de la composición de la solución nutritiva. Ésta es la base de la alimentación de la planta, y debe cubrir en cada momento todas sus necesidades. Por eso sólo se añadirán al agua los nutrientes minerales necesarios para su óptimo desarrollo. La solución nutritiva tiene que tener además el pH adecuado y debe permitir una buena aireación de las raíces.

Dentro del sistema de cultivo hidropónico distinguiremos dos técnicas diferentes:

• Cultivos sin suelo, que son los que prescinden no sólo del suelo sino también de cualquier substrato inerte
• Cultivos hidropónicos en substrato inerte como perlita, lana de roca, arena...

5.4.1. Solución nutritiva. Elaboración y manejo

Las soluciones nutritivas deberán contener todos los elementos necesarios para la nutrición de las plantas en las debidas condiciones y en las dosis convenientes.
El elemento portador de los nutrientes minerales es el agua y tiene por ello que reunir una serie de características para ser útil a este fin. Por un lado, ser lo más pura posible y, por otro, no superar los 200 ppm de sales totales. Lo más aconsejable es utilizar agua de lluvia o de pozo.
El exceso de calcio en el agua, aunque se encuentre en proporciones más elevadas que las necesidades de la planta, no suele plantear problemas.
En el momento de la elaboración de la solución nutritiva, es indispensable conocer las características del agua, puesto que ésta puede tener una tendencia a fijar o a ceder algunos elementos.
Existen dos métodos de elaboración de soluciones nutritivas. El primero consiste en preparar para cada elemento una solución madre concentrada;

Fórmula química	Nombre químico	Peso molecular	Elementos que se aportan	Relación de solubilidad del soluto al agua	Coste	Otros datos
A) Macroelementos						
• KNO_3	Nitrato potásico (Salpeter)	101,1	K^+, NO_3^-	1:4	Bajo	Altamente soluble, muy puro
• $Ca(NO_3)_2$	Nitrato cálcico	164,1	Ca^{2+}, $2(NO_3^-)$	1:1	Bajo-medio	Altamente soluble, pero se prepara con una cubierta grasienta, la cual debe ser limpiada de la solución de nutrientes
$(NH_4)_2SO_4$	Sulfato amónico	132,2	$2(NH_4^+)$, SO_4^{2-}	1:2	Medio	Estos compuestos deberán utilizarse solamente bajo condiciones muy buenas de iluminación o para corregir deficiencias
$NH_4H_2PO_4$	Dihidrotosfato amónico	115,0	NH_4^+, $H_2PO_4^-$	1:4	Medio	
NH_4NO_3	Nitrato amónico	80,05	NH_4^+, NO_3^-	1:1	Medio	
$(NH_4)_2HPO_4$	Fosfato amónico	132,1	$2(NH_4^+)$, HPO_4^{2-}	1:2	Medio	Una sal excelente altamente soluble y pura, pero muy costosa
KH_2PO_4	Fosfato monopotásico	136,1	K^+, $H_2PO_4^-$	1:3	Muy caro	
KCl	Cloruro potásico (Muriato de potasa)	74,55	K^+, Cl^-	1:3	Caro	Deberá utilizarse solamente en caso de deficiencias en K, y cuando no esté presente el cloruro sódico en la solución
• K_2SO_4	Sulfato potásico	174,3	$2K^+$, SO_4^{2-}	1:15	Barato	Tiene una solubilidad muy baja, pero se disuelve en agua caliente
$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	Fosfato monocálcico	252,1	Ca^{2+}, $2(H_2PO_4^-)$	1:60	Barato	Muy fácil de obtener con un buen grado de solubilidad
$CaH_4(PO_4)_2$	Superfosfato triple	Variable	Ca^{2+}, $2(PO_4^{3-})$	1:300	Barato	Muy baja solubilidad, es muy bueno solamente para preparaciones en seco, pero no para soluciones de nutrientes
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Sulfato de magnesio (sales de Epsom)	246,5	Mg^{2+}, SO_4^{2-}	1:2	Barato	Excelente, barato, altamente soluble, sal pura
$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	Cloruro cálcico	219,1	Ca^{2+}, $2Cl^-$	1:1	Caro	Altamente soluble, muy bueno para compensar las deficiencias en Ca, pero deberá utilizarse solamente si no está presente en la solución de nutrientes el NaCl
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Sulfato cálcico (yeso)	172,2	Ca^{2+}, SO_4^{2-}	1:500	Barato	Muy insoluble, no puede ser utilizado en las soluciones de nutrientes
H_3PO_4	Acido fosfórico Acido ortofosfórico	98,0	PO_4^{3-}	Solución concentrada de ácido	Caro	Muy bueno para corregir las deficiencias de P
B) Microelementos						
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Sulfato de hierro (vitriolo verde)	278,0	Fe^{2+}, SO_4^{2-}	1:4		
$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Cloruro férrico	270,3	Fe^{3+}, $3Cl^-$	1:2		
• FeEDTA	Quelato de hierro (Secuestrene) (10,5% hierro)	382,1	Fe^{3+}	Altamente soluble	Caro	La mejor fuente de hierro; se disuelve en agua caliente
• H_3BO_3	Acido bórico	61,8	B^{3+}	1:20	Caro	La mejor fuente de boro; se disuelve en agua caliente
$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	Tetraborato sódico (bórax)	381,4	B^{3+}	1:25		
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Sulfato de cobre (piedra azul)	249,7	Cu^{2+}, SO_4^{2-}	1:5	Barato	
$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	Sulfato de manganeso	223,1	Mn^{2+}, SO_4^{2-}	1:2	Barato	
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	Cloruro de manganeso	197,9	Mn^{2+}, $2Cl^-$	1:2	Barato	
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	Sulfato de zinc	287,6	Zn^{2+}, SO_4^{2-}	1:3	Barato	
$ZnCl_2$	Cloruro de zinc	136,3	Zn^{2+}, $2Cl^-$	1:1,5	Barato	
$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	Molibdato amónico	1.163,9	NH_4^+, Mo^{6-}	1:2,3		
				Altamente soluble	Relativamente caro	
• ZnEDTA	Quelato de zinc	431,6	Zn^{2+}	Altamente soluble	Caro	

el segundo consiste en añadir directamente al agua las sales, siempre que los productos químicos sean compatibles entre sí. Para la fabricación de las soluciones con elementos simples, es recomendable disolverlos por separado antes de mezclar.

Para realizar la mezcla, se colocarán primero las sales más solubles y ácidas y a continuación las demás, siguiendo un orden similar a este:

- sulfato magnésico
- fosfato monocálcico
- nitrato potásico
- sulfato cálcico

Resumen de las sales fertilizantes utilizadas en los cultivos hidropónicos

A la derecha: ***Raíces sumergidas en solución nutritiva HUMATOR fabricada por SICOSA, que puede aplicarse en aportaciones fraccionadas, permitiendo una mejor regulación de la nutrición de las plantas.***

A la izquierda: ***Algunas soluciones nutritivas a emplear. El equilibrio se refiere a las proporciones de N: P: K***

1) Soluciones de Hoagland	
Nitrato potásico	540 g
Nitrato cálcico	90 g
Fosfato monocálcico	140 g
Sulfato magnésico	130 g
Sulfato de hierro	14 g
Sulfato de manganeso	2 g
Bórax	1,7 g
Sulfato de zinc	0,8 g
Sulfato de cobre	0,6 g
Un total de 919,1 g de solutos de 1.000 l de agua	
Concentración aproximada	0,1 %
Equilibrio	1:0 83:2,84
2) Solución de Turner y Henry desarrollada en la New Jersey Experiment Station	
Nitrato de calcio	2.430 g
Sulfato amónico	150 g
Fosfato monopotásico	285 g
Sulfato magnésico	570 g
Un total de 3.435 g de solutos en 1.000 l de agua	
Concentración aproximada	0,34 %
Equilibrio	1:0,36 0,25
3) Solución de «California Experiment Station» de Ellis y Swaney	
Nitrato cálcico	720 g
Nitrato potásico	660 g
Fosfato monoamónico	120 g
Sulfato magnésico	520 g
Un total de 2.020 g de solutos de 1.000 l de agua	
Concentración aproximada	0,2 %
Equilibrio	1:0,29:1,42
Esta solución puede completarse con 2,5 g de sulfato de hierro; 1-2 g de sulfato de manganeso; 1,4-2,8 g de Ac. Bórico; 0,1-0,2 g de sulfato de cobre y 0,1-0,2 g de sulfato de zinc que aportan los suficientes microelementos.	
4) Solución de Meier-Schwarz para primavera y otoño	
Nitrato de Chile	250 g
Superfosfato triple	350 g
Sulfato potásico	700 g
Sulfato cálcico	200 g
Sulfato magnésico	450 g
Sulfato de hierro	5 g
Bórax	20 g
Sulfato de cobre	0,1 g
Sulfato de zinc	0,2 g
Sulfato de manganeso	1 g
Un total de 2.476,3 g de solutos para 1.000 l de agua	
Concentración aproximada	0,25 %
Equilibrio	1:1,1:2,9
5) Solución de Kiplin-Laune de «Ohio State Experiment Station»	
Nitrato potásico	608 g
Sulfato amónico	110 g
Fosfato monocálcico	282 g
Sulfato cálcico	1.219 g
Sulfato magnésico	511 g
Un total de 2.725 g de solutos para 1.000 l de agua	
Concentración aproximada	0,27 %
Equilibrio	1:1,39:2,73
6) Solución de Steiner	
Nitrato de cal	900 g
Nitrato de potasa	440 g
Sulfato de amoníaco	10 g
Superfosfato doble	250 g
Patentkali	400 g
Sulfato magnésico	150 g
Bórax	10 g
Sulfato de manganeso	5 g
Sulfato de zinc	0,04 g
Sulfato de cobre	0,04 g
Molibdato sódico	0,125 g
Un total de 2.129,205 g de solutos en 1.000 l de agua	
Concentración aproximada	0,2 %
Equilibrio	1:0,47:1,59



Los microelementos, en cualquiera de los casos, deberán ser disueltos los últimos y por separado. Para las sales poco solubles, se utiliza agua templada, debiendo usarse agua de lluvia para evitar las precipitaciones.
El pH de la solución tiene que estar acorde con la planta que se cultiva. La mayor parte de las plantas cultivadas puede tolerar soluciones nutritivas con un pH entre 5 y 6,5. Un pH demasiado alcalino puede provocar la precipitación del hierro, manganeso, fosfato, calcio y magnesio en forma de sales insolubles, no asimilables por la planta, mientras que soluciones con un pH demasiado ácido pueden inducir carencias de calcio.
El pH de la solución se ajustará entre 6 y 6,5 con ácido sulfúrico para acidificar o hidróxido potásico para alcalinizar, dejando circular durante 5-10 min la solución y volviendo a ajustar el pH para asegurarnos que sea estable.
No existen soluciones nutritivas únicas para cada planta, sino que existen diferentes fórmulas, fruto de la experimentación de diversos autores.

La concentración de sales en la solución nutritiva depende de tres factores:

- La temperatura, que dependerá de la época del año: en verano son más diluidas que en invierno
- El estado de desarrollo de la planta: en las primeras fases, menos de 0,1%; en pleno crecimiento,se aplican entre 0,15 y 0,4%
- La tolerancia de la planta a la salinidad

Con el paso del tiempo, las soluciones nutritivas van degenerándose y se van alterando, por lo que es necesario llevar un control de su composición.
Se analizará la solución nutritiva para añadir los iones consumidos y revisar el pH. Incluso habrá que reemplazar la solución cada cierto tiempo para que no puedan acumularse iones indeseables provenientes del agua o del substrato. La vida de una solución es de 2-3 semanas, y nunca más de 2 meses. Se aconseja realizar dos análisis semanales. Además, el agua desciende diariamente entre un 5 y un 30%, y esto también se tiene que ir regulando y reponiendo.

Referencia	pH	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	N como NH_4^{+}	N como NO_3^{-}	P como $PO_4^{=}$	S como $SO_4^{=}$	Cl^{-}	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo
Knop (1865)		244	24		168		206	57	32		Traza					
Shive (1915)		208	484		562		148	448	640		Traza					
Hoagland (1919)	6,8	200	99	12	284		158	44	125	18	Lo necesario					
Jones & Shive (1921)		292	122		102	39	204	65	227		0,83					
*Rothamsted	6,2	116	48		593		139	117	157	17	8	0,25			0,2	0,016
Hoagland &Snyder (1933, 1938)		200	48		234		210	31	64	–1	Lo necesario	0,1	0,014	0,01	0,1	0,01
Hoagland & Arnon (1938)		160	48		234	14	196	31	64		0,63xsemana	0,5	0,02	0,05	0,5	0,05
Long Ashton Soln	5,5–6,0	134–300	36	30	130–295		140–284	41	48	3,5	5,6 a 2,8	0,55	0,064	0,065	0,50	
Eaton (1931)		240	72		117		168	93	96		0,8	0,5			1	
Shive & Robbins (1942)		60	53	92	117		56	46	70	107	Lo necesario	0,15		0,15	–0,1	0,01
Robbins (1946)		200	48		195		196	31	64		0,5	0,25	0,02	0,25	0,25	
White (1943)	4,8	50	72	70	65		47	4	140	31	1,0	1,67	0,005	0,59	0,26	0,001
Duclos (1957)	5-6	136	72		234		210	27	32		3	0,25	0,15	0,25	0,4	2,5
Tumanov (1960)	6-7	300–500	50		150		100–150	80–100	64	4	2	0,5	0,05	0,1	0,5	0,02
A. J. Abbott	6,5	210	50		200		150	60	147		5,6	0,55	0,064	0,065	0,5	0,05
F. B. Kidson	5,5	340	54	35	234		208	57	114	75	2	0,25	0,05	0,05	0,5	0,1
Purdue A		200	96		390	28	70	63	607		20	0,3	0,02	0,05	0,5	
(1948) B		200	96		390	28	140	63	447		1,0	0,3	0,02	0,05	0,5	
C		120	96		390	14	224	63	64		1,0	0,3	0,02	0,05	0,5	
Standard (for testing Nutrient Soln)		200	96		390	28	140	63	64		1,0	0,3	0,02	0,05	0,5	
Schwartz (Israel)		124	43		312		*98	93	160							
California		160	48		234	15	196	31	64							
New Jersey		180	55		90	20,5	126	71	96							
South Africa		320	50		300		200	65								
CDA	A	131	22		209	33	93	36,7	29,5	188	1,7	0,8	0,035	0,094	0,46	0,027
Saanichton	B	146	22		209	33	135	36,7	29,5	108	1,7	0,8	0,035	0,094	0,46	0,027
B. C. Canadá	C	146	22		209	33	177	36,7	29,5	—	1,7	0,8	0,035	0,094	0,46	0,027
Dr. Pilgrim	C	272	54,3	—	400	—	143,4	93,0	237,5	—		—	—		—	—
Elizabeth	B	204	40,7	—	300	—	107,6	69,75	178,1	—		—	—			—
N. C. USA	A	136	27,15	—	200	—	71,7	46,5	118,75	—		—	—		—	—
Dr. H. Resh	C	197	44	—	400	30	146	65	197,5	—	2	0,5	0,03	0,05	0,5	0,02
Univ. of B. C.	B	148	33	—	300	20	110	55	144,3	—	2	0,5	0,03	0,05	0,5	0,02
Vancouver B. C.	A	98,5	22	—	200	10	80	40	83,2	—	2	0,5	0,03	0,05	0,5	0,02

Cuadro resumen de nutrientes en soluciones nutritivas. Composición de la solución de nutrientes (ppm)

Nombre químico	Sinónimo o nombre común
Nitrato potásico KNO_3	Salpeter, salitre (no confundirlo con el nitrato de Chile, el cual es nitrato sódico, o con el «niter cake», el cual es sulfato sódico impuro)
Nitrato sódico $NaNo_3$	Nitrato de chile (ver lo indicado arriba), salpeter de Chile,
Fosfato ácido de amonio $NH_4H_2PO_4$	Fosfato primario de amonio, bifosfato amónico, bihidrofosfato amónico, fosfato amónico monobásico, «Ammophos A»
Urea $NH_2CO\ NH_2$	Carbamida, carbonyldiamida
Sulfato potásico K_2SO_4	Sulfato de potasa
Fosfato ácido de potasio KH_2PO_4	Bifosfato potásico, dihidro fosfato potásico, fosfato monobásico de potasio
Cloruro potásico KCl	Muriato de potasa, cloruro de potasa (no confundir con el clorato de potasa, el cual es $KClO_3$), sylvita (forma mineral)
Fosfato monocálcico $Ca(H_2PO_4) \cdot 2H_2O$	«Superfosfalo» cálcico (normalmente con un 20% de pureza), «superfosfato triple» de calcio (normalmente con un 75 % de pureza), bifosfato cálcico, fosfato ácido de calcio, fosfato primario de calcio
Ácico fosfórico H_3PO_4	Ácico ortofosfórico (el grado U.S.P. es 85-88% H_3PO_4, pero el grado técnico comercial es comúnmente del 70–75% de pureza (H_3PO_4)
Sulfato cálcico $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Sulfato cálcico precipitado o nativo; alabastro de yeso

Nombres químicos y sinónimos de los compuestos más comúnmente utilizados en las soluciones nutrientes

Cada vez con más frecuencia se observa el uso de ordenadores, que con los programas adecuados, proporcionan un control automatizado de las soluciones nutritivas.

5.4.2. Sistemas de cultivo hidropónico

Los sistemas de cultivo hidropónico se diferencian básicamente en la utilización o no de substrato y en el tipo de soporte que utilizan para las plantas.

▪ Cultivos en substrato inertes
- Cultivo hidropónico en grava o arena
- Cultivo hidropónico en lana de roca

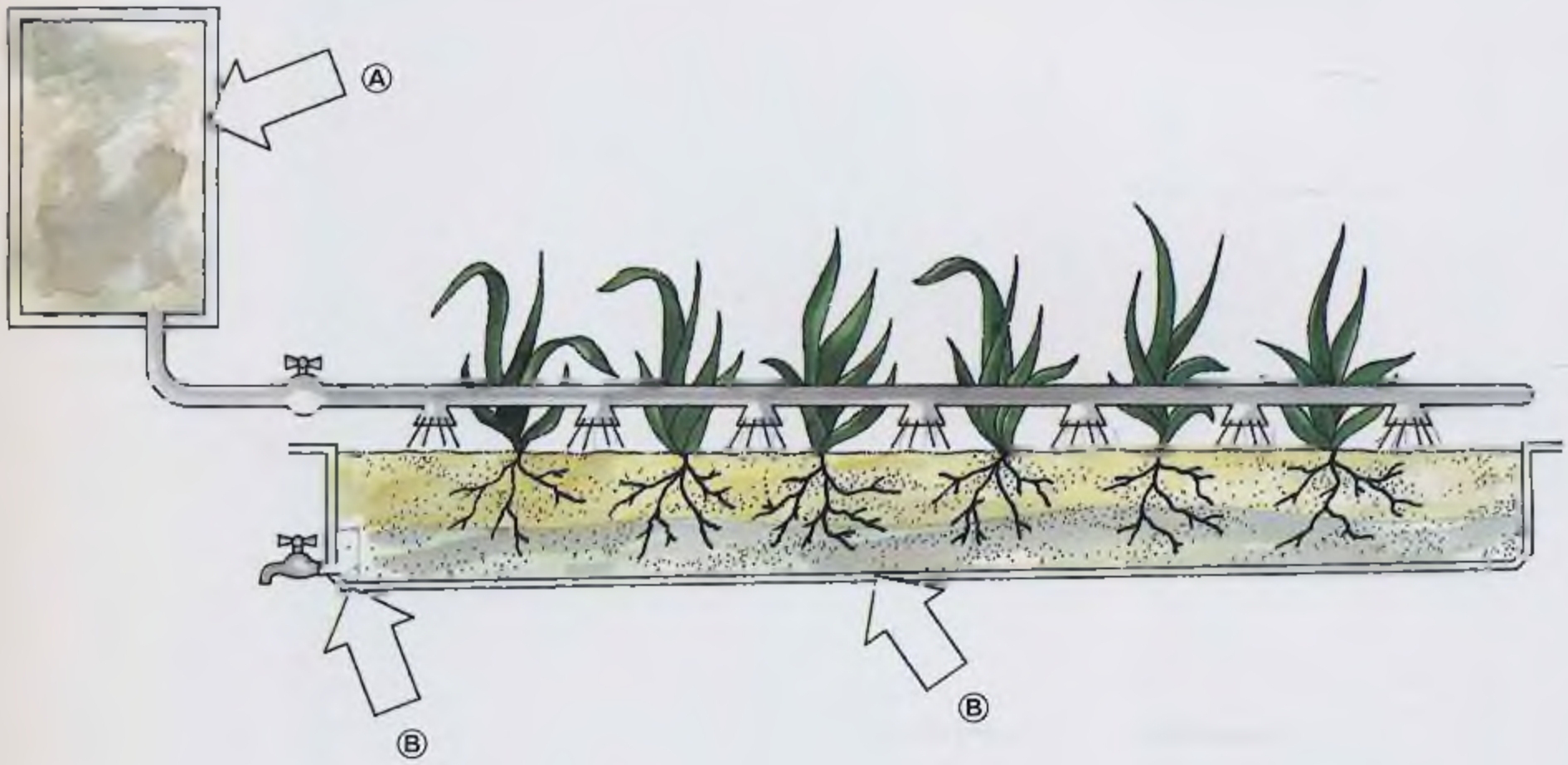
▪ Cultivo sin substrato
- Cultivo en tanque de solución nutritiva
- Técnica del film nutritivo
- Aeroponia

5.4.2.1. Cultivos en grava o arena

Este sistema consta de los siguientes elementos:

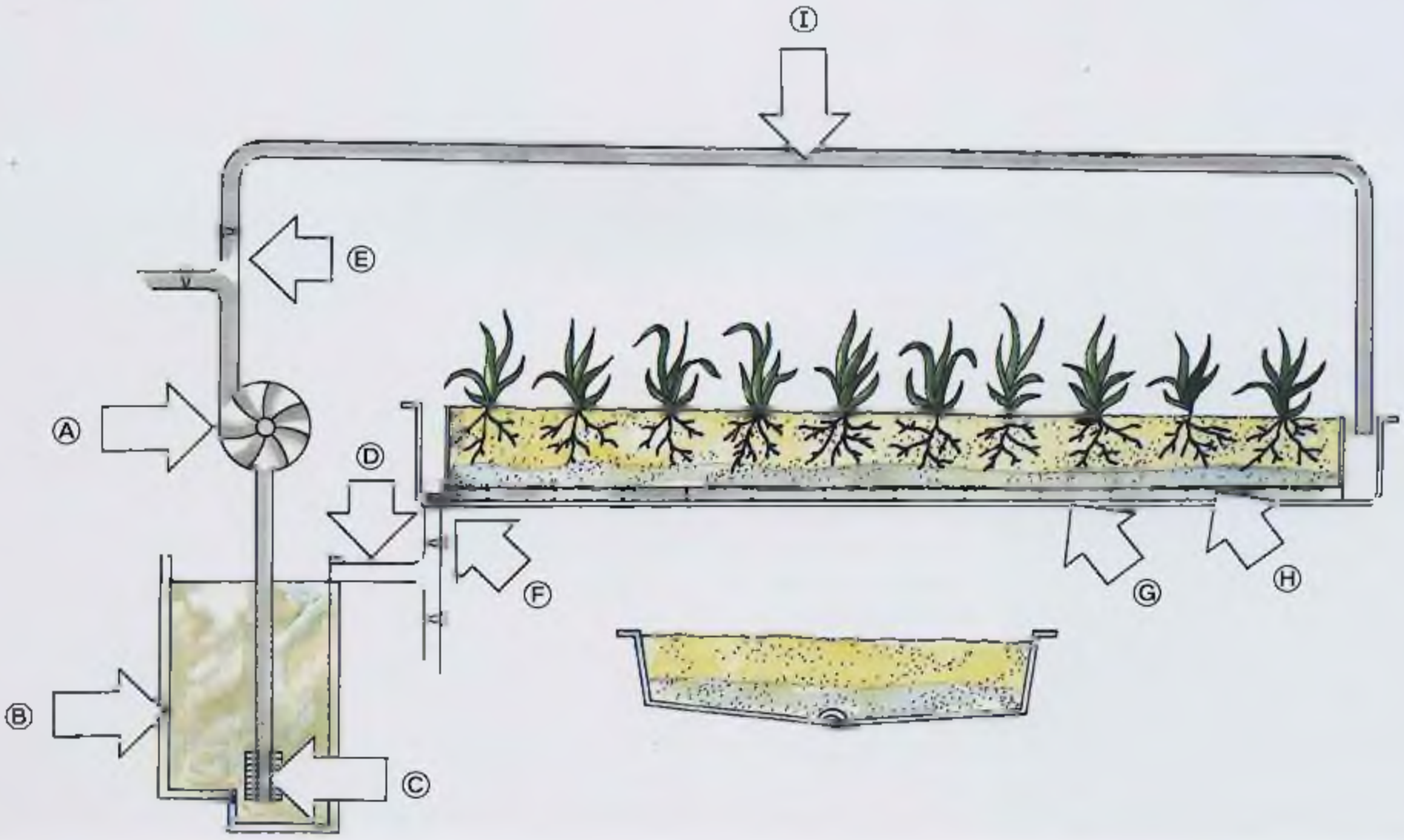
- Una banqueta de obra, con una anchura de 120 a 150 cm, y unos 30 cm de profundidad, revestida de una capa protectora para mejorar su aislamiento
- Grava o arena que rellenan la banqueta
- Un depósito que contiene la solución nutritiva
- Un sistema de distribución con una red de tuberías
- Una bomba impulsora
- Un sistema de desagüe que permite el reciclaje de la solución

La solución nutritiva puede incorporarse a la banqueta por superficie o por subirrigación, es decir desde abajo. Al incorporar la solución nutritiva por la superficie en forma de lluvia fina, se proporciona una mayor aireación.



Esquema de la instalación de un cultivo hidropónico en grava o arena incorporando la solución nutritiva por superficie en forma de lluvia fina
A/ Depósito de solución nutritiva
B/ Recipiente de cultivo relleno de grava o arena

Ⓘ



Esquema de la instalación de un cultivo hidropónico en grava o arena con subirrigación
A/ Bomba rotativa
B/ Depósito (aprox. 1/3 del contenido de la bancada)
C/ Alcachofa aspiración
D/ Vuelta
F/ Derivación para mezcla de la solución
F/ Filtro
G/ Lámina de plástico
H/ Tubería cubre-cables
I/ Ida

En las banquetas donde se utiliza arena como substrato, existen menos problemas de obturación de las tuberías de drenaje por culpa de las raíces, problema que sí suele presentarse en las banquetas de grava. Esto se debe a que la mayor densidad de la arena favorece el desarrollo lateral de las raíces de las plantas, pero menos el desarrollo en profundidad.
En general, este sistema presenta una buena aireación y un buen drenaje, si se tiene en cuenta que, con el paso del tiempo, la arena puede compactarse y presentar problemas de aireación.
En las banquetas también puede sustituirse la grava o la arena por otros substratos del tipo perlita, arcilla expandida o tierra volcánica, siempre que reúnan las condiciones adecuadas para su uso.

5.4.2.2. Cultivo en lana de roca

Este sistema consiste en colocar panes de lana de roca que llevan alojada la planta sobre láminas del mismo material colocadas longitudinalmente. La solución nutritiva discurre por estas láminas o bien puede ser aportada por riego localizado.
También se puede emplear tubos para la distribución de la solución nutritiva y en ellos estar alojados los panes de lana de roca con la planta.

5.4.2.3. Cultivo en tanques de solución

En el cultivo en tanque de solución, las raíces de las plantas están suspendidas en un medio líquido que lleva incorporado la solución nutritiva.
Este sistema posee la misma infraestructura que las banquetas de grava y arena, pudiendo ser el tanque el mismo recipiente que la banqueta y sustituyendo el substrato por el medio líquido.
Como soporte para las plantas, se utilizan telas metálicas o de plástico situadas sobre el agua a una distancia de la superficie del tanque de 7 cm.
Las raíces tienen que estar en la oscuridad para evitar la competencia con las algas.



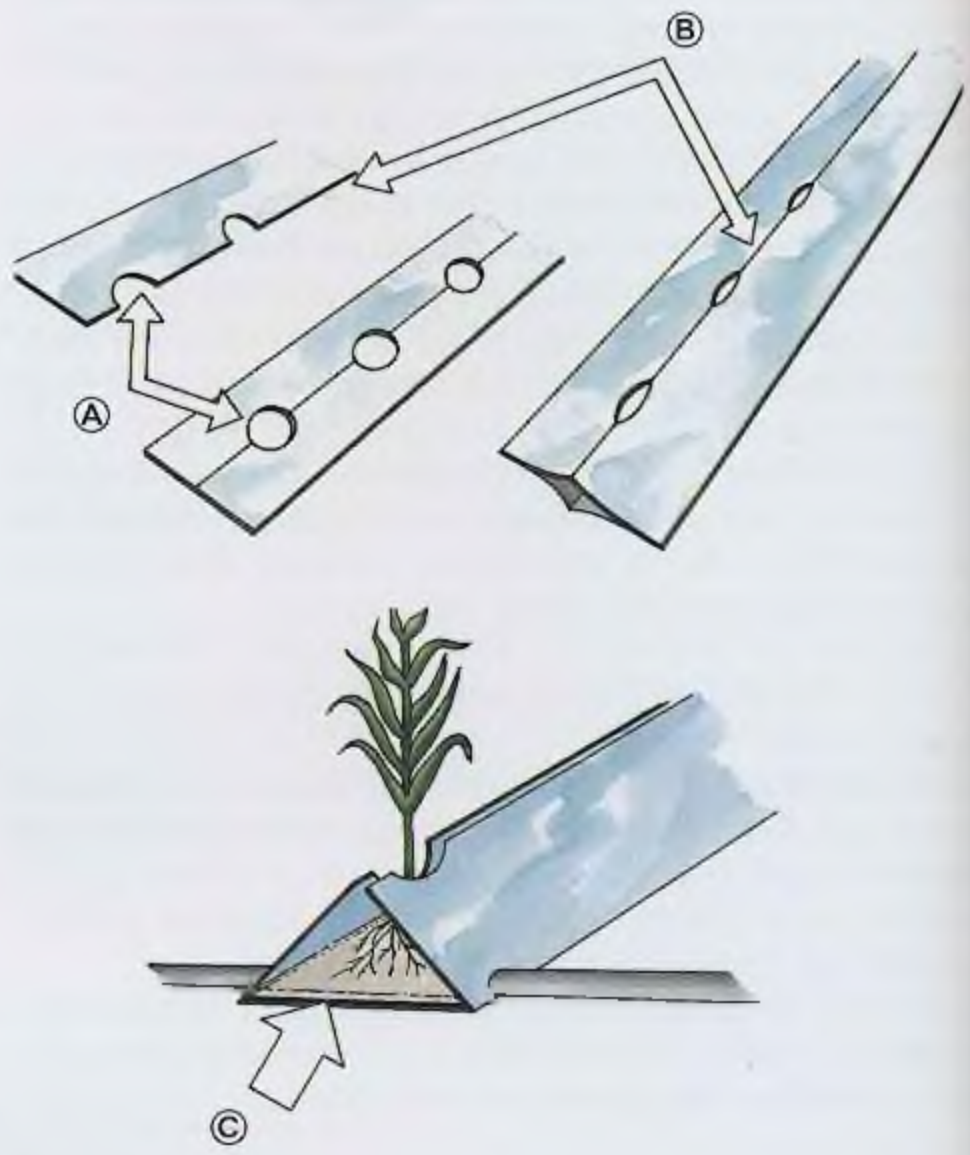
Esquema de cultivo hidropónico en tanque de solución nutritiva
A/ *Agitador*
B/ *Red de sostén metálica o de plástico*
C/ *Recipiente*
D/ *Solución nutritiva*

Esquema de la instalación de un cultivo en solución de sales
A/ *Ida*
B/ *Depósito*
C/ *Alcachofa aspiración*
D/ *Vuelta*
E/ *Lecho de las plantas*
F/ *Solución nutritiva*
G/ *Lámina de plástico*

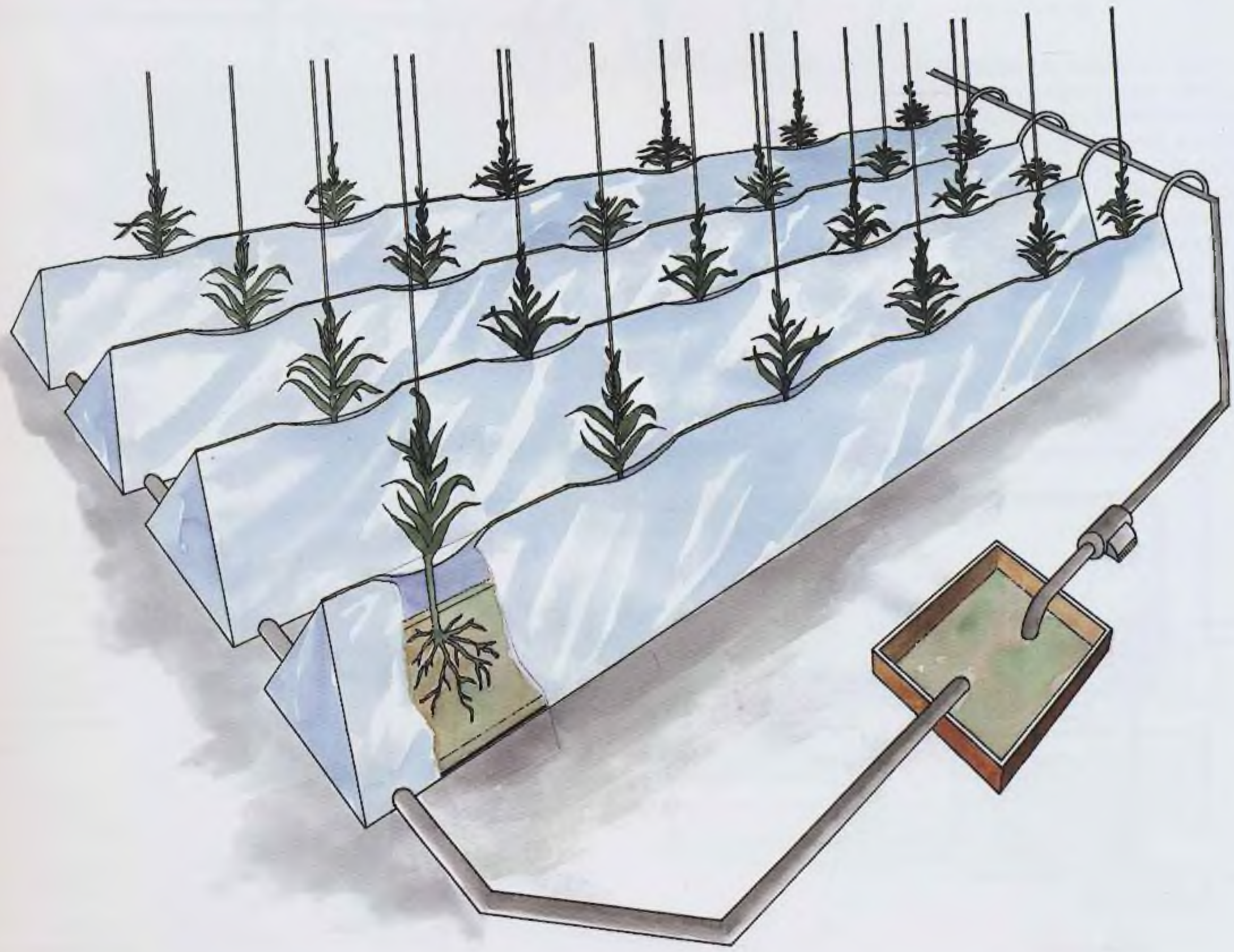
Es un sistema que emplea un medio relativamente barato como es el agua, pero que tiene el inconveniente de una mala aireación, además de las dificultades que presenta sostener adecuadamente la planta. La mala aireación se soluciona haciendo circular el medio líquido pero, aún así, sólo pueden tolerar la inmersión permanente de las raíces una cantidad limitada de plantas.

5.4.2.4. Técnica del film nutritivo

Conocida como sistema NFT o Nutrient Film Technique, es una técnica de cultivo en agua, en la cual las plantas crecen con su sistema radicular dentro de una lámina de plástico opaco, a través de la cual circula continuamente la solución nutritiva.
El plástico forma unos tubos que se cierran entre planta y planta mediante grapas o pinzas. Suelen ser de polietileno, con una duración de hasta 6 años.
En la base del plástico, por debajo de la planta, se sitúa una estrecha lámina de lana de roca como acolchado capilar. Ello asegura que ninguna de las plantas se seque en las fases de inicio del crecimiento y, a su vez, deja la mayoría de raíces al descubierto, lo que permite una buena aireación. Las raíces se desarrollan libremente y se ubican principalmente en el fondo del tubo de plástico, en contacto directo con la solución.



Detalles de la preparación de los canales de plástico en el sistema NFT
A/ Boquetes para la plantación
B/ Plegado
C/ Filme nutritivo



Instalación de un cultivo hidropónico por el sistema NFT

ELEMENTOS	SÍMBOLO	CONCENTRACIÓN
Nitrógeno	N	200
Fósforo	P	60
Potasio	K	300
Calcio	Ca	170
Magnesio	Mg	50
Hierro	Fe	12
Manganeso	Mn	2
Boro	B	0,3
Cobre	Cu	0,1
Molibdeno	Mo	0,2
Zinc	Zn	0,1

Concentración ideal teórica (ppm) en elementos de la solución nutritiva para uso en NFT

Para que la circulación de la solución nutritiva sea suficiente, necesita el plástico una pendiente máxima del 1%. La solución se recoge al final para su reciclaje en un canal de desagüe que conduce la solución sobrante hacia un depósito, desde el cual nuevamente es bombeada a la tubería principal y, posteriormente, hacia los tubos de plástico.
Se aconseja que la solución circule por cada tubo de plástico a una temperatura de 20-25°C y con un flujo de 1,5 l/mn. El control se hace mediante la conductividad eléctrica de la solución. Ésta se renueva cada 5 días. Es importante ir controlando el pH, pues tiende a aumentar.
Las ventajas que presenta este sistema son la simplicidad de la instalación y de las operaciones a realizar, el bajo consumo de agua y la buena aireación que presenta.

Los inconvenientes que se observan son:

- Con el tiempo, la circulación del agua es más difícil, debido al gran número de raíces que se producen.
- Las raíces sufren de frío en invierno y de exceso de temperatura en verano.
- La solución transporta las enfermedades, por lo que se dificulta su control.

5.4.2.5. Aeroponia

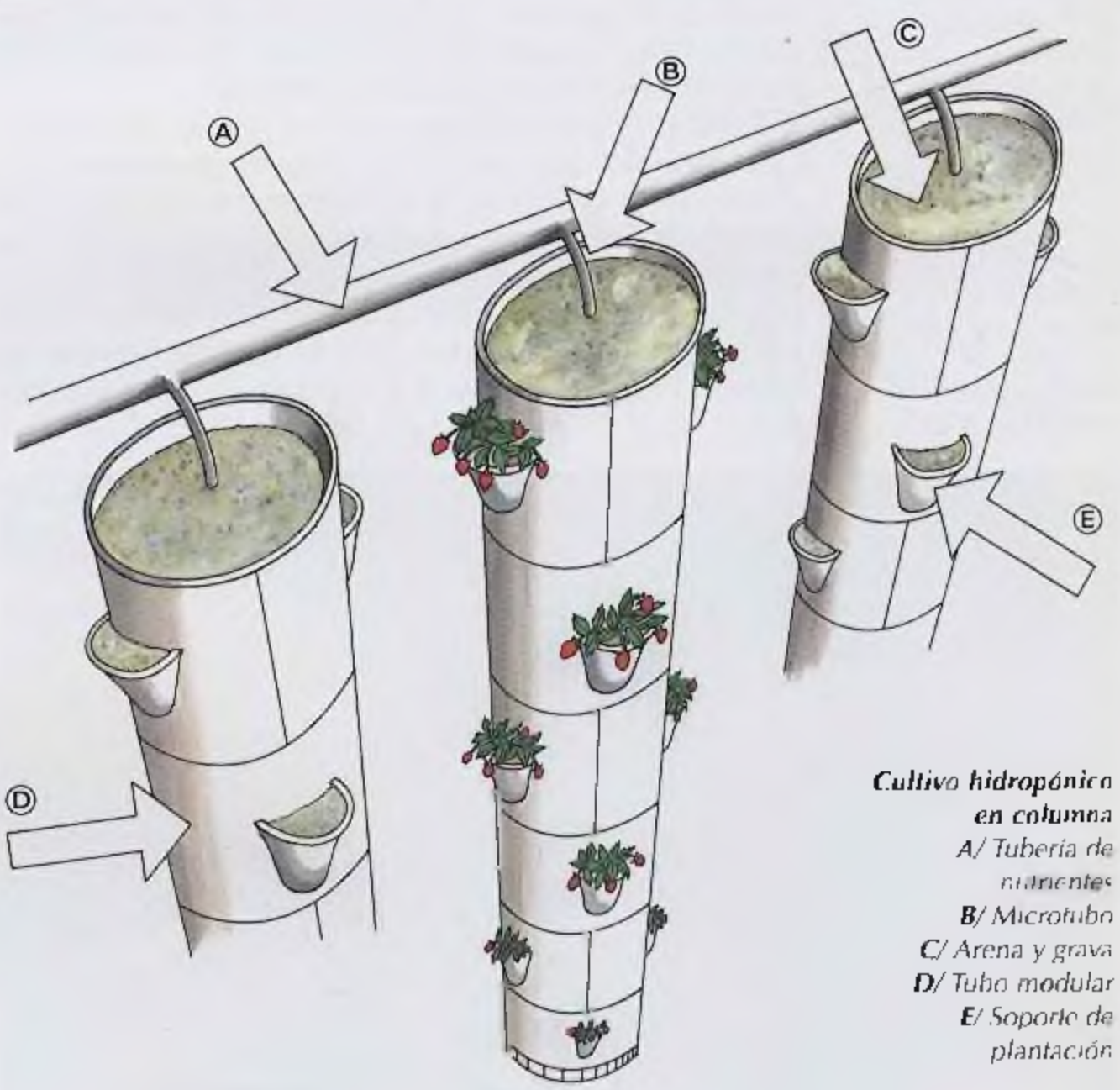
En el sistema aeropónico, las raíces de las plantas están suspendidas en el aire, sujetas por estructuras, y dentro de una cámara completamente a oscuras. En esta cámara se inyecta la solución nutritiva periódicamente, para de esta forma poder mantener el 100% de la humedad.
Con ello se consigue utilizar al máximo la superficie disponible. A pesar de ello, es un sistema de cultivo difícil de encontrar de forma comercial.

AEROPONIA HORIZONTAL

Cultivo de plantas en tubos de PVC rígido de 12-15 cm de diámetro, dentro de los cuales se desliza la solución nutritiva que, distribuida a un extremo, sale por el otro y se recoge en un depósito de donde es recuperada y reciclada.
Las plantas son colocadas en orificios de 3-4 cm de diámetro a una distancia entre sí de 40-50 cm y son mantenidas en su sitio por un tampón de material esponjoso.
Los tubos con las plantas son superpuestos paralelamente en estructuras metálicas con una distancia entre sí de 1 m.

AEROPONIA VERTICAL

En este sistema, las plantas son cultivadas en columnas altas, de hasta 2,20 m, obtenidas encajando uno sobre otro contenedores cilíndricos de PVC con alturas de 4 cm y diámetros de 14 cm, y provistos de 2 cavidades en posición opuesta.
Las columnas se colocan en filas paralelas para dar a las plantas iguales condiciones de luz y temperatura.
Entre las filas se dejan pasillos de 80 cm, mientras que cada una de las columnas está dispuesta al tresbolillo con distancias entre sí de 140 cm.
Las plantas son instaladas en las cavidades del contenedor y con la solución nutritiva distribuida desde lo alto de la columna y recorriéndola hasta abajo donde se recoge la solución sobrante para su reciclado.



Cultivo hidropónico en columna
A/ Tubería de nutrientes
B/ Microtubo
C/ Arena y grava
D/ Tubo modular
E/ Soporte de plantación

5.4.3. Substratos

Los sistemas hidropónicos se distinguen entre los que se cultivan en solución nutritiva y los que están en un substrato sólido inerte.

Para que un substrato pueda ser utilizado como sistema de anclaje para las raíces de las plantas, tiene que reunir una serie de características:

- Ser inerte química y biológicamente
- No contener elementos tóxicos o microorganismos patógenos para las plantas
- Tener un tamaño uniforme
- Que sean difícilmente degradables con el paso del tiempo
- Que posean una buena capacidad de retención de agua a la vez que buena aireación
- Ser fácilmente desinfectable

Los substratos más utilizados en sistemas hidropónicos son:

• **Grava**. Es un substrato natural procedente del cuarzo o la piedra pómez. Se utiliza con diámetros de 2 a 20 mm. Tiene una porosidad elevada, presenta buen drenaje y baja retención de agua. Su duración es de varios años y en general tiene un precio bajo, aunque encarecido por el transporte. Se aconseja lavar antes de su utilización.

• **Arena**. Es un substrato natural y se diferencia del anterior en la granulometría. Se utilizan diámetros de 0,2 a 2 mm. La más adecuada es la arena de cuarzo, pero su coste es elevado. Posee una gran capacidad de aireación y su retención de agua es media. Su duración es elevada, aunque con el transcurso del tiempo presenta problemas por compactación. Antes de utilizarlo, el substrato tiene que ser lavado para quitarle cualquier partícula de tierra que pueda tener, ya que de lo contrario, la composición de la solución nutritiva podría alterarse.

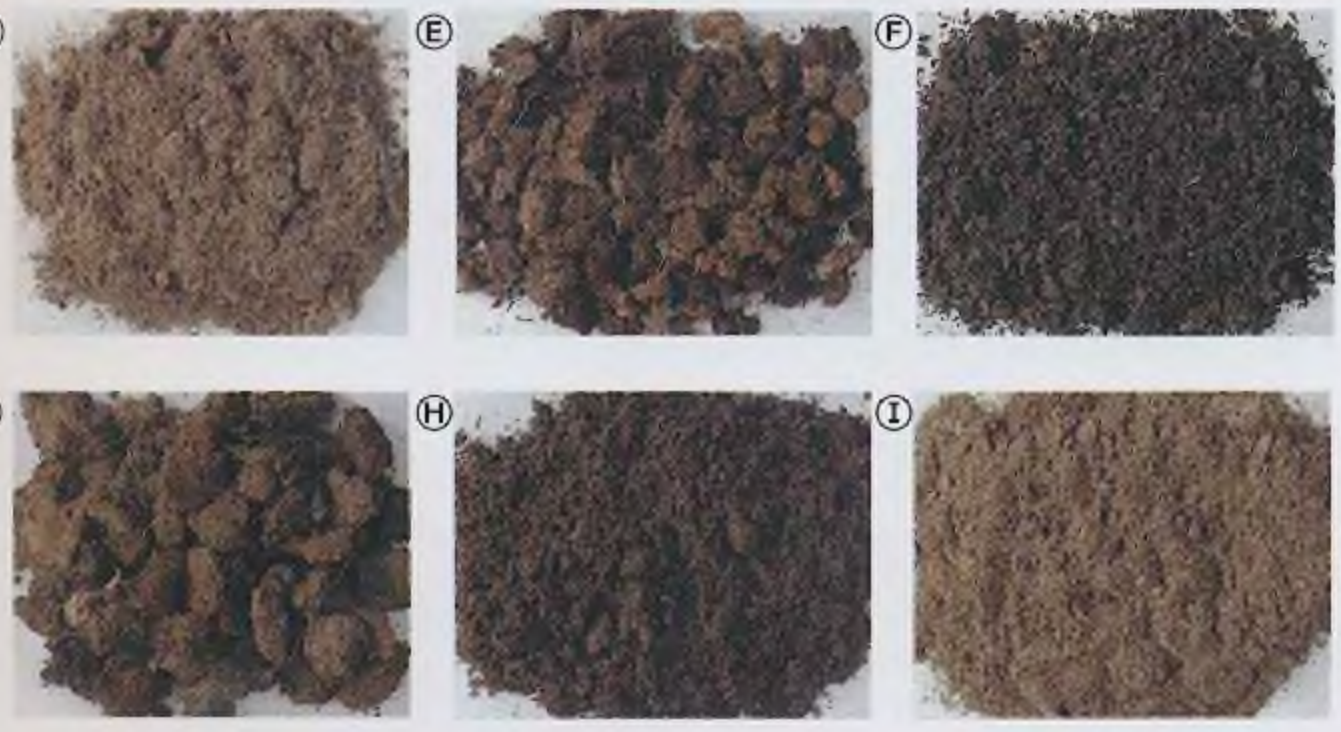
• **Perlita**. Es un substrato artificial inerte, de estructura variable. Sus partículas blancas presentan diámetros de 2 a 6 mm. Es químicamente estable, con un pH de 7-7,5 y mecánicamente frágil, ya que las partículas pueden romperse por la presión de las raíces. Posee una gran capacidad de retención de agua y una elevada porosidad, por lo que su drenaje es bueno. Pesa poco y su duración se limita a un cultivo.

• **Arcilla expandida**. Es un substrato artificial caro por su proceso de fabricación. Presenta diámetros de 2 a 10 mm. Tiene poca retención de agua y una buena capacidad de aireación. Es inerte y neutro, con pH de 5 a 7 y una gran duración.

• **Vermiculita**. Es un substrato compuesto por escamas de 5 a 10 mm. Presenta gran poder de retención de agua y buena capacidad de aireación. Físicamente, es un producto frágil, por lo que con el tiempo se compacta. Su inconveniente es que no es químicamente inerte y su desinfección puede resultar problemática en ocasiones. Su pH va de 7 a 7,2.







Diferentes tipos de substratos:
A/ Piedra pómez
B/ Turba negra
C/ Perlita
D/ Turba sueca
F/ Turba irlandesa fracción 2
F/ Turba irlandesa fracción 1
G/ Turba irlandesa fracción 3
H/ Turba noruega
I/ Turba rosa
(Fabricado por PRIMASTA B.V.)

• **Lana de roca**. Es un substrato artificial de elevada retención de agua y elevada porosidad. No es del todo inerte, pudiendo aportar pequeñas cantidades de hierro, magnesio, manganeso y sobre todo calcio. Su pH es ligeramente alcalino (entre 7 y 9), aunque con el tiempo tiende a la neutralidad.

• **Poliestireno expandido.** Es un substrato formado por partículas redondas blancas, cuyo diámetro oscila entre los 4 y 12 mm. Presenta poco peso, poca capacidad de retención de agua y una gran aireación. Su pH va de 6 a 6,5. Según qué tipo de desinfección se utilice, puede degradarse su estructura, por ejemplo con altas temperaturas.

• **Tierra volcánica.** Presenta alta porosidad, poca retención de agua y buena aireación.



5.4.4. Ventajas e inconvenientes del sistema hidropónico

La ventaja principal de este sistema, además del ahorro del agua, es el control preciso de la nutrición vegetal, lo que lleva a su vez a un mejor aprovechamiento de los fertilizantes.

Otras ventajas son:

- Menos problemas de fitopatías, debido a que el cultivo se desarrolla en un ambiente fitosanitario extraordinariamente bueno
- Se eliminan los problemas de cansancio del suelo y disminuye la posibilidad de que la planta sufra como consecuencia de la limitación de agua
- Reduce las labores de cultivo
- Se consiguen producciones muy elevadas y de alta calidad.

Los inconvenientes a destacar de este sistema son:

- En general, elevado coste de implantación y de mantenimiento
- Mayor complejidad de uso y conocimientos técnicos
- Mayor ataque de enfermedades criptogámicas
- Las crisis de trasplante son más fuertes en los cultivos hidropónicos que en el terreno, debido al lavado de las raíces realizado para limpiarlas de toda partícula de tierra.

5.5. CULTIVO EN SACOS

En este cultivo, el substrato está encerrado en sacos de plástico sellados. El substrato que se utiliza es la turba o mezcla de turba con otros materiales como arena o perlita, que aumentan su aireación y mejoran el drenaje.
Este sistema proporciona un aislamiento completo del terreno y una fácil renovación del material al final de la recolección, permitiendo además una rápida instalación del siguiente cultivo.
El sistema de cultivo se completa con un sistema de riego que satisfaga las necesidades hídricas y nutritivas de las plantas. El riego y la nutrición se efectúan por un sistema de goteo o riego localizado.
La colocación de estos sacos de plástico puede ser horizontal o vertical.

5.5.1. Sacos horizontales

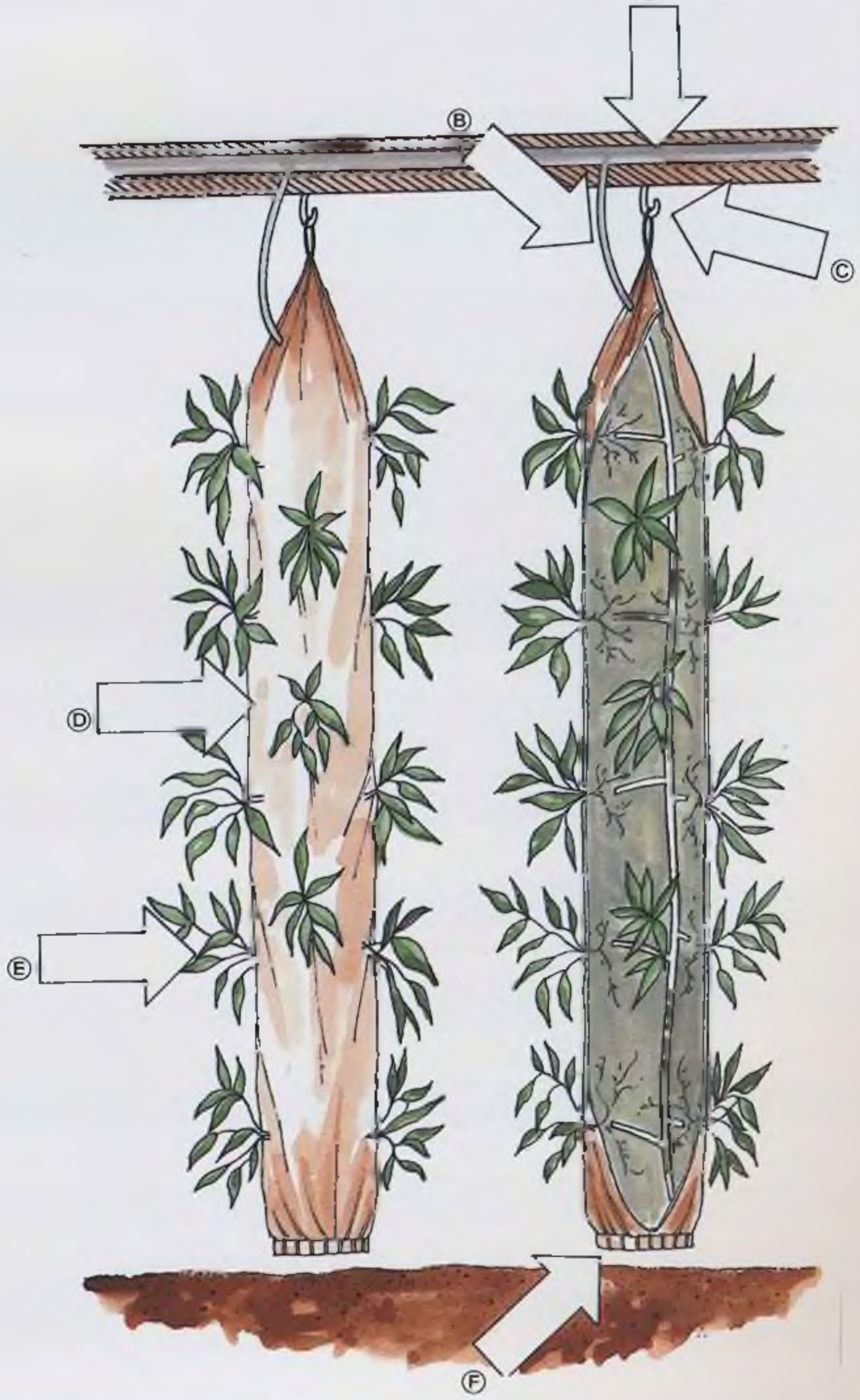
Sobre los sacos colocados horizontalmente en el terreno se hacen en la parte superior, dos aberturas separadas entre sí, dentro de las cuales se colocarán las plantas.

5.5.2. Sacos verticales

Es una variante del anterior sistema. En ella los sacos forman tubos o columnas verticales. Se pueden encontrar los orígenes de este sistema en la utilización de barriles o bidones de metal.
A lo largo del tubo de plástico se realizan boquetes donde irán colocadas las plantas. Si se sustituyera la turba por un substrato mineral como la grava o la arena, el riego con nutrientes podría realizarse desde la parte superior de la columna, consiguiéndose así un cultivo hidropónico.
El sistema de sacos verticales se utiliza en el cultivo de la fresa, utilizando tubos de plástico de 15 cm de diámetro y hasta 2 m de altura, y colocando hasta 32 plantas por saco vertical, con una separación de 1 m entre filas y 0,5 m entre líneas. Ello permite elevadísimos rendimientos.

***A la izquierda:** Cultivo en sacos horizontales utilizando la perlita como substrato*

***Bajo estas líneas:** Cultivo en sacos verticales o suspendidos*
A/ Tubería de nutrientes
B/ Microtubo
C/ Gancho
D/ Saco de plástico
E/ Plantas cultivadas en los boquetes
F/ Perforaciones de drenaje



6. FERTILIZACIÓN

6.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA NUTRICIÓN DE LOS CULTIVOS EN INVERNADERO

En un invernadero, las plantas se encuentran en un medio artificial creado para controlar todos los factores que afectan su crecimiento y desarrollo. Es un medio frágil en el que cualquier error de manejo puede llevar a un fin dramático. Esto se debe a la cada vez mayor sofisticación de las técnicas que en él se emplean.

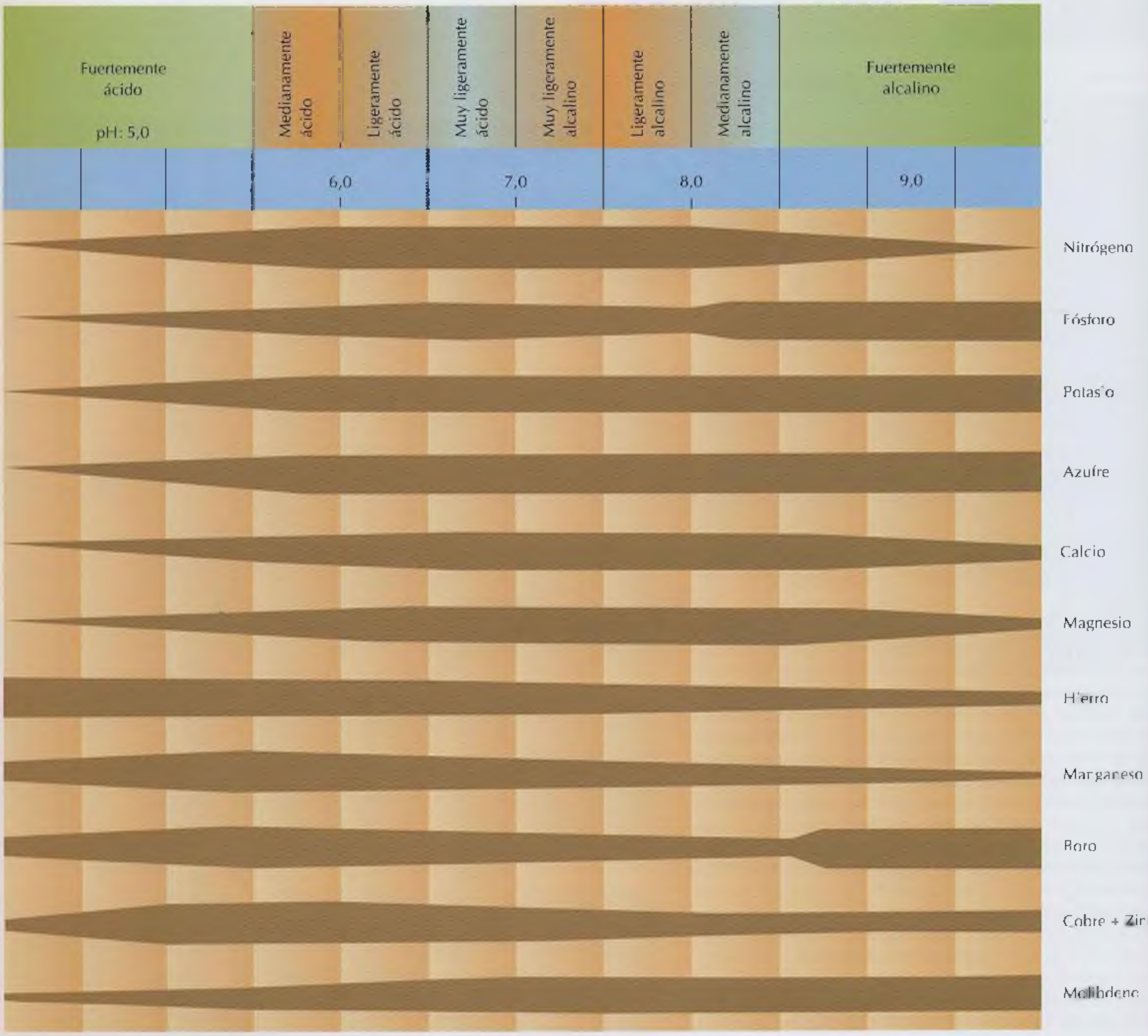
Una de las principales ventajas del cultivo en invernadero es el mayor control de la nutrición. Ésta está influenciada por una serie de factores que podemos resumir en:

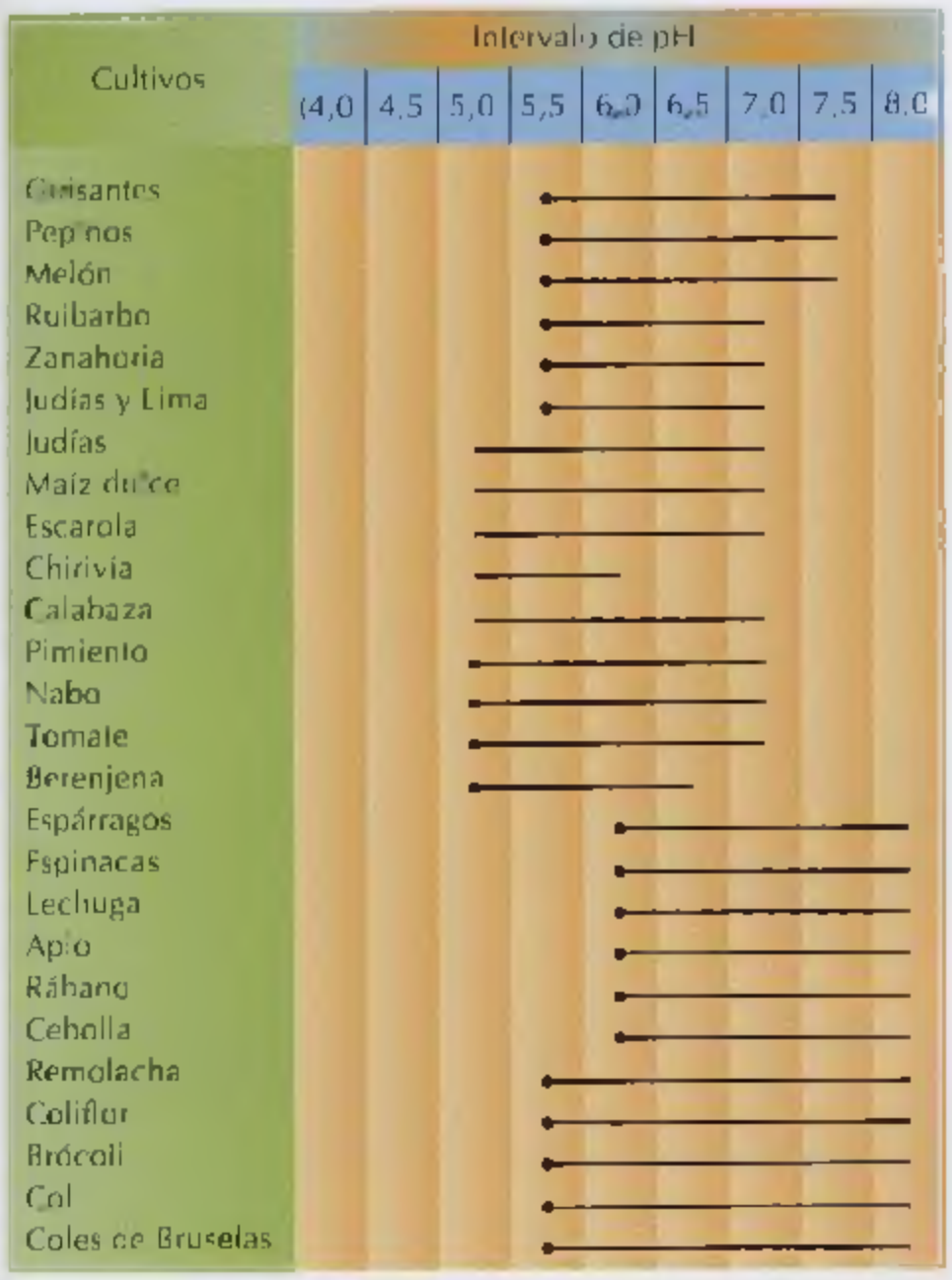
- Factores genéticos, es decir especie cultivada. No todas la plantas presentan las mismas exigencias en cuanto a nutrición.
- Factores ambientales que reúne el invernadero, como la luz, el anihídrido carbónico, la temperatura, la humedad y el agua disponible.
- Factores del medio de cultivo como características químicas, textura, estructura, humedad, pH y nutrientes.

Todos estos factores interaccionan entre sí, y del resultado de esa interacción surge la respuesta de la planta.

La temperatura del suelo es un factor importante en la nutrición, ya que existen intervalos de temperatura por debajo o por encima de los cuales la planta reduce la absorción de agua. Este intervalo de temperaturas es característico de cada especie, pero por

Efecto del pH del suelo en la disponibilidad de nutrientes





A la izquierda, tabla de valores normales de pH del suelo para distintos cultivos hortícolas

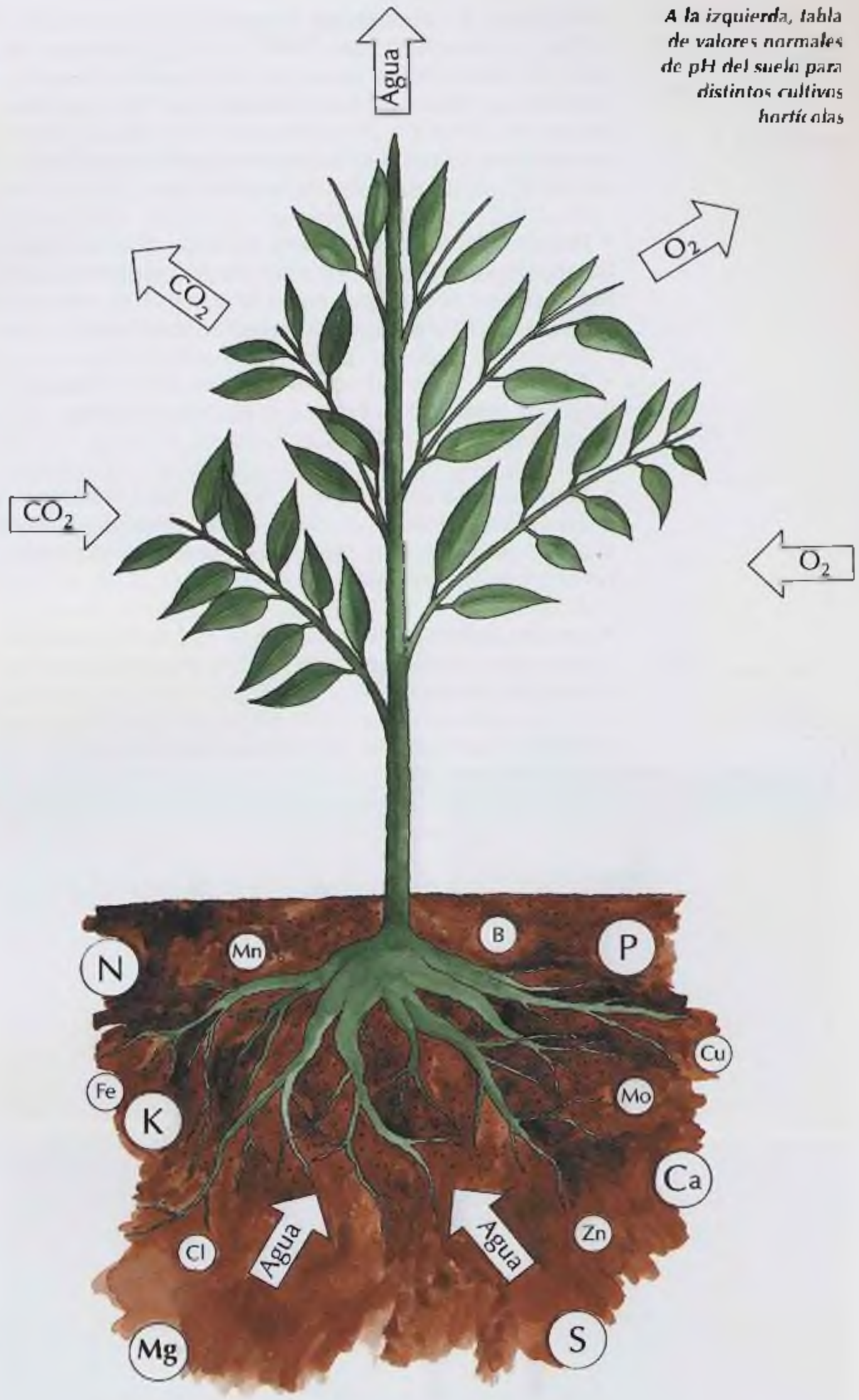
lo general existe una mayor absorción de nutrientes con temperaturas del suelo de 20 a 25°C.
El pH del suelo es otro factor que interviene en la absorción de nutrientes, siendo el comprendido entre 6-6,5 el pH óptimo para asegurar la disponibilidad del mayor número de nutrientes en el suelo. Naturalmente existen diferencias y exigencias específicas en determinadas especies en cuanto al pH.

6.2 PRINCIPIOS GENERALES DE LA FERTILIZACIÓN

Las plantas toman elementos minerales del suelo, nunca productos orgánicos, es decir que cuando se incorpora al suelo materia orgánica, las raíces sólo tomarán los elementos de ella cuando hayan sido mineralizados. De todos los elementos químicos existentes en la naturaleza, sólo unos cuantos son utilizados por las plantas. El carbono, hidrógeno y oxígeno son tomados del aire y del agua, y el resto de elementos son aportados por el suelo a través de la raíces.

Los elementos minerales se dividen en dos grandes grupos según la cantidad que necesita la planta para su crecimiento y desarrollo:

• **Macronutrientes**. Son aquellos nutrientes que se necesitan en mayor cantidad.
- Carbono, oxígeno e hidrógeno. Son aportados por el aire y el agua.
- Nitrógeno, fósforo y potasio. Escasean en el suelo, por lo que merecen especial atención.
- Calcio, magnesio y azufre. Su escasez en el suelo es menos frecuente.



Sobre estas líneas: Elementos utilizados por la planta

• **Micronutrientes.** Son aquellos nutrientes que se necesitan en una cantidad muy pequeña.
- Hierro, zinc, manganeso, cobre, boro, molibdeno y cloro.

• **Nitrógeno.** Tiene una acción importante sobre el crecimiento de las plantas y es un componente esencial de la molécula de clorofila.
Es el elemento absorbido en mayor cantidad. Se absorbe del suelo en forma de iones nítricos NO_3^- y amoniacales NH_4^+.
El N se aportará con abonos compuestos por nitratos, sales amoniacales o con urea. Los abonados nítricos se pierden por lavado del suelo, mientras que el N amoniacal y ureico queda retenido en el suelo.

Es necesario conocer las necesidades nutritivas de un cultivo para obtener el máximo rendimiento.

• **Fósforo.** Es absorbido del suelo en forma de $H_2PO_4^-$ y raramente como HPO_4^- y $PO_4^=$. El fósforo es muy necesario en el inicio del crecimiento (favorece, además, el desarrollo radicular) y en las fases de brotación, floración y fructificación. Por ello se tiene que elegir un abono con un buen grado de solubilidad del P_2O_5 para su rápida asimilación.

• **Potasio.** Elemento importante en la fructificación, ya que aumenta el peso y el contenido en azúcares de los frutos. Interviene además en la fotosíntesis y aumenta el sistema radicular. Se absorbe en forma de ion K^+.

• **Calcio.** Actúa en diversos fenómenos fisiológicos de las plantas y en el crecimiento de las raíces. Se absorbe en forma de ion Ca^{++}.

• **Magnesio.** Es uno de los elementos más importante en la formación de la clorofila. Se absorbe en forma de ion Mg^{++}. Un atómo de magnesio forma el corazón de la molécula de clorofila.

• **Azufre.** Forma parte de la célula vegetal. Se absorbe en forma de ion sulfato $SO_4^=$. Necesario para la síntesis de proteínas.

• **Cobre.** Interviene en la formación de la clorofila.

• **Zinc.** Actúa en la formación y maduración de las semillas, y en la formación de sustancias de crecimiento.

• **Boro.** Interviene en el desarrollo de las raíces y en la formación de frutos y semillas.

• **Manganeso.** Participa en la fotosíntesis.

• **Hierro.** Actúa en diversos fenómenos fisiológicos de la planta y en la formación de la clorofila. Participa también en la respiración de los vegetales.

• **Molibdeno.** Participa en la síntesis de proteínas y es imprescindible para la utilización del nitrógeno que absorbe la planta.

• **Cloro.** Participa en la folosíntesis.



6.3. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS CULTIVOS EN INVERNADERO

El rendimiento de un cultivo bajo invernadero es superior al de uno al aire libre, y también las extracciones de nutrientes del suelo. Teniendo en cuenta que el sistema radicular en los cultivos en invernadero tiene un desarrollo limitado, la aportación de fertilizantes tiene que concentrase en los primeros 30 cm de profundidad del suelo.

El abonado en invernadero tiene que ser más fraccionado y no correr el riesgo de salinizar el suelo. La sobrefertilización es un peligro que se debe controlar. Para ello y como método orientativo, la dosis de fertilizantes a aportar al suelo tiene que regir en función de la composición química de las cosechas

Rendimiento y extracción de nutrientes de una misma especie en función del sistema de cultivo

Especie	Sistema de cultivo	Rendimiento por m^2	Extracciones g/m^2		
			N	P_2O_5	K_2O
Tomate	aire libre	9 Kg	20	7	30
	invernadero	12-15 Kg	65	10	86
Clavel	aire libre	6-8 flores	50	16	40
	invernadero	10 flores	120	30	110

Cultivos hortícolas	Unidad de producción	Elementos nutritivos (Kg/ud de producción)		
		N	P_2O_5	K_2O
Tomate	10 tm	30-40	8-12	40-65
Espinaca	10 tm	50-60	14-16	50-100
Zanahoria	10 tm	30-50	10-12	55-65
Lechuga	10 tm	30-40	10-20	60-80
Cebolla	10 tm	25-40	10-15	30-35
Alcachofa	10 tm	75-80	30-35	150-160
Coliflor	10 tm	40-45	14-16	60-65

A la izquierda: Extracciones medias de elementos por los diferentes cultivos

extraídas, comprobando las respuestas de las plantas en cuanto a crecimiento y desarrollo, y corrigiendo las deficiencias si hiciera falta.

Para determinar los elementos nutritivos a aportar al suelo disponemos de los siguientes métodos:

- Observación del cultivo (es un método subjetivo que necesita de una experiencia previa)
- Determinación del pH y de la salinidad
- Análisis del suelo
- Extracciones de elementos nutritivos por los cultivos

6.4. APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

Antes de la instalación del cultivo en el invernadero, se aconseja un aporte abundante de materia orgánica para establecer un nivel adecuado. Éste se sitúa en un 5% en peso. El aporte oscilará entre 2 y 5 Kg/m^2, dependiendo de la riqueza del propio suelo. Con este aporte se pretende conseguir que el suelo mantenga su estructura el máximo tiempo posible durante el cultivo.
Los fertilizantes minerales sólidos son aconsejables para su uso en invernadero en las labores preparatorias del suelo como abonado de fondo de lenta liberación. Una vez instalado el cultivo, presentan problemas para su distribución mecánica.
Hay que distinguir entre el abonado de fondo y el de mantenimiento. El primero tiene como finalidad poner el suelo a un nivel óptimo de nutrientes antes de iniciar el cultivo y el segundo cubrir las necesidades nutritivas a lo largo del año.

ABONADO DE FONDO

Se aplica mediante enterramiento de los fertilizantes en las labores preparatorias, de forma que quedan localizados en zonas del suelo que están cerca de las raíces. Es el sistema usual que se sigue en la aportación de abonos orgánicos, fertilizantes fosforados y potásicos, así como los nitrogenados en forma ureica y amoniacal.

ABONADO DE MANTENIMIENTO O DE COBERTURA

El abono se proporciona al cultivo una vez éste ya está instalado. Es frecuente en la aportación de fertilizantes nítricos.

Este abonado se basa en el principio de anticipación de las necesidades a cubrir, es decir prever el consumo que va a realizar la planta, de manera que se mantenga un nivel constante de fertilidad en el suelo.
El abonado de mantenimiento debe aplicarse cuando el suelo está a un 6-8% de materia orgánica, 0,05-0,06% de P_2O_5 soluble en agua y del 0,18-0,20% de K_2O también soluble en agua.
El método más conveniente para suministrar los fertilizantes al cultivo en invernadero, una vez quede esté instalado, es el de la fertirrigación. Es el sistema que se suele emplear cuando se practica el riego localizado.
Otro sistema para la aplicación de fertilizantes es en forma foliar. Se basa en una solución acuosa que contiene los elementos disueltos y su aplicación es una pulverización sobre la parte aérea de la planta.
El abonado foliar es una técnica efectiva para solucionar rápidamente problemas de carencias, sobre todo las producidas por microelementos.
Tiene una limitación importante en la cantidad de abono a aplicar, ya que debido a determinadas concentraciones de sales en las hojas, éstas presentan quemaduras. Por esta razón, sólo se puede considerar una técnica de fertilización complementaria.





Turbera de esphagno. Fabricada por HASSELFORS.



6.5. TIPOS DE FERTILIZANTE

El cultivo bajo invernadero implica una más intensa utilización del suelo. Ésta es la principal razón para el uso más abundante de fertilizantes. Con ellos tenemos que asegurar cubrir todas las necesidades del cultivo y obtener los máximos rendimientos.
La salinización del suelo, debido al uso elevado de fertilizantes, debe ser prevenida y, en ningún caso superar concentraciones del 2‰ si la planta no es resistente a estas condiciones.
En relación con los principales grupos de fertilizantes, se debe tener en cuenta lo siguiente:









Plantas con deficiencia de boro.

• **Fertilización nitrogenada.** La aplicación debe realizarse antes de los períodos de máximo desarrollo de la planta, en función siempre de su crecimiento, de forma fraccionada a lo largo del cultivo, ya que sólo así se conseguirá un máximo aprovechamiento. Se debe tener en cuenta que el nitrógeno nítrico es muy soluble en el agua y por tanto puede eliminarse por drenaje. El nitrógeno amoniacal es retenido más fácilmente en el suelo hasta ser convertido en nítrico.
• **Fertilización fosfórica.** Aplicar una fertilización de fondo que cubra las necesidades de la planta durante todo el cultivo. Es importante sobre todo en la siembra y en el trasplante.
• **Fertilización potásica.** Su necesidad es en general elevada. Fraccionar entre el momento de la plantación y después en cobertura, según las exigencias del cultivo.

Laboratorio de pruebas biológicas y orgánicas.

Los abonos, en líneas generales, se clasifican en simples, compuestos y complejos. Los simples son aquéllos que aportan un sólo elemento fertilizante, compuestos cuando en su composición entran a formar parte dos o más elementos en sustancias diferentes, y complejos cuando, siendo también dos o más los elementos, forman una sola sustancia fertilizante.
Los abonos técnicamente equilibrados contienen nitrógeno, fósforo y potasio, y se emplean en fórmulas de mayor o menor proporción, según las necesidades de las plantas o de su estado vegetativo.

FERTILIZANTES SÓLIDOS SOLUBLES

• **Sulfato amónico.** Contiene nitrógeno amoniacal con un 21% N y azufre en un 23%. Son solubles 730 gr/l a 20°C.
• **Nitrato amónico.** Contiene 34% N y una solubilidad de 1.920 gr/l a 20°C.
• **Urea.** Contiene 46% N, todo él en forma ureica y con una solubilidad alta de 1.033 gr/l a 20°C.
• **Nitrato de cal.** Contiene un 15-16% N en forma nítrica con una solubilidad de 1.220 gr/l a 20°C.
• **Nitrato potásico.** Es un excelente producto para fertirrigación, con 13,5 N y 44-46% de K_2O. Es totalmente soluble, aunque su grado de solubilidad es bajo: 316 gr/l a 20°C.
• **Fosfato monoamónico.** Contiene 12% N y 60-62% P_2O_5 y una solubilidad de 661 gr/l a 20°C.
• **Fosfato diamónico.** Contiene 21% N y 52-54% P_2O_5.
• **Polifosfato amónico.** Contiene 10% N y 30% P_2O_5. Es muy soluble.
• **Fosfato de urea.** Contiene 17% N y 44% P_2O_5.
• **Sulfato potásico.** Contiene 50% K_2O y 17% de azufre. Su solubilidad es baja: 110 gr/l a 20°C.
• **Hidróxido potásico.** Contiene 50% K_2O.



FERTILIZANTES LÍQUIDOS

• **Amoníaco anhidro.** Contiene 82% N en forma amoniacal.
• **Nitratos de cal líquida.** Se trata de una solución del producto sólido, con una riqueza de N nítrico del 7%. Se utiliza preferentemente para aportar cal.
• **Nitrato de magnesio líquido.** Igual que el anterior abono, con una riqueza de 7% en magnesio.
• **Ácido nítrico.** Concentración del 56,5% y un contenido de nitrógeno del 12%.
• **Ácido fosfórico.** Riqueza en P_2O_5 entre el 40 y el 54%.

ABONADO DE FONDO

• **Liberación lenta de nitrógeno**:

- Sulfato amónico
- Cianamida cálcica
- Urea
- Amoniaco en diversas formas

• **Liberación lenta de fósforo**:

- Fosfatos naturales o fosfatos de roca con un 25-40% en P_2O_5
- Fosfatos bicálcicos con un 65% de P_2O_5
- Superfosfatos simples y triples con 18 y 45% de P_2O_5 respectivamente

• **Liberación lenta de potasio**:

- Cloruro potásico con 60% de K_2O
- Sulfato potásico con 50% de K_2O

6.6. FERTIRRIGACIÓN

Se basa en la incorporación al agua de riego de fertilizantes solubles que son después distribuidos mediante el sistema de riego localizado. Se pueden emplear fertilizantes líquidos o sólidos totalmente solubles, siempre que sean inactivos respecto a las sales contenidas en el agua, y que no sean corrosivos para las instalaciones y aparatos de riego utilizados.

Este sistema permite el fraccionamiento del abonado de los cultivos en invernadero, controlando el momento de aplicación y, por tanto, disminuyendo el peligro de acumulación de sales y residuos salinos.
Con el sistema de fertirrigación, se favorece la absorción de los elementos nutritivos por las raíces, se consigue una aplicación más uniforme del abonado y un ahorro en la cantidad de fertilizantes empleados, ya que sólo se incorporan a una parte muy determinada del suelo donde se desarrollan las raíces y no en todo él.
Otra ventaja que presenta este sistema de abonado es el ahorro de mano de obra, debido a la posibilidad de mecanizar la distribución con una regulación automática.



Sistema de riego que distribuye automáticamente tratamiento antiparásitos. Fabricado por A. GUASTAPAGLIA

Características de los principales productos utilizados en fertirrigación

Productos	Riqueza de nutrientes en %				Solubilidad en g/l		Densidad	Indice de sal	Acidez (A) o Basicidad (B)
	N	P_2O_5	K_2O	Otros	0°C	20°C			
NITROGENADOS:									
Sulfato amónico	21			22 S	700	760		69	110 A
Urea	46				670	1033		75,4	85 A
Nitrato amónico sol.	33,5				1180	2190		104,7	59 A
Nitrato cálcico	15			30 Ca	1020	1220		52,5	20 B
Acido nítrico	13						1,36		26 A
Solución nitrogenada 20	20						1,25	57,3	
Solución nitrogenada 32	32						1,32	70,1	58 A
Solución de nitrato de Mg	7			6 Mg				42,6	
FOSFATADOS:									
Acido fosfórico 55%	40						1,40		38 A
Acido fosfórico 75%	54						1,48		
POTÁSICOS:									
Sulfato potásico			50	18 S	75	120		46,1	neutro
Solución de potasa			10	3 S			1,1	18,8	
BINARIOS Y TERNARIOS:									
Fosfato monoamónico	12	61			225	400		34,2	65 A
Fosfato diamónico	21	53				450		24	
Fosfato de urea	17	44				620			
Fosfato monopotásico		51	34		148	230		8,4	neutro
Nitrato potásico	13		46		130	335		73,6	26 B
Solución ternaria clara	4	8	12					29,1	
Solución ternaria clara	8	4	10					29,2	
Solución binaria clara	0	20	10					16,4	26 B
SECUNDARIOS Y MICROELEMENTOS:									
Sulfato de magnesio				16 MgO y 13 S		700			
Sulfato de hierro			36 Fe		155	260			
Sulfato de cobre			25 Cu		140	200			
Sulfato de manganeso			32 Mn			900			
Sulfato de zinc			23 Zn			750			



Detalle del motor para el sistema aéreo de riego. Fabricado por A. GUASTAPAGLIA

El inconveniente que presentar las plantas con la fertirrigación es un sistema radicular reducido, debido a la falta de necesidad que tienen de explorar más suelo. Además, son más sensibles a las carencias y a la falta de abono, sobre todo de microelementos que, en el espacio reducido de su desarrollo, se encontrarán en menor cantidad.
Para la utilización de este sistema, se deben conocer no sólo las extracciones de los elementos del suelo por el cultivo, sino también el ritmo de absorción, éste en función de las condiciones climáticas y del desarrollo de la planta. Esto es importante para establecer una relación entre las exigencias hídricas y las exigencias de nutrientes, las dosis y la época más oportuna de aplicación.
En la fertirrigación se puede utilizar todo tipo de abonos solubles, teniendo en cuenta que no presenten problemas de obturación en los emisores del sistema de riego. Se evitarán las mezclas de abonos que den compuestos insolubles, por ejemplo utilizar simultáneamente abonos que aporten calcio o magnesio con los que aporten sulfatos o fosfatos, para evitar la formación de precipitados.

Compatibilidad química de la mezcla de fertilizantes

	NA	SA	FA	NS	NC	NP	SP	CP	SM	U
NA - Nitrato amónico	C									
SA - Sulfato amónico	C	C								
FA - Fosfato amónico	C	C	C							
NS - Nitrato sódico	C	C	C	C						
NC - Nitrato cálcico	C	O	O	C	C					
NP - Nitrato potásico	C	C	C	C	C	C				
SP - Sulfato potásico	C	C	C	C	O	C	C			
CP - Cloruro potásico	C	C	C	C	C	C	C	C		
SM - Sulfato magnésico	C	C	O	C	O	C	C	C	C	
U - Urea	X	C	C	C	X	C	C	C	X	C

O: Incompatible; X: Compatibilidad limitada; C: Compatible

La aportación de nitrógeno puede hacerse a partir de soluciones comerciales o bien utilizando la urea que se disuelve fácilmente, o el nitrato potásico si se pretende además un aporte de potasio.
El fósforo es el elemento más difícil de aplicar en fertirrigación, pues presenta baja solubilidad y peligro de precipitación al reaccionar con el calcio del agua de riego.
Los microelementos se aplicarán en forma de quelatos para evitar que reaccionen con las sales disueltas y no puedan ser asimilados.
El agua que llega a la planta debe tener una concentración de 1-2 g/l de sales disueltas, para prevenir la acumulación de sales en el suelo, y un pH entre 6 y 6,5. Si el agua de riego supera un nivel de 7, pueden ocasionarse precipitaciones de algunos elementos minerales, provocando no sólo la falta de asimilación por las plantas, sino también graves problemas de obstrucciones en la instalación de riego localizado. Si el pH es inferior a 6, pueden producirse corrosiones en los elementos metálicos de la instalación.

En la página siguiente: Sistema automático de fertilización por riego. Fabricado por A. GUASTAPAGLIA

Se puede instalar un conductímetro que marca la salinidad y que hace sonar una alarma cuando sube por encima de un valor máximo establecido. Para corregir el pH del agua de riego cuando ésta resulte demasiado alcalina, se puede utilizar ácido sulfúrico y ácido nítrico.
El suelo tiene que estar húmedo antes de la aplicación, para evitar una excesiva acumulación de sales en torno a las raíces.

Los fertilizantes se pueden incorporar al agua de riego mediante uno de estos sistemas:

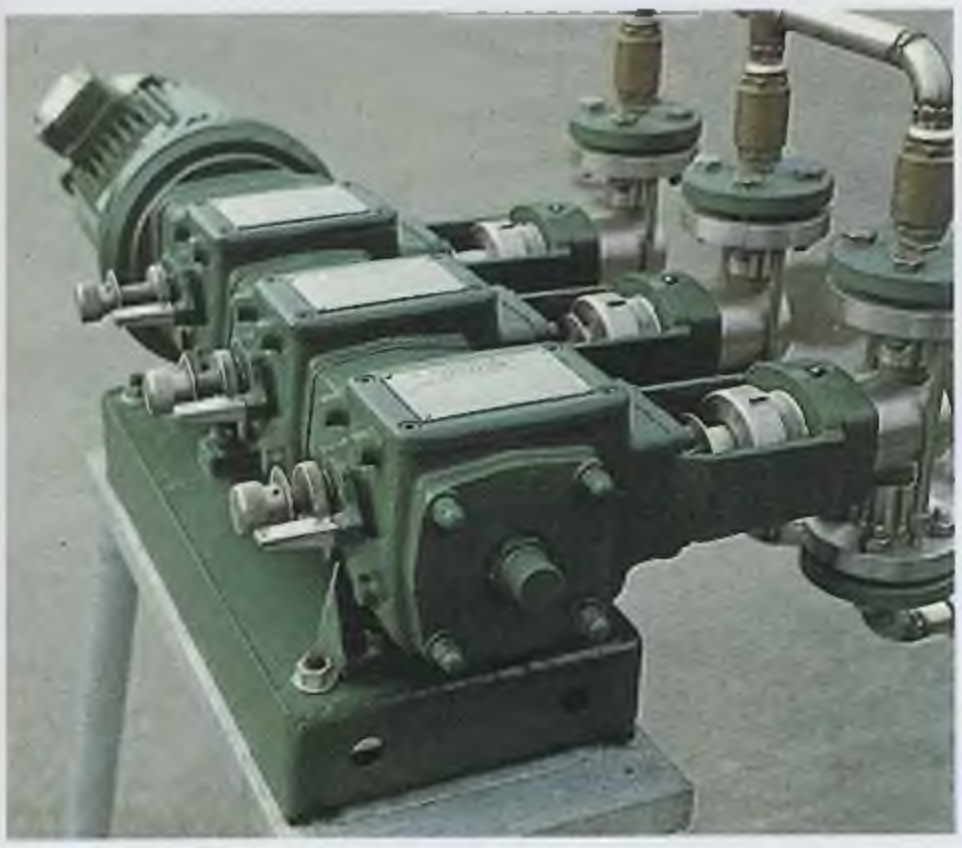
• **Abonadora tanque.** Es un depósito tratado con un anticorrosivo y con un volumen variable, colocado en paralelo con la conducción principal. En él se colocan los abonos y, mediante un juego de llaves, se deriva parte del caudal, que diluye el abono y vuelve a entrar al circuito. Funciona por diferencias de presión. Presenta el inconveniente que la distribución del fertilizante no es buena, ya que la concentración del abono en el agua de riego no es constante, puesto que la concentración de solución madre varía en el tiempo.

• **Inyectores de abono.** Son unidades en las que la solución concentrada de fertilizantes se coloca en un depósito, y de ahí se inyecta a la red de riego mediante el uso de bombas de presión de distintos tipos:

- *Dosificador eléctrico.* Es una bomba eléctrica que toma el fertilizante de un depósito mediante succión y lo inyecta a la red de riego. Este aparato no inyecta el fertilizante de forma proporcional al volumen de agua.



- *Dosificador eléctrico de inyección proporcional.* Consta esencialmente de un contador de caudal, el cual, cada vez que pasa un volumen de agua preestablecido, manda un impulso eléctrico a un sensor, que a su vez ordena una inyección a la bomba, inyectando un volumen constante de solución madre. La disolución es siempre constante, sea cual sea el caudal que pase.
- *Dosificador hidráulico.* La bomba lleva una cámara con un pistón. La cámara, al llenarse, succiona fertilizante de un depósito y se vacía inyectándolo en la red de riego.



6.7. FERTILIZACIÓN CARBÓNICA

El anhídrido carbónico es esencial para la realización de la fotosíntesis. Aumentar la concentración de CO_2 en la atmósfera del invernadero favorece el desarrollo de la planta, aumenta la producción y mejora la calidad de los productos obtenidos.
Para obtener un máximo aprovechamiento de la fotosíntesis, la concentración puede pasar del 0,03% que encontramos en el aire libre a niveles del 0,1%. Superar los 0,3% puede ser tóxico para la planta.

Salinidad de los productos a las concentraciones normales en fertirrigación

Productos	Concentración g/l	pH	Conductividad mSiemens/cm2
Nitrato amónico	2	5,4	2,8
33,5 % N	1	5,6	0,9
	0,5	5,6	0,8
	0,25	5,9	0,5
Urea 46 % N	3	6,3	0,1
	1	5,8	0,07
	0,5	5,7	0,07
	0,25	5,6	0,05
Sulfato amónico 21 % N	1	5,5	2,1
	0,5	5,5	1,1
	0,25	5,5	0,5
Solución 20 % N	1	6,4	1,3
	0,5	6,8	0,7
	0,25	6,9	0,4
Solución 32 % N	2	7,2	2,3
	1	7,1	1,1
	0,5	6,6	0,6
	0,25	6,1	0,3
Ácido fosfórico 54 % P_2O_5	1	2,6	1,7
	0,5	2,8	1,0
	0,25	3,1	0,5
Ácido fosfórico 40 % P_2O_5			
	1	2,3	1,7
	0,5	2,6	1,1
	0,25	2,7	0,6
Fosfato monoamónico	1	4,9	0,8
cristalino (M.A.P.)	0,5	5,0	0,4
12-61-0	0,25	5,3	0,2
Fosfato-Urea	1	2,7	1,5
17-44-0	0,5	2,9	0,8
	0,25	3,2	0,5
Nitrato potásico	1	7,0	1,3
13-0-46	0,5	6,6	0,6
	0,25	6,6	0,3
Sulfato de potasa	1	7,1	1,4
puro 50 % K_2O	0,5	6,6	0,8
	0,25	6,6	0,3
Solución potásica	2	2,5	1,6
1-0-10	1	2,8	0,8
	0,5	3,0	0,5
	0,25	3,1	0,3
Complejo líquido	2	2,8	1,4
4-8-12 AC	1	3,1	0,6
	0,5	3,3	0,4
	0,25	3,5	0,2
Complejo líquido	3	3,1	1,2
8-4-10 AC	2	3,2	0,9
	1	3,4	0,5

La aportación a la atmósfera del invernadero puede realizarse de la siguiente manera:

- Inyectando gas puro procedente de bombonas y distribuyéndolo mediante tubos perforados. Este sistema presenta el coste más bajo de utilización y por ello es el más utilizado.
- Colocando CO_2 sólido que lentamente pasa a la atmósfera.
- Mediante combustión de propano o butano.

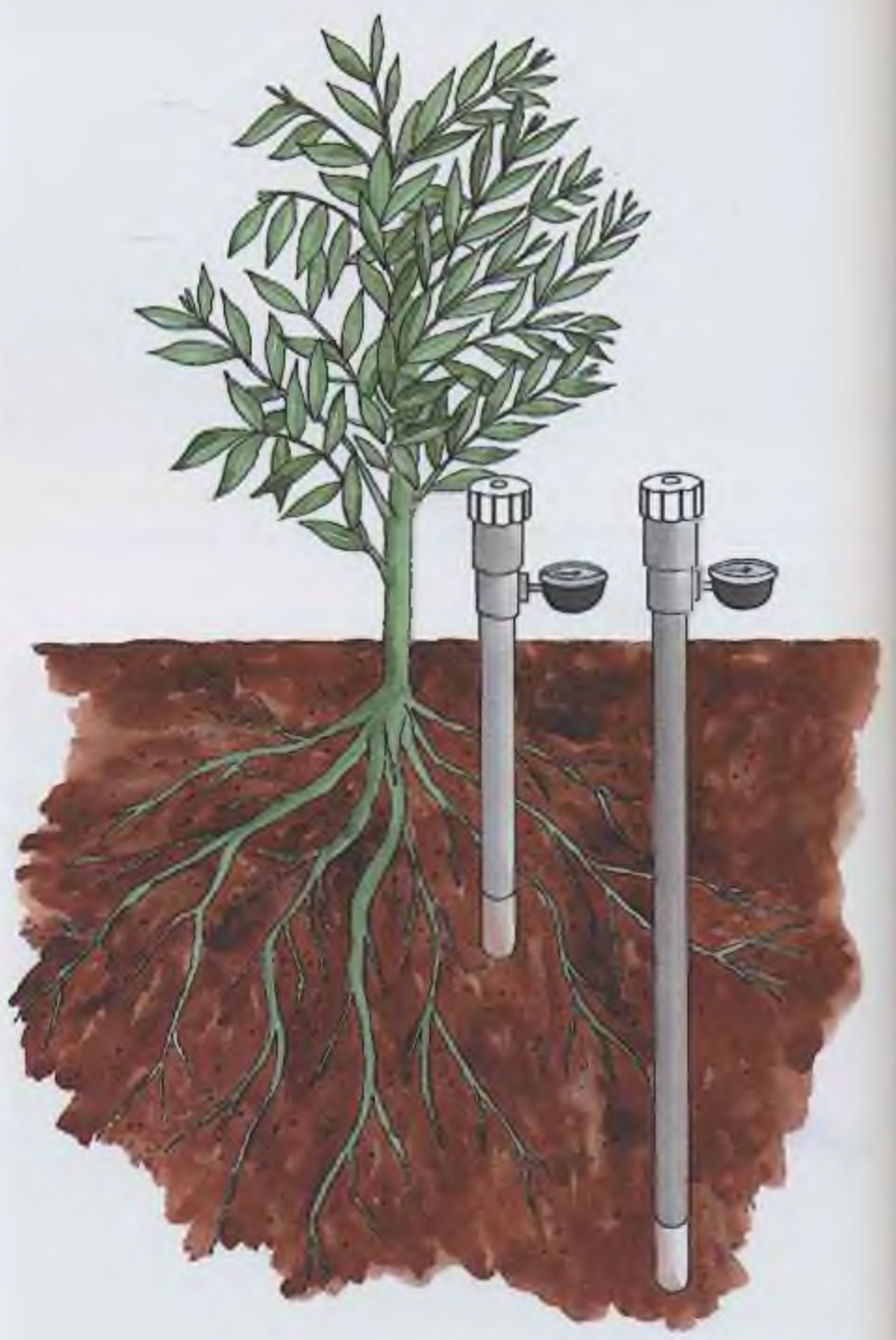
7. RIEGO

7.1. RELACIÓN AGUA, SUELO Y PLANTA

La planta exige grandes cantidades de agua para su desarrollo. De su peso total, entre el 80 y el 90% es agua, dependiendo de la especie de planta.
El agua es fundamental para la formación de azúcares y para mantener las células en buenas condiciones. Es la encargada del transporte de los elementos nutritivos y de las sustancias elaboradas en la planta, representando además el reactivo principal en muchos procesos fisiológicos fundamentales. De ella depende también la turgencia de las células y, por consiguiente, la de la planta.
La mayor parte del agua absorbida por las raíces es evaporada por las hojas en el proceso de transpiración. Sólo el 5% del agua queda retenida en los tejidos. El proceso de transpiración está directamente relacionado con la temperatura del ambiente.
El agua evaporada por las hojas es reemplazada por agua que vuelve a entrar por el sistema radicular, y en esta absorción se incorporan los elementos minerales que se encuentran en el suelo.
Cuando la intensidad de la transpiración es superior a la absorción radicular, se produce un déficit de agua en el interior de la planta, que influye negativamente en el crecimiento y, por tanto, en el rendimiento.
Los efectos que se derivan de este desequilibrio varían con la intensidad y la duración del llamado estrés hídrico, además del estado de desarrollo de la planta. Un intenso estrés hídrico, aunque de corta duración, puede reducir el crecimiento más que un estrés hídrico moderado pero de larga duración, resultando muy perjudicial cuando se produce en estados delicados de la planta como la floración, la inducción floral o la diferenciación de yemas.
La marchitez de la planta es consecuencia de un estrés hídrico prolongado o de alta intensidad. La planta pierde agua y con ello rigidez.
Para limitar el estrés hídrico, se puede actuar sobre la transpiración, bien disminuyendo la temperatura, bien la intensidad de la radiación solar. Con el aumento de la concentración de anhídrido carbónico en el aire y con el empleo de antitranspirantes, también se consigue una reducción de la apertura de los estomas y, por tanto, una disminución de la pérdida de vapor de agua. Otro factor que aumenta la transpiración son los movimientos del aire.
La aportación de agua al terreno es el método más efectivo para satisfacer las necesidades de agua de los cultivos, y esto se realiza mediante el riego.

7.2. AGUA ÚTIL

El agua recibida en el suelo ocupa todos los espacios libres, tanto los grandes, llamados macroporos, como los pequeños, llamados microporos. El agua que ocupa los espacios grandes desciende por su propio peso por gravedad, y estos espacios son ocupados por el aire. Este fenómeno contribuye al drenaje del suelo, eliminando el exceso de agua. Este agua recibe el nombre de agua gravitacional.
En los microporos o espacios capilares es donde el agua es retenida por el suelo, moviéndose a través de estos espacios por capilaridad.
Una vez realizado el riego, y perdida ya el agua gravitacional por drenaje, el suelo irá perdiendo paulatinamente su humedad por la acción del calor que evapora el agua de la superficie del suelo, o por la acción de las plantas que absorben el agua del suelo y la pierden por las hojas en la transpiración. A estos dos factores conjuntamente se les denomina evapo-



A la derecha: Colocación de los tensiómetros según la profundidad a medir

Determinación de la humedad del suelo por observación

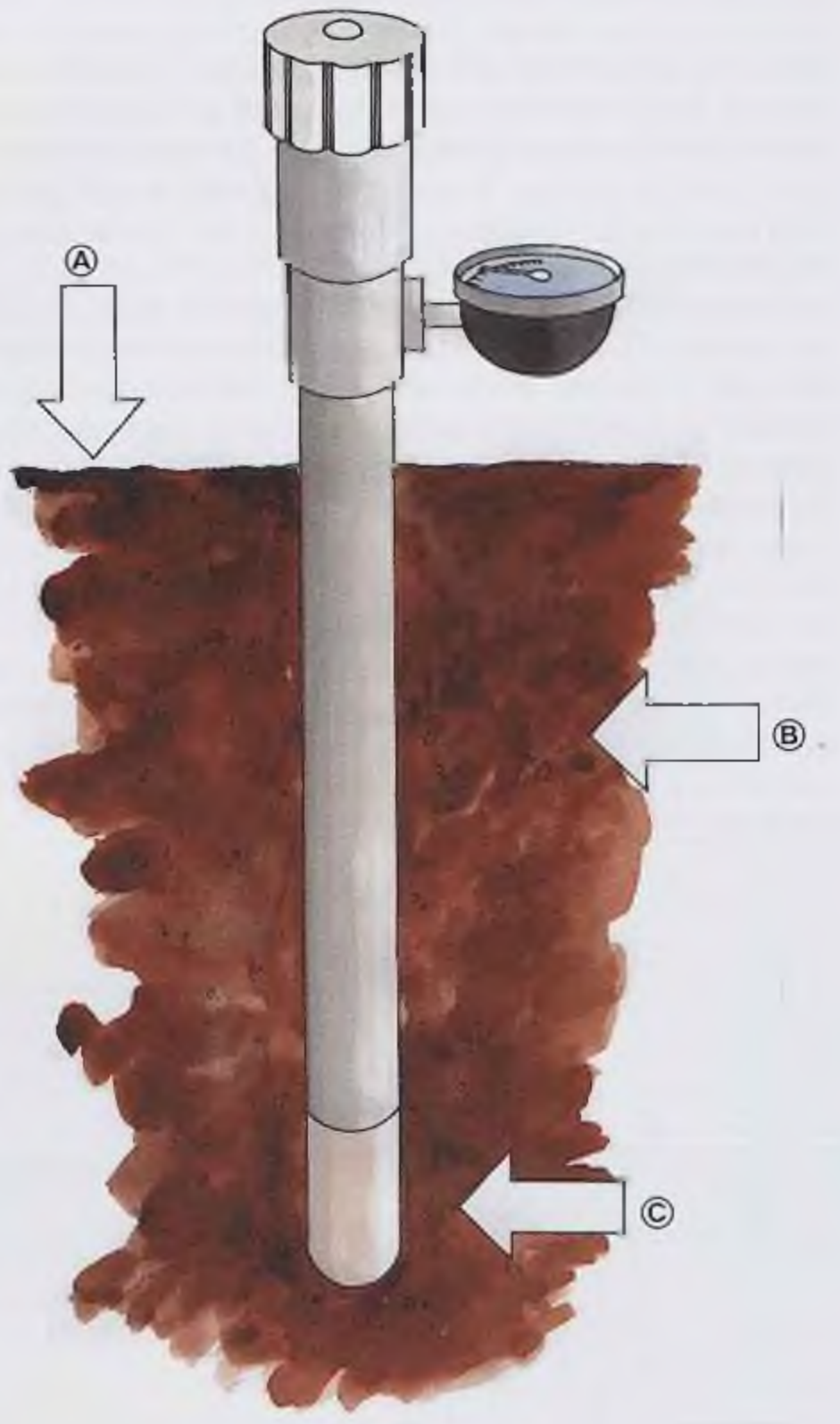
Grado de humedad	Observación organoléptica
Seco	Polvo seco
Bajo (crítico)	Blando, no forma una bola
Mediano (normal en la época)	Forma una bola, pero se reblandecerá cuando sea sacudida varias veces
Bueno	Forma una bola que permanecerá intacta después de haber sido sacudida cinco veces; se hundirá ligeramente si se le somete a una pequeña presión
Excelente	Forma una bola durable y flexible; se hunde con facilidad; un pedazo de tamaño apreciable se hundirá con el dedo pulgar después que la tierra haya sido apretada firmemente
Demasiado húmedo	Con una presión firme puede desprenderse alguna cantidad de agua, procedente de la bola

traspiración, y son los causantes de la progresiva desecación del suelo.

En base a lo dicho anteriormente, nos podemos encontrar siempre el suelo en una de las siguientes fases:

• **Suelo saturado**. Sucede inmediatamente después de un riego, y el agua ocupa o satura todos los espacios entre partículas. Este estado no es conveniente, ya que las raíces no poseen el aire suficiente para la respiración.
• **Suelo a capacidad de campo**. Es cuando el suelo ha perdido toda el agua gravitacional. Esto sucede a las 24 horas de realizado el riego. El suelo se encuentra en ese momento con la máxima cantidad de agua que es capaz de retener.
• **Suelo semihúmedo**. El suelo se encuentra con una humedad intermedia, entre la capacidad de campo y el punto de marchitez.
• **Suelo en punto de marchitez**. El suelo ha perdido el agua por evapotraspiración, hasta el punto en que la planta ya no puede tomar agua del suelo.





Esquema de un tensiómetro
A/ Superficie del suelo
B/ Tubo lleno de agua
C/ Cerámica porosa

A la izquierda: Sistema de riego por aspersión automática. Fabricado por RAIN BIRD

Con todo ello se define el concepto de agua útil como el agua comprendida entre la capacidad de campo y el punto de marchitez. El primero depende del tipo de suelo y el segundo, además del tipo de suelo, también del tipo de planta.
El agua útil, es decir el agua comprendida entre esos dos límites, representa la cantidad de agua contenida en el suelo susceptible de ser absorbida por la planta.

Interpretación de la humedad del suelo según los valores del tensiómetro

Lectura tensiómetro cb	Grado de humedad en el suelo	Interpretación de la humedad en el suelo
0-10	Saturado	A continuación de un riego y durante 24-36 horas es normal que estén comprendidas en esas cifras. Si perduran más tiempo puede ser por problemas de drenaje de ese suelo, o por un exceso de agua en el riego.
10-25	Óptima saturación	Esta tensión es la mejor para la optimización del agua en el suelo; para el aprovechamiento de las plantas mientras esté situado en ese margen de medida, no es necesario regar.
5-30	Necesidad de agua, sin peligro	En suelos ligeros, cuando la lectura esté en 30 cb es conveniente iniciar un nuevo riego; en suelos fuertes, es necesario regar cuando llegue el indicador a 45 cb.
50-70	Punto de marchitez	Peligro de deshidratación irreversible de las plantas. La escasa humedad que tiene el suelo es de difícil extracción por parte de la planta.

Filtración de agua en un suelo arenoso y en otro arcilloso
A/ Suelo arenoso
***B/** Suelo arcilloso*
En el primero, el riego es más profundo, y en el segundo, menos rápido pero más amplio. De este comportamiento se deriva el tipo de riego.

Abajo a la derecha: Sistemas de riego por goteo. Ambos fabricados por RAIN BIRD.
A
Compensador de presión. Auto-limpiante. Plástico de alta resistencia.

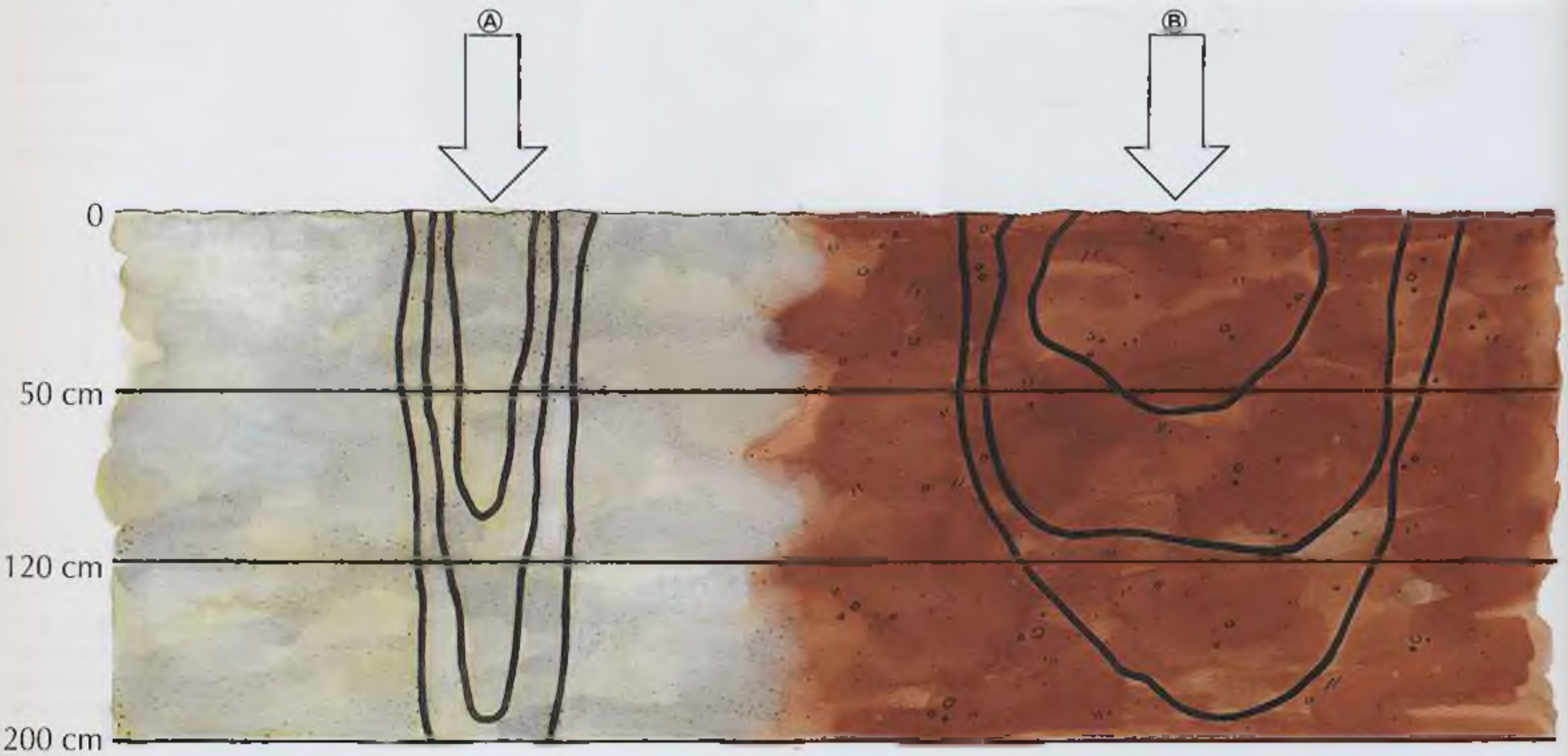
Por último queda definir el agua constitucional. Este agua es la que forma parte de las moléculas de los distintos elementos del suelo. Tiene un interés nulo bajo el punto de vista agrícola, pues en condiciones normales no puede liberarse y, por lo tanto, ser utilizada por la planta. Toda agua retenida en el suelo con una fuerza superior a la de succión de las raíces no es utilizable por la planta.
Las numerosas experiencias realizadas han puesto en evidencia la necesidad de aplicar el riego antes de que la planta tenga que sufrir un intenso estrés hídrico y, sobre todo, antes de que la humedad del terreno alcance el punto de marchitez.
Se deberá regar cuando las pérdidas de agua por evapotraspiración se aproximen a un tercio o, como máximo, a la mitad del agua disponible en el suelo.
La decisión de regar puede ser tomada en función del aspecto que presenta la planta, o del contenido en humedad del suelo. La toma de decisión se puede basar en la experiencia del agricultor, o bien en métodos para medir la humedad directamente en el terreno.

Es aconsejable colocar dos tensiómetros a diversos niveles del suelo, para tener un mayor conocimiento del estado de humedad del terreno.
La lectura del tensiómetro va de 0, que significa la mayor humedad posible, a 100, que es la falta total de agua.

Los valores se traducen así:
- de 0 a 10: saturación del suelo
- de 10 a 20: capacidad de campo
- de 30 a 60: agua útil
- más de 60: falta de agua

7.3. SISTEMAS DE RIEGO EN INVERNADEROS

En el riego en invernaderos se persigue una dosificación casi exacta del agua aportada, con el consiguiente ahorro y la posibilidad de utilizar recursos hídricos modestos, además de la posibilidad de automatizar el sistema, de manera que se reduzca al mínimo la utilización de mano de obra.



3 caudales disponibles 2, 4 y 8 l/h.
Gama de auto-regulación de 1 a 3,5 bares.
B
6 salidas independientes auto-compensantes.
Auto-limpiante.
Caudal: 4 l/h por salida.
Gama de presión de 1 a 3,5 bares.
Se suministra con una salida abierta, las demás salidas se abren según las necesidades.

El tensiómetro es el aparato que mide la tensión del suelo o, lo que es lo mismo, la fuerza que han de realizar las raíces para absorber el agua del terreno. Cuanto mayor es la tensión, menos humedad tiene el suelo, ya que las raíces tienen que aplicar más fuerza y, a la inversa, cuanto menor es la tensión, menor es la fuerza a aplicar y mayor la humedad.
El tensiómetro se compone de una cápsula de cerámica porosa llena de agua, que se entierra en el suelo a la profundidad de medición deseada. Esta profundidad será la de máxima actividad radicular. La cápsula está conectada a un manómetro o indicador de vacío por un tubo lleno de agua. La cerámica porosa es permeable al agua, pero no al aire.
El suelo ejerce una tensión sobre el agua de la columna que hace que la altura del agua en ella descienda, pasando al suelo y provocando una presión negativa que es medida.

Ⓐ


Ⓑ


Los sistemas de distribución del agua en los invernaderos pueden ser muy diferentes, ya que dependen de la naturaleza del terreno, de las exigencias de las plantas cultivadas, de las técnicas de cultivo, del costo de la mano de obra, de las disponibilidades hídricas y de la posibilidad de automatización de la instalación.
Se pueden agrupar los diversos sistemas de riego utilizados en tres grandes apartados:

- Riego por gravedad
- Riego por aspersión
- Riego localizado





7.3.1. Riego por gravedad

El riego por gravedad no consume energía externa para la distribución del agua. Es decir, el agua se distribuye por fuerzas gravitacionales, aunque para su llegada al invernadero sí se habrá realizado un consumo de energía.
Se aplica el agua en la parte más alta de la superficie del invernadero, distribuyéndose en sentido de la pendiente.
Entre los sistemas tradicionales de riego por gravedad, encontramos el riego a manta y el riego por surcos.
El riego a manta es un riego por inundación que consiste en suministrar un caudal de agua superior al que puede infiltrarse en el terreno, de manera que se forma una capa de agua sobre el suelo, que va infiltrándose poco a poco.
El riego a surcos consiste en hacer circular una lámina de agua por el valle de tierra, que delimitan dos caballones consecutivos de un cultivo, con lo que se consigue una infiltración lateral y en profundidad.

Las ventajas que presenta ante otros sistemas de riego son:

- Un bajo costo de instalación
- Un gran poder de lavado de sales
- Un gran volumen de suelo mojado a disposición de las raíces

Presenta una serie de inconvenientes, como son:

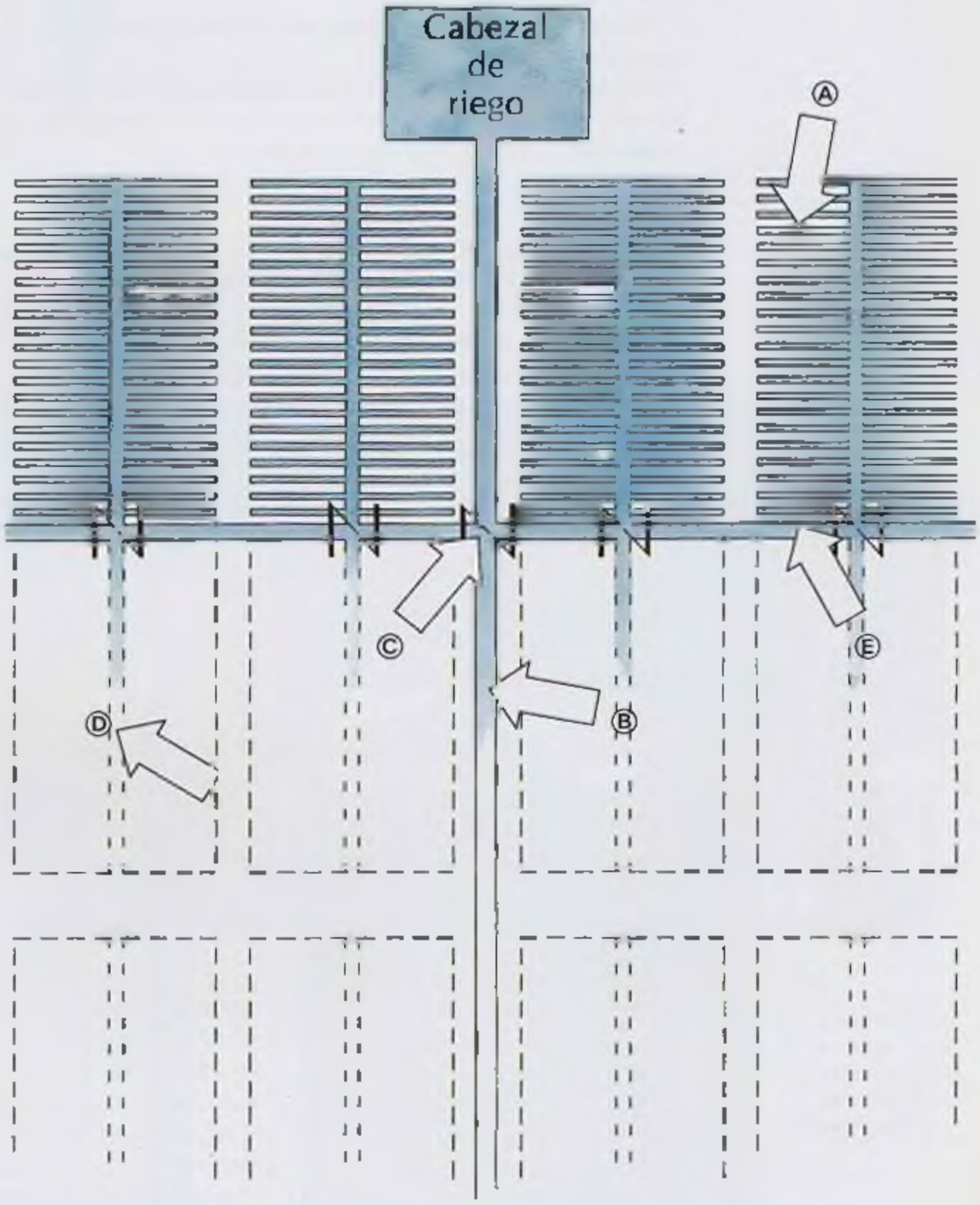
- Irregularidad en la distribución del agua
- Grandes pérdidas de agua utilizada
- Preparación del terreno
- Pérdidas de fertilidad

7.3.2. Riego por aspersión

Suministra el agua en forma de lluvia artificial. Puede realizarse a baja presión con lluvia lenta y poco alcance de chorro, o a alta presión con lluvia rápida y de largo alcance.

El sistema está formado por los siguiente elementos:
- Grupo de bombeo: debe proporcionar la presión y caudal necesario.
- Red de distribución de tuberías: formado por una tubería principal que conduce el agua a presión y una red secundaria que parte de la tubería principal, en la que están acopladas las boquillas o aspersores.

A la izquierda: Sistema de riego por microaspersión .El Micro-Quick es un sistema de microaspersión que combina los ahorros de agua y de energía del riego localizado con la facilidad de montaje de un sistema ingeniosa y evolutivo. Fabricado por RAIN BIRD



- Aspersores: distribuyen el agua de diferentes formas, dependiendo del tipo que se utilice y de las necesidades (en abanico, en peine, a chorros simples,...). Pueden ser fijos o rotativos, con ángulo de inclinación variable y con una posición por encima o por debajo de la planta. Los más utilizados son los rotativos, cuyos chorros de agua suelen alcanzar entre los 10 y los 25 m y un caudal de 0,5-7,5 m^3/h a una presión de 2 a 3,5 Kg/cm^2.
- Válvulas de descarga: sirven para evitar el goteo final, que se origina en instalaciones aéreas después de haber terminado el riego.

Esquema de distribución de un riego localizado
A/ *Tuberías portagoteros*
B/ *Tubería primaria*
C/ *Llaves de paso*
D/ *Tubería terciaria*
E/ *Tubería secundaria*
Gentileza de AUXILIAR ANDALUZA DE RIEGOS. (Sevilla)

Derecha: Sistema de riego por goteo auto-compensante y auto-limpiante. Fabricado por IRRIMOM.

En la instalación de este sistema, se tendrá en cuenta la naturaleza y la estructura del suelo a regar. La pluviometría máxima que se aplicará tendrá como límite la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Si se sobrepasa esta cantidad, se producirán encharcamientos.

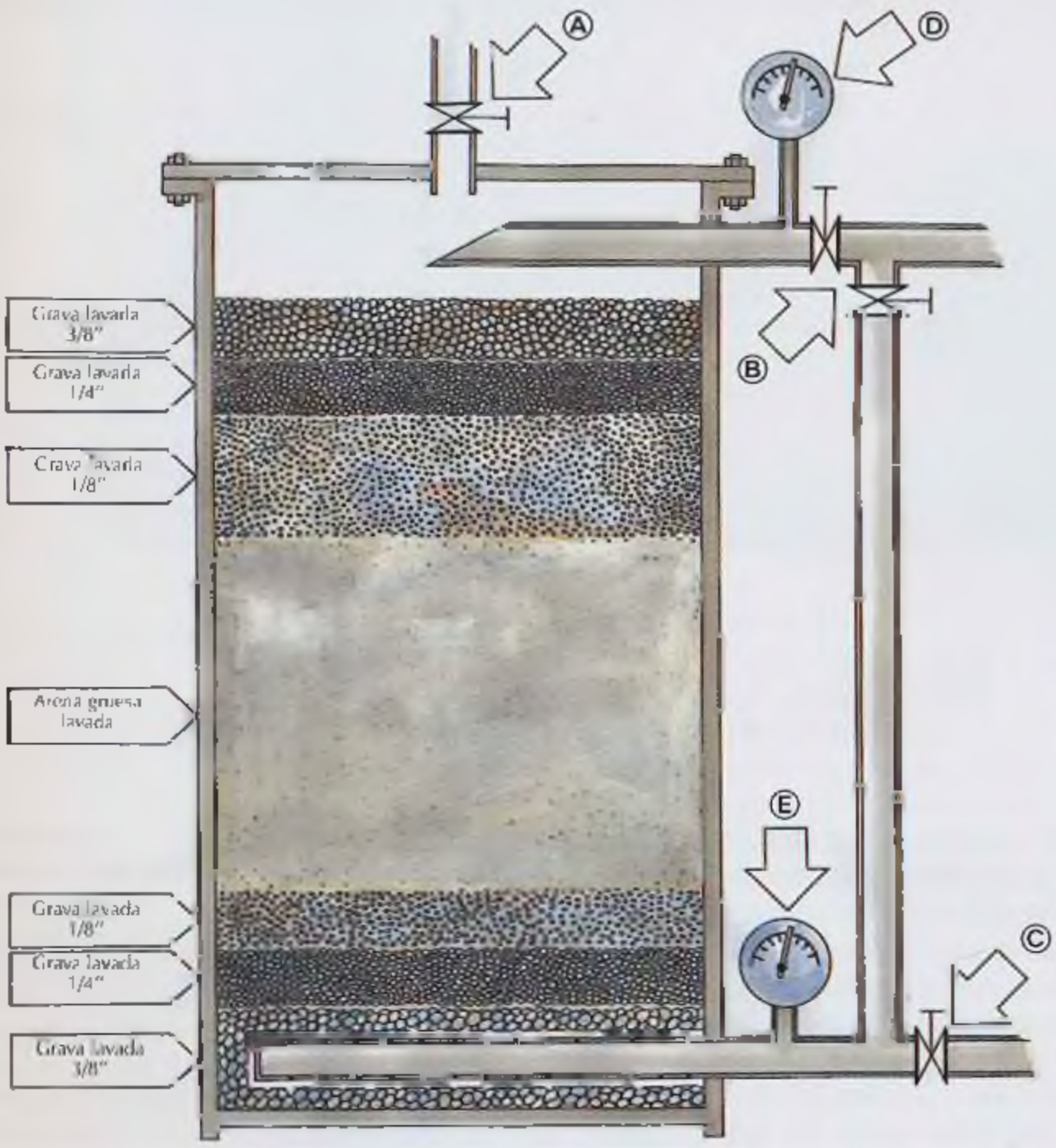
Las ventajas que observamos en este sistema son:

- Economiza agua.
- Escaso movimiento del terreno.
- Homogeneidad en la distribución del agua sin preparación previa del terreno.
- Reduce el riesgo de lavado excesivo del suelo.
- Permite la automatización secuencial mediante un controlador programado.
- Permite aplicar directamente los fertilizantes en el agua de riego.
- Influencia favorable en las condiciones ambientales del invernadero. Disminuye la temperatura y mantiene la humedad en el ambiente.
- En situaciones de peligro de heladas, puede ser utilizado.

Los inconvenientes son:

- Mayores necesidades energéticas.
- Si la aspersión es muy fina y el ambiente seco, grandes pérdidas por evaporación.
- Favorece el desarrollo de fitopatías.
- Alto coste de instalación.

Filtro de arena
A, B y C/ Llaves de paso
D y E/ Manómetros



7.3.3. Riego localizado

El riego localizado proporciona a la planta el agua en dosis muy bajas con pequeños caudales y en mayor frecuencia. De esta manera, se mantiene en el suelo un grado de humedad óptimo para el cultivo.

Los sistemas de riego localizado se clasifican dependiendo de la forma de emisión del agua:

- **Microaspersores**. Los emisores de agua son unos aspersores giratorios, movidos por la presión del agua de riego.
- **Difusores**. Son emisores fijos que pulverizan el agua y la distribuyen homogéneamente en forma circular.
- **Goteros**. Emisores que lentamente distribuyen el agua directamente en el suelo. Estos emisores forman cerca de las raíces una zona permanentemente húmeda llamada bulbo húmedo.

Los elementos que forman esta instalación son los siguientes:

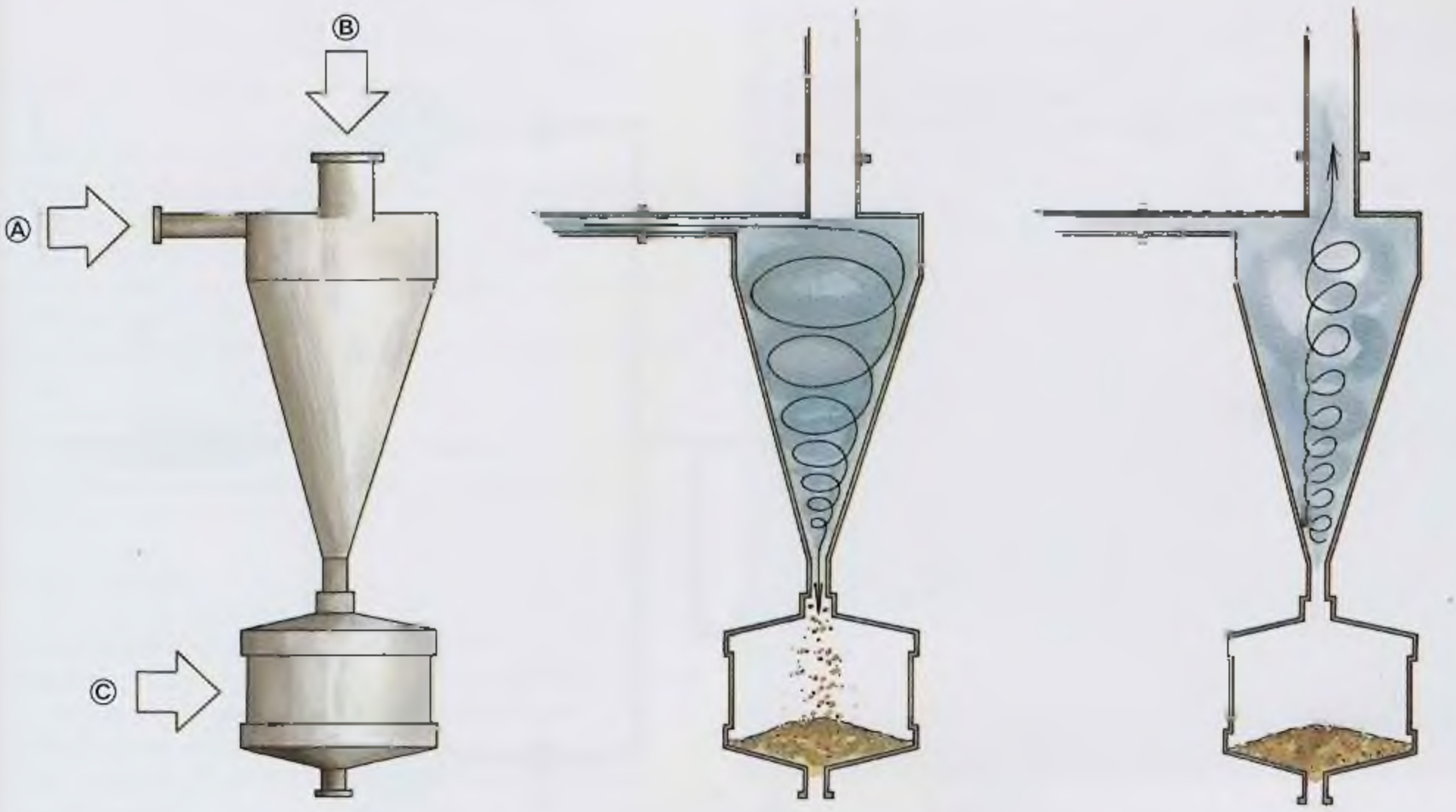
- Cabezal de riego
- Red de distribución
- Emisores











Hidrociclón
A/ *Entrada de agua*
B/ *Salida de agua limpia*
C/ *Recipiente de sedimentos*

7.3.3.1. Cabezal de riego

Conjunto de elementos cuya finalidad es el control del caudal, presión, filtrado y fertilización del agua que se va a suministrar al cultivo.

• **Caudal y presión**. El control es mediante válvulas volumétricas o válvulas solenoides reguladas por tiempo, reguladores de presión o manómetros.

Los manómetros van situados tanto a la entrada como a la salida de los filtros, para indicarnos las pérdidas de carga que se producen en ellos. Cuando hay una excesiva diferencia de presión entre el manómetro de entrada y el de salida, se está indicando que los filtros pueden tener problemas de obstrucciones y que serán necesarias una revisión y limpieza.
Al final del cabezal de riego, después de los filtros, irá situado un contador de agua que nos indicará el caudal que fluye hacia el sistema de distribución.

• **Filtrado.** Los filtros son los encargados de controlar las impurezas del agua de riego para evitar problemas de obturación en los emisores. El caudal nos indicará el tamaño y el número de baterías de filtros a utilizar.

Los filtros pueden estar situados antes o después del equipo de fertilización, aunque se aconseja colocarlos antes para evitar problemas de corrosión por parte de los fertilizantes.

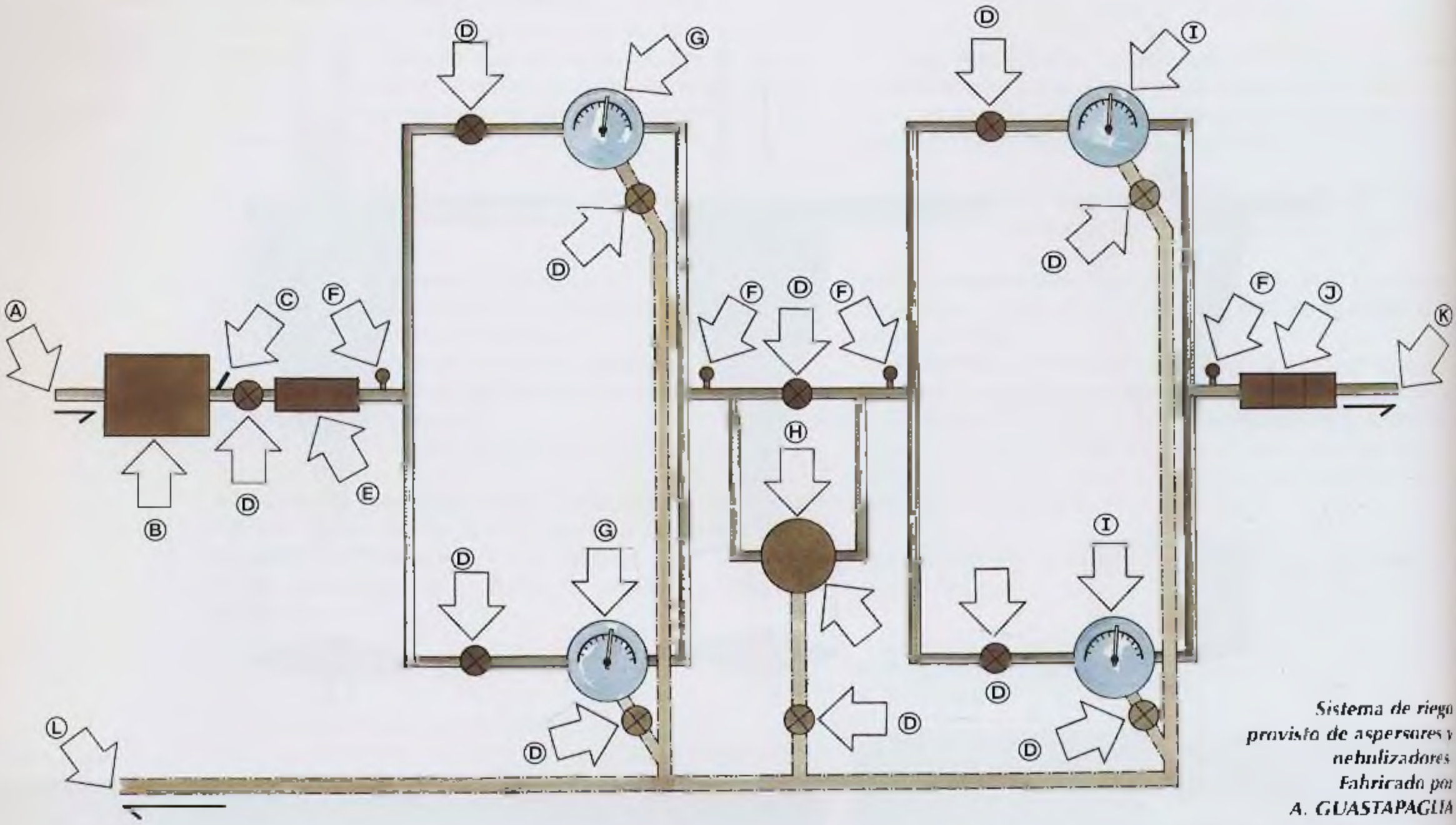
Encontramos 3 tipos de filtros:

• **Hidrociclones.** Eliminan limos y elementos pesados en suspensión. Son recipientes de forma troncocónica con la base mayor en la parte superior. El agua entra por la parte lateral, las partículas en suspensión por la fuerza centrífuga ocupan la periferia y descienden por gravedad hasta el fondo, donde hay una salida de sedimentos, mientras que el agua limpia sale por el centro de la base superior.



Tubería emisora para riego por goteo. (Fabricado por TWIN DROPS IBÉRICA, S.A.)

• **Filtro de arena.** Está compuesto por un recipiente cerrado con un colector de entrada superior y unos colectores de salida rodeados de grava, sobre la que va una capa de arena sílicea exenta de impurezas, de más o menos grosor, y que actúa de elemento filtrante. Invirtiendo el sentido de paso del agua, sale al exterior la suciedad acumulada. Esto se tiene que realizar periódicamente. Este filtro se utiliza para eliminar impurezas gruesas de tipo mineral y orgánico como algas o materia órganica, y se coloca antes del equipo fertilizante.
• **Filtro de mallas.** Está formado por una carcasa de material anticorrosivo, en cuyo interior se aloja el cartucho compuesto por una o varias mallas de acero inoxidable y suficientemente espesas para retener las impurezas que hayan podido pasar a través de los filtros de arena. Suele ir situado después del equipo fertilizante.



Sistema de riego provisto de aspersores y nebulizadores. Fabricado por A. GUASTAPAGLIA

Esquema de un cabezal de riego localizado
A/ Tubería de entrada de agua
B/ Grupo de bombeo
C/ Válvula de retención
D/ Llave de paso
E/ Regulador de presión
F/ Manómetro
G/ Filtros de arena
H/ Equipo fertilizante
I/ Filtro de malla o anillas
J/ Contador de agua
K/ Salida hacia la tubería principal
L/ Desagüe
Gentileza de AUXILIAR ANDALUZA DE RIEGOS. (Sevilla)

Los filtros de mallas pueden ser sustituidos por filtros de anillas. Éstos están formados por un conjunto de discos porosos prensados.
El tipo de filtro a utilizar vendrá determinado por la calidad del agua utilizada, empleando los 3 tipos para aguas muy sucias, el filtro de arena y malla para aguas normales, y sólo el de malla para aguas muy limpias.

• **Equipo de fertilización**. Explicado ya en el punto de fertirrigación.
• **Estación de bombeo.** Proporciona al agua la presión necesaria para circular. Las características del equipo vendrán impuestas por el caudal necesario, y la presión de salida de los filtros y las pérdidas por causa del filtrado. Estas pérdidas se suelen estimar en 5 m para cada filtro en serie.

7.3.3.2. Red de distribución

Compuesto por el conjunto de tuberías que conducen el agua desde el cabezal de riego a los emisores.
Las tuberías pueden ser de fibrocemento o hierro galvanizado, aunque lo más normal es que sean de PVC o de poliestireno, sobre todo en las tuberías secundarias y en las portaemisores.
Desde el cabezal de riego sale una tubería principal que se divide en tuberías primarias, y éstas a su vez en secundarias, completándose la red con las tuberías portaemisores.

7.3.3.3. Emisores

Son los elementos de emisión del agua de riego y pueden ser de varios tipos.



• **Goteros**. Existe una gran variedad de modelos en el mercado y cada día aparecen nuevos. Pueden ser de régimen turbulento o laminar, de orificio, tipo vórtex, de largo conducto, microtubos, autocompensantes, multisalidas, autolimpiantes, etc. Proporcionan entre 4-6 l/h, con una presión de 10 m de columna de agua.
• **Difusores.** Sin disponer de ningún mecanismo de giro, lanzan el agua al exterior a una cierta presión, después de chocar sobre un deflector fijo. El caudal es inferior a los 150 l/h.
• **Microaspersores.** Propagan el agua mediante una emisión pulverizada a través del aire por mecanismos de giro. El caudal va de 20 a 150 l/h, con un alcance inferior a los 6 m.

7.3.3.4. Ventajas e inconvenientes del riego localizado

Ventajas que presenta:

- Mayor producción
- Gran economía del agua, de la mano de obra y de los fertilizantes
- Mayor control de la humedad del suelo
- Posibilidad de regar cualquier tipo de terreno, por pobre que sea
- La instalación no requiere de movimiento de tierras
- Permite la fertirrigación
- Reduce la aparición de malas hierbas
- Posibilidad de automatizarse secuencialmente mediante un controlador programado

Inconvenientes:

- Elevada inversión en la instalación
- Problemas de obturación de los elementos de emisión del agua, lo que obliga a limpiezas especiales
- Fertilizantes solubles más caros
- Las sales se concentran en los bulbos húmedos



Riego por nebulización automática con tratamiento antiparásitos. Fabricado por A. GUASTAPAGLIA





Válvula hidraúlica para limitación del caudal Fabricada totalmente en plástico, para su utilización en sistemas de riego. Funcionamiento por control eléctrico mediante solenoide. Accionamiento hidráulico con respuesta rápida. Cierre suave. Medidas de fabricación 1 y 2 pulgadas. Fabricado por TWIN DROPS



Sistema localizado de goteo en tomateras

7.4. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

Las características más importantes que se tienen que observar en el agua y que condicionan su calidad para el uso en el riego de invernaderos son: la temperatura, la proporción y naturaleza de los elementos en suspensión, y la concentración y composición de las sustancias disueltas.

La provisión de agua se realiza a partir de pozos, ríos, lagos o acuíferos. Las sustancias en suspensión caracterizan a las aguas superficiales y pueden ser de naturaleza mineral u orgánica.

En general, se puede decir que el agua de riego no debe contener sustancias nocivas para las plantas, no debe estar turbia ni ser limosa, y no debe estar más fría que el suelo al que se incorporará. La temperatura del agua tiene que ser lo más similar posible a la del terreno que ocupa el sistema radicular, y en ningún caso superar una diferencia de 10°C.

Concentraciones máximas toleradas en el agua de riego

Elemento	Para aguas usadas continuamente en todos los suelos mg/l	Para utilizar hasta 20 años en suelos de textura fina, pH de 6 - 8,5 mg/l
Aluminio	5,0	20,0
Arsénico	0,1	2,0
Berilio	0,1	0,5
Cadmio	0,01	0,05
Cromo	0,1	1,0
Cobalto	0,05	5,0
Cobre	0,2	5,0
Fluor	1,0	15,0
Hierro	5,0	20,0
Plomo	5,0	10,1
Litio	2,5	2,5
Manganeso	0,2	10,0
Molibdeno	0,01	0,05
Níquel	0,2	2,0
Selenio	0,02	0,02
Vanadio	0,1	1,0
Zinc	2,0	10,0

Sistema de aspersión con barra móvil



Es importante conocer las sales o elementos disueltos en el agua antes de su uso. La cantidad de sales disueltas o salinidad del agua se puede conocer a través de su conductividad eléctrica o C.E., ya que existe una relación directa entre ambas. La C.E. se expresa en microsiemens/cm que, multiplicados por el factor empírico 0,64, equivalen a microgramos de sales totales por litro.

Las aguas se pueden clasificar en función de su C.E. en:

- Aguas poco salinas. C.E. comprendida entre 0 y 250 microsiemens/cm
- Aguas moderadamente salinas. C.E. entre 250 y 750 microsiemens/cm
- Aguas bastante salinas. C.E. entre 750 y 2.250 microsiemens/cm
- Aguas muy salinas. C.E. mayor de 2.250 microsiemens/cm

Las aguas comprendidas entre 0 y 750 son aptas para el riego, mientras que cuando un agua es ya bastante salina, presenta problemas para su uso y sólo es utilizable en suelos muy permeables y con plantas muy tolerantes a la salinidad.



Barra provista de aspersores

Los problemas que presenta un exceso de sales en el agua vienen dados por su acúmulo alrededor de las raíces, con lo que la planta tiene dificultad para tomar el agua necesaria del suelo, provocando en la planta un estrés hídrico que puede llevar incluso a su muerte.
Entre los diversos elementos presentes en el agua de riego, el sodio (Na) es el que presenta mayor interés, ya que influye negativamente en el terreno. El sodio afecta a la estructura del suelo, a la permeabilidad y a la velocidad de infiltración del agua.
Para valorar la peligrosidad de este elemento se utiliza el SAR, o relación de absorción del sodio.

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

La concentración de los tres elementos se expresa en miliequivalentes por litro (meq/l).

Los valores de SAR obtenidos se pueden interpretar de la siguiente manera:

- Peligrosidad baja para valores de SAR comprendidos entre 0 y 10
- Peligrosidad media para valores de SAR comprendidos entre 10 y 18
- Peligrosidad alta para valores de SAR comprendidos entre 18 y 26
- Peligrosidad muy alta para valores de SAR comprendidos entre 26 y 30

Para valores entre 6 y 10 existe ya la posibilidad de permeabilidad en suelo con tendencia a contracciones y esponjamientos, mientras que si ya supera los 10 el valor, hay peligro de salinizar el suelo, aumentando el peligro al aumentar el valor.
Otros elementos a considerar son los bicarbonatos. Éstos, a elevada concentración, pueden provocar la precipitación del calcio (Ca) y del magnesio (Mg) en el terreno y, con ello, aumentar la concentración de sodio. Para el control de los bicarbonatos, se utiliza el índice RSC o carbonato sódico residual.

$$RSC = (CO_3^{2-} + CO_3H^{-}) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

Los cuatro iones se expresan en meq/l.

Las aguas con RSC superiores a 2,5 meq/l no se consideran aguas aptas para el riego, mientras que con valores de 1,25 meq/l, resultan aceptables. A medida que baja ese valor, la calidad del agua aumenta.



Sistema de riego por gotero de laberinto turbulento sobre línea y desmontable, cuyo caudal nominal a 0,9 Kg/cm² de presión es de 2 l./hora. Fabricado por TWIN DROPS.

Clasificación del agua de riego basada en el contenido de cloruros

Cloruros índice	Concentración (meq/l)	Riesgos potenciales
1	<2	Ninguno, ni siquiera con plantas sensibles
2	2 - 4	Daños ligeros en plantas sensibles
3	4 - 8	Daños ligeros en plantas medianamente tolerantes
4	>8	Daños ligeros a moderados, incluso en plantas tolerantes



8. LUCHA FITOSANITARIA EN INVERNADEROS

Debido a la alta inversión que se realiza para la producción de plantas en invernadero, es imprescindible cualquier intervención para asegurar el éxito final del cultivo.

La aparición de una enfermedad en la planta viene dada por una serie de factores relacionados entre sí. El primero que se tiene que cumplir es que la planta sea susceptible, es decir que permita la instalación del patógeno; el segundo es la presencia del agente infeccioso; el tercero, que se dé un ambiente adecuado para que el ataque se desarrolle. Las condiciones del ambiente son los factores más importantes que condicionan el parásito y la planta.

La modificación de los factores ambientales en el invernadero proporciona mejoras respecto al aire libre, pero también favorece la aparición de infecciones. Una misma especie puede modificar su cuadro patológico del pleno campo al cultivo en invernadero.

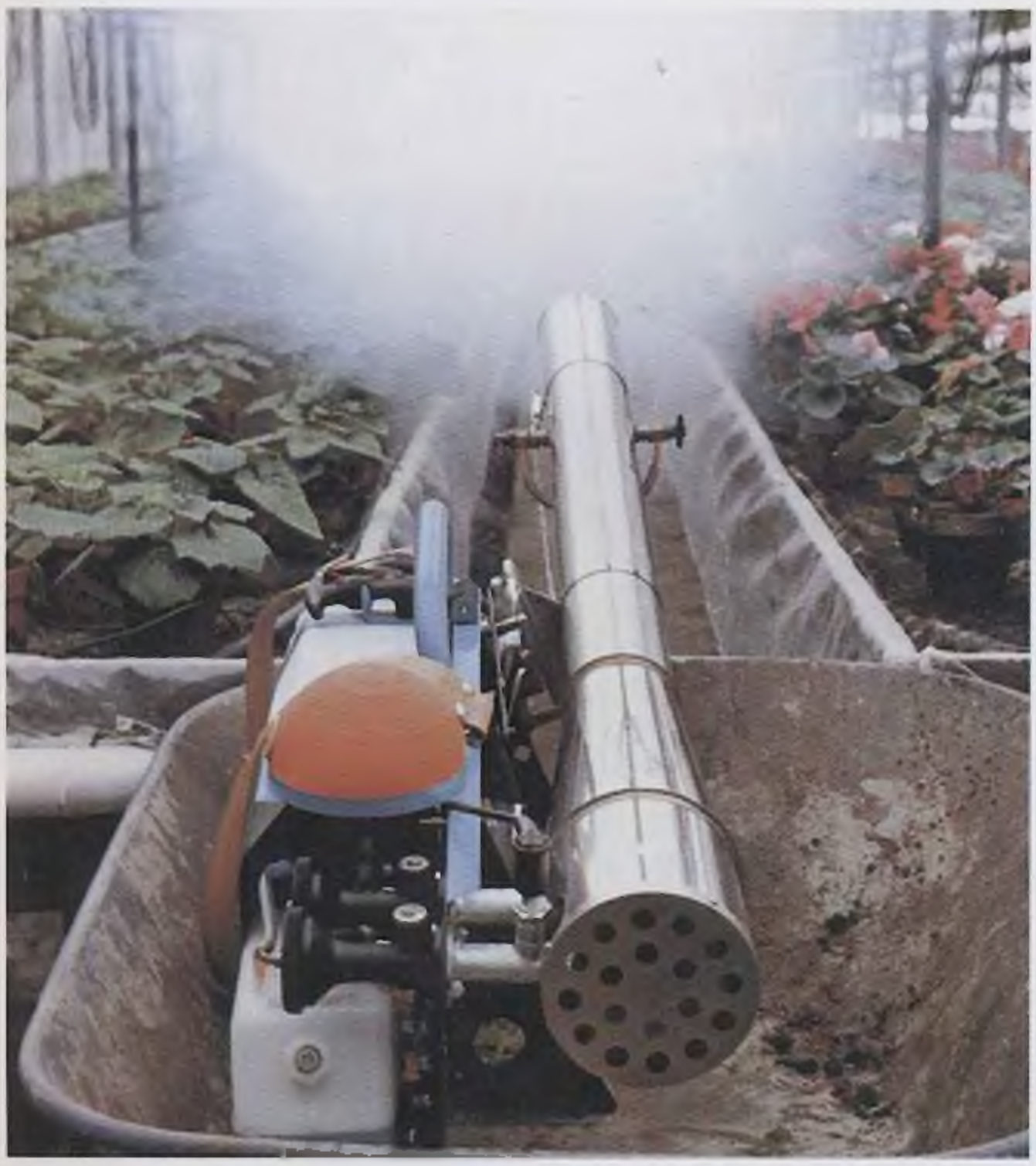
Es interesante conocer la planta y las características de su cultivo desde un punto de vista sanitario, teniendo presente qué enfermedades y plagas la afectan en mayor grado y qué época del año es más propicia para que se desarrollen. Ese conocimiento permitirá darle el tratamiento preventivo adecuado que impida la aparición de la infección.

Algunas características del cultivo en invernadero influyen en la incidencia de muchas enfermedades de origen parasitario.





Utilización de los nebulizadores en la lucha fitosanitaria



- **Humedad.** Las variaciones de humedad, sobre todo si se mantienen con valores muy altos durante largos intervalos de tiempo, hacen peligrosas, en invernadero, enfermedades que en el cultivo al aire libre no lo son.
- **Material de cobertura del invernadero.** Los materiales plásticos presentan, en general, variaciones importantes de temperatura entre el día y la noche, lo cual favorece una mayor condensación de la humedad.
- **Técnicas de cultivo.** Dentro de ellas podemos distinguir varios factores:

-Especialización o repetición de cultivos. Se tiende, cada vez más, a una especialización, reduciendo el número de especies que se cultivan y realizando rotaciones muy estrechas.

La repetición de un sólo cultivo favorece la aparición de enfermedades infecciosas, ya que hay un progresivo aumento de los agentes patógenos en los restos del cultivo que queda en el suelo.

-Intensificación de las producciones. Se hace producir a cada cultivo la cantidad máxima de material vegetal comercializable en el menor tiempo posible, calculado por unidad de superficie.

El cultivo intenso implica también un mayor número de labores. Cada una de ellas es un foco de diseminación de las enfermedades, sobre todo las de tipo virótico.

-Densidad. Las plantas se cultivan en densidades elevadas para conseguir altos rendimientos. La parte aérea del cultivo ocupa un importante volumen en el invernadero, lo que mantiene una humedad alta y facilita el contacto entre el agente patógeno y los órganos sensibles de la planta.

-*Fertilización.* El abonado rico en nitrógeno provoca un crecimiento exuberante, pero a la vez provoca que las plantas sean más susceptibles a los ataques de determinados hongos.
-*Menor volumen del sistema radicular.* Por lo general, en el cultivo en invernadero la parte aérea de las plantas está más desarrollada que el sistema radicular. Este desequilibrio se debe a la utilización de sistemas de riego localizado que concentran las raíces en un menor volumen de suelo. En consecuencia, cualquier lesión en las raíces afecta rápidamente a todo el conjunto de la planta.

En general, hay que decir que el saneamiento del invernadero y de sus alrededores y el mantenerlos limpios de malas hierbas es básico para evitar posibles contaminaciones. El cultivo se mantendrá limpio de hojas envejecidas y, una vez finalizado éste, se retirarán del invernadero todos los restos vegetales, tanto raíces como parte aérea.

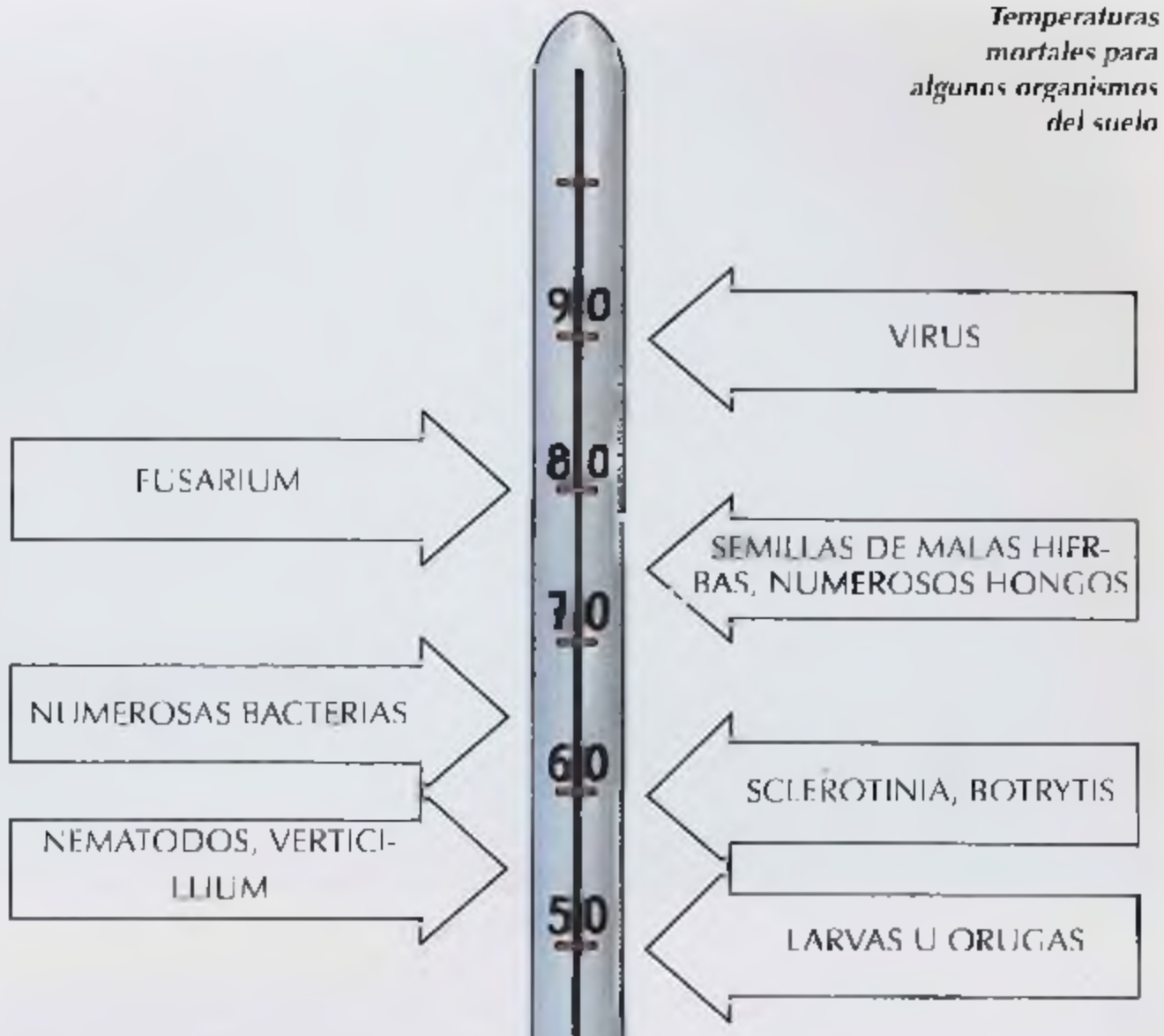
8.1. LUCHA CONTRA LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR HONGOS, BACTERIAS Y VIRUS

El suelo infectado es la principal fuente de propagación de una enfermedad. La diseminación de estos parásitos lo favorecen los movimiento de tierras, el agua de riego, los aperos de labor o los zapatos del agricultor. También el trasplante de plántulas, aun sin síntomas aparentes, puede ser causa de contaminación.









Temperaturas mortales para algunos organismos del suelo

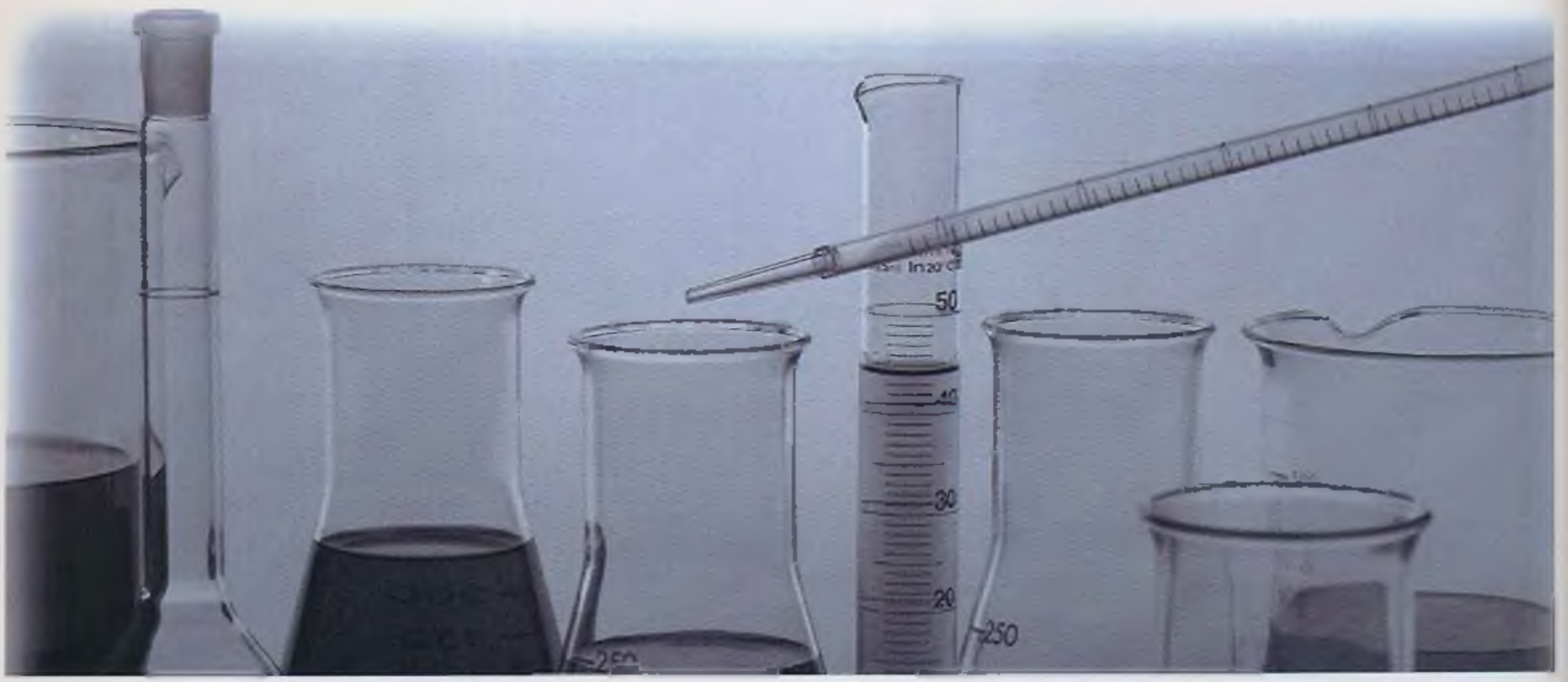
Diferentes elementos que componen el equipo para la lucha fitosanitaria:
1/ *Buzo de protección ligero pulsFOG*
2/ *Juego de: cubo graduado de 10 litros recipiente graduado de 2 litros recipiente graduado de 250 ml. un par de guantes*
3/ *Equipo de limpieza de 5 litros*
4/ *Recipiente graduado para la gasolina*
5/ *Embudo grande para productos*
6/ *Embudo pequeño para productos*
7/ *Juego de herramientas pulsFOG*
8/ *Broca de limpieza para inyectores*
9/ *Máscara respiratoria con filtro* A_2B_2-P_3
10/ *Cepillo de limpieza*
11/ *Casco de insonorización*
12/ *Juego de repuestos pequeño*
13/ *Juego de repuestos grande.*
(Fabricado por DR. STAHL + SOHN GmbH)

8.1.1. Hongos

Los hongos parásitos causan muchas enfermedades a las plantas cultivadas. A fines prácticos, se pueden clasificar en dos grandes grupos, dependiendo de la profundidad del suelo en que podemos encontrarlos.

-Hasta 10 centímetros de profundidad: hongos de los géneros Rhizoctonia, Pythium, Phytophthora, Sclerotinia y Botrytis. Todos ellos son de ataque superficial y provocan infecciones en el sistema radicular y cuello.
-Más de 10 centímetros de profundidad: Fusarium y Verticillium. Provocan enfermedades radiculares y vasculares.

BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA



Para un uso correcto de los productos químicos de lucha, deben respetarse las dosis aconsejadas por los fabricantes.

Para que se dé un ataque por hongos, tienen que encontrarse simultáneamente los siguientes factores: la existencia de esporas del hongo, la existencia de una planta huésped donde pueda desarrollarse el ataque, y que existan las condiciones idóneas de humedad y temperatura para que puedan germinar las esporas y multiplicarse.
Haremos una breve descripción de las principales enfermedades producidas por hongos y de los métodos para luchar contra ellas.

PODREDUMBRE DE LOS SEMILLEROS

Producida principalmente por pythium, rhizoctonia, fusarium y botrytis. Provoca una podredumbre de las raíces y del cuello de la plántula, que se traduce en una marchitez de la parte aérea.
Los factores que determinan la aparición de esta enfermedad son la resistencia de la plántula y la humedad del suelo o del substrato.
La lucha está basada principalmente en la prevención, desinfectando los semilleros, eligiendo material vegetal sano y controlando la humedad.

PODREDUMBRE RADICULAR Y DE CUELLO

El ataque de los hongos al sistema radicular dificulta el transporte del agua y sustancias nutritivas hacia la parte aérea de la planta, por lo que ésta se marchita y amarillean sus hojas hasta que muere.
Los hongos que provocan la podredumbre del cuello son la sclerotinia y la botrytis, la podredumbre de las hojas de la base se debe a la rhizoctonia y la podredumbre del sistema radicular al fusarium, phytophthora y pythium. En general, todos pertenecen al grupo de hongos de superficie.
Como métodos de lucha pueden realizarse tratamientos en superficie con productos como la Iprodiona, la Procimidona y el Tiabendazol contra sclerotinia y botrytis, y el Benomilo, la Iprodiona, la Ditianona y el Tiabendazol contra phythium, phytophthora y rhizoctonia.

ENFERMEDADES VASCULARES

Los síntomas que se observan son una marchitez general de la planta, una curvatura de las hojas inferiores hacia abajo y una clorosis que va pasando a necrosis. No se observan causas aparentes en el sistema radicular, ya que los parásitos se encuentran en el interior de los vasos conductores de la planta.
Los hongos que provocan esta enfermedad son el Fusarium y el Verticillium. Entran en la planta por alguna lesión en la raíz producida por labores o por nematodos o insectos del suelo.
Para controlar estas enfermedades, se tiene que partir de una buena desinfección del suelo o substrato con dazomet o metam-sodio, y realizar, además, amplias rotaciones de los cultivos.
Existen productos de acción sistémica, es decir capaces de ser absorbidos por la planta y actuar en su interior. Éstos son: Benomilo, Tiabendazol, Tiofanato y Metiltiofanato.





PODREDUMBRE GRIS O BOTRYTIS

Es un gran problema en invernaderos. Se produce por una mala ventilación y excesiva humedad y con una temperatura que oscila alrededor de los 20°C. Presenta una gran virulencia si las condiciones ambientales le son favorables, atacando órganos ya debilitados por acción de otros patógenos o por lesiones.
Se observa en la parte aérea un moho o pelusa de color gris ceniza que llega a cubrir el cultivo por completo.
El método de lucha se basa principalmente en el control de la humedad y en las condiciones de ventilación. Si se produce el ataque, es preciso bajar la humedad, ventilar, y eliminar las hojas afectadas. Los productos químicos que se pueden utilizar son: Diclofluanida, Iprodiona, Procimidona y Clozolinato.

OÍDIO

Es un hongo que ataca las partes aéreas de las plantas. Los síntomas son manchas blanquecinas, de textura harinosa o pulverulenta. Se desarrolla en ambientes secos y recibe también el nombre de Mal blanco.
Se controla mediante productos químicos como el azufre, el Bupirimato, el Benomilo, el Dinocap, el Etirimol, el Penconazol, la Triforina y el Triadimefón.

Animales patógenos más importantes

Animal	Ataque	Producto	Presentación	Toxicidad	Plazo seguridad días
Nematodos	Lesiones en raíz	Aldicarb	Granulado	CCC	45
		Carbofurano	Granulado	BBC	60
		Oxamilo	Granulado	BAB	30
		Phorate	Granulado	CCC	120
Ácaros	Ataca la parte aérea	Dicofol	Líquido	AAC	15
		Propargil	Líquido	BAC	28
		Tetradifón	Líquido	AAA	15
Trips		Endosulfán	Líquido y polvo mojable	BBC	15
		Fenitrotión	Líquido y polvo para espolvoreo	BBB	30
		Lindano	Líquido y polvo mojable	BBC	15
		Malatión	Polvo y líquido	AAC	10
Mosca blanca		Deltametrin	Líquido	BAC	3
		Fenpropatrin	Líquido	CBC	30
		Metomilo	Líquido	CCB	7
		Permetrin	Líquido y polvo mojable	AAC	7
Pulgones		Acefato	Polvo soluble	BAA	14-20
		Endosulfán	Líquido y polvo mojable	BBC	15
		Malatión	Polvo y líquido	AAC	10
		Metomilo	Líquido	CCB	7
		Primicarb	Granulado	BBB	3-14
Cochinillas		Carbaril	Líquido, polvo mojable y espolvoreo	BBB	7
		Diazinón	Líquido y polvo para espolvoreo	BBB	30
		Fenitrotión	Líquido y polvo para espolvoreo	BBB	30
Gusano blanco	Daños en sistema radicular, tallo y hojas	Clorpirifos	Líquido y polvo mojable	BBC	21 a 30
		Lindano	Líquido y polvo mojable	BBC	15
Gusano de alambre		Metomilo	Líquido	CCB	7
		Triclorfón	Líquido, polvo mojable y espolvoreo	BBB	10
Escarabajo de la patata		Carbaril	Líquido, polvo mojable y espolvoreo	BBB	7
		Lindano	Líquido y polvo mojable	BBC	15
Gorgojos		Triclorfón	Líquido, polvo mojable y espolvoreo	BBB	10
Rosquillas o gusanos grises		Clorpirifos	Líquido y polvo mojable	BBC	21 a 30
		Lindano	Líquido y polvo mojable	BBC	15
		Metomilo	Líquido	CCB	7
		Triclorfón	Líquido, polvo mojable y espolvoreo	BBB	10
Tortix	Daños en yemas terminales, flores y frutos	Carbaril	Líquido, polvo mojable y espolvoreo	BBB	7
		Endosulfan	Líquido y polvo mojable	BBC	15
		Fenitrotión	Líquido y polvo para espolvoreo	BBB	30
		Metil-azinfos	Polvo mojable	BCC	28
Minadores de hojas	Galerías en el interior de las hojas	Acefato	Polvo soluble	BAA	14-20
		Metamidofos	Líquido	CCC	21
		Naled	Líquido	BAC	10



Adulto



Huevos en estiércol



Larva



Pupa

Mosca común. Fases de su ciclo biológico. Los adultos viven sólo un mes y las hembras realizan varias puestas de 100-150 huevos hasta un total de 2.000, que ponen en el estiércol de caballo, cerdo, vacuno y excrementos humanos.

ROYA

En invernaderos suele ser poco común. Los síntomas son pústulas pulverulentas de color naranja oscuro o marrón, acompañadas de una clorosis y un desecamiento final de la hoja.
En su control se han conseguido buenos resultados con Oxicarboxina, Triforina y Triadimefón.

MANCHAS EN LAS HOJAS O NECROSIS

En este grupo de enfermedades encontramos varias con síntomas parecidos. Las más importantes son:

- **El moteado de la rosa**. El método de lucha se basa en productos como la Dodina, la Triforina y el Captan.
- **Cladosporiosis del tomate**. Lesiones de aspecto aterciopelado y color negro en el envés de la hoja. El ataque es más importante en invernaderos que en pleno campo, ya que necesita humedad alta para su desarrollo. Los métodos de lucha, además de la disminución de la humedad, incluyen productos químicos como el Captan, la Dodina y el Clortalonil.
- **Alternaria**. Manchas redondeadas de color pardo que luego se tornan negras. Esta manchas aparecen como una serie de pequeños círculos concéntricos necróticos y apergaminados. Se da en condiciones de alta humedad y se trata con Clortalonil, Dodina, Maneb, Mancozeb e Iprodiona.
- **Septoriosis**. Manchas pequeñas, más o menos circulares, muy numerosas, de color gris claro en el centro y pardo oscuro en la periferia. En este grupo encontramos la viruela de la fresa. Los métodos de lucha son los mismos que en el caso anterior.
- **Antracnosis**. Manchas circulares de color pardo negruzco, de pequeño tamaño, algo hundidas y repartidas irregularmente por toda la superficie. Se controla de la misma manera que en los anteriores casos.

8.1.2. Bacterias

Las bacterias producen podredumbres de cuello y raíz y enfermedades vasculares al igual que los hongos, pero el método de lucha se basa principalmente en el tratamiento preventivo, ya que su curación es muy difícil. Deben realizarse desinfecciones de suelo y de las herramientas de labor.
Una enfermedad característica de las bacterias es el tumor bacteriano, cuyo agente es el agrobacterium. En invernadero, la rosa es la especie más afectada por esta enfermedad. El síntoma es la formación de tumores en la raíz.
Otra enfermedad de este grupo es la bacteriosis producida por los agentes xanthomonas y pseudomonas. Éstos provocan pequeñas áreas lesionadas en las hojas, que se necrosan y desecan. Atacan también el tallo y producen podredumbre.

8.1.3. Virus

Es difícil que las plantas atacadas por virus lleguen a morir, pero los rendimientos bajan considerablemente y los frutos son inservibles para la venta.
Los ataques víricos más importantes en invernadero transmiten por contacto, normalmente portados por insectos. La más grave de las enfermedades la produce el virus del mosaico.

El método de lucha, como en el caso de las bacterias, es preventivo, evitando la presencia y su dilusión. Para ello, se utilizarán semillas sanas o plántulas sanas de vivero. Se desinfectará el suelo o substrato a utilizar, así como las herramientas de labor, se utilizarán variedades resistentes al virus y se eliminarán aquéllas que presenten algún síntoma de la enfermedad.

8.2. LUCHA CONTRA LOS PRINCIPALES PARÁSITOS ANIMALES EN INVERNADERO

8.2.1. Nematodos

Son los más peligrosos de todos los enemigos del suelo, ya que cuando éste está invadido, es difícil cultivar muchas de las plantas hortícolas, ya que resultan intensamente atacadas.
En los invernaderos se producen las condiciones óptimas para su desarrollo: humedad alta y temperaturas con pocas oscilaciones, así como una gran oxigenación del suelo.
Los nematodos tienen aspecto de lombrices, pero tienen dimensiones muy reducidas: oscilan entre los 0,2 y los 5 mm. Atacan el sistema radicular, se colocan en la epidermis y chupan el contenido de las células, produciendo agallas y deformaciones, lo que debilita la planta y detiene su desarrollo. La parte aérea presenta en general un aspecto reducido y amarillento.
El ataque de los nematodos presenta un segundo problema, ya que las lesiones que producen a las raíces permiten la entrada de hongos, bacterias y virus.
Se debe desinfectar el suelo como método de lucha preventiva. Entre los productos curativos encontramos: Aldicarb, Carbofurano, Oxamilo y Phorate.

8.2.2. Ácaros

Se caracterizan por tener cuatro pares de patas (en estado adulto). Son pequeñísimos, con un cuerpo globoso, y en general atacan a numerosos cultivos protegidos.
Los encontramos en el envés de las hojas jóvenes, donde se alimentan lesionando, con sus estiletes bucales, los tejidos y vaciando las células.
En el haz de las hojas de color bronceado aparecen pequeñas puntuaciones cloróticas, mientras que en el envés se pueden observar pequeñas arañas. La hoja acaba secándose y la planta se desfolia.
Los ácaros tienen una alta velocidad de multiplicación. Otra de sus características es que desarrollan resistencias a los productos químicos, lo que dificulta su tratamiento. Se aconseja utilizar variedades resistentes a esta plaga.
Los acaricidas más utilizados son el Dicofol, el Tetradifón, el Clorfensón y el Propargil, aunque actualmente se utiliza también la lucha biológica, con predadores naturales de los ácaros.

8.2.3. Insectos

La mayoría de los insectos pasan por varias fases durante el desarrollo de su vida, siendo los estados de larvas u orugas los más perjudiciales y los que más daños ocasionan, ya que durante esta fase, se alimentan masticando los vegetales donde se encuentran.
En el estado adulto, los más perjudiciales son los que chupan la savia de la planta, como los pulgones, chinches, mosca blanca y cochinillas, mientras que los adultos masticadores como el escarabajo, o lamedores como la mariposa, apenas producen daños.
En general son muchos los que atacan las plantas cultivadas.
Detallaremos los más importantes dentro de cada orden.



Izquierda: Araña amarilla. Fotos cedidas por la empresa KOPPERT, que realiza productos de control biológico y natural.

TISANÓPTEROS

Representados por los trips. Insectos de pequeño tamaño (entre 1 y 2 mm), con cuerpo alargado y aparato bucal picador y chupador. Atacan las partes jóvenes de la planta, produciendo picaduras que se necrosan y provocan una coloración plateada en las hojas.
Sus picaduras son puntos de entrada para hongos, bacterias y virus. Como método de lucha se utiliza el Endosulfan, el Fenitrotión, el Lindano y el Malatión.

HEMÍPTEROS

Representados por tres grandes grupos: la mosca blanca, los pulgones y las cochinillas.
La mosca blanca es un habitante típico de los invernaderos, ya que en ellos encuentra las condiciones óptimas para su desarrollo. Se instala en el envés de las hojas jóvenes, prefiriendo las tomentosas. Posee un aparato bucal picador y chupador. No sólo permite la entrada de infecciones, sino que además es un transmisor de virosis.
Se trata con productos tales como el Deltametrin, el Etrinfos, el Fenpropatrin, el Metomilo y el Permetrin, aunque los huevos son difíciles de eliminar. El control por métodos físicos permite reducir el número de tratamientos químicos necesarios y se basa en la captura masiva de individuos mediante telas impregnadas de pegamento.

Los pulgones son una de las plagas que atacan a un mayor número de cultivos en invernadero. Se sitúan en los brotes jóvenes y en el envés de las hojas.
Producen lesiones y necrosis de los tejidos, debido a las picaduras, que originan malformaciones y agallas. Estas heridas son un importante foco de entrada para otras infecciones, sobre todo de virus. Los pulgones segregan además una melaza que favorece la instalación de un hongo llamado negrilla.
La lucha química es difícil, debido a la rápida aparición de resistencias, dada su alta velocidad de multiplicación. Por ello se tiene que controlar cuando aparecen los primeros individuos. Los productos químicos más utilizados son los siguientes: Acefato, Endosulfán, Malatión, Metomilo y Primicarb.
Las cochinillas son escasamente móviles y atacan preferentemente a la planta ornamental. En algunos casos, y dependiendo de la especie, el cuerpo del insecto se cubre con un caparazón protectivo ceroso, a menudo con aspecto de un cojín algodonoso. Producen melaza, al igual que el pulgón, lo que facilita la instalación de la negrilla. En general debilitan la planta, ya que se alimentan chupando la savia.
La lucha química es bastante difícil, dada la escasa permeabilidad a los insecticidas, tanto del adulto como de los huevos. Los productos más utilizados son el Carbaril, el Diazinón y el Fenitrotión.



Algunos insectos son predadores de otros. Se utilizan en la lucha biológica.

COLEÓPTEROS

En su fase larvaria, la mayoría produce graves daños en el sistema radicular o bien en tallo y hojas. En este grupo encontramos el gusano blanco y el gusano del alambre.
El tratamiento consiste en la aplicación de desinfectantes en superficie y ligeramente enterrados. Los productos que dan mejor resultado son : Clorpirifos, Lindano, Metomilo, y Triclorfón.
Existe también, en este orden, un grupo en el que tanto los adultos como las larvas ocasionan daños a los cultivos: son el escarabajo de la patata y el gorgojo. Los productos que se utilizan para luchar contra ellos son el Carbaril, el Lindano y el Triclorfón.

LEPIDÓPTEROS

Los daños son producidos por las larvas que viven en las primeras capas del suelo donde atacan el cuello. Salen en las horas de obscuridad para alimentarse de la parte aérea. Son las llamadas rosquillas o gusanos grises. Se emplearán desinfectantes del suelo como el Clorpirifos, el Lindano, el Metomilo y el Triclorfón.
Otras, como las tortrix que originan daños en las yemas terminales, se encuentran en el interior de flores y frutos. La lucha en este caso es difícil, sobre todo cuando ya han entrado en el vegetal. Hay que pulverizar con Carbaril, Metil-azinfos, Endosulfán y Fenitrotión.

DÍPTEROS

Los insectos más típicos de este orden son las moscas domésticas. Los daños los producen las larvas de los mosquitos, ya que la mayoría de veces viven bajo la epidermis de la hoja, formando galerías. En general reciben el nombre de minadores de hojas. Su tratamiento se realiza con Acefato, Metamidofos, Naled y Pirazofos. También se pueden realizar capturas masivas de adultos antes de la puesta.

El fabricante KOPPERT está especializado en productos para el control biológico de plagas y para la polinización natural de cosechas



8.3. CONSIDERACIONES SOBRE EL EMPLEO DE FITOFÁRMACOS EN INVERNADEROS

Para finalizar con éxito un cultivo en invernadero, es frecuente realizar numerosos tratamientos fitosanitarios con breves intervalos de tiempo. Diferencias de 10 días pueden separar dos aplicaciones, la mayoría de las cuales tienen el fin de prevenir la aparición de alguna enfermedad.
Esta intensidad de tratamientos fitosanitarios puede llevar a un problema grave de toxicidad. Muchos productos cultivados en invernadero van destinados al consumo humano directo, por lo que hay que tener muy en cuenta la acumulación de residuos.
En los invernaderos, y debido a la falta de lluvia y viento, los residuos de los productos fitosanitarios son mayores que en el cultivo al aire libre, lo cual implica un mayor peligro de toxicidad.
Se tienen que respetar al máximo los plazos de seguridad entre la aplicación y la recolección fijados por la ley, para así evitar que los productos comestibles contengan residuos de fitofármacos en cantidades nocivas.
Es necesario hacer un calendario de tratamientos preventivos que permita mantener los cultivos libres de plagas y enfermedades. Seguir un programa racional de lucha, basado no sólo en productos químicos, sino también en actuaciones preventivas, controlando los diversos factores ambientales del invernadero, evitará posteriores tratamientos curativos.
Es preciso utilizar productos de rápida degradación con intervalos de seguridad cortos y evaluar, antes de la aplicación, la toxicidad del producto, sobre todo cuando se utilizan productos nuevos o mezclas experimentales. Las plantas cultivadas en invernadero son más sensibles a los productos fitosanitarios que las cultivadas al aire libre, ya que tienen menos endurecida la cutícula.
En los tratamientos hay que tener en cuenta si el producto presenta alguna fitotoxicidad para el cultivo a tratar. Cada producto tiene una persistencia en el vegetal que hay que considerar en la programación de las aplicaciones.
Es preciso aumentar la precaución en la realización del tratamiento, ya que existe el peligro de que permanezcan durante más tiempo en la atmósfera, lo que supone mayores riesgos de toxicidad.
También se debe tener en cuenta el impacto ambiental del tratamiento, sobre todo sobre insectos útiles como los polinizadores o los parásitos de plagas.

8.4. DESINFECCIÓN DEL SUELO

La desinfección del suelo y de los substratos utilizados es indispensable para los cultivos en invernadero, ya que las condiciones de temperatura y humedad que en él se crean no sólo son favorables a las plantas, sino que, junto con la elevada fertilidad del suelo, crean un hábitat óptimo para el desarrollo de los organismos del suelo, muchos de ellos patógenos.
Así pues, el principal objetivo de la desinfección del suelo es el control de los organismos que puedan perjudicar al cultivo.

Los métodos utilizados para la desinfección se dividen en:

- **Métodos físicos,** utilizando el vapor de agua como agente desinfectante.
- **Métodos químicos,** utilizando productos químicos o fumigantes para desinfectar.

8.4.1. Desinfección con vapor de agua

Se basa en el poder esterilizante del calor, por lo que se puede realizar un tratamiento de vapor de agua caliente en suelo. La temperatura de la aplicación tiene que oscilar entre los 80 y 90°C y durar 10 minutos. A esta temperatura, el vapor destruye insectos, ácaros, nematodos, hongos y malas hierbas.
No se aconseja sobrepasar los 100°C, ya que por encima de esta temperatura se destruyen bacterias útiles para el suelo, pudiendo quedar estéril éste durante algún tiempo.
Para producir el vapor de agua existe en el mercado una gran variedad de generadores. El vapor que pro-

CULTIVO EN INVERNADERO

Hongo	Ataque	Producto fungicida	Presentación	Toxicidad	Plazo seguridad días
Pythium	Podredumbre de semilleros	Benomilo	Polvo mojable	AAB	
Rhizoctonia		Ditianona	Líquido	AAC	14
Phytophtora		Iprodiona	Polvo mojable y espolvoreo	AAA	28
Sclerotinia	Podredumbre radicular y de cuello	Tiabendazol	Concentrado	AAA	15
Botrytis		Iprodiona	Polvo mojable y espolvoreo	AAA	28
		Procimidona	Polvo mojable y espolvoreo	AAB	15
		Tiabendazol	Concentrado	AAA	15
Fusarium	Podredumbre de semilleros, raíz y cuello. Enfermedades vasculares.	Benomilo	Polvo mojable	AAB	
		Tiabendazol	Concentrado	AAA	15
Verticillium	Enfermedades vasculares	Metiltiofanato	Líquido y polvo mojable	AAA	21
		Tiofanato	Líquido y polvo mojable	AAA	21
Oídio	Ataque en la parte aérea	Azufre			
		Benomilo	Polvo mojable	AAB	
		Bupirimato	Líquido	AAB	15
		Dinocap	Líquido y polvo mojable	ABC	21
		Etirimol	Líquido	AAA	21
		Triforina	Líquido	AAA	7
Roya	Ataque en la parte aérea	Oxicarboxina	Líquido y polvo mojable	AAB	15
		Triforina	Líquido	AAA	7
Moteado	Manchas en las hojas	Captan	Polvo mojable y espolvoreo	AAC	7
		Dodina	Polvo mojable	ABB	7
		Triforina	Líquido	AAA	7
Cladosporosis		Captan	Polvo mojable y espolvoreo	AAC	7
		Clortalonil	Líquido y polvo mojable	BAC	15
		Dodina	Polvo mojable	ABB	7
Alternaria		Clortalonil	Líquido y polvo mojable	BAC	15
		Dodina	Polvo mojable	ABB	7
Septoriosis		Iprodina	Polvo mojable y espolvoreo	AAA	28
Antracnosis		Mancozeb	Líquido y polvo mojable	AAB	15
		Maneb	Polvo mojable y espolvoreo	AAB	15

En la toxicidad, la primera letra corresponde a la peligrosidad para el hombre, la segunda para la fauna terrestre y la tercera para la fauna acuícola, siendo A baja peligrosidad, B peligrosidad media, C peligroso y D muy peligroso.

ducen se distribuye mediante tubos herméticos para así evitar fugas. Si el aislamiento no es perfecto, las pérdidas de calor pueden ser muy elevadas.

La desinfección dependerá del sistema de cultivo utilizado, pudiéndose realizar en superficie o en profundidad. Su acción es más efectiva si se realiza en el suelo, con el grado de humedad del tempero (ni muy seco ni muy húmedo). Para ello se realizará un riego 5 días antes. La aplicación se llevará a cabo en el período de baja actividad del invernadero, antes de la plantación o siembra del cultivo. Algunos autores aconsejan no iniciar el cultivo hasta transcurridas 4-6 semanas de la desinfección.

Entre los sistemas superficiales, encontramos los siguientes:

- **Bajo lona.** El suelo a tratar se cubre con una lámina de plástico, normalmente de polietileno, bajo la cual y a través de una tubería perforada, se aplica el vapor de agua. Con este sistema se pueden desinfectar hasta 20-25 cm de altura del suelo.
- **Bajo campana.** El sistema es igual que el anterior, pero la lámina de plástico es sustituida por una campana de metal que llega a cubrir una superficie máxima de 6,5 m^2.

Hongos patógenos más importantes

Entre los sistemas de profundidad, los más frecuentes son:

- La utilización de los tubos de drenaje ya instalados en el suelo del invernadero.

• Aperos en parrilla. Se trata de un esqueleto al que se fijan puntales en forma de tubo perforados que se introducen en el terreno. Si el terreno no es uniforme, la difusión del vapor será irregular.
• Arados móviles. El vapor se distribuye mediante instrumentos de labor unidos a un cuerpo arrastrado a lo largo del bancal.

Los inconvenientes que presenta la desinfección por vapor de agua, además de su alto costo, son la eliminación de casi todos los organismos del suelo, incluidos los útiles. Esto crea en el suelo un vacío que puede ser rápidamente ocupado por microorganismos patógenos.
La temperatura de la aplicación puede provocar también alteraciones en las características físicas y químicas del suelo o substratos y, por tanto, en el desarrollo del cultivo a implantar.
Es frecuente también, después de un tratamiento de desinfección con vapor de agua, una rápida acumulación de nitrógeno en forma amoniacal, lo que puede originar problemas de fitotoxicidad.



Sistema biológico y natural de polinización que realiza la empresa ***KOPPERT***

8.4.2. Desinfección con fumigantes

Los fumigantes son productos químicos que actúan a la vez como fungicidas, insecticidas, acaricidas, nematicidas y herbicidas, aunque su actuación está básicamente condicionada a las propiedades químicas de cada uno de los materiales utilizados para la desinfección y a las características del suelo o substrato a tratar.
Se aplicará en terrenos no muy húmedos, ya que el agua bloquea el movimiento de los fumigantes en el suelo y además los diluye. Se realizará un riego 4 o 5 días antes de la operación de desinfección. El suelo estará además libre de cultivos, ya que la mayoría de los productos utilizados son fitotóxicos.
Los fumigantes más utilizados son:

• **Bromuro de metilo**. Es un fumigante de acción general. Se presenta en forma de líquido altamente volátil, por lo que en el momento de su aplicación es necesario cubrir el suelo con una lámina de plástico para evitar que se pierda. Como además es inodoro, se acostumbra a utilizar mezclado con cloropicrina, producto que, en caso de fuga, es fácilmente detectable por su fuerte olor. Existen preparados comerciales con esta mezcla con una proporción del 98% de bromuro de metilo y el 2% de cloropicrina.
La aplicación debe ser realizada por personal especializado, debido a su alta toxicidad, y respetando el plazo de seguridad para iniciar las labores agrícolas. El plazo para poder levantar el plástico es de 12 días.
Para comprobar si queda bromuro de metilo en el suelo, se puede realizar una prueba de germinación con berro común.
• **Cloropicrina**. Es un líquido volátil de gran toxicidad que se utiliza sólo mezclado con el anterior.
• **Dicloropropeno**. Su acción es principalmente nematicida, aunque también controla los gusanos del alambre y otros parásitos. Tiene un plazo de seguridad, antes del inicio del cultivo, de 30 días, pero se aconseja empezar a airear transcurridos 15 días desde la aplicación.
• **Metam-sodio**. Es un fumigante líquido de acción general. Su plazo de seguridad oscila entre los 20 y 30 días, iniciando la aireación transcurridos 15 días.
• **Dazomet**. Es un fumigante granulado de acción general. Su plazo de seguridad es de 30 días, iniciando el aireado del suelo 10 días después de la aplicación.

Su forma de aplicación es por medio de aparatos especiales que pueden trabajar por inyección o por distribución continua. Éstos últimos son aparatos de arrastre unidos a un arado de púas, saliendo el fumigante vaporizado frente a cada una de ellas.
Los inyectores son aparatos formados por un depósito, una bomba y una aguja inyectora. El producto del depósito se inyecta por medio de la bomba en la aguja y de ésta al suelo.
Para evitar que los productos gaseosos se pierdan, se cubrirá el terreno con una lámina de plástico.
Si el fumigante es soluble en agua, su distribución puede realizarse con el sistema de riego, mientras que si es en polvo o granulado, se enterrará en el suelo mediante una labor y se realizará un riego posterior.
Antes de la plantación o siembra, se realizará la aireación del terreno, con el fin de eliminar los gases que aún puedan quedar acumulados. La labor no debe ser muy profunda, evitando mezclar el suelo desinfectado con el que no lo está.
El principal inconveniente que presenta la desinfección con fumigantes es la acumulación de residuos que proceden de la materia activa que no se han evaporado del suelo, pudiendo dar lugar a problemas de fitotoxicidad en los cultivos que se realicen posteriormente.
También se observa una acumulación excesiva de nitrógeno amoniacal después de la aplicación del fumigante.



***Cultivo de judías con enarenados y riego por goteo.** Finca experimental Las Palmerillas. Control de riego por goteo. El Ejido (Almería)*

GLOSARIO DE TÉRMINOS: PLANTAS, ÁRBOLES Y FRUTOS

La botánica es una ciencia muy estricta especialmente en lo que se refiere a la nomenclatura ya que la variedad de especies que se han desarrollado en cada continente, clima o ecosistema y que corresponden a diferentes plantas y frutos, es casi infinita. En este glosario de términos se generaliza para buscar una comprensión más fácil, por ejemplo, hay una gran variedad de pimientos según el color, el tamaño y la facultad de ser más o menos picantes y que también reciben diferentes nombres según los países, aunque sean de lengua castellana. En este glosario se da una entrada por cada nombre y se repiten a continuación todos los demás sin especificar sus diferencias. Cuando el término no tiene más diferencia que el país de origen de la planta o fruto, se entra simplemente por dicho término.

A

ABABAYA: papaya, zapote, papayo calentano, lechosa, lechoso, mamao, mamen, mamón, mamona, melón papayero, papayo, árbol de melón, fruta bomba.
ARAROL: adormidera, amapola, dormidera.
ABATÍ: maíz, altoverde, borona, cauchа, cargill, capi, capia, cuatequil, choglios, danza, gra, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
ABELLANA DE LA INDIA: areca, avellana índica, arequiero, betel, borga, catecú, nuez de areca, palma de areca, palma catecú, palma de indio, palmera catecú.
ABERCOQUERO: albaricoque, abracocuero, alharcoquero, albarillo, albercoquero, albérchigo, alberchiquero, albergero, albericoque, damasquillo, damasquino, prisco, chabacano, damasco.
ABESÓN: eneldo, anega, aneto, anisillo, anís alemán, avezón, oil, falso anís, hinojo, irojo, neldo.
ABIA: arándano, amabia, anavia, arandilla, gardincha, manzanilleta, meruéndano, mirtillo, raspanera, rasparo, rasponera, uva de bosque.
ABIANO: avellana, avellano, avellanera.
ABRACOQUERO: albaricoque, abercoquero, albarcoquero, albarillo, albercoquero, albérchigo, alberchiquero, albergero, albericoque, damasquillo, damasquino, prisco, chabacano, damasco.
ABRIDERO: melocotón, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.
ABRIDOR: melocotón, abridero, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.
ABSINTIO: ajenjo, alosna, artemisia amarga, asenjo, asensio, asentos, doncel, encienso de Andalucía, incienso de Andalucía, ensencio, hierba santa, ajorizo, artemisa.
ACAHUAI: girasol, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigantea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
ACAJÚ: anacardo, acaya, acayoba, cacajuil, cajú, cajuil, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajuil, pajuil, pangí, paují, paujil.
ACAYA: anacardo, acajú, acayoba, cacajuil, cajú, cajuil, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajuil, pajuil, pangí, paují, paujil.
ACAYOBA: anacardo, acajú, acaya, cacajuil, cajú, cajuil, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajuil, pajuil, pangí, paují, paujil.
ACEITUNA: aceituno, oliva, olivera, olivo.
ACEITUNO: aceituna, olivera, olivo, oliva.
ACELGA: espinaca.
ACELGA: beta.
ACENORIA: zanahoria, azanoria, bufanaga, cenoria, sincria.
ACHICORIA: diente de león, almirón, amargón, calceta, cardeña, chinita de campo, flor de macho, lechiriega, lechuguilla, pelosilla, radicheta, relojes, taraxacón.
ACHICORIA: almetón, almirón, amargón, camaroja, camarroga, cicondrilla, cicoria, chicoria, husillo, usillo, radicha, radichela.
ACIMBOGA: naranja amarga, alambor, apepú, azamboa, azamboero, cajel, cimboga, chinoto, naranja, naranjo, quinoto, zamboa, zamboero.
ADORMIDERA: amapola, dormidera, ababol.
AGE: boniato, aje, apichú, batata, bejuco moniato, buniato, camole, milaga, moniato, muniato, papadulce, patata de América, patata de Málaga, patata dulce.
AGENGIBRE: jengibre, ajengible, ajengibre, anchoas, gengibre.
AGRAZ: grosella blanca, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chircarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, groselloro, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
AGRAZÓN: grosella blanca, agraz, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, groselloro, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
AGUACATE: aguacatillo, ahuacate, avocado, cura, curo, huira palta, pagua, pahua, palta, palto, zabocá.
AGUACATILLO: aguacate, ahuacate, avocado, cura, curo, huira palta, pagua, pahua, palta, palto, zabocá.
AGUATURMA: pataca, tupirambo, tupirambur.
AGULLES: fresa, albrica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindór, magueta, maluquio, macueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauriqui, meiela, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
AHUACATE: aguacate, aguacatillo, avocado, cura, curo, huira palta, pagua, pahua, palta, palto, zabocá.
AJE: boniato, age, apichú, batata, bejuco moniato, buniato, camote, milaga, moniato, muniato, papadulce, patata de América, patata de Málaga, patata dulce.
AJENGIBLE: jengibre, agengibre, ajengibre, anchoas, gengibre.
AJENGIBRE: jengibre, agengibre, ajengible, anchoas, gengibre.
AJENJO: absintio, alosna, artemisia amarga, asenjo, asensio, asentos, doncel, encienso de Andalucía, incienso de Andalucía, ensencio, ajorizo, artemisa.
AJÍ: pimiento, ajillo, alegrías, bombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, uji, chiltepe, locote, rocoto.
AJILLO: pimiento, ají, alegrías, bombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, uji, chiltepe, locote, rocoto.
AJITO TIERNO: puerro, ajo porrino, ajo porro, ajo porruno, cebollín, porro, ajo puerro, cebolla blanca.
AJO PORRINO: puerro, ajito tierno, ajo porro, ajo porruno, cebollín, porro, ajo puerro, cebolla blanca.
AJO PORRO: puerro, ajito tierno, ajo porrino, ajo porruno, cebollín, porro, ajo puerro, cebolla blanca.
AJO PORRUNO: puerro, ajito tierno, ajo porrino, ajo porro, cebollín, porro, ajo puerro, cebolla blanca.
AJO PUERRO: puerro, ajito tierno, ajo porrino, ajo porro, ajo porruno, cebollín, porro, cebolla blanca.
AJORIZO: ajenjo, absintio, alosna, artemisia amarga asenjo, asensio, asentos, doncel, encienso de Arcadia, incienso de Andalucía, ensencio, artemisa.
ALAMBOR: naranja amarga, acimboga, apepú, azamboa, azamboero, cajel, cimboga, chinoto, naranja, naranjo, quinoto, zamboa, zamboero.
ALAZOR: cártamo, azafrán, azafranillo, cártama, falso azafrán, simiente de papagayos.
ALBACA: albahaca, alfábega, alhábega, basílico, hierba real, albahaquita, orégano falso.
ALBAHACA: albaca, alfábega, alhábega, basílico, hierba real, albahaquita, orégano falso.
ALBAHAQUITA: albahaca, albaca, alfábega, alhábega, basílico, hierba real, orégano falso.
ALBARCOQUERO: albaricoque, abercoquero, abracoquero, albarillo, albercoquero, albérchigo, alberchiquero, albergero, albericoque, damasquillo, damasquino, prisco, chabacano, damasco.
ALBARICOQUE: abercoquero, abracoquero, albarcoquero, albarillo, albercoquero, albérchigo, alberchiquero, albergero, albericoque, damasquillo, damasquino, prisco, chabacano, damasco.
ALBARILLO: albaricoque, abercoquero, abracocuero, albarcoquero, albercocuero, albérchigo, alberchiquero, albergero, albericoque, damasquillo, damasquino, prisco, chabacano, damasco.
ALBENGA: brócoli, coliflor, brécol, brecolera, bróculi, grumo, pava, brocolate.
ALBÉRCHIGO: albaricoque, abercoquero, abracocuero, albarcoquero, albarillo, albercoquero, alberchiquero, albergero, albericoque, damasquillo, damasquino, prisco, chabacano, damasco.
ALBERCHIQUERO: albaricoque, abercoquero, abracoquero, albarcoquero, albarillo, albercocuero, albérchigo, albergero, albericoque, damasquillo, damasquino, prisco, chabacano, damasco.
ALBERCOQUERO: albaricoque, abercoquero, abracocuero, albarcoquero, albarillo, albérchigo, alberchiquero, albergero, albericoque, damasquillo, damasquino, prisco, chabacano, damasco.
ALBERENJENA: berenjena, berenjenín, berginiera, berengena, manzana de amor, pepino moraco.
ALBERGERO: albaricoque, abercoquero, abracocuero, albarcoquero, albarillo, albercoquero, albérchigo, alberchiquero, albericoque, damasquillo, damasquino, prisco, chabacano, damasco.
ALBERICOQUE: albaricoque, abercocuero, abracoquero, albarcoquero, albarillo, albercoquero, albérchigo, alberchiquero, albergero, damasquillo, damasquino, prisco, chabacano, damasco.
ALBERJA: veza, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja, vicia.
ALBERJA: guisante, alverja, alverjón, arbeja, arveja, arvejo, arvello, chícharo, chicharro, galbana, pitipuá, tacón, tito.
ALBERJANA: veza, alberja, algarroba, algarrobilla,

alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja, vicia.
ALBOPÁN: árbol del pan, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topán.
ALBUDECA: sandía, albudega, anguria, angurria, badea común, batia, guguria, melón de agua, patilla, pepón, zandía.
ALBUDEGA: sandía, albudeca, anguria, angurria, badea común, batia, guguria, melón de agua, patilla, pepón, zandía.
ALCACER: alfalfa, alfalce, alfalfe, mielga, trévol de carretilla, cadillo de hierba.
ALCACHOFA: alcací, alcacil, alcacilera, alcachofera, alcarcil, alcarchofa, alcaucil, alcaucí, alcaulera, arcacil, morrillera, mortas, cardo alcachofero.
ALCACHOFERA: alcachofa, alcací, alcacil, alcacilera, alcarcil, alcarchofa, alcaucil, alcaucí, alcaulera, arcacil, mortas, morrillera, cardo alcachofero.
ALCACÍ: alcachofa, alcacil, alcacilera, alcachofera, alcarcil, alcarchofa, alcaucil, alcaucí, alcaulera, arcacil, morrillera, mortas, cardo alcachofero.
ALCACIL: alcachofa alcací, alcacilera, alcachofera, alcarcil, alcarchofa, alcaucil, alcaucí, alcaulera, arcacil, morrillera, mortas, cardo alcachofero.
ALCACILERA: alcachofa, alcací, alcacil, alcachofera, alcarcil, alcarchofa, alcaucil, alcaucí, alcaulera, arcacil, morrillera, mortas, cardo alcachofero.
ALCAGÜESES: cacahuete, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, ichij, mandoví, mania.
ALCAHUETE: cacahuete, alcagüeses, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, ichij, mandoví, mania.
ALCANFOR: alcanforero.
ALCANFORERO: alcanfor.
ALCAPANA: alcaparra, alcaparrera, alcaparro, alcaparronero, caparro, tapanera, tapenera, alcaparrón, cápara, tápara.
ALCAPARRA: alcaparrera, alcaparro, alcaparronero, caparro, tapanera, tapenera, alcapana, alcaparrón, cápara, tápara.
ALCAPARRERA: alcaparra, alcaparro, alcaparronero, caparro, tapanera, tapenera, alcapana, alcaparrón, cápara, tápara.
ALCAPARRO: alcaparra, alcaparrera, alcaparronero, caparro, tapanera, tapenera, alcapana, alcaparrón, cápara, tápara.
ALCAPARRÓN: alcaparra, alcaparrera, alcaparro, alcaparronero, caparro, tapanera, tapenera, alcapana, cápara, tápara.
ALCAPARRONERO: alcaparra, alcaparrera, alcaparro, caparro, tapanera, tapenera, alcapana, alcaparrón, cápara, tápara.
ALCARCHOFA: alcachofa, alcací, alcacil, alcacilera, alcachofera, alcarcil, alcaucil, alcaucí, alcaulera, arcacil, morrillera, mortas, cardo alcachofero.
ALCARCIL: alcachofa, alcací alcacil, alcacilera, alcachofera, alcarchofa, alcaucil, alcaucí, alcaulera, arcacil, morrillera, mortas, cardo alcachofero.
ALCAUCÍ: alcachofa, alcací, alcacil, alcacilera, alcachofera, alcarcil, alcarchofa, alcaucil, alcaulera, arcacil morrillera, mortas, cardo alcachofero.
ALCAUCIL: alcachofa, alcací, alcacil, alcacilera, alcachofera, alcarcil, alcarchofa, alcaucí, alcaulera, arcacil, morrillera, mortas, cardo alcachofero.
ALCAULERA: alcachofa, alcací, alcacil, alcacilera, alcachofera, alcarcil, alcarchofa, alcaucil, alcaucí, arcacil, morrillera, mortas, cardo alcachofero.
ALCHERVA: ricino, carrapa, castor, catapucia mayor, crotón, cheva, higuera, higuereta, higuerilla, higuerillo, higuero, mamona, querva, rejalgar, rizno, tártago.
ALCOHELA: endivia, escarola, endibia.
ALCORNOQUE: corcho, chaparreta, moheda, roble, sobrero, tornadizo, palo de corcho.
ALCOTÓN: algodón, algodonero, palo de algodón.
ALEGRÍAS: pimiento, ají, ajillo, bombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, ují, chiltepe, locote, rocoto.
ALFÁBEGA: albahaca, albaca, alhábega, basílico, hierba real, albahaquita, orégano falso.
ALFALCE: alfalfa, alcacer, alfalfe, mielga, trévol de carretilla, cadillo de hierba.
ALFALFA: alcacer, alfalce, alfalfe, mielga, trévol de carretilla, cadillo de hierba.
ALFALFE: alfalfa, alcacer, alfalce, mielga, trévol de carretilla, cadillo de hierba.
ALFICOZ: pepino, alpicoz, badea, cogombro, cohombro, machicho, pepinera, pepinillo.
ALFÓNSIGO: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, ichij, mandoví, mania.
ALGARAZ: grosella blanca, agraz, agrazón, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
ALGARROBA: algarrobo, algarrobera, algarrobero, garrofero, garrofo, garrubia
ALGARROBA: veza, alberja, alberjana, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja, vicia.
ALGARROBERA: algarroba, algarrobo, algarrobero, garrofero, garrofo, garrubia
ALGARROBERO: algarroba, algarrobo, algarrobera, garrofero, garrofo, garrubia
ALGARROBILLA: veza, alberja, alberjana, algarroba, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja, vicia.
ALGARROBO: algarroba, algarrobera, algarrobero, garrofero, garrofo, garrubia
ALGODÓN: alcotón, algodonero, palo de algodón.
ALGODONERO: algodón, alcotón, palo de algodón.
ALHÁBEGA: albahaca, albaca, alfábega, basílico, hierba real, albahaquita, orégano falso.
ALMENDRA: almendro, almendral, almendrera, almendrero, arzollo.
ALMENDRAL: almendra, almendro, almendrera, almendrero, arzollo.
ALMENDRERA: almendra, almendro, almendral, almendrero, arzollo.
ALMENDRERO: almendra, almendro, almendral, almendrera, arzollo.
ALMENDRO: almendra, almendral, almendrera, almendrero, arzollo.
ALMETÓN: achicoria, almirón, amargón, camaroja, camarroga, cicondrilla, cicoria, chicoria, husillo, usillo, radicha, radicheta.
ALMIRÓN: diente de león, achicoria, amargón, calceta, cardeña, chinita de campo, flor de macho, lechiriega, lechuguilla, pelosilla, radicheta, relojes, taraxacón.
ALMIRÓN: achicoria, almetón, amargón camaroja, camarroga, cicondrilla, cicoria, chicoria, husillo, usillo, radicha, radicheta.
ALMORTA: chícharo, guija, muela, tilo.
ALOSNA: ajenjo, absintio, artemisia amarga, asenjo, asensio, asentos, doncel, encienso de Andalucía, incienso de Andalucía, ensencio, ajonjo, artemisa.
ALPÉRSICO: melocotón, abridero, abridor, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.
ALPICOZ: pepino, alficoz, badea, cogombro, cohombro, machicho, pepinera, pepinillo.
ALPISTE: alpistera, falaris.
ALPISTERA: alpiste, falaris.
ALQUITIRA: higo chumbo, cardón de México, chumbera, choya, nopal, palera, tasajillo, tuna, tunal, tunera.
ALTOVERDE: maíz, abatí, borona, caucha, canguil, capi, capiá, cuatequil, choglos, danza, gua, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
ALTRAMUZ: tramuses, chocho, lupino blanco.
ALUBIA: ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, choto, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, frijol, frijón, frijuelo, frisol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
ALUBICA: fresa, agulles, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
ALVERJA: guisante, alberja, alverjón, arbeja, arveja, arvejo, arvello, chícharo, chicharro, galbana, pitipuá, tacón, tilo.
ALVERJA: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja, vicia.
ALVERJANA: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja, vicia.
ALVERJILLA COMÚN: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja, vicia.
ALVERJÓN: guisante, alberja, alverja, arbeja, arveja, arvejo, arvello, chícharo, chicharro, galbana, pitipuá, tacón, tilo.
AMABIA: arándano, abia, anavia, arandilla, gardincha, marzanilleta, meruéndano, mirtilo, raspanera, ráspano, rasponera, uva de bosque.
AMACENO: ciruela, ambruiño, bruno, bruño, cerojo, cirigüelo, cirolero, ciruelo, latón, pruno.
AMAGUETA: fresa, agulles, alubica, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
AMALUQUIO: fresa, agulles, alubica, amagueta, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
AMAPOLA: adormidera, dormidera, ababol.
AMARGÓN: diente de león, achicoria, almirón, calceta, cardeña, chinita de campo, flor de macho, lechiriega, lechuguilla, pelosilla, radicheta, relojes, taraxacón.
AMARGÓN: achicoria, almetón, almirón, camaroja, camarroga, cicondrilla, cicoria, chicoria, husillo, usillo, radicha, radicheta.
AMARRUBIA: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
AMBRUIÑO: ciruela, amaceno, bruno, bruño, cerojo, cirigüelo, cirolero, ciruelo, latón, pruno.
ANACARDO: acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajú, cajuil, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajul, pajuil, pangí, paují, paujil.
ANANÁS: piña.

ANAVIA: arándano, abia, amabia, arandilla, gardincha, manzanilleta, meruéndano, mirtillo, raspanera, raspano, rasponera, uva de bosque.
ANCHOAS: engibre, agengibre, ajengible, ajengibre, gengibre.
ANEGA: eneldo, abesón, aneto, anisillo, anís alemán, avezón, dil, falso anis, hinojo, inojo, neldo.
ANETO: eneldo, abesón, anega, anisillo, anís alemán, avezón, dil, falso anís, hinojo, inojo, neldo.
ANGURIA: sandía, albudeca, albudega, angurria, badea común, batia, guguria, melón de agua, patilla, pepón, zandía.
ANGURRIA: sandía, albudeca, albudega, anguria, badea común, batia, guguria, melón de agua, patilla, pepón, zandía.
ANÍS ALEMÁN: eneldo, abesón, anega, aneto, anisillo, avezón, dil, falso anís, hinojo, inojo, neldo.
ANÍS: hinojo, comino, eneldo, esmeldo, fenojo, fenollo, finojo, fiollo, hierba santa, jinojo, linojo, tinojo.
ANÍS ESTRELLADO: badiana.
ANISILLO: eneldo, abesón, anega, aneto, anís alemán, avezón, dil, falso anís, hinojo, inojo, neldo.
ANÓN: chirimoya, chirimoyo, girimoya, anona del Perú, anona chirimoya, cachimán, catuche, cerimoya, cherimolioa, chirimolia, chirrimorión, chirimorriñón, momona.
ANONA CHIRIMOYA: chirimoya, chirimoyo, girimoya, anona del Perú, anón, cachimán, catuche, cerimoya, cherimolioa, chirimolia, chirrimorión, chirimorriñón, momona.
ANONA DEL PERÚ: chirimoya, chirimoyo, girimoya, anón, anona chirimoya, cachimán, catuche, cerimoya, cherimolioa, chirimolia, chirrimorión, chirimorriñón, momona.
ANURE: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
APEPÚ: naranja amarga, acimboga, alambor, azamboa, azamboero, cajel, cimboga, chinoto, naranja, naranjo, quinoto, zamboa, zamboero.
APICHÚ: boniato, age, aje, batata, bejuco moniato, buniato, camote, milaga, moniato, muniato, papacuice, patata de América, patata de Málaga, patata cuice.
APIO: panul, arrachá.
APIO: remolacha forrajera, betarraja forrajera, panul, arrachá.
APIO DEL CAMPO: chirivía, pastinaca.
ARÁNDANO: abia, amabia, anavia, arandilla, gardincha, manzanilleta, meruéndano, mirtillo, raspanera, ráspano, rasponera, uva de bosque.
ARANDILLA: arándano, abia, amabia, anavia, gardincha, manzanilleta, meruéndano, mirtillo, raspanera, ráspano, rasponera, uva de bosque.
ARASA: guayaba, arazá, arrayán, arrayana, hurapo, luma, manzana, piche, sahuinto, guayabo.
ARAZÁ: guayaba, arrayán, arrayana, hurapo, luma, manzana, piche, sahuinto, arasa, guayabo.
ARBEJA: guisante, alberja, alverja, alverjón, arveja, arvejo, arvello, chícharo, chicharro, gálbana, pilipuá, tacón, tito.
ÁRBOL DE LA CANELA: canela, canelero, canelillo, canelo, palo de canela.
ÁRBOL DE LA NUEZ MOSCADA: nuez moscada, mirística, moscadero, nuez de especia.
ÁRBOL DE MELÓN: papaya, zapote, papayo calentano, lechosa, lechoso, mamao, mamén, mamón, mamona, melón papayero, papayo, ababaya, fruta bomba.
ÁRBOL DEL CLAVO: clavo, clavero, clavillo, clavo de especia, clavo de olor, giroflé, jiroflé, palo de clavo.
ÁRBOL DEL PAN: albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topan.
ÁRBOL DEL TÉ: té, té de la China.
ARCACIL: alcachofa, alcací, alcacil, alcacilera, alcachofera, alcarcil, alcarchofa, alcaucil, alcaucí, alcaulera, morrillera, mortas, cardo alcachofero.
ARECA: abellana de la India, avellana índica, arequiero, betel, bonga, catecú, nuez de areca, palma de areca, palma catecú, palma de indio, palmera catecú.
AREQUIERO: areca, abellana de la India, avellana índica, betel, bonga, catecú, nuez de areca, palma de areca, palma catecú, palma de indio, palmera catecu.
ARGANZÓN: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
ÁRNICA: estornudadera, flor de tabaco, hierba de las caídas, tabaco borde, tabaco de montaña, talpica.
ARRACHÁ: remolacha forrajera, betarraja forrajera, apio, panul.
ARRACHÁ: apio, panul.
ARRAYÁN: guayaba, arazá, arrayana, hurapo, luma, manzana, piche, sahuinto, arasa, guayabo.
ARRAYANA: guayaba, arazá, arrayán, hurapo, luma, manzana, piche, sahuinto, arasa, guayabo.
ARROZ: casulla, chaufa, palay.
ARRUGUI: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
ARTEMISA: ajenjo, absintio, alosna, artemisia amarga, asenjo, asensio, asentos, doncel, encienso de Andalucía, incienso de Andalucía, ensencio, ajorizo.
ARTEMISIA AMARGA: ajenjo, absintio, alosna, asenjo, asensio, asentos, doncel, encienso de Andalucía, incienso de Andalucía, ensencio, ajorizo, artemisa.
ARTO: mora, artos, cambrón, cambronera, espino negro, zarza, zarzamora, zarzanera, zarzón.
ARTOS: mora, arto, cambrón, cambronera, espino negro, zarza, zarzamora, zarzanera, zarzón.
ARVEJA: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja, vicia.
ARVEJA: guisante, alberja, alverja, alverjón, arbeja, arvejo, arvello, chícharo, chicharro, gálbana, pilipuá, tacón, tito.
ARVEJANA: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja, vicia.
ARVEJILLA: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja, vicia.
ARVEJO: guisante, alberja, alverja, alverjón, arbeja, arveja, arvello, chícharo, chicharro, gálbana, pilipuá, tacón, tito.
ARVELLO: guisante, alberja, alverja, alverjón, arbeja, arveja, arvejo, chícharo, chicharro, gálbana, pilipuá, tacón, tito.
ARZOLLO: almendra, almendro, almendral, almendrera, almendrero.
ASENJO: ajenjo, absintio, alosna, artemisia amarga, asensio, asentos, doncel encienso de Andalucía, incienso de Andalucía, ensencio, ajorizo, artemisa.
ASENSIO: ajenjo, absintio, alosna, artemisia amarga, asenjo, asentos, doncel, encienso de Andalucía, incienso de Andalucía, ensencio, ajorizo, artemisa.
ASENTOS: ajenjo, absintio, alosna, artemisia amarga, asenjo, asensio, doncel, encienso de Andalucía, incienso de Andalucía, ensencio, ajorizo, artemisa.
AUYAMA: calabaza, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.
AVELLANA: avellano, ablano, avellanera.
AVELLANA AMERICANA: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, ichij, mandoví, mania.
AVELLANA DE VALENCIA: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana americana, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, ichij, mandoví, mania.
AVELLANA ÍNDICA: areca, abellana de la India, arequiero, betel, bonga, catecú, nuez de areca, palma de areca, palma catecú, palma de indio, palmera catecú.
AVELLANERA: avellana, avellano, ablano.
AVELLANO: avellana, ablano, avellanera.
AVEZA: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja, vicia.
AVEZÓN: eneldo, abesón, anega, aneto, anisillo, anís alemán, dil, falso anís, hinojo, inojo, neldo.
AVOCADO: aguacate, aguacatillo, ahuacate, cura, curo, huira palta, pagua, pahua, palta, palto, zahoca.
AYACOTE: judía pinta, ayocote, caraota, cuba, fríjol, judía encarnada, judía escarlata, patol, pilay, poroto de España, poroto pallar.
AYOCOTE: judía pinta, ayacote, caraota, cubá, fríjol, judía encarnada, judía escarlata, patol, pilay, poroto de España, poroto pallar.
AYOCOTE: alubia, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purulú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
AYOTE: calabaza, auyama, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.
AYOTERA: calabaza, auyama, ayote, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.
AYPÍ: tapioca, casa, casava, cascamote, caxcamote, guacamote, huacamote, mancobra, mandioca, manioca, manoco, pan de tierra caliente, sagú blanco, yuca.
AYUGUI: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
AZAFRÁN: alazor, cártamo, azafranillo, cártama, falso azafrán, simiente de papagayos.
AZAFRÁN: croco, flor de azafrán, zafrán.
AZAFRANILLO: cártamo, alazor, azafrán, cártama, falso azafrán, simiente de papagayos.
AZAMBOA: naranja amarga, acimboga, alambor, apepú, azamboero, cajel, cimboga, chinoto, naranja, naranjo, quinolo, zamboa, zamboero.
AZAMBOERO: naranja amarga, acimboga, alambor, apepú, azamboa, cajel, cimboga, chinoto, naranja, naranjo, quinolo, zamboa, zamboero.
AZANORIA: zanahoria, acenoria, bufanaga, cenoria, sinoria.

B

BACHOCA: alubia, ayocote, bachoqueta bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones,

frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poreto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba fasol.

BACHOQUETA: alubia, ayocote, bachoca, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, trésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba fasol.

BADEA: pepino, alficoz, alpicoz, cogombro, cohombro, machicho, pepinera, pepinillo.

BADEA COMÚN: sandía, albudeca, albudega, anguria, angurria, bafia, guguria, melón de agua, patilla, pepón, zandía.

BADIANA: anís estrellado.

BAJOCA: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, fresol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.

BALAUSTIA: granada, balaustra, granaco, granadillo, magrano, manglano, milgrano, mingrano, pomogranado.

BALAUSTRA: granada, granado, granadillo, magrano, manglano, milgrano, mingrano, pomogranado, balaustia.

BALSAMITA MAYOR: herro, berra, berraza, herrera, mastuerzo acuático, mastuerzo de agua, ocorora.

BAMBÚ: caña brava, mambú.

BANANA: plátano, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

BANANERA: plátano, banana, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

BANANERO: plátano, banana, bananera, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

BANANO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

BANGUE: cáñamo, henequén europeo, linabera.

BÁRBARO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

BARDEGUERA BLANCA: mimbre, mimbrera, mimbrote, saciña, saciño, salciña, salzmimbre, sarga, sargatilla, sargatillo, sauce, saucegatillo, saúzgatillo.

BASÍLICO: albahaca, albaca, alfábega, alhábega, hierba real, albahaquita, orégano falso.

BATATA: boniato, age, aje, apichú, bejuco moniato, buniato, camote, milaga, moniato, muniato, papadulce, patata de América, patata de Málaga, patata dulce.

BATIA: sandía, albudeca, albudega, anguria, angurria, badea común, guguria, melón de agua, patilla, pepón, zandía.

BEJUCO MONIATO: boniato, age, aje, apichu, batata, buniato, camote, milaga, moniato, muniato, papadulce, patata de América, patata de Málaga, patata dulce.

BEJUQUILLO: vainilla, cuyanquillo, flor negra, vainillero.

BELLACO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

BERENGENA: berenjena, alberenjena, berenjenín, berginiera, manzana de amor, pepino morado.

BERENJENA: alberenjena, berenjenín, berginiera, berengena, manzana de amor, pepino morado.

BERENJENÍN: berenjena, alberenjena, berginiera, berengena, manzana de amor, pepino morado.

BERGINIERA: berenjena, alberenjena, berenjenín, berengena, manzana de amor, pepino morado.

BERRA: berro, balsamita mayor, berraza, berrera, mastuerzo acuático, mastuerzo de agua, ocorora.

BERRAZA: berro, balsamita mayor, berra, berrera, mastuerzo acuático, mastuerzo de agua, ocorora.

BERRERA: berro, balsamita mayor, berra, berraza, mastuerzo acuático, mastuerzo de agua, ocorora.

BERRO: balsamita mayor, berra, berraza, berrera, mastuerzo acuático, mastuerzo de agua, ocorora.

BERRO ALENENSE: mastuerzo, cresón, escobilla amarga, lepidio, pimienta.

BERZA: brecolera, bretón, col, llanta, tallo, repollo.

BERZA DE SIAM: colinabo, nabicol, nabo, coyoche, rutabaga, col rábano, colinaba, colirrabano.

BERZA SILVESTRE: nabo, colinabo, colza, mostaza silvestre, naba, nabicol, nabilla, nabina, mostaza, navina, naviza, rebancá, yuyo.

BETA: acelga.

BETABEL: remolacha, betarraga, betarrata, betavel, beteraba.

BETARRAGA: remolacha, betarrata, betabel, betavel, beteraba.

BETARRAJA FORRAJERA: remolacha forrajera, apio, panul, arrachá.

BETARRATA: remolacha, betarraga, betabel, betavel, beteraba.

BETAVEL: remolacha, betarraga, betarrata, betabel, beteraba.

BETEL: areca, abellana de la India, avellana índica, arequiero, bonga, catecú, nuez de areca, palma de areca, palma catecú, palma de indio, palmera catecú.

BETERABA: remolacha, betarraga, betarrata, betabel, betavel.

BETIGUERA: lúpulo, brecolera, espárrago gordo, harina lupulina, hombrecillo, lupina, lúpio, lupo, oblón, piña loja, piña pintada.

BLANQUILLO: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.

BOMBALÓN: pimiento, ají, ajillo, alegrías, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, ují, chiltepe, locote, rocoto.

BONETILLOS: calabaza, auyama, ayote, ayotera, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.

BONGA: areca, abellana de la India, avellana índica, arequiero, betel, catecú, nuez de areca, palma de areca, palma catecú, palma de indio, palmera catecú.

BONIATO: age, aje, apichú, batata, bejuco moniato, buniato, camote, milaga, moniato, muniato, papadulce, patata de América, patata de Málaga, patata dulce.

BORONA: maíz, abatí, altoverde, caucha, canguil, capi, capia, cuatequil, choglios, danza, gua, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.

BORONA: mijo, millo, proso.

BRÉCOL: brócoli, coliflor, brecolera, brócul, grumo, pava, albenga, brocolate.

BRECOLERA: berza, bretón, col, llanta, tallo, repollo.

BRECOLERA: brócoli, coliflor, brécol, brócul, grumo, pava, albenga, brocolate.

BRESQUILLA: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.

BRETÓN: berza, brecolera, col, llanta, tallo, repollo.

BREVERA: higo, brevo, cabrahigo, cornicabra, higuera.

BREVO: higo, brevera, cabrahigo, cornicabra, higuera.

BROCOLATE: brócoli, coliflor, brécol, brecolera, brócul, grumo, pava, albenga.

BRÓCOLI: coliflor, brécol, brecolera, brócul, grumo, pava, albenga, brocolate.

BRÓCUL: brócoli, coliflor, brécol, brecolera, grumo, pava, albenga, brocolate.

BRUCOLERA: lúpulo, betiguera, espárrago gordo, harina lupulina, hombrecillo, lupina, lúpio, lupo, oblón, piña loja, piña pintada.

BRUNO: ciruela, amaceno, ambruiño, bruño, cerojo, cirigüelo, cirolero, ciruelo, latón, pruno.

BRUÑO: ciruela, amaceno, ambruiño, bruno, cerojo, cirigüelo, cirolero, ciruelo, latón, pruno.

BUEN PAN: árbol del pan, albopán, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topán.

BUEANAGA: zanahoria, acenoria, azanoria, cenoria, sinoria.

BULÉ: calabaza, auyama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, chiverre.

BUNIATO: boniato, age, aje, apichú, batata, bejuco moniato, camote, milaga, moniato, muniato, papadulce, patata de América, patata de Málaga, patata dulce.

BURRO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

BUTUCO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

C

CAÁ: mate, camini, hierba mate, hierba de palo, hierba del Paraguay, hierba señorita, hierbamate, mate de tierra tría, te argentino, té del Brasil, té del Paraguay, té mate.

CABEZA DE MORO: calabaza, auyama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.

CABEZA DE TURCO: calabaza, auyama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.

CABRAHIGO: higo, brevera, brevo, cornicabra, higuera.
CACAHUÁS: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, ichij, mandoví, mania.
CACAHUÉ: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, ichij, mandoví, mania.
CACAHUETE: alcagüeses, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, ichij, mandoví, mania.
CACAHUEY: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, ichij, mandoví, mania.
CACAJUIL: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cajú, cajuil, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajul, pajuil, pangí, paují, paujil.
CACAO: cacaotero, criollo.
CACAO DE LA TIERRA: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, caco maní, inchic, ichij, mandoví, mania.
CACAOTERO: cacao, criollo.
CACAUHATE: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacao de la tierra, caco maní, inchic, ichij, mandoví, mania.
CACHACO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
CACHIMÁN: chirimoya, chirimoyo, girimoya, anona del Perú, anón, anona chirimoya, catuche, cerimoya, cherimolina, chirimolia, chirrimoriór, chirimorriñón, momona.
CACO MANÍ: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, inchic, ichij, mandoví, mania.
CADILLO DE HIERBA: alfalfa, alcacer, alfalce, alfalfe, mielga trébol de carretilla.
CAFE: cafeto.
CAFETO: café.
CAJEL: naranja amarga, acimboga, alambor, apepú, azamboa, azamboero, cimboga, chinola, naranja, naranjo, quinoto, zamboa, zamboero.
CAJU: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajuil, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajul, pajuil, pangí, paují, paujil.
CAJUIL: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajú, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajul, pajuil, pangí, paují, paujil.
CALABACERA: calabaza, auyama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.
CALABACÍN: calabaza, auyama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.
CALABAZA: auyama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.
CALABAZO: calabaza, auyama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.
CALABAZÓN: cereza, cerezo, cerecera, cerezal, guerecilla, guindas, guindo zorrero, mollar.
CALAMACO: alubia ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, pururú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tireco, faba, fasol.
CALCETA: diente de león, achicoria, almirón, amargón, cardeña, chinita de campo, flor de macho, lechiriega, lechuguilla, pelosilla, radichela, relojes, taraxacón.
CAMAROJA: achicoria, almetón, almirón, amargón, camarroga, cicondrilla, cicoria, chicoria, husillo, usillo, radicha, radicheta.
CAMARROGA: achicoria, almetón, almirón, amargón, camarroja, cicondrilla, cicoria, chicoria, husillo, usillo, radicha, radicheta.
CAMBRÓN: mora, arlo, artos, cambronera, espino negro, zarza, zarzamora, zarzanera, zarzón.
CAMBRONERA: mora, arlo, artos, cambrón, espino negro, zarza, zarzamora, zarzanera, zarzón.
CAMBRONERA COLORADA: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
CAMBRONERA MATA: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
CAMBUR: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
CAMBURÍ: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
CAMINÍ: mate, caá, hierba mate, hierba de palo, hierba del Paraguay, hierba señorita, hierbamate, mate de tierra fría, té argentino, té del Brasil, té del Paraguay, té mate.
CAMOMILA: manzanilla, matricaria.
CAMOTE: boniato, age, aje, apichú, batata, hejuco moniato, buniato, milaga, moniato, muniato, papadulce, patata de América, patata de Málaga, patata dulce.
CANELA: árbol de la canela, canelero, canelillo, canelo, palo de canela.
CANELERO: canela, árbol de la canela, canelillo, canelo, palo de canela.
CANELILLO: canela, árbol de la canela, canelero, canelo, palo de canela.
CANELO: canela, árbol de la canela, canelero, canelillo, palo de canela.
CANGUIL: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, capi, capiá, cuatequil, choglios, danza, gua, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
CANTORIA: calabaza, auyama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.
CAÑA BRAVA: bambú, mambú.
CAÑA DE AZÚCAR: caña de Castilla, caña dulce, caña melar, cañaduz, cañamiel.
CAÑA DE CASTILLA: caña de azúcar, caña dulce, caña melar, cañaduz, cañamiel.
CAÑA DULCE: caña de azúcar, caña de Castilla, caña melar, cañaduz, cañamiel.
CAÑA MELAR: caña de azúcar, caña de Castilla, caña dulce, cañaduz, cañamiel.
CAÑADUZ: caña de azúcar, caña de Castilla, caña dulce, caña melar, cañamiel.
CAÑAMIEL: caña de azúcar, caña de Castilla, caña dulce, caña melar, cañaduz.
CÁÑAMO: bangue, henequén europeo, marihuana.
CÁPARA: alcaparra, alcaparrera, alcaparro, alcaparronero, caparro, tapanera, tapenera, alcapana, alcaparrón, tápara.
CAPARRO: alcaparra, alcaparrera, alcaparro, alcaparronero, tapanera, tapenera, alcapana, alcaparrón, cápara, tápara.
CAPARRÓN: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, pururú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tireco, faba, fasol.
CAPI: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, canguil, capiá, cuatequil, choglios, danza, gua, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
CAPIÁ: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, canguil, capi, cuatequil, choglios, danza, gua, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
CAQUI: palosanto, guayacana, kaki, placa minero, frutal de Asia, locuá, persimón japonés.
CARACOLÍ: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajú, cajuil, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajul, pajuil, pangí, paují, paujil.
CARAOTA: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, pururú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tireco, faba fasol.
CARÁOTA: judía pinta, ayacote, ayocote, cubá, fríjol, judía encarnada, judía escarlata, patol, pilay, poroto de España, poroto pallar.
CARAPÉ: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
CARDEÑA: diente de león, achicoria, almirón, amargón, calceta, chinita de campo, flor de macho, lechiriega, lechuguilla, pelosilla, radichela, relojes, taraxacón.
CARDO ALCACHOFERO: alcachofa, alcací, alcacil, alcacilera, alcachofera, alcarcil, alcarchofa, alcaucil, alcaucí, alcaulera, arcacil, morrillera, morlas.
CARDÓN DE MÉXICO: higo chumbo, alquitira, chumbera, choya, nopal, palera, tasajillo, tuna, tunal, tunera.
CARRAPA: ricino, alcherva, castor, catapucia mayor, crotón, cherva, higuera, higuereta, higuerilla, higuerillo, higuero, mamona, querva, rejalgar, rizno, tártago.
CÁRTAMA: cártamo, alazor, azafrán azafranillo, falso azafrán, simiente de papagayos.
CÁRTAMO: alazor, azafrán, azafranillo, cártama, falso azafrán, simiente de papagayos.
CASA: tapioca, aypí, casava, cascamole, caxcamote, guacamote, huacamole, mancobra, mandioca, manioca, manoco, pan de tierra caliente, sagú blanco, yuca.
CASAVA: tapioca, aypí, casa, cascamole, caxca-

mote, guacamote, huacamote, mancobra, mandioca, manioca, manoco, pan de tierra caliente, sagú blanco, yuca.
CASCAMOTE: tapioca, aypí, casa, casava, caxcamote, guacamote, huacamote, mancobra, mandioca, manioca, manoco, pan de tierra caliente, sagú blanco, yuca.
CASÍS: grosella negra, grosella colorada, grosellero de frutos negros, grosellero negro.
CASOÍ: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajú, cajuil, caracolí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajul, pajuil, pangí, pauji, paujil.
CASTAÑO DE MALABAR: árbol del pan, albapán, buen pan, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topan.
CASTOR: ricino, alcherva, carrapa, catapucia mayor, crotón, cherva, higuera, higuereta, higuerilla, higuerillo, higuero, mamona, ouerva, rejalgar, ricno, tártago.
CASÚ: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajú, cajuil, caracolí, casoí, cauji, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajul, pajuil, pangí, pauji, paujil.
CASULLA: arroz, chaula, palay.
CATAPUCIA MAYOR: ricino, alcherva, carrapa, castor, crotón, cherva, higuera, higuereta, higuerilla, higuerillo, higuero, mamona, ouerva, rejalgar, ricno, tártago.
CATECÚ: areca, abellana de la India, avellana índica, arequiero, betel, honga, nuez de areca, palma de areca, palma catecú, palma de indias, palmera catecú.
CATUCHE: chirimoya, chirimoyo, girimoya, anona del Perú, anón, anona chirimoya, cachimán, cerimoya, cherimolina, chirimolia, chirrimorión, chirimorriñón, momora.
CAUCHA: maíz, ahatí, altoverde, borona, canguil, capi, capia, cuatequil, choglios, danza, gua, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
CAUJÍ: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajú, cajuil, caracolí, casoí, casú, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajul, pajuil, pangí, pauji, paujil.
CAXCAMOTE: tapioca, aypí, casa, casava, cascamote, guacamote, huacamote, mancobra, mandioca, manioca, manoco, pan de tierra caliente, sagú blanco, yuca.
CAYUTERO: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajú, cajuil, caracolí, casoí, casú, cauji, jocote marañón, merey, merei, nuez cajul, pajuil, pangí, pauji, paujil.
CEBOLLA: cebollín.
CEBOLLA BLANCA: puerro, ajito tierno, ajo porrino, ajo porro, ajo porruno, cebollín, porro, ajo puerro.
CEBOLLÍN: cebolla.
CEBOLLÍN: puerro, ajito tierno, ajo porrino, ajo porro, ajo porruno, porro, ajo puerro, cebolla blanca.
CEDRÓN: hierba luisa, cedroncillo, cidrón, hierba cidrera, hierba de la primavera, luisa, verbena olorosa.
CEDRONCILLO: hierba luisa, cedrón, cidrón, hierba cidrera, hierba de la primavera, luisa, verbena olorosa.
CENORIA: zanahoria, acenoria, azanoria, hufanaga, sinoria.
CERECERA: cereza, cerezo, calabazón, cerezal, guerecilla, guindas, guindo zorrero, mollar.
CEREZA: cerezo, calabazón, cerecera, cerezal, guerecilla, guindas, guindo zorrero, mollar.
CEREZAL: cereza, cerezo, calabazón, cerecera, guerecilla, guindas, guindo zorrero, mollar.
CEREZO: cereza, calabazón, cerecera, cerezal, guerecilla, guindas, guindo zorrero, mollar.
CERIMOYA: chirimoya, chirimoyo, girimoya, anona del Perú, anón, anona chirimoya, cachimán, catuche, cherimolina, chirimolia, chirrimorión, momona.
CEROJO: ciruela, amaceno, ambrunio, bruno, bruñe, ciriguelo, cirolero, ciruelo, tatón, pruno.
CERRAJA: lechuga, lechuguino.
CHABACANO: albaricoque, abercoquero, abracoquero, albarcoquero, alharillo, albercoquero, albérchigo, alberchiquero, albergero, albericoque, damasquillo, damasquino, prisco, damasco.
CHALOTE: escaloña.
CHAMALUCO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guireo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, morgolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
CHAPARRETA: corcho, alcornoque, moheda, roble, sobrero, tornadizo, palo de corcho.
CHARDÓN: frambuesa, chordón, chordonera, churdón, fraga, frambueso, fresa de montaña, irdús, mora de monte, sangüeña, sangüeso, sangüezo.
CHAUCHA: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
CHAUFA: arroz, casulla, palay.
CHERIMOLIOA: chirimoya, chirimoyo, girimoya, anona del Perú, anón, anona chirimoya, cachimán, catuche, cerimoya, chirimolia, chirrimorión, chirimorriñón, momora.
CHERVA: ricino, alcherva, carrapa, castor, catapucia mayor, crotón, higuera, higuereta, higuerilla, higuerillo, higuero, mamona, ouerva, rejalgar, palrizo, tártago.
CHÍCHARO: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
CHÍCHARO: guisante, alberja, alverja, alverjón, arbeja, arveja, arvejo, arvello, chicharro, galbana, pitipuá, tacón, tito.
CHÍCHARO: almorta, guija, muela, tito.
CHICHARRO: garbanzo.
CHICHARRO: guisante, alberja, alverja, alverjón, arbeja, arveja, arvejo, arvello, chícharo, galbana, pitipuá, tacón, tito.
CHICORIA: achicoria, almetón, almirón, amargón, camaroja, camarroga, cicondrilla, cicoria, husillo, usillo, radicha, radicheta.
CHICOZAPOTE: níspero, níspola del Japón, zapote.
CHILE: pimiento,ají, ajillo, alegrías, bombalón, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, uji, chiltepe, locote, rocoto.
CHILTEPE: pimiento, ají, ajillo, alegrías, bombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, uji, locote, rocoto.
CHIMALTE: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, flor del sol, giganta, gigantea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
CHINA: naranja, naranjo.
CHINAMECA: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
CHINCARROS: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
CHINITA DE CAMPO: diente de león, achicoria, almirón, amargón, calceta, cardeña, flor de macho, lechiriega, lechuguilla, pelosilla, radicheta, reojos, taraxacón.
CHINOTO: naranja amarga, acimboga, alamber, apepú, azamboa, azamboero, cajel, cimboga, naranja, naranjo, quinoto, zamboa, zamboero.
CHIRIMOLIA: chirimoya, chirimoyo, girimoya, anona del Perú, anón, anona chirimoya, cachimán, catuche, cerimoya, cherimolina, chirrimorión, chirimorriñón, momona.
CHIRIMORRIÑÓN: chirimoya, chirimoyo, girimoya, anona del Perú, anón, anona chirimoya, cachimán, catuche, cerimoya, cherimolina, chirimolia, chirrimorión, momona.
CHIRIMOYA: chirimoyo, girimoya, anona del Perú, anón, anona chirimoya, cachimán, catuche, cerimoya, cherimolina, chirimolia, chirrimorión, chirimorriñón, momona.
CHIRIMOYO: chirimoya, girimoya, anona del Perú, anón, anona chirimoya, cachimán, catuche, cerimoya, cherimolina, chirimolia, chirrimorión, chirimorriñón, momona.
CHIRIVÍA: apio del campo, pastinaca.
CHIRRIMORRIÓN: chirimoya, chirimoyo, girimoya, anona del Perú, anón, anona chirimoya, cachimán, catuche, cerimoya, cherimolina, chirimolia, chirimorriñón, momora.
CHIVERRE: calabaza, auyama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, zuke.
CHOCHO: altramuz, tramuses, lupino blanco.
CHOGLIOS: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, canguil, capi, capia, cuatequil, danza, gua, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
CHOLO: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
CHORDÓN: frambuesa, chardón, chordonera, churdón, fraga, frambueso, fresa de montaña, irdús, mora de monte, sangüeña, sangüeso, sangüezo.
CHORDONERA: frambuesa, chardón, chordón, churdón, fraga, frambueso, fresa de montaña, irdús, mora de monte, sangüeña, sangüeso, sangüezo.
CHOYA: higo chumbo, alquitira, cardón de México, chumbera, nopal, palera, tasajillo, tuna, tunal, tunera.
CHUFA: corocilla, corocillo, cotufa, cuca, juncia avellanada.
CHUMBERA: higo chumbo, alquitira, cardón de México, choya, nopal, palera, tasajillo, tuna, tunal, tunera.
CHUNO: patata, criadilla de tierra, criila, chuño, papa, poguy
CHUÑO: patata, criadilla de tierra, criila, chuno, papa, poguy
CHURDÓN: frambuesa, chardón, chordón, chordonera, fraga, frambueso, fresa de montaña, irdús, mora de monte, sangüeña, sangüeso, sangüezo.
CICONDRILLA: achicoria, almetón, almirón, amargón, camaroja, camarroga, cicoria, chicoria, husillo, usillo, radicha, radicheta.
CICORIA: achicoria, almetón, almirón, amargón, camaroja, camarroga, cicondrilla, chicoria, husillo, usillo, radicha, radicheta.

CIDRA: pomelo, pampelmusa, pamplemusa, toronja, toronjero, toronjo.
CIDRÓN: hierba luisa, cedrón, cedroncillo, hierba cidrera, hierba de la primavera, luisa, verbena olorosa.
CIMBOGA: naranja amarga, acimboga, alambor, apepú, azamboa, azamboero, cajel, chinoto, naranja, naranjo, quinoto, zamboa, zamboero.
CIRIGÜELO: ciruela, amaceno, ambruiño, bruno, bruño, cerojo, cirolero, ciruelo, latón, pruno.
CIROLERO: ciruela, amaceno, ambruiño, bruno, bruño, cerojo, cirigüelo, ciruelo, latón, pruno.
CIRUELA: amaceno, ambruiño, bruno, bruño, cerojo, cirigüelo, cirolero, ciruelo, latón, pruno.
CIRUELO: ciruela, amaceno, ambruiño, bruno, bruño, cerojo, cirigüelo, cirolero, latón, pruno.
CLARÍN: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, garrobilla, guijela, jaramago, lenteja, vicia.
CLAVERO: clavo, árbol del clavo, clavillo, clavo de especia, clavo de olor, giroflé, jiroflé, palo de clavo.
CLAVILLO: clavo, árbol del clavo, clavero, clavo de especia, clavo de olor, giroflé, jiroflé, palo de clavo.
CLAVO: árbol del clavo, clavero, clavillo, clavo de especia, clavo de olor, giroflé, jiroflé, palo de clavo.
CLAVO DE ESPECIA: clavo, árbol del clavo, clavero, clavillo, clavo de olor, giroflé, jiroflé, palo de clavo.
CLAVO DE OLOR: clavo, árbol del clavo, clavero, clavillo, clavo de especia, giroflé, jiroflé, palo de clavo.
COCO: cocotero, mata de coco, palma de coco, palma indiana.
COCOTERO: coco, mata de coco, palma de coco, palma indiana.
CODÓN: membrillo, gamboas, membrillera, membrillero, lúcuma de Castilla, zamboa.
COGOMBRO: pepino, alficoz, alpicoz, badea, cohombro, machicho, pepinera, pepinillo.
COHOMBRO: pepino, alficoz, alpicoz, badea, cogombro, machicho, pepinera, pepinillo.
COL: repollo, lombarda.
COL: berza, brecolera, bretón, llanta, tallo, repollo.
COL RÁBANO: colinabo, nabicol, nabo, coyocho, rutabaga, berza de Siam, colinaba, colirrabano.
COLICERO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
COLIFLOR: brócoli, brécol, brecolera, brócul, grumo, pava, albenga, brocolate.
COLINABA: colinabo, nabicol, nabo, coyocho, rutabaga, berza de Siam, col rábano, colirrabano.
COLINABO: nabicol, nabo, coyocho, rutabaga, berza de Siam, col rábano, colinaba, colirrabano.
COLINARO: nabo, berza silvestre, colza, mostaza silvestre, naba, nabicol, nabilla, nabina, mostaza, navina, naviza, rebancá, yuyo.
COLIRRABANO: colinabo, nabicol, nabo, coyocho, rutabaga, berza de Siam, col rábano, colinaba.
COLZA: nabina, nabiza, nabo, rape.
COLZA: nabo, berza silvestre, colinabo, mostaza silvestre, naba, nabicol, nabilla, nabina, mostaza, navina, naviza, rebancá, yuyo.
COMINO: falso anís.
COMINO: hinojo, anís, eneldo, esmeldo, fenojo, fenollo, finojo, fiollo, jinojo, linojo, tinojo.
CONGUITO: pimiento, ají, ajillo, alegrías, bombalón, chile, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, ují, chiltepe, locote, rocoto.
COPA DE JÚPITER: girasol, acahual, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigantea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
CORCHO: alcornoque, chaparreta, moheda, roble, sobrero, tornadizo, palo de corcho.
CORINTO: grosella roja, grosellero de frutos rojos, uva de señora.
CORNETILLA: pimiento, ají, ajillo, alegrías, bombalón, chile, conguito, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, ují, chiltepe, locote, rocoto.
CORNICABRA: higo, brevera, brevo, cabrahigo, higuera.
COROCILLA: chufa, corocillo, cotufa, cuca, juncia avellanada.
COROCILLO: chufa, corocilla, cotufa, cuca, juncia avellanada.
CORONA REAL: girasol, acahual, copa de Júpiter, chimalte, flor del sol, giganta, gigantea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
COTUFA: chufa, corocillo, corocilla, cuca, juncia avellanada.
COYOCHO: colinabo, nabicol, nabo, rutabaga, berza de Siam, col rábano, colinaba, colirrabano.
CRESÓN: mastuerzo, berro alenense, escobilla amarga, lepidio, pimienta.
CRIADILLA DE TIERRA: patata, crilla, chunu, chuño, papa, poguy.
CRILLA: patata, criadilla de tierra, chunu, chuño, papa, poguy.
CRIOLLO: cacao, cacaotero.
CROCO: azafrán, flor de azafrán, zafrán.
CROTÓN: ricino, alcherva, carrapa, castor, catapucia mayor, cherva, higuera, higuereta, higuerilla, higuerillo, higuero, mamona, querva, rejalgar, ricino, tártago.
CUADRADO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
CUATEQUIL: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, canguil, capi, capiá, choglios, danza, gua, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
CUATROFILOS: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
CUBÁ: judía pinta, ayacote, ayocote, caraota, frijol, judía encarnada, judía escarlata, patol, pilay, poroto de España, poroto pallar.
CUCA: chufa, corocilla, corocillo, cotufa, juncia avellanada.
CURA: aguacate, aguacatillo, ahuacate, avocado, curo, huira palta, pagua, pahua, palta, palto, zabocá.
CURO: aguacate, aguacatillo, ahuacate, avocado, cura, huira palta, pagua, pahua, palta, palto, zabocá.
CURRARÉ: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
CUYANQUILLO: vainilla, bejuquillo, flor negra, vainillero.

D

DAMASCO: albaricoque, abercoquero, abracoquero, albarcoquero, albarillo, albercoquero, alberchigo, alberchiquero, albergero, alhericoque, damasquillo, damasquino, prisco, chabacano.
DAMASQUILLO: albaricoque, abercoquero, abracoquero, albarcoquero, albarillo, albercoquero, alberchigo, alberchiquero, albergero, alhericoque, damasquino, prisco, chabacano, damasco.
DAMASQUINO: albaricoque, abercoquero, abracoquero, albarcoquero, albarillo, albercoquero, alberchigo, alberchiquero, albergero, alhericoque, damasquillo, prisco, chabacano, damasco.
DANZA: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, canguil, capi, capiá, cuatequil, choglios, gua, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
DÁTIL: datilera, datilero, dátiles, palma de dátiles, palmera datilera, palmero común.
DATILERA: dátil, datilero, dátiles, palma de dátiles, palmera datilera, palmero común.
DATILERO: dátil, datilera, dátiles, palma de dátiles, palmera datilera, palmero común.
DÁTILES DE PERRO: palmito, palma de escoba, palma enana, palmitera.
DÁTILES: dátil, datilera, datilero, palma de dátiles, palmera datilera, palmero común.
DEGUL: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chicharo, chinameca, cholo, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, taba, fasol.
DIENTE DE LEÓN: achicoria, almirón, amargón, calceta, cardeña, chinita de campo, flor de macho, lechiriega, lechuguilla, pelosilla, radicheta, relojes, taraxacón.
DIL: eneldo, abesón, anega, aneto, anisillo, anís alemán, avezón, falso anís, hinojo, inojo, neldo.
DONCEL: ajenjo, absintio, alosna, artemisia amarga, asensio, asenjo, asentos, encienso de Andalucía, incienso de Andalucía, ensencio, ajorizo, artemisa.
DORMIDERA: adormidera, amapola, ababol.
DURAZNERO: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.
DURAZNO: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.
DURRA: sorgo, feterita, kafir, maíz de Guinea, maíz de Jerusalén, milo colorado, sumac.

E

EJOTE: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chicharo, chinameca, cholo, degul, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
ENCIENSO DE ANDALUCÍA: ajenjo, absintio, alosna, artemisia amarga, asenjo, asensio, asentos, doncel, incienso de Andalucía, ensencio, ajorizo, artemisa.
ENDIBIA: endivia, escarola, alcohela.
ENDIVIA: escarola, alcohela, endibia.
ENELDO: hinojo, anís, comino, esmeldo, fenojo, fenollo, finojo, fiollo, jinojo, linojo, tinojo.
ENELDO: abesón, anega, aneto, anisillo, anís alemán, avezón, dil, falso anís, hinojo, inojo, neldo.
ENSENCIO: ajenjo, absintio, alosna, artemisia amarga, asenjo, asensio, asentos, doncel, encienso de Andalucía, incienso de Andalucía, ajorizo, artemisa.
ESCALOÑA: chalote.

ESCAMBRONES: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, granza, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
ESCARIOTE: calabaza, auyama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.
ESCAROLA: endivia, alcohela, endibia.
ESCAROLA: lechuga, lechuguilla, ñihue.
ESCOBILLA AMARGA: mastuerzo, berro alenense, cresón, lepidio, pimienta.
ESMELDO: hinojo, anís, comino, eneldo, fenojo, fenollo, finojo, fiollo, jinojo, linojo, tinojo.
ESPARRAGO GORDO: lúpulo, betiguera, brucolera, harina lupulina, hombrecillo, lupina, lúpio, lupo, oblón, pina foía, piña pintada.
ESPINACA: acelga.
ESPINO NEGRO: mora, arto, artos, cambrón, cambronera, zarza, zarzamora, zarzanera, zarzón.
ESTORNUDADERA: árnica, flor de tabaco, hierba de las caídas, hierba santa, tabaco borde, tabaco de montaña, tabaco del diablo, talpica.

F

FABA: alubia, ayocote, barchoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, fasol.
FABERA: haba, habichuela, haboncillos, habones.
FALARIS: alpiste, alpistera.
FALSO ANÍS: eneldo, abesón, anega, aneto, anisillo, anís alemán, avezón, dil, hinojo, mojo, neldo.
FALSO ANÍS: comino.
FALSO AZAFRÁN: cártamo, alazor, azafrán, azafranillo, cártama, simiente de papagayos.
FASOL: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba.
FENOJO: hinojo, anís, comino, eneldo, esmeldo, fenollo, finojo, fiollo, jinojo, linojo, tinojo.
FENOLLO: hinojo, anís, comino, eneldo, esmeldo, fenojo, finojo, fiollo, jinojo, linojo, tinojo.
FETERITA: sorgo, durra, kafir, maíz de Guinea, maíz de Jerusalén, milo colorado, sumac.
FINOJO: hinojo, anís, comino, eneldo, esmeldo, fenojo, fenollo, fiollo, jinojo, linojo, tinojo.
FIOLLO: hinojo, anís, comino, eneldo, esmeldo, fenojo, fenollo, finojo, jinojo, linojo, tinojo.
FISÁN: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
FLOR DE AZAFRÁN: azafrán, croco, zafrán.
FLOR DE MACHO: diente de león, achicoria, almirón, amargón, calceta, cardeña, chinita de campo, lechiriega, lechuguilla, perosilla, radicheta, relojes, taraxacón.
FLOR DE TABACO: árnica, estornudadera, hierba de las caídas, tabaco borde, tabaco de montaña, talpica.
FLOR DEL SOL: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, giganta, gigántea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz moco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
FLOR NEGRA: vainilla, bejuquillo, cuyanquillo, vainillero.
FRAGA: frambuesa, chardón, chordón, chordonera, churdón, frambueso, fresa de montaña, irdús, mora de monte, sangüeña, sangüeso, sangüezo.
FRAGARIA: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndaro, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
FRAMBUESA: chardón, chordón, chordonera, churdón, fraga, frambueso, fresa de montaña, irdús, mora de monte, sangüeña, sangüeso, sangüezo.
FRAMBUESO: frambuesa, chardón, chordón, chordonera, churdón, fraga, fresa de montaña, irdús, mora de monte, sangüeña, sangüeso, sangüezo.
FRÉGOL: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
FRÉGOL SOYA: soja, fréjol soya, fríjol soya, habichuela soya, poroto soja, soya.
FRÉJOL: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
FRÉJOL SOYA: soja, frégol soya, fríjol soya, habichuela soya, poroto soja, soya.
FRESA: agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
FRESA DE MONTAÑA: frambuesa, chardón, chordón, chordonera, churdón, fraga, frambueso, irdús, mora de monte, sangüeña, sangüeso, sangüezo.
FRESERA: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
FRÉSOL: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
FRESÓN: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
FRIJOL: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
FRÍJOL: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
FRÍJOL SOYA: soja, frégol soya, fréjol soya, habichuela soya, poroto soja, soya.
FRIJÓN: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
FRIJUELO: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
FRÍSOL: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
FRISONES: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
FRISUELO: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
FRUTA BOMBA: papaya, zapote, papayo calentano, lechosa, lechoso, mamao, mamén, mamón, mamona, melón papayero, papayo, ababaya, árbol de melón.
FRUTA DE PAN: árbol del pan, albopán, buen par, castaño de Malabar, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapér, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topán.
FRUTAL DE ASIA: palosanto, caqui, guayacana, kaki, placa minero, locuá, persimón japonés.
FRUTILLA: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.

G

GALBANA: guisante, alberja, alverja, alverjón, arbeja, arveja, arvejo, arvello, chícharo, chicharro, pitipuá, tacón, tito.
GAMBOAS: membrillo, codón, membrillera, membrillero, lúcuma de Castilla, zamboa.
GARBANZO: chicharro.
GARDINCHA: arándano, abia, amabia, anavia, arandilla, manzanilleta, meruéndano, mirtillo, raspanera, ráspano, rasponera, uva de bosque.

GARROBILLA: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, geijeta, jaramago, lenteja, vicia.
GARROFERO: algarroba, algarrobo, algarrobera, algarrobero, garrofo, garrubia
GARROFO: algarroba, algarrobo, algarrobera, algarrobero, garrofero, garrubia
GARRUBIA: algarroba, algarrobo, algarrobera, algarrobero, garrofero, garrofo
GENGIBRE: jengibre, agengibre, alergibie, ajengibre, anchoas.
GIGANTA: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, gigantea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
GIGÁNTEA: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
GIGANTÓN: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigantea, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
GIRASOL: acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigantea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
GIRIMOYA: chirimoya, chirimoyo, anona del Perú, anón, anona chirimoya, cachimán, catuche, cerimoya, cherimolioa, chirimolia, chirrimorión, chirimorriñón, momona.
GIROFLÉ: clavo, árbol del clavo, clavero, clavillo, clavo de especia, clavo de olor, jirofle, palo de clavo.
GITOMATE: tomate, jitomate, tomatera, miltomate.
GRANADA: balaustra, granado, granadillo, magrano, manglano, milgrano, mingrano, pomogranado, balaustia.
GRANADILLO: granada, balaustra, granado, magrano, manglano, milgrano, mingrano, pomogranado, balaustia.
GRANADO: granada, balaustra, granadillo, magrano, manglano, milgrano, mingrano, pomogranado, balaustia.
GRANZA: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
GRIÑÓN: melocolón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.
GROSELLA BLANCA: agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
GROSELLA COLORADA: grosella negra, casís, grosellero de frutos negros, grosellero negro.
GROSELLA ROJA: corinto, grosellero de frutos rojos, uva de señora.
GROSELLA DE EUROPA: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
GROSELLA NEGRA: casís, grosella colorada, grosellero de frutos negros, grosellero negro.
GROSELLERA: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
GROSELLERO: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
GROSELLERO DE FRUTOS NEGROS: grosella negra, casís, grosella colorada, grosellero negro.
GROSELLERO DE FRUTOS ROJOS: grosella roja, corinto, uva de señora.
GROSELLERO NEGRO: grosella negra, casís, grosella colorada, grosellero de frutos negros.
GRUMO: brócoli, coliflor, brécol, brecolera, brócul, pava, albenga, brocolate.
GUA: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, canguil, capi, capia, cuatequil, choglios, danza, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
GUACAMOTE: tapioca, aypí, casa, casava, cascamote, caxcamote, huacamote, mancobra, mandioca, manioca, manoco, pan de tierra caliente, sagú blanco, yuca.
GUAITAMBO: melocotón, abridero, abricor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.
GUAMPÁN: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topán.
GUAPÉN: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topán.
GUATE: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, canguil, capi, capia, cuatequil, choglios, danza, gua, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
GUAYABA: arazá, arrayán, arrayana, hurapo, luma, manzana, piche, sahuinto, arasa, guayabo.
GUAYABO: guayaba, arazá, arrayán, arrayana, hurapo, luma, manzana, piche, sahuinto, arasa.
GUAYACANA: palosanto, caquí, kaki, placa minero, frutal de Asia, locuá, persimón japonés.
GUERECILLA: cereza, cerezo, calabazón, cerecera, cerezal, guindas, guindo zorrero, mollar.
GUGURIA: sandía, albudeca, albudega, anguria, angurria, badea común, batia, melón de agua, patilla, pepón, zandía.
GUIJA: almeria, chícharo, muela, etc.
GUIJETA: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, jaramago, lenteja, vicia.
GUINDAS: cereza, cerezo, calabazón, cerecera, cerezal, guerecilla, guindo zorrero, mollar.
GUINDILLA: pimiento, ají, ajillo, alegrías, bombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú,ují, chiltepe, tocole, rocoto.
GUINDO ZORRERO: cereza, cerezo, calabazón, cerecera, cerezal, guerecilla, guindas, mollar.
GUINDÓN: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, mela, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
GUINEO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, harlón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
GUISANTE: alberja, alverja, alverjón, arbeja, arveja, arvejo, arvello, chícharo, chicharro, gálbana, pitipuí, tacón, tito.

H

HABICHUELA: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, talela, tapiramo, tapirucuso, tireco, taba, fasol.
HABICHUELA: haba, fabera, haboncillos, habones.
HABICHUELA SOYA: soja, frégol soya, fréjol soya, frijol soya, poroto soja, soya.
HABONCILLOS: haba, fabera, habichuela, habones.
HABONES: haba, fabera, habichuela, haboncillos.
HARINA LUPULINA: lúpulo, betiguera, brucolera, espárrago gordo, hombrecillo, lupina, lúpio, lupo, oblón, pira foía, piña pintada.
HARTÓN: plátano, banana, bananera, banarero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
HENEQUÉN EUROPEO: cáñamo, bangue, linabera.
HIERBA BUENA: menta, hierba de comer, hierba de olor, hierba mayor, hierbasana, hierbabuena, mienta, piperita, presta, toronjil.
HIERBA CIDRERA: hierba luisa, cedrón, cedroncillo, cidrón, hierba de la primavera, luisa, verbena olorosa.
HIERBA DE COMER: menta, hierba de olor, hierba buena, hierba mayor, hierbasana, hierbabuena, mienta, piperita, presta, toronjil.
HIERBA DE LA CONSOLACION: tabaco, hierba de todos los males, nicociana, petén, peti, sayri, tabaco de olor, tabaquera.
HIERBA DE LA PRIMAVERA: hierba luisa, cedrón, cedroncillo, cidrón, hierba cidrera, luisa, verbena olorosa.
HIERBA DE OLOR: menta, hierba de comer, hierba buena, hierba mayor, hierbasana, hierbabuena, piperita, presta, toronjil.
HIERBA DE LAS CAÍDAS: árnica, estornudadera, flor de tabaco, tabaco borde, talpica
HIERBA DE PALO: mate, caá, caminí, hierba mate, hierba del Paraguay, hierba señorita, hierbamate, mate de tierra fría, té argentino, té del Brasil, té del Paraguay, té mate.
HIERBARUENA: menta, hierba de comer, hierba de olor, hierba buena, hierba mayor, hierbasana, mienta, piperita, presta, toronjil.
HIERBA DEL PARAGUAY: mate, caá, caminí, hierba mate, hierba de palo, hierba del Paraguay, hierbamate, mate de tierra fría, té argentino, té del Brasil, té del Paraguay, té mate.
HIERBA DEL SOL: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigantea, gigantón, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
HIERBA LUISA: cedrón, cedroncillo, cidrón, hierba cidrera, hierba de la primavera, luisa, verbena olorosa.

HIERRA MATE: mate, caá, caminí, hierba de palo, hierba del Paraguay, hierba señorita, hierbamate, mate de tierra fría, té argentino, té del Brasil, té del Paraguay, té mate.
HIERBA MAYOR: menta, hierba de comer, hierba de olor, hierba buena, hierbabuena, hierbasana, mienta, piperita, presta, toronjil.
HIERBA REAL: albahaca, albaca, alfábega, alhábega, basílico, albahaquita, orégano falso.
HIERBA SEÑORITA: mate, caá, caminí, hierba mate, hierba de palo, hierba del Paraguay, hierbamate, mate de tierra fría, té argentino, té del Brasil, té del Paraguay, té mate.
HIERBA DE TODOS LOS MALES: tabaco, hierba de la consolación, nicociana, petén, peti, savri, tabaco de olor, tabaquera.
HIERBAMATE: mate, caá, caminí, hierba mate, hierba de palo, hierba del Paraguay, hierba señorita, mate de tierra fría, té argentino, té del Brasil, té del Paraguay, té mate.
HIERBASANA: menta, hierba de comer, hierba de olor, hierba buena, hierba mayor, hierbabuena, mienta, piperita, presta, toronjil.
HIGO: brevera, brevo, cabrahigo, cornicabra, higuera.
HIGO CHUMBO: alcuitira, cardón de México, chumbera, choya, nopal, palera, tasajillo, tuna, tunal, tunera.
HIGUERA: ricino, alcherva, carrapa, castor, catapucia mayor, crotón, cherva, higuereta, higuerilla, higuerillo, higuero, mamona, querva, rejalgar, rizno, tártago.
HIGUERA: higo, brevera, brevo, cabrahigo, cornicabra.
HIGUERETA: ricino, alcherva, carrapa, castor, catapucia mayor, crotón, cherva, higuera, higuerilla, higuerillo, higuero, mamona, querva, rejalgar, rizno, tártago.
HIGUERILLA: ricino, alcherva, carrapa, castor, catapucia mayor, crotón, cherva, higuera, higuereta, higuerillo, higuero, mamona, querva, rejalgar, rizno, tártago.
HIGUERILLO: ricino, alcherva, carrapa, castor, catapucia mayor, crotón, cherva, higuera, higuereta, higuerilla, higuero, mamona, querva, rejalgar, rizno, tártago.
HIGUERO: ricino, alcherva, carrapa, castor, catapucia mayor, crotón, cherva, higuera, higuereta, higuerilla, higuerillo, mamona, querva, rejalgar, rizno, tártago.
HINOJO: anís, comino, eneldo, esmeldo, fenojo, fenollo, finojo, fiollo, jinojo, linojo, tinojo.
HINOJO: eneldo, abesón, anega, aneto, anisillo, anís alemán, avezón, dil, falso anís, hinojo, neldo.
HOMBRECILLO: lúpulo, betiguera, brucolera, espárrago gordo, harina lupulina, lupina, lúpio, lupo, oblón, piña loja, pina pintada.
HUACAMOTE: tapioca, aypí, casa, casava, cascamote, caxcamote, guacamote, mancobra, mandioca, manioca, maroco, pan de tierra caliente, sagú blanco, yuca.
HUIRA PALTA: aguacate, aguacatillo, ahuacate, avocado, cura, curo, pagua, pahua, palta, palto, zaboca.
HUIZÚCAR: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tirieco, faba, fasol.
HURAPO: guayaba, arazá, arrayán, arrayana, luma, manzana, piche, sahuinto, arasa, guayabo.
HUSILLO: achicoria, almetón, almirón, amargón, camaroja, camarroga, cicordrilla, cicoria, chicoria, usillo, raíicha, radicheta.

I

ICHIJ: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, mandoví, mania.
INCHIC: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, ichij, mandoví, mania.
INCIENSO DE ANDALUCÍA: ajenjo, absintio, ajosna, artemisia amarga, asenjo, asensio, asentos, doncel, encienso de Andalucía, ensencio, ajonizo, artemisa.
INOJO: eneldo, abesón, anega, aneto, anisillo, anís alemán, avezón, dil, falso anís, hinojo, neldo.
IRDÍS: frambuesa, chardón, chordón, chordonera, churdón, fraga, frambueso, fresa de montaña, mora de monte, sangüeña, sargüeso, sangüezo.

J

JAQUERO: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topan.
JARAMAGO: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, lenteja, vicia.
JENGIBRE: agengibre, ajengible, ajengibre, archoas, gengibre.
JINOJO: hinojo, anís, comino, eneldo, esmeldo, fenojo, fenollo, finojo, fiollo, linojo, tinojo.
JIROFLÉ: clavo, árbol del clavo, clavero, clavillo, clavo de especia, clavo de olor, girofé, palo de clavo.
JITOMATE: tomate, gitomate, tomatera, miltomate.
JOCOTE MARAÑÓN: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajú, cajuil, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, merey, merei, nuez cajil, pajuil, pangí, pauí, pauil.
JUDEHUELA: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tirieco, faba, fasol.
JUDÍA: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tirieco, faba, fasol.
JUDÍA ENCARNADA: judía pinta, ayacote, ayocote, caraota, cubá, fríjol, judía escarlata, patol, pilay, poroto de España, poroto pallar.
JUDÍA ESCARLATA: judía pinta, ayacote, ayocote, caraota, cubá, fríjol, judía encarnada, patol, pilay, poroto de España, poroto pallar.
JUDÍA PINTA: ayacote, ayocote, caraota, cubá, fríjol, judía encarnada, judía escarlata, patol, pilay, poroto de España, poroto pallar.
JUDIHUELA: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tirieco, faba, fasol.
JUNCIA AVELLANADA: chufa, corocilla, coroncillo, cotufa, cuca.

K

KAFIR: sorgo, durra, feterita, maíz de Guinea, maíz de Jerusalén, milo colorado, sumac.
KAKI: palosanto, caqui, guayacana, placa minera, frutal de Asia, tocuá, persimón japonés.

L

LATÓN: ciruela, amaceno, ambruño, bruno, bruño, cerojo, cirigüelo, cirolero, ciruelo, pruno.
LAURELDO: laurel, loreda, loreto, loro.
LAURELI: lauredó, loreda, loreto, loro.
LAVAPÉN: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topan.
LECHÉ: lichi, litchi, mamoncillo chino.
LECHIRIEGA: diente de león, achicoria, almirón, amargón, calceta, carcera, chinita de campo, flor de macho, lechuguilla, pelosilla, radicheta, relojes, taraxacón.
LECHOSA: papaya, zapote, papayo calentano, lechoso, mamao, mamén, mamón, mamona, melón papayero, papayo, ababaya, árbol de melón, fruta bomba.
LECHOSO: papaya, zapote, papayo calentano, lechosa, mamao, mamen, mamón, mamona, melón papayero, papayo, ababaya, árbol de melón, fruta bomba.
LECHUGA: escarola, lechuguilla, ñihue.
LECHUGA: cerraja, lechuguino.
LECHUGUILLA: diente de león, achicoria, almirón, amargón, calceta, carcera, chinita de campo, flor de macho, lechiriega, pelosilla, radicheta, relojes, taraxacón.
LECHUGUILLA: escarola, lechuga, ñihue.
LECHUGUINO: lechuga, cerraja.
LENTEJA: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, vicia.
LEPIDIO: mastuerzo, berro alenense, cresón, escobilla amarga, pimienta.
LICHI: leché, litchi, mamoncillo chino.
LIMA: limero, limón, limonero, nance.
LIMERO: lima, limón, limonero, nance.
LIMÓN: lima, limero, limonero, nance.
LIMONCILLO: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincatros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, groselero, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
LIMONERO: lima, limero, limón, nance.
LINABERA: cáñamo, bangue, henequén europeo.
LINOJO: hinojo, anís, comino, eneldo, esmeldo,

fenojo, fenollo, finojo, fiollo, jinojo, finojo.
LITCHI: lichi, leché, mamoncillo chino.
LLANTA: berza, brecolera, hretón, tallo, repollo, col.
LOCOTE: pimiento, ají, ajillo, alegrías, bombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, miraclelos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, ují, chiltepe, locote, rocoto.
LOCOTE: pimiento, ají, ajillo, alegrías, bombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miraclelos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, ují, chiltepe, rocoto.
LOCLA: palosanto, caqui, guayacana, kaki, placa mirero, trutal de Asia, persimón japonés.
LOMBARDA: col, repollo.
LOREDA: laurel, lauredó, loreto, oro.
LORETO: laurel, lauredó, loreda, oro.
LORO: laurel, lauredó, loreda, loreto.
LÚCUMA DE CASTILLA: membrillo, codón, gamboas, membrillera, membrillero, zamboa.
LUISA: hierba luisa, cedrón, cedroncillo, cidrón, hierba cidrera, hierba de la primavera, verbera olorosa.
LUMA: guayaba, arazá, arrayán, arrayana, hurapo, manzana, piche, sahuinto, arasa, guayabo.
LUPINA: lúpulo, betiguera, brucolera, espárrago gordo, harina lupulina, hombrecillo, lúpio, lupo, oblón, piña lofa, piña pintada.
LUPINO BLANCO: altramuz, tramuses, chocho.
LÚPIO: lúpulo, betiguera, brucolera, espárrgo gordo, harina lupulina, hombrecillo, lupina, lupo, oblón, piña lofa, piña pintada.
LUPO: lúpulo, betiguera, brucolera, espárrgo gordo, harina lupulina, hombrecillo, lupina, lúpio, oblón, piña lofa, piña pintada.
LÚPULO: betiguera, brucolera, espárrago gordo, harina lupulina, hombrecillo, lupina, lúpio, lupo, oblón, piña lofa, piña pintada.

M

MACADAMIA: nogal de Australia, nuez de Australia, nuez de macadamia.
MACHICHO: pepino, alficoz, alpicoz, badea, cogombro, cohombro, pepinera, pepinillo.
MAGRANO: granada, balaustra, granado, granadillo, manglano, milgrano, mingrano, pomogranado, balaustia.
MAGUETA: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndaro, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
MAÍCENA: plátano, banana, bananera, bananero, banaro, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, malafo, malango, mamporro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
MAÍZ: abatí, altoverde, borona, caucha, canguil, capi, capia, cuatequil, choglos, danza, gua, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
MAÍZ DE GUINEA: sorgo, durra, feterita, kafir, maíz de Jerusalén, mijo colorado, sumac.
MAÍZ DE JERUSALÉN: sorgo, durra, feterita, kafir, maíz de Guinea, mijo colorado, sumac.
MAÍZ DE TEXAS: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigantea, gigantón, hierba del sol, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
MAÍZ MECO: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigantea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
MAJORA: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, fríjol, fríjol, frijón, frijuelo, frisol, frisores, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, panamitos, patachete, poncha, perete, purutú, taleta, tapiramo, tapiruso, tinero, faba, fasel.
MAJAFO: plátano, barana, hananera, hananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malango, mamporro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
MAJAJO: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, canguil, capi, capia, cuatequil, choglins, danza, gua, guate, mijo turquesco, millo, panizo, zara.
MAJANGO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, mamporro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
MALUQUIO: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
MAMAO: papaya, zapote, papayo calentano, lechosa, lechoso, mamón, mamona, melón papayero, papayo, ahabaya, árbol de melón, fruta bomba.
MAMBÚ: caña brava, hambú.
MAMÓN: papaya, zapote, papayo calentano, lechosa, lechoso, mamao, mamón, mamona, melón papayero, papayo, ahabaya, árbol de melón, fruta bomba.
MAMÓN: papaya, zapote, papayo calentano, lechosa, lechoso, mamao, mamón, mamona, melón papayero, papayo, ahabaya, árbol de melón, fruta bomba.
MAMONA: ricino, alcherva, carrapa, castor, catapucia mayor, crotón, cherva, higuera, higuereta, higuerilla, higuerillo, higuero, querva, rejalgar, rizno, tártago.
MAMONA: papaya, zapote, papayo calentano, lechosa, lechoso, mamao, mamón, mamón, melón papayero, papayo, ahabaya, árbol de melón, fruta bomba.
MAMONCILLO CHINO: lichi, leché, litchi.
MAMPURRO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
MANCOBRA: tapioca, aypí, casa, casava, cascamote, caxcamote, guacamote, huacamote, mandioca, manioca, manoco, pan de tierra caliente, sagú blanco, yuca.
MANDARINA: mandarinero, tangerino, naranjo tangerino, tangerina.
MANDARINERO: mandarina, tangerino, naranjo tangerino, tangerina.
MANDIOCA: tapioca, aypí, casa, casava, cascamote, caxcamote, guacamote, huacamote, mancobra, manioca, manoco, pan de tierra caliente, sagú blanco, yuca.
MANDOVÍ: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, aveliana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, chi, mania.
MANGLANO: granada, balaustra, granado, granadillo, magrano, milgrano, mingrano, pomogranado, balaustia.
MANÍ: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, pistacho de tierra, alfónsigo, cacauhate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, chi, mania.
MANIOCA: tapioca, aypí, casa, casava, cascamote, caxcamote, guacamote, huacamote, mancobra, mandioca, manoco, pan de tierra caliente, sagú blanco, yuca.
MANOCO: tapioca, aypí, casa, casava, cascamote, caxcamote, guacamote, huacamote, mancobra, mandioca, manioca, pan de tierra caliente, sagú blanco, yuca.
MANZANA: guayaba, arazá, arrayán, arrayana, hurapo, luma, piche, sahuinto, arasa, guayabo.
MANZANA DE AMOR: berenjena, alberenjena, berenjenín, bergíniera, berengena, pepino morado
MANZANILLA: camomila, matricaria.
MANZANILLETA: arándano, abia, amahia, aravia, aranoilla, gardincha, meruéndaro, mirtilo, raspanera, ráspano, rasponera, uva de bosque.
MAPÉN: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topan.
MAQUETA: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
MARAVILLA: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigantea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
MARIÁNGANA: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
MARRUBIA: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
MARURE: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topan.
MASTUERZO: berro alemense, cresón, escobilla amarga, lepidio, pimienta.
MASTUERZO DE AGUA: berro, balsamita mayor, berra, berraza, berrera, maztuerzo acuático, ocorera.
MATA DE COCO: coco, cocotero, palma de coco, palma indiana.
MATE: caá, caminí, hierba mate, hierba de palo, hierba del Paraguay, hierba señorita, hierbamate, mate de tierra fría, té argentino, té del Brasil, té del Paraguay, té mate.
MATE DE TIERRA FRÍA: mate, caá, caminí, hierba mate, hierba de palo, hierba del Paraguay, hierba señorita, hierbamate, té argentino, té del Brasil, té del Paraguay, té mate.
MATRICARIA: manzanilla, camomila.
MAULIQUI: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
MAYUETA: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fraga-

ria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
MAZAPÁN: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topan.
MAZTUERZO ACUÁTICO: berro, balsamita mayor, berra, berraza, berrera, mastuerzo de agua, ocorora.
MELETA: fresa, agulles, alubica, amagueta, amalucuio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
MELOCOTÓN: abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.
MELOCOTONERO: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.
MELÓN DE AGUA: sandía, albudeca, alhudega, anguria, angurria, badea común, batia, guguria, patilla, pepón, zandía.
MELÓN PAPAYERO: papaya, zapote, papayo calentano, lechosa, lechoso, mamao, mamón, mamón, mamona, papayo, ababaya, árbol de melón, fruta bomba.
MEMBRILLERA: membrillo, codón, gamboas, membrillero, lúcuma de Castilla, zamboa.
MEMBRILLERO: membrillo, codón, gamboas, membrillera, lúcuma de Castilla, zamboa.
MEMBRILLO: codón, gamboas, membrillera, membrillero, lúcuma de Castilla, zamboa.
MENTA: hierba de comer, hierba de olor, hierba buena, hierba mayor, hierbabuena, hierbasana, mienta, piperita, presta, toronjil.
MEREI: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajé, cajuil, caracolí, casci, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, nuez cajul, pajuil, pangi, pauji, paujil.
MEREY: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajú, cajuil, caracolí, casoi, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merei, nuez cajul, pajuil, pangi, pauji, paujil.
MERUÉNDANO: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meta, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
MERUÉNDANO: arándano, abia, amabia, anavia, arandilla, gardincha, manzanilleta, mirtillo, raspanera, ráspano, rasponera, uva de bosque.
META: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, metra, miérdago, miérgado, miézgado.
METRA: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, miérdago, miérgado, miézgado.
MIELGA: alfalfa, alcacer, alfalce, alfalfe, trébol de carretilla, cadillo de hierba.
MIENTA: menta, hierba de comer, hierba de olor, hierba buena, hierba mayor, hierbabuena, hierbasana, piperita, presta, toronjil.
MIÉRDAGO: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérgado, miézgado.
MIÉRGADO: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miézgado.
MIÉZGADO: fresa, agulles, alubica, amagueta, amaluquio, amarrubia, anube, arrugui, ayugui, fragaria, fresera, fresón, frutilla, guindón, magueta, maluquio, maqueta, mariángana, marrubia, mayueta, mauliqui, meleta, meruéndano, meta, metra, miérdago, miérgado.
MIJO: borona, millo, proso.
MIJO CANDELA: panizo de Daimiel, mijo negro, mijo perla, panizo mamoso, panizo negro, panizo manchego, zahina paniza.
MIJO NEGRO: panizo de Daimiel, mijo candela, mijo perla, panizo mamoso, panizo negro, panizo manchego, zahina paniza.
MIJO PERLA: panizo de Daimiel, mijo candela, mijo negro, panizo mamoso, panizo negro, panizo manchego, zahina paniza.
MIJO TURQUESCO: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, canguil, capi, capiá, cuatequil, choglios, danza, gua, guate, malajo, millo, panizo, zara.
MILAGA: boniato, age, aje, apichú, batata, bejuco moniato, buniato, camote, moniato, muniato, papadulce, patata de América, patata de Málaga, patata dulce.
MILGRANO: granada, balaustra, granado, granadillo, magrano, manglano, mingrano, pomogranado, balaustia.
MILLO: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, canguil, capi, capiá, cuatequil, choglios, danza, gua, guate, malajo, mijo turcuesco, panizo, zara.
MILLO: mijo, borona, proso.
MILO COLORADO: sorgo, durra, feterita, kafir, maíz de Guinea, maíz de Jerusalén, sumac.
MILTOMATE: tomate, gitomate, jitomate, tomatera.
MIMBRE: bardeguera blanca, mimbrera, mimbrote, saciña, saciño, salciña, salzmimbre, sarga, sargatilla, sargatillo, sauce, saucegatillo, saúzgatillo.
MIMBRERA: mimbre, bardeguera blanca, mimbrote, saciña, saciño, salciña, salzmimbre, sarga, sargatilla, sargatillo, sauce, saucegatillo, saúzgatillo.
MIMBROTE: mimbre, bardeguera blanca, mimbrera, saciña, saciño, salciña, salzmimbre, sarga, sargatilla, sargatillo, sauce, saucegatillo, saúzgatillo.
MINGRANO: granada, balaustra, granado, granadillo, magrano, manglano, milgrano, pomogranado, balaustia.
MIRABEL: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigantea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirasol, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
MIRACIELOS: pimiento, ají, ajillo, alegrías, hombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, ují, chiltepe, locote, rocoto.
MIRASOL: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigantea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, sol de las Indias, tornasol, trompeta de amor.
MIRÍSTICA: nuez moscada, árbol de la nuez moscada, moscadero, nuez de especia.
MIRTILLO: arándano, abia, amabia, anavia, arandilla, gardincha, manzanilleta, meruéndano, raspanera, ráspano, rasponera, uva de bosque.
MOFONGO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
MOHEDA: corcho, alcornoque, chaparreta, roble, sobrero, tornadizo, palo de corcho.
MOLLAR: cereza, cerezo, calabazón, cerecera, cerezal, guerecilla, guindas, guindo zorrero.
MOMONA: chirimoya, chirimoyo, girimoya, acona del Perú, anón, anona chirimoya, cachimán, catuche, cerimoya, cherimolina, chirimolia, chirrimorión, chirimorriñón.
MONGOLO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
MONIATO: boniato, age, aje, apichú, batata, bejuco moniato, buniato, camote, milaga, muniato, papadulce, patata de América, patata de Málaga, patata dulce.
MORA: arto, artos, cambrón, cambronera, espino negro, zarza, zarzamora, zarzanera, zarzón.
MORA DE MONTE: frambuesa, chardón, chordón, chordonera, cherdón, fraga, frambueso, fresa de montaña, irdús, sargüeña, sargüeso, sangüeza.
MOROCHO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
MORRILLERA: alcachofa, alcací, alcacil, alcacilera, alcachofera, alcarcil, alcarchofa, alcaucil, alcaucí, alcaulera, arcacil, mortas, cardo alcachofero.
MORRÓN: pimiento, ají, ajillo, alegrías, hombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, ují, chiltepe, locote, rocoto.
MORTAS: alcachofa, alcací, alcacil, alcacilera, alcachofera, alcarcil, alcarchofa, alcaucil, alcaucí, alcaulera, arcacil, morrillera, cardo alcachofero.
MOSCADERO: nuez moscada, árbol de la nuez moscada, miristica, nuez de especia.
MOSTAZA: nabo, berza silvestre, colinabo, colza, mostaza silvestre, naba, nabicol, nabilla, nabina, navina, naviza, rebanca, yuyo.
MOSTAZA SILVESTRE: nabo, berza silvestre, colinabo, colza, naba, nabicol, nabilla, nabina, mostaza, navina, naviza, rebanca, yuyo.
MUELA: almorta, chícharo, guija, tito.
MUNIATO: boniato, age, aje, apichú, batata, bejuco moniato, buniato, camote, milaga, moniato, papadulce, patata de América, patata de Málaga, patata dulce.
MURRAYO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

N

NABA: nabo, berza silvestre, colinabo, colza, mostaza silvestre, nabicol, nabilla, nabina, mostaza, navina, naviza, rebancá, yuyo.
NABICOL: nabo, berza silvestre, colinabo, colza, mostaza silvestre, naba, nabilla, nabina, mostaza, navina, naviza, rebancá, yuyo.
NABICOL: colinabo, nabo, coyocho, rutabaga, berza de Siam, col rábano, colinaba, colirrabaro.
NABILLA: nabo, berza silvestre, colinabo, colza, mostaza silvestre, naba, nabicol, nabina, mostaza, navina, naviza, rebancá, yuyo.
NABINA: nabo, berza silvestre, colinabo, colza,

mostaza silvestre, naba, nabicol, nabilla, mostaza, navina, naviza, rebanca, yuyo.
NABINA: colza, nabiza, nabo, rape.
NABIZA: colza, nabina, nabo, rape.
NABO: colinabo, nabicol, coyocho, rutabaga, herza de Siam, col rábano, colinaba, colirrabano.
NABO: colza, nabina, nabiza, rape.
NABO: herza silvestre, colinabo, colza, mostaza silvestre, naba, nabicol, nabilla, nabina, mostaza, navina, naviza, rebarcá, yuyo.
NABO CHINO CRIOLLO: rábano, nabón, rabaneta, rabanete, rabanito.
NABÓN: rábano, nabo chino criollo, rabaneta, rabanete, rabanito.
NANCE: lima, limero, limón, limonero.
NARANJA: naranja amarga, acimboga, alambor, apepú, azamboa, azamboero, cajel, cimboga,chirolo, naranjo, quirolo, zamboa, zamboero.
NARANJA: china, naranjo.
NARANJA AMARGA: acimboga, alambor, apepú, azamboa, azamboero, cajel, cimboga, chirolo, naranja, naranjo, quirolo, zamboa, zamboero.
NARANJO: naranja amarga, acimboga, alambor, apepú, azamboa, azamboero, cajel, cimboga,chirolo, naranja, quirolo, zamboa, zamboero.
NARANJO: naranja, china.
NARANJO TANGERINO: mandarina, mandarinero, tangerino, tangerina.
NAVINA: nabo, berza silvestre, colinabo, colza, mostaza silvestre, naba, nabicol, nabilla, nabina, mostaza, naviza, rebanca, yuyo.
NAVIZA: nabo, berza silvestre, colinabo, colza, mostaza silvestre, naba, nabicol, nabilla, nabina, mostaza, navina, rebarcá, yuyo.
NECTARINO: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, guñón, guaitambo, melocotonero, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.
NELDO: eneldo, abesón, anega, aneto, anisillo, anís alemán, avezón, cil, falso anís, hinojo, inojo.
NICOCIANA: tabaco, hierba de la consolación, hierba de todos los males, petén, petí, sayri, tabaco de olor, tabaquera.
NISPERO: níspola del Japón, zapote, chicozapote.
NÍSPOLA DEL JAPÓN: níspero, zapote, chicozapote.
NOCEDO: nuez, nogal, noguera, noguero.
NOGAL DE AUSTRALIA: macadamia, nuez de Australia, nuez de macadamia.
NOGAL: nuez, nocedo, noguera, noguero.
NOGUERA: nuez, nocedo, nogal, noguero.
NOGUERO: nuez, nocedo, nogal, noguera.
NOPAL: higo chumbo, alquitira, cardón de México, chumbera, choya, palera, tasajillo, tuna, tunal, tunera.
NUEZ CAJUL: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajú, cajuil, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, pajuil, pangí, pauí, paujil.
NUEZ: nocedo, nogal, noguera, noguero.
NUEZ DE AREca: areca, abellana de la India, avellana índica, arequiero, betel, bonga, catecú, palma de areca, palma catecú, palma de indio, palmera catecú.
NUEZ DE AUSTRALIA: macadamia, nogal de Australia, nuez de macadamia.
NUEZ DE ESPECIA: nuez moscada, árbol de la nuez moscada, mirística, moscadero.
NUEZ DE MACADAMIA: macadamia, nogal de Australia, nuez de Australia.
NUEZ MOSCADA: árbol de la nuez moscada, mirística, moscadero, nuez de especia.

Ñ

ÑIHUE: escarola, lechuga, lechuguilla.
ÑORA: pimiento, ají, ajillo, alegrías, bombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, ují, chiltepe, locote, rocoto.
ÑORO: pimiento, ají, ajillo, alegrías, bombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, ují, chiltepe, locote, rocoto.

O

OBLÓN: lúpulo, betiguera, brucolera, espárrgo gordo, harina lupulina, hombrecillo, lupira, lúpio, lupo, piña fofa, piña pintada.
OCORORA: berro, balsamita mayor, berra, berraza, berrera, mastuerzo acuático, mastuerzo de agua.
OLIVA: aceituna, aceituno, olivera, olivo.
OLIVERA: aceituna, aceituno, olivo, oliva.
OLIVO: aceituna, aceituno, olivera, oliva.
ORÉGANO FALSO: albahaca, albaca, alfábega, albáhega, basílico, hierba real, albahaquita.

P

PACORA: plátano, barana, baranera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, burro, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, manzana, malaio, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, platanera, rabón, ratán, rulo, topocho, zambo, zapalote.
PAGUA: aguacate, aguacatillo, ahuacate, avocado, cura, curo, huira palta, pahua, palta, palto, zaborá.
PAHUA: aguacate, aguacatillo, ahuacate, avocado, cura, curo, huira palta, palta, palto, zaborá, pagua.
PAJUIL: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cajú, cajuil, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajul, pangí, pauí, paujil.
PALAY: arroz, casulla, chaufa.
PALERA: higo chumbo, alquitira, cardón de México, chumbera, choya, nopal, tasajillo, tuna, tunal, tunera.
PALMA DE ARECA: areca, abellana de la India, avellana índica, arequiero, betel, bonga, catecú, nuez de areca, palma catecú, palma de indio, palmera catecú.
PALMA CATECÚ: areca, abellana de la India, avellana índica, arequiero, betel, bonga, catecú, nuez de areca, palma de areca, palma de indio, palmera catecú.
PALMA DE COCO: coco, cocotero, mata de coco, palma indiana.
PALMA DE DÁTILES: dátil, datilera, datilero, dátiles, palmera datilera, palmero común.
PALMA ENANA: palmito, dátiles de perro, palma de escoba, palmitera.
PALMA DE ESCOBA: palmito, dátiles de perro, palma enana, palmitera.
PALMA DE INDIO: areca, abellana de la India, avellana índica, arequiero, betel, bonga, catecú, nuez de areca, palma de areca, palma catecú, palmera catecú.
PALMA INDIANA: coco, cocotero, mata de coco, palma de coco.
PALMERA CATECÚ: areca, abellana de la India, avellana índica, arequiero, betel, bonga, catecú, nuez de areca, palma de areca, palma catecú, palma de indio.
PALMERA DATILERA: dátil, datilera, datilero, dátiles, palma de dátiles, palmero común.
PALMERO COMÚN: dátil, datilera, datilero, dátiles, palma de dátiles, palmera datilera.
PALMITERA: palmito, dátiles de perro, palma enana, palmitera.
PALMITO: dátiles de perro, palma de escoba, palma enana, palmitera.
PALO DE ALGODÓN: algodón, alcotón, algodonero.
PALO DE CANELA: canela, árbol de la canela, canelero, canelillo, canelo.
PALO DE CLAVO: clavo, árbol del clavo, clavero, clavillo, clavo de especia, clavo de olor, giroflé, jiroflé.
PALO DE CORCHO: corcho, alcornoque, chaparreta, moheda, roble, sobrero, tornadizo.
PALO DE MASAPÁN: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topan.
PALOSANTO: caqui, guayacana, kaki, placa minera, frutal de Asia, kaqui, persimón japonés.
PALTA: aguacate, aguacatillo, ahuacate, avocado, cura, curo, huira palta, pahua, palto, zaborá, pagua.
PALTO: aguacate, aguacatillo, ahuacate, avocado, cura, curo, huira palta, pahua, palta, zaborá, pagua.
PAMPELMUSA: pomelo, cidra, pamplemusa, toronja, toronjero, toronjo.
PAMPLEMUSA: pomelo, cidra, pampelmusa, toronja, toronjero, toronjo.
PAN: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topán.
PAN DE FRUTA: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topán.
PAN DE POBRE: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topán.
PAN DE TIERRA CALIENTE: tapioca, aypí, casa, casava, cascamote, caxcamote, guacamote, huacamote, mancobra, mandioca, manioca, manoco, sagú blanco, yuca.
PAN DE TODO EL AÑO: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topán.
PANA: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana cimarrona, pana forastera, panapén, topán.
PANA CIMARRONA: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana forastera, panapén, topán.
PANA FORASTERA: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, panapén, topán.
PANAMITOS: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chancha, chícharo, chinameca, chalo, degul, ejote, ti-

sán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.

PANAPÉN: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapen, jaquero, lavapén, mapén, manure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, topán.

PANGI: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cají, cajuil, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, mery, merei, nuez cajul, pajuil, pauji, paujil.

PANIZO: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, carguil, capi, capia, cuatecuil, choglios, danza, gua, guate, malajo, mijo turquesco, millo, zara.

PANIZO DE DAIMIEL: mijo candela, mijo negro, mijo perla, panizo mamoso, panizo negro, panizo marchego, zahina paniza.

PANIZO MAMOSO: panizo de Daimiel, mijo candela, mijo negro, mijo perla, panizo negro, panizo marchego, zahina paniza.

PANIZO MANCHEGO: panizo de Daimiel, mijo candela, mijo negro, mijo perla, panizo mamoso, panizo negro, zahina paniza.

PANIZO NEGRO: panizo de Daimiel, mijo candela, mijo negro, mijo perla, panizo mamoso, panizo marchego, zahina paniza.

PANUL: remolacha forrajera, betarraja forrajera, apio, arrachá.

PANUL: apio, arrachá.

PAPA: patata, criadilla de tierra, crilla, chunu, chuño, poguy.

PAPADULCE: boniato, age, aje, apichú, batata, bejuco moniato, buniato, camote, milaga, moniato, muniato, patata de América, patata de Málaga, patata dulce.

PAPAYA: zapote, papayo calentano, lechosa, lechoso, mamao, mamén, mamón, mamona, melón papayero, papayo, ababaya, árbol de melón, fruta bomba.

PAPAYO: papaya, zapote, papayo calentano, lechosa, lechoso, mamao, mamén, mamón, mamona, melón papayero, ababaya, árbol de melón, fruta bomba.

PAPAYO CALENTANO: papaya, zapote, lechosa, lechoso, mamao, mamén, mamón, mamona, melón papayero, papayo, ababaya, árbol de melón, fruta bomba.

PARAGUAYO: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.

PARRA: uva, vid, vidueño, videño.

PASTINACA: chirivía, apio del campo.

PATACA: aguaturma, tupinambo, tupirambur.

PATACHETE: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, poncha, poreto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.

PATATA: criadilla de tierra, crilla, chunu, chuño, papa, poguy.

PATATA DE AMÉRICA: boniato, age, aje, apichú, batata, bejuco moniato, buniato, camote, milaga, moniato, muniato, papadulce, patata de Málaga, patata dulce.

PATATA DE MÁLAGA: boniato, age, aje, apichú, batata, bejuco moniato, buniato, camote, milaga, moniato, muniato, papadulce, patata de América, patata dulce.

PATATA DULCE: boniato, age, aje, apichú, batata, bejuco moniato, buniato, camote, milaga, moniato, muniato, papadulce, patata de América, patata de Málaga.

PATILLA: sandía, albudeca, albudega, anguria, anguria, badea común, batia, guguria, melón de agua, pepón, zandía.

PATOL: judía pinta, ayacote, ayocote, caraota, cuba, fríjol, judía encarnada, judía escarlata, pilay, poroto de España, poroto pallar.

PAUJÍ: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cají, cajuil, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajul, pajuil, pangí, paujil.

PAUJIL: anacardo, acajú, acaya, acayoba, cacajuil, cají, cajuil, caracolí, casoí, casú, caují, cayutero, jocote marañón, merey, merei, nuez cajul, pajuil, pangí, paují.

PAVA: brócoli, colíflor, brécol, brecolera, brócul, grumo, albenga, brocolate.

PAVÍA: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.

PEBRERA: pimiento, ají, ajillo, alegrías, hombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú,ují, chiltepe, locote, rocoto.

PELADILLO: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, vicleto.

PELOSILLA: diente de león, achicoria, almirón, amargón, calceta, cardeña, chinita de campo, flel de macho, lechiriega, lechuguilla, radicheta, relejes, taraxacón.

PEPINERA: pepino, alficoz, alpicoz, badea, cogombro, cohombro, machicho, pepinillo.

PEPINILLO: pepino, alficoz, alpicoz, badea, cogombro, cohombro, machicho, pepinera.

PEPINO: alficoz, alpicoz, badea, cogombro, cohombro, machicho, pepinera, pepinillo.

PEPINO MORADO: berenjena, alberenjera, berenjerín, berginiera, berergena, manzana de amor.

PEPON: sandía, albudeca, albudega, anguria, anguria, badea común, batia, guguria, melón de agua, patilla, zandía.

PÉRSICO: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.

PÉRSIGO: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, peseguero, prescal, prexal, priesco, ratón, violeto.

PERSIMÓN JAPONÉS: palosanto, caqui, guayacana, kaki, placa minero, frutal de Asia, locuá.

PESEGUERO: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, prescal, prexal, priesco, ratón, vicleto.

PETÉN: tabaco, hierba de la consolación, hierba de todos los males, hierba del diablo, hierba del gran prior, nicociana, peti, sayri, tabaco de olor, tabaquera.

PETI: tabaco, hierba de la consolación, hierba de todos los males, nicociana, petén, sayri, tabaco de olor, tabaquera.

PICHE: guayaba, arazá, arrayán, arrayana, barapo, luma, manzana, sahuinto, arasa, guayabo.

PICUDILLO: pimiento, ají, ajillo, alegrías, hombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, uji, chiltepe, locote, rocoto.

PILAY: judía pinta, ayacote, ayocote, caraota, cubá, fríjol, judía encarnada, judía escarlata, patol, poreto de España, poreto pallar.

PIMENTERA: pimiento, ají, ajillo, alegrías, hombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, uji, chiltepe, locote, rocoto.

PIMENTERO: pimienta.

PIMENTÓN: pimiento, ají, ajillo, alegrías, hombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, uji, chiltepe, locote, rocoto.

PIMENTONERA: pimiento, ají, ajillo, alegrías, hombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentones, thapí, uchú, uji, chiltepe, locote, rocoto.

PIMENTONES: pimiento, ají, ajillo, alegrías, hombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, thapí, uchú, uji, chiltepe, locote, rocoto.

PIMIENTA: pimentero.

PIMIENTA: mastuerzo, berro alenense, cresón, escobilla amarga, lepidio.

PIMIENTO: ají, ajillo, alegrías, hombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, uji, chiltepe, locote, rocoto.

PIÑA: ananás.

PIÑA FOFA: lúpulo, betiguera, brucolera, espárrgo gordo, harina lupulina, hombrecillo, lupina, lúpio, lupo, oblón, piña pintada.

PIÑA PINTADA: lúpulo, betiguera, brucolera, espárrgo gordo, harina lupulina, hombrecillo, lupina, lúpio, lupo, oblón, piña fofa.

PIPERITA: menta, hierba de comer, hierba de olor, hierba buena, hierba mayor, hierba sarta, hierbabuera, hierbasana, mienta, presta, toronjil.

PIPIÁN: calabaza, ayama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantora, escarlote, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapalo, huló, chiverre.

PISTACHO DE TIERRA: cacahuete, alcagüeses, alcahuete, avellana americana, avellana de Valencia, cacahuás, cacahué, cacahuey, maní, alfónsigo, cacaubate, cacao de la tierra, caco maní, inchic, ichij, mandoví, maria.

PITIPUÁ: guisante, alberja, alverja, alverjón, arbeja, arveja, arvejo, arvello, chícharo, chicharro, galbana, tacón, etc.

PLACA MINERO: palosanto, caqui, guayacana, kaki, frutal de Asia, locuá, persimón japonés.

PLATANERA: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, bututo, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, matán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

PLÁTANO: banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, bututo, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, matán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

POGUY: patata, criadilla de tierra, crilla, chunu, chuño, papa.

POMELO: cidra, pampelmusa, pamplemusa, toronja, toronjero, toronjo.

POMOGRANADO: granada, balaustra, granado, granadillo, magrano, manglano, milgrano, mingrano, balaustia.

PONCHA: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poreto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.

POROTO: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, fríjuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, faleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.

POROTO DE ESPAÑA: judía pinta, ayacote, ayocote, caraota, cuba, fríjol, judía encarnada, judía escarlata, patol, pilay, poroto pallar.

POROTO PALLAR: judía pinta, ayacote, ayocote, caracta, cuba, fríjol, judía encarnada, judía escarlata, patol, pilay, poroto de España.

POROTO SOJA: soja, frégol soya, fréjol soya, fríjol soya, habichuela soya, soya.

PORRO: puerro, ajo tierno, ajo porrino, ajo porre, ajo porruno, cebollín, ajo puerro, cebolla blanca.

PRESCAL: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prexal, priesco, ratón, violeto.

PRESTA: menta, hierba de comer, hierba de olor, hierba buena, hierba mayor, hierbabuena, hierbasana, mienta, piperita, toronjil.

PREXAL: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, priesco, ratón, violeto.

PRIESCO: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, blanquillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, peladillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, ratón, violeto.

PRISCO: alharicoque, albercoquero, albaricoquero, albarillo, albercoquero, alberchigo, alberchiguero, albergero, alhericoque, damascuillo, damasquino, chabacano, damasco.

PROSO: mijo, borona, mijo.

PRUNO: ciruela, amaceno, ambruño, bruno, bruño, cerojo, cirigüelo, ciruelo, talón.

PUERRO: ajo tierno, ajo porrino, ajo porre, ajo porruno, cebollín, porro, ajo puerro, cebolla blanca.

PURÚ: calabaza, auyama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.

PURUTÚ: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, fríjuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, faleta, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.

Q

QUERVA: ricino, alcherva, carrapa, castor, catapucia mayor, crotón, cherva, higuera, higuereta, higuerilla, higuerillo, higuero, mamona, rejalgar, rizno, tártago.

QUINOTO: naranja amarga, acumboga, alamber, apepín, azamboa, azamboero, cajel, cimboga, chinoto, naranja, naranjo, zamboa, zamboero.

R

RABANETA: rábano, nabo chino criollo, nabón, rabanete, rabanito.

RABANETE: rábano, nabo chino criollo, nabón, rabaneta, rabanito.

RABANITO: rábano, nabo chino criollo, nabón, rabaneta, rabanete.

RÁBANO: nabo chino criollo, nabón, rabaneta, rabanete, rabanito.

RABÓN: plátano, banana, bananera, bananero, banaro, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, roatán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

RADICHA: achicoria, almetón, almirón, amargón, camaroja, camarroga, cicondrilla, cicoria, chicoria, husillo, usillo, radicheta.

RADICHETA: achicoria, almetón, almirón, amargón, camaroja, camarroga, cicondrilla, cicoria, chicoria, husillo, usillo, radicha.

RADICHETA: diente de león, achicoria, almirón, amargón, calceta, cardeña, chinita de campo, flor de macho, lechiriega, lechuguilla, pelosilla, radicheta, taraxacón.

REMOLACHA: betarraga, betarrata, betabel, betavel, heteraha.

REMOLACHA FORRAJERA: betarraja forrajera, apio, panul, arrachá.

REPOLLO: berza, brecolera, bretón, llanta, talle, col.

REPOLLO: col, bombarda.

RICINO: alcherva, carrapa, castor, catapucia mayor, crotón, cherva, higuera, higuereta, higuerilla, higuerillo, higuero, mamona, querva, rejalgar, palmo, tártago.

RIZNO: ricino, alcherva, carrapa, castor, catapucia mayor, crotón, cherva, higuera, higuereta, higuerilla, higuerillo, higuero, mamona, querva, rejalgar, tártago.

ROATÁN: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabán, rulo, topocho, zambo, zapalote.

ROBLE: corcho, alcornoque, chaparreta, moheda, sobrero, tornadizo, palo de corcho.

ROCOTO: pimiento,ají, ajillo, alegrías, bombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, uji, chiltepe, locote.

RUIBARBO: rapóntico, ruipóntico.

RUIPÓNTICO: ruibarbo, rapóntico.

RULO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, topocho, zambo, zapalote.

RUTABAGA: colinabo, nabicol, nabo, coyocho, berza de Siam, col rábano, colinaba, colirrabano.

S

SACIÑA: mimbre, bardeguera blanca, mimbrera, mimbrote, saciño, salciña, salzmimbre, sarga, sargatilla, sargatillo, sauce, saucegatillo, saúzgatillo.

SACIÑO: mimbre, bardeguera blanca, mimbrera, mimbrote, saciña, salciña, salzmimbre, sarga, sargatilla, sargatillo, sauce, saucegatillo, saúzgatillo.

SAGÚ BLANCO: tapioca, aypí, casa, casava, camote, caxcamote, guacamote, huacamote, mandobra, mandioca, manicca, manoco, pan de tierra caliente, yuca.

SAHUINTO: guayaba, arazá, arrayán, arrayana, hurapo, luma, manzana, piche, arasa, guayabo.

SALCIÑA: mimbre, bardeguera blanca, mimbrera, mimbrote, saciña, saciño, salzmimbre, sarga, sargatilla, sargatillo, sauce, saucegatillo, sauzgatillo.

SALZMIMBRE: mimbre, bardeguera blanca, mimbrera, mimbrote, saciña, saciño, salciña, sarga, sargatilla, sargatillo, sauce, saucegatillo, saúzgatillo.

SANDÍA: albudeca, albudega, anguria, angurria, badea común, batia, guguria, melón de agua, patilla, pepón, zandía.

SANGÜEÑA: frambuesa, chardón, chordón, chordonera, churdón, fraga, frambueso, fresa de montaña, irdús, mora de monte, sangüeso, sangüezo.

SANGÜESO: frambuesa, chardón, chordón, chordonera, churdón, fraga, frambueso, fresa de montaña, irdús, mora de monte, sangüeña, sangüezo.

SANGÜEZO: frambuesa, chardón, chordón, chordonera, churdón, fraga, frambueso, fresa de montaña, irdús, mora de monte, sangüeña, sangüeso.

SAPUYO: calabaza, auyama, ayote, ayotera, borefilles, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, turbante de moro, vitoriera, zambo, zapallo, bulé, chiverre.

SARGA: mimbre, bardeguera blanca, mimbrera, mimbrote, saciña, saciño, salciña, salzmimbre, sargatilla, sargatillo, sauce, saucegatillo, saúzgatillo.

SARGATILLA: mimbre, bardeguera blanca, mimbrera, mimbrote, saciña, saciño, salciña, salzmimbre, sarga, sargatillo, sauce, saucegatillo, saúzgatillo.

SARGATILLO: mimbre, bardeguera blanca, mimbrera, mimbrote, saciña, saciño, salciña, salzmimbre, sarga, sargatilla, sauce, saucegatillo, saúzgatillo.

SAUCE: mimbre, bardeguera blanca, mimbrera, mimbrote, saciña, saciño, salciña, salzmimbre, sarga, sargatilla, sargatillo, saucegatillo, saúzgatillo.

SAUCEGATILLO: mimbre, bardeguera blanca, mimbrera, mimbrote, saciña, saciño, salciña, salzmimbre, sarga, sargatilla, sargatillo, sauce, saúzgatillo.

SAUZGATILLO: mimbre, bardeguera blanca, mimbrera, mimbrote, saciña, saciño, salciña, salzmimbre, sarga, sargatilla, sargatillo, sauce, saucegatillo

SAYRI: tabaco, hierba de la consolación, hierba de todos los males, nicociana, petén, peti, tabaco de color, tabaquera.

SIMIENTE DE PAPAGAYOS: cártamo, alazor, azafrán, azafranillo, cártama, falso azafrán.

SINORIA: zanahoria, acenoria, azanoria, bufanaga, cenoria.

SOBRERO: corcho, alcornoque, chaparreta, moheda, roble, tornadizo, palo de corcho.

SOJA: frégol soya, fréjol soya, fríjol soya, habichuela soya, poroto soja, soya.
SOL DE LAS INDIAS: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigántea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, tornasol, trompeta de amor.
SORGO: durra, feterita, kafir, maíz de Guinea, maíz de Jerusalén, milo colorado, sumac.
SOYA: soja, frégol soya, fréjol soya, fríjol soya, habichuela soya, poroto soja.
SUMAC: sorgo, durra, feterita, kafir, maíz de Guinea, maíz de Jerusalén, milo colorado.

T

TABACO: hierba de la consolación, hierba de todos los males, nicociana, petén, peti, sayri, tabaco de olor, tabaquera.
TABACO BORDE: árnica, estornudadera, flor de tabaco, hierba de las caídas, tabaco de montaña, talpica.
TABACO DE MONTAÑA: árnica, estornudadera, flor de tabaco, hierba de las caídas, tabaco borde, talpica.
TABACO DE OLOR: tabaco, hierba de la consolación, hierba de todos los males, nicociana, petén, peti, sayri, tabaquera.
TABAQUERA: tabaco, hierba de la consolación, hierba de todos los males, nicociana, petén, peti, sayri, tabaco de olor.
TACÓN: guisante, alberja, alverja, alverjón, arbeja, arveja, arvejo, arvello, chícharo, chicharro, galbana, pitipuá, tito.
TITO: guisante, alberja, alverja, alverjón, arbeja, arveja, arvejo, arvello, chícharo, chicharro, galbana, pitipuá, tacón. HABA: fabera, habichuela, haboncillos, habones.
TALETA: alubia, ayocote, bachoca, bachocueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, tapiramo, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
TALLO: berza, brecolera, bretón, llanta, repollo, col.
TALPICA: árnica, estornudadera, flor de tabaco, hierba de las caídas, tabaco borde, tabaco de montaña
TANGERINA: mandarina, mandarinero, tangerino, naranjo tangerino.
TANGERINO: mandarina, mandarinero, naranjo tangerino, tangerina.
TAPANERA: alcaparra, alcaparrera, alcaparro, alcaparronero, caparro, tapenera, alcapana, alcaparrón, cápara, tápara.
TÁPARA: alcaparra, alcaparrera, alcaparro, alcaparronero, caparro, tapanera, tapenera, alcapana, alcaparrón, cápara.
TAPENERA: alcaparra, alcaparrera, alcaparro, alcaparronero, caparro, tapanera, alcapena, alcaparrón, cápara, tápara.
TAPIOCA: aypí, casa, casava, cascamote, caxcamote, guacamole, huacamote, mancobra, mandioca, manioca, manoco, pan de tierra caliente, sagú blanco, yuca.
TAPIRAMO: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapirucuso, tineco, faba, fasol.
TAPIRUCUSO: alubia, ayocote, bachoca, bachoqueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, paramitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapirama, lineco, faba, fasol.
TARAXACÓN: diente de león, achicoria, almirón, amargón, calceta, cardeña, chinita de campo, flor de macho, lechiriega, lechuguilla, pelosilla, radicheta, relojes.
TÁRTAGO: ricino, alcherva, carrapa, castor, catapucia mayor, crotón, cherva, higuera, higuereta, higuerilla, higuerillo, higuero, mamona, palma de querva, realgar, rizno.
TASAJILLO: higo chumbo, alquitira, cardón de México, chumbera, choya, nopal, palera, tuna, tunal, tunera.
TÉ: árbol del té, té de la China.
TÉ ARGENTINO: mate, caá, caminí, hierba mate, hierba de palo, hierba del Paraguay, hierba señorita, hierbamate, mate de tierra fría, té del Paraguay, té mate.
TÉ DE LA CHINA: té, árbol del té.
TÉ DEL BRASIL: mate, caá, caminí, hierba mate, hierba de palo, hierba del Paraguay, hierba señorita, hierbamate, mate de tierra fría, té argentino, té del Paraguay, té mate.
TÉ DEL PARAGUAY: mate, caá, caminí, hierba mate, hierba de palo, hierba del Paraguay, hierba señorita, hierbamate, mate de tierra fría, té argentino, té del Brasil, té mate.
TÉ MATE: mate, caá, caminí, hierba mate, hierba de palo, hierba del Paraguay, hierba señorita, hierbamate, mate de tierra fría, té argentino, té del Brasil, té del Paraguay.
THAPI: pimiento, ají, ajillo, alegrías, hombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, uchú, ují, chiltepe, locote, rocoto.
TINECO: alubia, ayocote, bachoca, bachocueta, bajoca, calamaco, caparrón, caráota, chaucha, chícharo, chinameca, cholo, degul, ejote, fisán, frégol, fréjol, frésol, frijol, fríjol, frijón, frijuelo, frísol, frisones, frisuelo, habichuela, huizúcar, judehuela, judía, judihuela, majora, panamitos, patachete, poncha, poroto, purutú, taleta, tapiramo, tapirucuso, faba, fasol.
TINOJO: hinojo, anís, comino, eneldo, esmeldo, fenojo, fenollo, finojo, finule, jinojo, linojo.
TITO: almorta, chícharo, guija, muela.
TOMATE: gitomate, jitomate, tomatera, miltomate.
TOMATERA: tomate, gitomate, jitomate, miltomate.
TOPÁN: árbol del pan, albopán, buen pan, castaño de Malabar, fruta de pan, guampán, guapén, jaquero, lavapén, mapén, marure, mazapán, palo de masapán, pan, pan de fruta, pan de pobre, pan de todo el año, pana, pana cimarrona, pana forastera, panapén.
TOPOCHO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guireo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, zambo, zapalote.
TORNADIZO: corcho, alcornoque, chaparreta, moheda, roble, sobrero, palo de corcho.
TORNASOL: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigantea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, trompeta de amor.
TORONJA: pomelo, cidra, pampelmusa, pamplemusa, toronjero, toronjo.
TORONJERO: pomelo, cidra, pampelmusa, pamplemusa, toronja, toronjo.
TORONJIL: menta, hierba de comer, hierba de olor, hierba buena, hierba mayor, hierbabuena, hierbasana, mienta, piperita, presta.
TORONJO: pomelo, cidra, pampelmusa, pamplemusa, toronja, toronjero.
TRAMUSES: altramuz, chocho, lupino blanco.
TRÉVOL DE CARRETILLA: alfalfa, alcacer, alfalce, alfalfe, mielga, cadillo de hierba.
TROMPETA DE AMOR: girasol, acahual, copa de Júpiter, corona real, chimalte, flor del sol, giganta, gigántea, gigantón, hierba del sol, maíz de Texas, maíz meco, maravilla, mirabel, mirasol, sol de las Indias, tornasol.
TUNA: higo chumbo, alquitira, cardón de México, chumbera, choya, nopal, palera, tasajillo, tunal, tunera.
TUNAL: higo chumbo, alquitira, cardón de México, chumbera, choya, nopal, palera, tasajillo, tuna, tunera.
TUNERA: higo chumbo, alquitira, cardón de México, chumbera, choya, nopal, palera, tasajillo, tuna, tunal.
TUPINAMBO: aguaturma, pataca, tupinambur.
TUPINAMBUR: aguaturma, pataca tupinambo.
TURBANTE DE MORO: calabaza, auyama, ayote, ayotera, bonetillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, vitoriera, zambo, zapallo, hulé, chiverre.

U

UCHÚ: pimiento, ají, ajillo, alegrías, bombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, ují, chiltepe, locote, rocoto.
UJÍ: pimiento, ají, ajillo, alegrías, bombalón, chile, conguito, cornetilla, guindilla, locote, miracielos, morrón, ñora, ñoro, pebrera, picudillo, pimentera, pimentón, pimentonera, pimentones, thapí, uchú, chiltepe, locote, rocoto.
USILLO: achicoria, almetón, almirón, amargón, camaroja, camarroga, ciconcrilla, cicoria, chicoria, husillo, radicha, radicheta.
UVA: parra, vid, vidueño, viduño.
UVA CRESPA: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Fumpa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
UVA CRISPA: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva de espina, uva espín, uva espina, zarramonera.
UVA DE BOSQUE: arándano, abia, amabia, anavia, arandilla, gardincha, manzanilleta, meruéndano, mirtillo, raspanera, raspano, rasponera.
UVA DE ESPINA: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva espín, uva espina, zarramonera.
UVA DE SEÑORA: grosella roja, corinto, grosellero de frutos rojos.
UVA ESPÍN: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espina, zarramonera.
UVA ESPINA: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, zarramonera.

V

VAINILLA: bejuquillo, cuyanquillo, flor negra, vainillero.
VAINILLERO: vainilla, bejuquillo, cuyancuillo, flor negra.
VERBENA OLOROSA: hierba luisa, cedrón, cedroncillo, cidrón, hierba cidrera, hierba de la primavera, luisa
VEZA: alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja, vicia.
VICIA: veza, alberja, alberjana, algarroba, algarrobilla, alverja, alverjana, alverjilla común, arveja, arvejana, arvejilla, aveza, clarín, garrobilla, guijeta, jaramago, lenteja.
VID: uva, parra, vidueño, viduño.
VIDUEÑO: uva, parra, vid, viduño.
VIDUÑO: uva, parra, vid, vidueño.
VIOLETO: melocotón, abridero, abridor, alpérsico, bocadillo, bresquilla, duraznero, durazno, griñón, guaitambo, melocotonero, nectarino, paraguayo, pavía, pebadillo, pérsico, pérsigo, peseguero, prescal, prexal, prisco, ratón.
VITORIERA: calabaza, auyama, ayote, ayotera, borelillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, zambo, zapallo, bulé, chiverre.

Y

YUCA: tapioca, aypí, casa, casava, cascamote, caxcamote, guacamote, huacamote, mancobra, mardicca, manioca, manoco, pan de tierra cahenta, sagú blanco.
YUYO: nabo, berza silvestre, colinabo, colza, mostaza silvestre, naba, nabicol, nabilla, nahina, mostaza, navina, naviza, rebancá.

Z

ZABOCÁ: aguacate, aguacatillo, ahuacate, avocado, cura, curo, huira palta, pahua, palta, palto, pagua.
ZAFRÁN: azafrán, flor de azafrán, croco.
ZAHINA PANIZA: panizo de Daimiel, mijo candela, mijo negro, mijo perla, panizo mamoso, panizo negro, panizo manchego.
ZAMBO: calabaza, auyama, ayote, ayotera, borelillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zapallo, bulé, chiverre.
ZAMBO: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, mofongo, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zapalote.
ZAMBOA: membrillo, codón, gamboas, membrillera, membrillero, lúcuma de Castilla.
ZAMBOA: naranja amarga, acimboga, alambor, apepú, azamboa, azamboero, cajel, cimboga,chirolo, naranja, naranjo, quimoto, zamboero.
ZAMBOERO: naranja amarga, acimboga, alambor, apepú, azamboa, azamboero, cajel, cimboga,chirolo, naranja, naranjo, quimoto, zamboa.
ZANAHORIA: acenoria, azanoria, bufanaga, cenoria, sinoria.
ZANDÍA: sandía, albudeca, albudega, anguria, anguria, badea común, batia, guguria, melón de agua, patilla, pepón.
ZAPALLO: calabaza, auyama, ayote, ayotera, borelillos, cabeza de moro, cabeza de turco, calabacera, calabacín, calabazo, cantoria, escariote, pipián, purú, sapuyo, turbante de moro, vitoriera, zambo, bulé, chiverre.
ZAPALOTE: plátano, banana, bananera, bananero, banano, bárbaro, bellaco, burro, butuco, cachaco, cambur, camburí, carapé, chamaluco, colicero, cuadrado, cuatrofilos, curraré, guineo, hartón, maicena, malafo, malango, mampurro, moforge, mongolo, morocho, murrayo, pacoba, platanera, rabón, roatán, rulo, topocho, zambo.
ZAPOTE: papaya, papayo calentano, lechosa, lechoso, mamao, mamén, mamón, mamona, melón papayero, papayo, ababaya, árbol de melón, fruta bomba.
ZAPOTE: níspero, níspola del Japón, chicozapote.
ZARA: maíz, abatí, altoverde, borona, caucha, canguil, capi, capia, cuatequil, choglios, darza, gua, guate, malajo, mijo turquesco, millo, panizo.
ZARRAMONERA: grosella blanca, agraz, agrazón, algaraz, arganzón, cambronera colorada, cambronera mata, chincarros, escambrones, granza, grosella de Europa, grosellera, grosellero, limoncillo, uva crespa, uva crispa, uva de espina, uva espín, uva espina.
ZARZA: mora, arto, artos, cambrón, cambronera, espino negro, zarzamora, zarzanera, zarzón.
ZARZAMORA: mora, arto, artos, cambrón, cambronera, espino negro, zarza, zarzanera, zarzón.
ZARZANERA: mora, arto, artos, cambrón, cambronera, espino negro, zarza, zarzamora, zarzón.
ZARZÓN: mora, arto, artos, cambrón, cambronera, espino negro, zarza, zarzamora, zarzanera.

BIBLIOGRAFÍA

ALPI, A. Y TOGNONI, F.
Cultivo en invernadero
Mundi-Prensa. Madrid, 1984

BOVEY, R. Y OTROS AUTORES
La defensa de las plantas cultivadas
Omega. Barcelona, 1984

CADAHIA, C.
Fertilización en riego por goteo de cultivos hortícolas
E.R.T. Fertilizantes. Madrid, 1988

DIFFI, E., MATEO J.M. Y URBANO, P.
Fitotecnia general
Mundi-Prensa. Madrid, 1982

DOMÍNGUEZ VIVANCOS, A.
Abonos minerales
Ministerio de Agricultura. Madrid, 1978
Fertirrigación
Mundi-Prensa. Madrid, 1993
Tratado de fertirrigación
Mundi-Prensa. Madrid, 1984

FERNÁNDEZ CUEVAS
Horticultura intensiva
Ministerio de Agricultura. Madrid, 1968

GORDON HALFACRE, R. Y BARDEN, JOHN A.
Horticultura
AGT Editor México, 1984

JIMÉNEZ, R.
Sistemas de cultivo, substratos y enarenados
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad de Córdoba, 1984

LÓPEZ BELLIDO, L. Y CASTILLO GARCÍA, J.E.
Horticultura mediterránea de invernadero
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad de Córdoba, 1984
Nuevas tecnologías en cultivos en invernadero
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad de Córdoba, 1987

LÓPEZ GALVEZ, J.
Curso internacional sobre Agrotecnia del cultivo en invernadero
Instituto de Fomento de Andalucía. Almería, 1991

MAINARDI, F.
Los cultivos hidropónicos
De Vecchi. Barcelona, 1979

MARCOTO, J.V.
Elementos de horticultura general
Mundi-Prensa. Madrid, 1990
Horticultura herbácea especial
Mundi-Prensa. Madrid, 1989

MARTÍN DE SANTA OLALLA MAÑAS, F. Y DE JUAN VALERO, J.A.
Agronomía del riego
Mundi-Prensa. Madrid, 1993

MARTÍNEZ GARCÍA, P.F.
Características climáticas de los invernaderos de plástico
Ministerio de Agricultura. Madrid, 1978

MATALLANA, A. Y MARFA PAGES, J.O.
Los invernaderos y la crisis energética
Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias
Ministerio de Agricultura. Madrid, 1980
Invernaderos. Diseño, construcción y ambientación
Mundi-Prensa. Madrid, 1989

MEDINA SAN JUAN, J.A.
Riego por goteo
Mundi-Prensa. Madrid, 1988

MESSIAEN, C.M. Y LAFON, R.
Enfermedades de las hortalizas
Oikos Tau. Vilassar de Mar, 1968

PALOMAR, F.
Nuevas técnicas de invernadero
Caja de Ahorros de Almería. Almería, 1988

PENNINGSFELD, F. Y KURZMANN, P.
Cultivos hidropónicos y en turba
Mundi-Prensa. Madrid, 1975

RESH, D.
Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción
Mundi-Prensa. Madrid, 1982

ROBLEDO DE PEDRO, F. Y MARTÍN VICENTE, L.
Aplicación de los plásticos en la agricultura
Mundi-Prensa. Madrid, 1981

ROBLES, J.
Cómo se cultiva en invernadero
De Vecchi. Barcelona, 1987

SERRANO CERMEÑO, Z.
Cultivos hortícolas enarenados
Publicaciones de Extensión Agraria
Ministerio de Agricultura. Madrid, 1974
Invernadero. Instalación y manejo
Ministerio de Agricultura. Madrid, 1980
Pronturario del horticultor
Gráficas Murgis. Almería, 1985
Técnicas de invernadero
Suministros Gráficos, Sevilla, 1990

SITTA, GIORGIO
El ABC de la horticultura protegida
Mundi-Prensa. Madrid, 1988

FREELIBROS.ORG