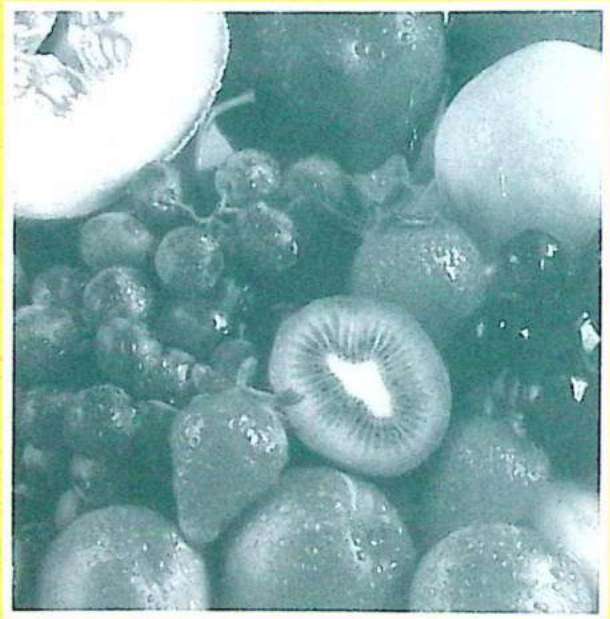
PRODUCCIÓN DE FRUTAS DE CLIMAS TEMPLADOS Y SUBTROPICALES

Editores
D.I. Jackson y N.E. Looney



Editorial ACRIBIA, S.A.

FRUTAS DE CLIMA TEMPLADO
" TROPICALES
CULTIVO
PRODUCCION
COMERCIALIZACION

Producción de frutas de climas templados y subtropicales

Editores

D. I. Jackson
Soil, Plant and Ecological Sciences Division
Lincoln University
Canterbury
New Zealand

y

N. E. Looney
Pacific Agri-Food Research Centre
Agriculture and Agri-Food Canada
Summerland
British Columbia
Canada

Traducción de
Silvia Cubillo Arias
Ingeniero Agrónomo

Editorial ACRIBIA, S.A.
ZARAGOZA (España)

Título original: *Temperate and Subtropical Fruit Production, 2.ª ed.*
Editores: *D. I. Jackson y N. E. Looney*
Editorial: CABI *Publishing* – a division of CAB INTERNATIONAL
Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK

La edición española se publica por acuerdo con CAB INTERNATIONAL

I.S.B.N.: 84-200-1001-4

IMPRESO EN ESPAÑA PRINTED IN SPAIN

Depósito legal: Z-3.357-2002 Editorial ACRIBIA S.A.- Royo, 23 - 50006 Zaragoza (España)

Imprime: Tipo Línea, S. A. – Isla de Mallorca, 13 – 50014 Zaragoza, 2003

Índice de contenido

Colaboradores vii
Prólogo xi
Agradecimientos xiii

PARTE I ASPECTOS GENERALES DE FRUTICULTURA

1 **La distribución de los frutales** 1
David Jackson y Norman Looney

2 **El clima** 7
David Jackson

3 **Morfología y crecimiento de las plantas leñosas** 17
David Jackson y Roy Edwards

4 **Las flores y los frutos** 35
David Jackson

5 **Poda y formación** 47
5.1 Introducción y sistemas de formación para árboles frutales de hoja caduca *David Jackson y John Palmer* 47
5.2 Frutales de baya *David Jackson y Graham Thiele* 69
5.3 Las vides *David Jackson* 75
5.4 El kiwi *David Jackson y Michael Morley-Bunker* 85

6 **Producción y comercialización de frutos de calidad** 93
6.1 Maduración del fruto, manipulación y almacenamiento 93
David Jackson y Norman Looney
6.2 Utilización de biorreguladores en fruticultura
David Jackson y Norman Looney 111

7 **Suelos, nutrientes y agua** 123
David Jackson

8 **Protección de los cultivos** 143
David Penman, Ron Close y David Jackson

9 **La multiplicación de frutales** 157
Michael Thomas y David Jackson

10 **Maquinaria para cultivos frutales** 173
William Atkinson y John Dunn

PARTE II CULTIVO DE FRUTALES ESPECÍFICOS

11 **Frutales de hueso** 191
Norman Looney y David Jackson

12 **Frutales de pepita** 213
David Jackson y John Palmer

13 **Vides** 229
David Jackson

14 **Frutales en baya** 235
Graham Thiele

15 **Cítricos** 257
Michael Morley-Bunker

16 **El kiwi** 269
Michael Morley-Bunker y Peter Lyford

17 **Frutos subtropicales** 277
17.1 Tamarillos *Michael Morley-Bunker* 277
17.2 Fruta de la Pasión *Michael Morley-Bunker* 281
17.3 El aguacate *Michael Morley-Bunker* 287
17.4 Caquis *David Jackson y Michael Morley-Bunker* 295
17.5 Feijoas *Michael Morley-Bunker* 301

18 **Olivos y otros cultivos frutales** 305
18.1 Olivos *Michael Morley-Bunker* 307
18.2 Otros cultivos frutales *Michael Morley-Bunker* 313

19 **Frutos secos comestibles** 325
19.1 Almendros *David Jackson y David McNeil* 325
19.2 Castaños *David Jackson y David McNeil* 329
19.3 Avellanos *David Jackson y David McNeil* 335
19.4 Macadamias *Michael Morley-Bunker y David McNeil* 341
19.5 Nogal americano o Pecán *David Jackson y David McNeil* 347
19.6 Nogales *David Jackson y David McNeil* 351

Glosario 359

Índice alfabético 365

Colaboradores

David Jackson

Editor adjunto de *Producción de frutas de climas tempados y subtropicales*. El Dr. David Jackson es Profesor Asociado en el Departamento de Suelos, Plantas y Ciencias Ecológicas en la Universidad Lincoln. Graduado por el Lincoln College, al final de los años 50, colaboró en el Departamento de Investigación Industrial y Científica, donde investigó aspectos del crecimiento del árbol, floración, fructificación y almacenamiento de manzanas, peras, melocotones, albaricoques y nectarinas. Entre 1961 y 1964 estudió para una PhD en el Instituto Waite en Adelaida. En 1968 volvió al Lincoln para ampliar su investigación a la producción y la fisiología de las uvas. Es co-autor de *The Production of Grapes and Wine in Cool Climates*, autor de *Monographs in Cool Climate Viticulture. 1. Pruning and Training*, y co-autor de *Edible Tree Nuts in New Zealand*.

Norman Looney

Co-editor de *Producción de frutas de climas tempados y subtropicales*. El Dr. Norman Looney (PhD Washington State University, 1966) es Científico Emérito en el Centro de Investigación Agroalimentaria y Agricultura de Canadá, Summerland, British Columbia. También ha editado (con A.D. Webster) *Cherries: Crop Physiology, Production and Uses* publicado por la CAB Internacional en 1996. Looney ha sido director de la Sección de Pomología y Viticultura en Summerland durante más de 15 años, continúa dirigiendo una investigación sobre el uso de biorreguladores en los cultivos de frutales con especial interés en la regulación de la producción y de la mejora de la calidad del fruto. Su aportación a la ciencia de la Horticultura a nivel nacional e internacional en los últimos años incluye el haber sido Presidente de la Sociedad Canadiense de Horticultura (1997-1999), Presidente de la Sección de Frutas en la Sociedad Internacional para la Ciencia de la Horticultura (1994-2000) y Presidente del XXVI Congreso Internacional sobre Horticultura (Toronto, Canadá, agosto 2002). El Dr. Looney fue elegido miembro de la Sociedad Americana para la ciencia de la Horticultura en 1985.

Graham Thiele

Ahora jubilado, Graham Thiele fue Profesor Asociado en el Departamento de Horticultura en la Universidad Lincoln. Está graduado por la Universidad Massey y Lincoln. Tiene unos conocimientos muy amplios en el cultivo de frutales y un interés especial en la industria de las bayas. Se incorporó al Ministerio de Agricultura y Pesca en 1952 y más tarde fue consejero en Motueka y Christchurch. Se incorporó al Lincoln College en 1962 y en 1967 se le encargó la tarea de desarrollar nuevas ideas

para el manejo y rentabilidad de la horticultura. El Sr. Thiele ha dado conferencias y ha sido consultado a nivel internacional donde su experiencia en sistemas integrados de investigación y ampliación de la educación han suscitado un notable interés.

Michael Morley-Bunker

Mike Morley-Bunker se graduó en Horticultura en el Wye College de la Universidad de Londres. Después de graduarse estuvo 7 años como profesor y consejero en la Universidad de Swazilandia. Le contrataron en la Universidad Lincoln en 1978 como conferenciante de fruticultura y botánica hortícola. Su pasado en el Sur de Africa le sirvió para especializarse en ciertos temas acerca de frutales tropicales. En el terreno de la investigación desarrolló nuevas variedades de pepino y mientras estaba en Australia como investigador, se interesó en el cultivo del caqui.

Michael Thomas

El Dr. Thomas es actualmente un conferenciante con experiencia en horticultura en la Universidad Lincoln. Ha dado conferencias sobre la multiplicación y la producción en viveros así como sobre otros temas de horticultura. Su principal campo de investigación es la fertilización de las plantas en pots, pero también ha investigado y ha publicado acerca de la propagación de las plantas y otros aspectos de la producción en viveros. Licenciado por el Lincoln College (ahora Universidad de Lincoln), ha trabajado en temas hortícolas durante casi 30 años.

John Dunn

John Dunn se licenció por la Universidad de Durham de Inglaterra en Agricultura y ha trabajado como investigador en el Instituto Nacional de Ingeniería Agronómica antes de marchar a Nueva Zelanda en 1963. Después de 3 años en el Centro de Investigación de Horticultura de Levin, se incorporó en el recién estrenado Instituto de Ingeniería Agronómica NZ de Lincoln para continuar su trabajo acerca de la mecanización de los cultivos. El sistema de formación Lincoln procede de estas investigaciones. Después de 23 años en Lincoln se ha retirado para dirigir su propia plantación de frutales formados en el sistema Lincoln.

William Atkinson

William Atkinson se licenció en la Universidad de Lincoln y Massey como Ingeniero Agrónomo especializado en la mecanización de los cultivos. Ha ocupado puestos como conferenciante en Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea, Australia y Samoa. Vive en una plantación de aguacates y tamarillos que él y su mujer han plantado en una zona antiguamente de pastoreo. Su interés en el campo de la investigación se ha centrado en la mecanización de los cultivos tropicales de raíz y el desarrollo de maquinaria en campo para su comercialización.

John Palmer

El Dr. Palmer se licenció en la Escuela Nottingham de Agricultura de la Universidad de Sutton en 1966. Después de 20 años en el Centro de Investigación de East Malling, emigró en 1991 a Nueva Zelanda para trabajar en el DSIR (ahora HortResearch). Su principal interés se centra en la fisiología de la productividad del árbol frutal y la calidad del fruto, y más en particular en la importancia de la captación y distribución de la luz.

Roy Edwards

Roy Edwards ha sido conferenciante en la Universidad Lincoln sobre horticultura ornamental, sistemática de la botánica y arboricultura. Está muy interesado en la creación de una colección de plantas en una parcela de 2 ha en la Universidad Lincoln. Es licenciado por esta Universidad.

David Penman

El Dr. Penman es actualmente el Director General del Área de Biodiversidad y Conserva-

ción en el Centro de Investigación de Landcare en Nueva Zelanda. Anteriormente fue profesor de entomología en la Universidad Lincoln donde sus investigaciones se centraron en el estudio del manejo de plagas, resistencia a pesticidas, uso de pesticidas y control biológico. Ha publicado muchas cosas sobre el manejo de plagas en plantaciones.

Ron Close

El Dr. Close se licenció en Botánica por la Universidad de Auckland y obtuvo un PhD por la Universidad de Londres mientras estudiaba en Rothamsted. Trabajó como experto en patología vegetal en el Departamento de Investigación Científica e Industrial en Lincoln hasta 1973 cuando fue nombrado Conferenciante experto en Patología Vegetal por la Universidad de Lincoln. En 1978 fue nombrado Profesor Adjunto. Ha publicado muchos escritos sobre enfermedades en plantas y su control en cultivos frutales, hortícolas y herbáceos. Se jubiló en 1994 pero todavía colabora como experto en protección de plantas.

David McNeil

David McNeil se licenció como BSc (Hons) en la Universidad de Sidney en 1975 y posteriormente realizó un PhD en la Universidad de Western Australia en 1980 y por último un Curso de Postgraduado en Negocios en la Universidad Curtin en Perth (W. Australia) en 1988. Sus temas de investigación han abarcado: desde el desarrollo de nuevas variedades mejoradas hasta mejoras agronómicas, mejora de la calidad, expansión de mercados e industria y genética molecular de las plantas. En los últimos 8 años el Dr. McNeil ha centrado su investigación en el desarrollo de los frutos en núcula y de especies madereras alternativas en Nueva Zelanda. Esto se ha llevado a cabo gracias a: (i) Investigación en la Universidad Lincoln en colaboración con empresas de la industria de los frutos en núcula de Nueva Zelanda (ii) 12 meses trabajando con agricultores e investigadores en Oregón y California en la Universidad Estatal de Oregón y la Universidad Estatal de California respectivamente (iii) con su experiencia personal en una finca de 45 ha, donde el 50% se plantó de frutales con riego, principalmente nogales pero también algunos avellanos y castaños, y en el otro 50% se plantó bosque.

Peter Lyford

Peter Lyford se licenció en Horticultura en la Universidad Massey y se incorporó al Ministerio de Agricultura como consejero de producción de frutos subtropicales. Actualmente es un consultor autónomo en Tauranga, Nueva Zelanda, especializado en el cultivo del kiwi y otros frutos subtropicales.

Prólogo

Producción de frutas de climas tempados y subtropicales nos da unos antecedentes, un contexto y una información detallada sobre el cultivo de la mayoría de las frutas tropicales y los frutos secos. Está dirigido a estudiantes, asesores de explotaciones, nuevos agricultores o ya establecidos y para cualquier amateur entusiasta.

En la primera parte, después de hablar de la distribución de los cultivos, se analizan las distintas zonas en función del clima y los aspectos en particular de la climatología. Después de esta visión global, en los siguientes capítulos se analizan más detalladamente los factores que influyen en la obtención de una buena cosecha. Se incluye en este análisis el tipo de suelo, la fertilización, la multiplicación, el crecimiento y la fructificación, el tipo de raíces y patrones, el control de plagas y enfermedades, la maduración del fruto, su transporte y mantenimiento. El capítulo en el que se habla de la poda y formación de los árboles frutales, las vides y los arbustos es muy importante y por eso se ha tratado con más detalle. Se describe con profundidad el porqué de la poda y la formación y los métodos a usar. Estas descripciones vienen acompañadas de figuras que ilustran las técnicas empleadas. La primera parte concluye con un capítulo sobre la mecanización.

La segunda parte se centra en el cultivo en sí. Se describe con detalle el cultivo de frutales específicos; cada capítulo se construye en torno a tablas que resumen los puntos más importantes de cada cultivo (aspectos botánicos, ambientales y culturales). Estas tablas permiten al lector tener una rápida visión de los detalles más importantes. Además vienen acompañadas de distintos apartados en los que se abordan los puntos clave, para así atraer la atención hacia los aspectos más importantes para los agricultores. Este tipo de detalles pueden referirse a problemas en el almacenamiento, a modelos de formación en particular, a la susceptibilidad a una enfermedad y algún otro aspecto del manejo de los cultivos.

El capítulo final está dedicado a los frutos secos –desde las almendras hasta las nueces– seguido de un glosario de términos técnicos y un índice.

Hemos preferido hacer hincapié en los principios básicos y en las técnicas generales de cultivo, e intentando ser lo más concisos posible tal vez se han omitido muchos detalles. A menudo ha sido necesario buscar información local y pedir consejo. Por ejemplo, los detalles de cómo luchar contra las plagas y enfermedades cambian cada año y por lo tanto nuestra visión puede estar en contraste a veces con los principios teóricos de manejo de plagas. Del mismo modo, en el Capítulo 10, centramos nuestra atención en la necesidad de mecanizar los cultivos, no en modelos o especificaciones de las máquinas. Hay una evolución continua

de los atomizadores, los tractores, las gradas y cualquier otro apero. La mejor información en estos casos proviene de los proveedores de dicha maquinaria.

La fruticultura es muy compleja, y está constantemente sometida a cambios, y ningún libro de texto puede proporcionar al lector la información que necesita en todo momento. Por eso, a pesar de que cada capítulo termina con referencias y bibliografía, debemos reconocer que en ningún caso éstas son las únicas a consultar. Nuestra opinión es que este libro puede ser un libro de base muy interesante para estudiantes de fruticultura y que los agricultores y productores lo considerarán un libro de referencia acertado y fácil de usar.

David Jackson y Norman Looney

Agradecimientos

Mucha gente ha participado directa o indirectamente en la elaboración de este libro. Muchos de ellos han sido mencionados en los agradecimientos de la primera edición y esperamos que nos perdonen si no volvemos a mencionarlos.

Sin embargo queremos dar las gracias otra vez a aquellas personas que han realizado los esquemas: Angela Keate, Mark Brooks y Christopher Durney.

Agradecemos el que se nos haya permitido utilizar las excelentes fotografías de las frutas de Turners y Growers, damos las gracias a John Wilton de AgFirst en Nueva Zelanda por su ayuda en ésta y en la edición anterior. Queremos también agradecer a Geoff Landford del Centro Hort-Research en Nueva Zelanda por sus valiosos comentarios y sugerencias para elaborar el capítulo sobre los frutales de baya.

1

La distribución de los frutales

David Jackson y Norman Looney

Introducción

La elección de un tipo de frutal para un área cualquiera depende de muchos factores, sin embargo, el más importante es indiscutiblemente el clima. En este capítulo se van a introducir y discutir todos los factores climáticos. En un capítulo aparte (Capítulo 2) se destacará la importancia del clima, así como en algunos apartados de los capítulos específicos de cada cultivo.

En la Tabla 1.1 se puede ver la distribución a escala mundial de la fruticultura en la actualidad. En la Tabla 1.2 se enumeran los países con mayores producciones. Se incluyen como referencia algunos frutos tropicales, por ejemplo, los plátanos, los mangos y las papayas.

De los datos de las Tablas 1.1 y 1.2 se pueden sacar importantes conclusiones. En primer lugar, la falta de utilidad de un fruto determina su producción total. De este modo, las naranjas, que se consumen tanto en fresco como para zumo, se cultivan mucho más que los limones, a pesar de que su manejo y zonas de producción son similares. La diferencia es que los limones no se consumen frescos y tienen un uso más limitado en la cocina y en la industria de las bebidas. Las uvas tienen cuatro usos –en fresco, para zumo, para vinificación y para pasas– cada uno de los cuales es parte de una amplia e importante industria. Consecuentemente, es uno de los cultivos más importantes del mundo. Los plátanos y las manzanas son frutos muy comunes, muy aptos para consumo en fresco. También se utilizan mucho para procesar en industria.

Otro factor claramente determinante de la producción y la distribución es el clima. Prácticamente todos los cultivos tienen requerimientos climáticos específicos y la producción es mayor donde el clima es más adecuado.

Por último, la historia y la cultura juegan un papel importante en la distribución espacial. De este modo, vemos que en Europa domina la producción de uvas para vinificación, por la tradición en su consumo. Esto puede que cambie si China y Japón empiezan a convertir el vino en un rasgo de su sociedad. Las grosellas negras, rojas y blancas son una comida tradicional en las zonas más frías de Europa, donde crecen bien. Algunas zonas del norte y del sur de América podrían fácilmente producir estos frutos pero su consumo nunca se ha extendido lo suficiente. De la misma forma, las cerezas ácidas son prácticamente desconocidas en Asia, pero muy frecuentes en las culturas del norte de Europa.

Ahora vamos a considerar con más detalle algunos factores que ayudan a determinar la distribución del cultivo de estos frutales. Muchos de ellos están relacionados con el clima, y serán tratados en el Capítulo 2, pero otros como la edafología, plagas y enfermedades y la topografía son igual de importantes.

Tabla 1.1 Distribución mundial de la producción de los frutales con interés económico (producción en toneladas).

Cultivo	*África*	*Asia*	*Europa*	*Norte y Centro América*	*Oceanía*	*América del Sur*	*Mundial*
Almendras	174.020	328.370	403.955	409.113	8.500	3.960	1.327.918
Manzanas	1.476.620	27.515.097	16.967.550	6.239.690	780.647	3.200.705	56.180.309
Albaricoques	307.730	1.057.183	776.889	123.590	38.000	55.040	2.358.432
Aguacates	193.000	240.745	59.710	1.375.119	21.636	408.200	2.298.410
Plátanos	7.158.915	24.364.113	371.400	8.225.294	705.977	17.469.251	58.294.950
Castañas	260	345.073	149.320			43.858	538.511
Cítricos*	2.665.745	1.335.718	21.400	32.325	9.655	86.217	4.151.060
Grosellas		200	595.655	0	2.465		598.320
Dátiles	1.634.563	3.165.699	8.000	21.132		145	4.829.539
Pomelos y pumelos	360.167	1.045.047	47.300	3.148.081	23.320	429.471	5.053.386
Uvas	2.894.400	13.165.638	28.401.029	5.955.508	1.019.723	4.734.381	56.170.679
Avellanas	140	600.672	129.296	14.970			745.078
Limones y limas	616.810	3.051.536	1.383.480	2.183.880	44.116	1.934.271	9.214.093
Mangos	1.925.592	18.183.745		2.026.577	38.262	890.082	23.064.258
Naranjas	4.724.031	12.144.337	5.569.281	17.799.726	383.940	25.711.064	66.332.379
Papayas	774.155	1.259.524		603.336	19.858	2.167.843	4.824.716
Melocotones y nectarinas	438.250	4.367.632	3.903.337	1.496.000	109.000	773.444	11.087.663
Peras	350.240	8.481.698	3.543.492	884.980	197.022	911.264	14.368.696
Piñas	2.006.033	6.660.046	2.000	1.305.074	147.248	2.363.939	12.484.340
Pistachos	1.525	256.300	8.000	88.450			354.275
Ciruelas	166.320	3.710.135	2.956.364	899.016	34.500	232.115	7.998.450
Frambuesas	140	600	250.927	56.960	896		309.523
Fresas	51.000	508.322	1.176.868	867.332	15.435	65.036	2.683.993
Tangerinas, mandarinas y otras	1.031.295	11.978.972	2.419.399	845.776	96.060	1.493.641	17.865.143
Nueces	6.600	517.426	301.673	218.200	70	25.150	1.069.119

* No incluidos o especificados en otras categorías.
Datos de 1998 (FAO)

Factores climáticos

Temperatura

Las temperaturas aumentan a medida que la latitud y la altitud disminuyen, y las situaciones extremas se suavizan en las zonas próximas a grandes extensiones de agua. La temperatura se modifica por características geográficas como las pendientes y las direcciones de los vientos predominantes, que reducen el riesgo de heladas por bolsas de aire frío. Esto está muy relacionado con las cadenas montañosas, que retienen las nubes con lluvia y crean verdaderos desiertos cálidos y secos. Los cambios más significativos se dan por las corrientes oceánicas. La corriente del Golfo calienta las áreas periféricas del noroeste de Europa, y la corriente Humboldt (Perú) refresca la costa oeste de Sudamérica. La temperatura es el factor que más influye en la distribución de los frutales.

Agua

Tradicionalmente los cultivos frutales se han plantado en zonas donde la lluvia era suficiente para mantener un crecimiento adecuado de la planta y del fruto, a pesar de que el riego sea

Tabla 1.2 Distribución mundial de cultivos frutales.

Cultivo	*Producción anual (t) en los tres países principales productores de cada uno de los cultivos*[1]					
Almendras	EEUU	456.000	España	275.500	Italia	95.500
Manzanas	China	17.264.000	EEUU	4.828.000	Francia	2.464.000
Albaricoques	Turquía	241.000	Irán	203.500	Pakistán	189.500
Aguacates	México	811.500	EEUU	168.000	Rep. Dom.	155.000
Plátanos	India	9.934.500	Ecuador	6.905.000	Brasil	6.002.000
Arándanos azules	EEUU	97.000	Canadá	33.000	Polonia	14.500
Castañas	Corea	122.500	China	115.000	Italia	68.500
Cerezas ácidas	Rusia	188. 500	Polonia	147. 000	EEUU	129. 000
Cerezas comunes	Turquía	200.000	EEUU	172.500	Irán	161.500
Arándanos	EEUU	239.000	Canadá	23.000	Letonia	5.500
Grosellas	Rusia	190. 000	Polonia	176.500	Alemania	130. 000
Dátiles	Irán	877.500	Egipto	743.000	Irak	683.000
Higos	Turquía	276.500	Egipto	211.500	Grecia	75.000
Pomelos, etc.	EEUU	2.489.000	Israel	358.500	Cuba	350.000
Uvas	Italia	8.232.000	Francia	7.287.500	EEUU	5.696.500
Avellanas	Turquía	478.500	Italia	111.500	EEUU	25.000
Kiwi	Italia	290.500	Nueva Zelanda	234.500	Chile	153.500
Limones / limas	México	1.114.500	India	980.000	EEUU	876.500
Mangos	India	12.000.000	China	2.095.500	México	1.384.000
Olivas	España	4.585.500	Italia	2.487.000	Grecia	1.903.000
Naranjas	Brasil	22.621.500	EEUU	11.479.000	México	3.863.000
Papayas	Brasil	1.762.500	India	500.000	México	497.000
Melocotones y nectarinas	China	2.923.000	Italia	1.482.000	EEUU	1.308.500
Peras	China	6.401.500	Italia	862.000	EEUU	841.500
Caquis	China	1.340.000	Japón	246.500	Corea	210.500
Piñas	Tailandia	1.992.500	Brasil	1.680.500	Islas Filipinas	1.624.500
Pistachos	Irán	167.500	EEUU	72.500	Turquía	60.000
Ciruelas	China	2.652.000	EEUU	831.500	Yugoslavia	520.500
Frambuesas	Rusia	91.500	Yugoslavia	45.000	Polonia	40.500
Fresas	EEUU	740.000	España	267.500	Japón	202.500
Tangerinas, mandarinas y otras	China	6.641.000	España	2.070.000	Japón	1.419.500
Nueces	China	246.000	EEUU	211.000	Turquía	115.500

[1] Producción media del período 1996-1998 (FAO)

una práctica conocida y usada desde hace miles de años. En los siglos XIX y XX, su uso se ha incrementado drásticamente y actualmente su especialización y eficiencia es muy importante. En áreas con climas mediterráneos o continentales, que se caracterizan por veranos secos y cálidos, el agua que se obtiene de fuentes subterráneas, embalses o canalizaciones de los ríos proporciona unas condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas. Las bajas precipitaciones y la baja humedad, unida a un sistema de riego adecuado, permiten que la planta crezca en unas condiciones óptimas y que haya una baja incidencia de enfermedades. Por el contrario, se evitan las regiones con altas precipitaciones por el riesgo de enfermedades.

Humedad relativa

La alta precipitación se asocia habitualmente con una alta humedad relativa. Algunos cultivos, como los arándanos (de origen subtropical), crecen mejor en climas húmedos, pero muchos otros lo hacen mejor en condiciones de

baja humedad, siempre que las raíces tengan la humedad suficiente.

Como se ha mencionado anteriormente, unas condiciones húmedas incrementan el riesgo de enfermedades. El efecto sobre otras plagas es menos predecible, aunque se puede decir que ninguna zona de producción de frutales está libre de plagas por insectos, independientemente del clima. Una humedad relativa alta en estadíos críticos del desarrollo del fruto puede inducir russeting y otros tipos de manchas en la superficie del fruto, pero también puede tener efectos positivos. Por ejemplo las manzanas Cox´s Orange Pippin tienen una piel con una mejor textura, cuando crecen en un ambiente húmedo y frío.

En resumen, mientras un ambiente húmedo induce un rápido crecimiento y se obtienen rápidamente altas cosechas, también puede añadir unos costes importantes al cultivo.

Luz

Los niveles de luz varían con la estación, la latitud, la nubosidad y con la contaminación tanto natural como de origen antrópico. De forma general, los países del hemisferio sur tienen bajos niveles de contaminación y como la tierra está más cerca del sol en los veranos del hemisferio sur que en los del hemisferio norte, la intensidad luminosa es más alta. Normalmente una intensidad luminosa elevada aumenta la producción, ya que hay un mayor número de hojas bien iluminadas. Sin embargo, en condiciones de cielo claro *con luz* difusa, sólo reciben una iluminación adecuada las hojas que no están a la sombra o sólo algunas partes de las hojas. En estas situaciones es muy habitual ver frutos dañados por golpe de calor y hojas que se desarrollan poco por el exceso de luz y el calor. Esta situación se debe tener en cuenta en muchas zonas a la hora de decidir las técnicas de cultivo más apropiadas.

Viento

La intensidad del viento varía mucho en función de las regiones y comarcas. El viento (a diferenciar de movimiento de aire) rara vez es beneficioso, puede inhibir el crecimiento del árbol y a menudo destroza los cultivos. Como se verá más adelante, el viento se puede controlar, con protecciones y hay muchos emplazamientos donde, si el resto de factores son favorables, es prudente poner una barrera natural o artificial, para que así la plantación sea más productiva.

Granizo

Muy pocas zonas están a salvo del granizo, y en muchas es un problema continuo. Es muy difícil, en estas regiones, obtener rendimiento económico con estas plantaciones. Una tormenta fuerte de granizo puede acabar con cualquier plantación. Incluso una ligera granizada puede causar daños en el fruto que hagan que éste deje de tener valor comercial. Se han probado distintos métodos para reducir el daño por granizo pero solo las mallas, que son muy caras, han resultado ser efectivas.

Factores geográficos

Suelos

Los agricultores siempre han preferido los suelos ricos ya que hacen que el cultivo sea mucho más fácil. Sin embargo, se pueden conseguir muy buenas cosechas en suelos pobres si se presta atención a la fertilización, materia orgánica (capacidad de almacenamiento de agua), ajuste del pH, drenaje y riego. Un buen agricultor puede hacer que una desventaja se convierta en una ventaja por ejercer un mayor control sobre factores que influyen en el crecimiento y fructificación del cultivo.

Topografía

Las mejores zonas son en general aquellas que tienen una suave pendiente. La pendiente permite, si el resto de condiciones son adecuadas, que haya una buena aireación y reduce el riesgo de incidencias de las heladas primaverales. Las pendientes soleadas son especialmente importantes para algunos cultivos, que requieren calor a finales del verano para que el fruto madure, como por ejemplo las uvas para vinificación, cuando están en un área con buen clima. Por otro lado, los terrenos llanos son más fáciles de cultivar y son muy adecuados en zonas donde no hay problemas con las heladas o donde se pueden llevar a cabo medidas de protección contra éstas. La mayoría de las veces se

evitan las pendientes muy pronunciadas ya que dificultan la mecanización de las operaciones.

Factores económicos y ecológicos

Plagas y enfermedades

Los problemas con las plagas y enfermedades pueden tener mucha influencia en la distribución de los cultivos. Por ejemplo la fruta de la pasión es muy susceptible a la podredumbre de las raíces. Los suelos en las zonas en las que se cultiva la fruta de la pasión pueden estar tan infectados que haya que mover la producción a zonas con suelos sin patógenos. La roya del castaño es tan virulenta que destruyó la industria de la castaña cuando se introdujo esta plaga en el norte de América. La filoxera ha influido drásticamente en la distribución del cultivo de la vid en muchos momentos de la historia y sigue influyendo a la hora de decidir el patrón y la variedad a plantar.

Como hemos visto el clima tiene una influencia muy importante en la incidencia de las plagas y enfermedades. Más adelante se verá como las prácticas culturales pueden tener influencia en estos problemas.

Mano de obra disponible

Tradicionalmente, la horticultura se establecía cerca de los núcleos de población, que al margen de muchas otras cosas, proporcionaba una fuente de mano de obra para la cosecha y otros picos de demanda. La llegada de las cosechadoras mecánicas y otras tecnologías que reducen las necesidades de mano de obra han cambiado este modelo de forma importante. Por ejemplo, las grosellas, las frambuesas y las uvas se cosechan en la actualidad mecánicamente en la mayoría de los casos y por lo tanto cultivos como éstos pueden ser plantados lejos de centros de población. Estos desplazamientos siguen las tendencias que se han dado en cultivos como los guisantes, judías y patatas que se han convertido en cultivos agrícolas más que cultivos hortícolas.

Existe sin embargo una tendencia contraria que da mucha importancia a la producción de frutos de alta calidad para la exportación o para un cierto segmento del mercado nacional. Estos productos requieren altas inversiones en mano de obra y ajustar cuidadosamente la producción con la mano de obra disponible. Estos mercados son suficientemente rentables como para justificar las altas inversiones que se necesitan en mano de obra.

Disponibilidad y precio del suelo

Existe una relación entre las ganancias potenciales gracias a un cultivo hortícola en particular y el coste y disponibilidad de terreno en el sitio más adecuado (debido a la competencia de otros cultivos agrícolas y hortícolas, o el uso industrial y residencial). Esta relación puede afectar de forma significativa la distribución de los cultivos frutales.

Disponibilidad de instalaciones y de mercados

Un productor sería imprudente plantando en una zona donde los mercados, el transporte o las industrias de mantenimiento no son adecuadas. A continuación se enumeran una serie de factores determinantes:

- proximidad a los mercados locales o de exportación, almacenes con cámaras frigoríficas, envasadoras, etc.;
- vías de comunicación y carreteras adecuadas;
- posibilidades de autoservicio y otras formas de venta en la plantación; y
- disponibilidad de servicios de consulta, empresas de venta de maquinaria y productos químicos, ingenierías, etc.

Posibilidad de investigación

A pesar de que se tienda a ver a la investigación como un coto cerrado de los centros financiados públicamente, todavía les queda mucho que hacer a productores particulares o empresas comerciales pioneras de muchas nuevas técnicas que pueden tener efectos drásticos en la industria. A menudo las nuevas variedades o técnicas pueden modificar las formas de cultivo, o hacer que los agricultores inviertan en nuevas zonas. La inversión en la investigación puede reportar cuantiosos dividendos. Es difícil imaginar una zona frutícola próspera si no hay un cierto apoyo a la investigación.

Disponibilidad financiera

El coste de la producción puede verse incrementado por múltiples razones: el precio del suelo se encarece, se requiere riego para obtener grandes rendimientos y calidad en las cosechas, y se necesita llevar a cabo costosas prácticas de control de plagas para obtener frutos totalmente libres de plagas y enfermedades para su exportación. Cada vez son más frecuentes las plantaciones muy densas que requieren estructuras de apoyo muy costosas, sistemas de protección de cultivos y sistemas de fertirrigación que funcionen perfectamente. Los productores que quieren modernizar o expandir su radio de operación, tienen que recurrir muy probablemente a financiaciones y las empresas de financiación no suelen estar dispuestas a arriesgar su capital en nuevas tecnologías, nuevos cultivos o nuevas zonas. Este conservadurismo lleva a la preservación del orden establecido y frena la expansión de las zonas no tradicionales de cultivo. Por lo tanto no es raro que los gobiernos financien estas necesidades para dar un nuevo rumbo a la horticultura. Estas empresas han aprendido que una vez que la primera empresa comercial ha triunfado, la expansión puede hacerse rápidamente

Bibliografía

El Libro de la Producción Anual de la FAO (Naciones Unidas) es una excelente fuente de información acerca de la producción de alimentos en el mundo. Se puede tener acceso a él en la mayoría de las librerías públicas, aunque normalmente la versión más actualizada que podemos encontrar sólo abarca los dos años anteriores al año de publicación. La mayoría de los países con una industria agrícola desarrollada publican estadísticas específicas relativas a cultivos frutales. Por ejemplo el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) elabora cada año un *Fruit and Tree Nuts Situation and Outlook Report*. Este documento incluye información sobre todos los cultivos frutales que se dan en Estados Unidos y hace un análisis de las tendencias y noticias específicas que han influido ese año en la producción.

2
El clima

David Jackson

El clima es el factor que más influye en la producción de los cultivos frutales. Tiene una importancia muy significativa, más aún que otros factores, en la distribución de los cultivos, tanto a escala mundial como local.

Zonas climáticas

Antes de enumerar las zonas climáticas, es necesario definir un parámetro muy útil para medir la acumulación de calor, la integral térmica. Este concepto mide la acumulación de calor por encima de una temperatura dada. Para los cultivos frutales, se usa 10°C como base, debido a que por debajo de esta temperatura el crecimiento es muy lento. Se puede calcular mediante esta fórmula:

$$\text{Integral térmica} = (M - 10) \times N$$

donde M = temperatura media del mes N = días en el mes.

Para calcular la integral térmica de todo el año se hace la de todos los meses en los que la temperatura media está por encima de los 10°C y se suman para dar el total anual. También se puede calcular la integral térmica diaria, por ejemplo para los días en los que la temperatura es superior a los 10°C ($M - 10$) y se suman para dar un total anual, obteniéndose siempre un valor superior que cuando se calcula por meses. Los autores deben siempre indicar por cual de los dos métodos se ha calculado (en este libro se usa el mensual).

Algunas veces los cálculos están hechos usando la escala Farenheit. Para convertirlo a Celsius, hay que multiplicar por 5/9 (0,555).

Es conveniente e ilustrativo clasificar los cultivos frutales en distintas categorías en función de sus necesidades climáticas, por ejemplo en tropicales, subtropicales o templados.

Frutos tropicales

En la categoría de frutos tropicales están el plátano, el mango, la guayaba, el dátil, el litchi, la piña, la papaya y el anacardo. Hay muchos otros pero su importancia es casi siempre a escala local. Estos cultivos frutales crecen por lo general en áreas con una latitud entre 23,5°N-23,5°S, en las que las variaciones de temperatura a lo largo del año son muy pequeñas. La temperatura media del mes más frío es de 18°C o más. Todas estas especies necesitan grandes cantidades de calor para que el fruto madure. Pocos frutos tropicales pueden soportar una helada en cualquier momento del año.

Frutos subtropicales

Estos frutos están adaptados a zonas subtropicales cuyas características son:

- una temperatura media en el mes más frío entre 13 y 18°C;
- variaciones de temperatura entre las distintas estaciones;
- dos épocas bien diferenciadas, una seca y otra húmeda;
- posibilidad de alguna ligera helada durante el invierno; y
- una integral térmica superior a 2.000°C

Hay un solape en la respuesta de los distintos cultivos a los climas tropical, subtropical y templado. La mayoría de los cítricos, por ejemplo se dan en zonas con climas subtropicales, pero hay algunos, como los pomelos y las limas que prefieren zonas con climas subtropicales muy calientes o incluso climas tropicales. Otros se desarrollan muy bien en zonas con climas templados cálidos, por ejemplo los limones y las mandarinas. El kiwi se adapta bien tanto a zonas con clima templado o subtropical y la fruta de la pasión se cultiva en las tres zonas climáticas.

A continuación se indica la preferencia de algunos frutos subtropicales por los veranos secos o húmedos. Dentro de cada grupo se han ordenado los frutos de más exigentes en calor a menos.

- *Toleran e incluso prefieren veranos húmedos*:
  tamarillos, babacos, macadamias, frutas de la pasión, nísperos del Japón, kiwis, feijoas.
- *Prefieren veranos secos*:
  uvas, naranjas, uvas de Nueva Zelanda, tangelos, mandarinas, limones.

Frutos templados

Los frutos clasificados como de clima templado tienen un rasgo principal común: necesitan un período frío bien diferenciado de dormición para desarrollarse adecuadamente. A diferencia de lo que ocurre en las zonas subtropicales este período puede ser muy frío. Sin embargo, algunas veces estos inviernos severos pueden incluso causar daños en los frutos de clima templado; esto ocurre a menudo en las zonas con clima continental y situadas lejos del efecto amortiguador del mar o de grandes lagos. En muchos de los cultivos de clima templado, los daños por heladas aparecen cuando la temperatura desciende por debajo de −15 y −20°C. No obstante la temperatura a la que la planta empieza a sufrir daños depende mucho de las temperaturas antes de la helada.

Por otro lado, muchos de los cultivos de clima templado tienen unas necesidades mínimas de calor durante el verano para que la cosecha y la calidad del fruto sean buenas. En la Tabla 2.1 hay una lista de algunos cultivos de clima templado indicando sus preferencias climáticas.

Muchos de estos cultivos adaptados a veranos húmedos también pueden cultivarse en áreas más secas, si el sistema de riego es adecuado. Del mismo modo, aquéllos adaptados a zonas moderadamente secas también se adaptan a zonas de clima seco si se riegan. En la tabla únicamente se indican las preferencias. Los casos de frutos que se adaptan a grandes variaciones de temperatura serán tratados en los capítulos específicos de cada cultivo.

Aspectos específicos del clima

Meso y microclimas

Los datos para calcular la integral térmica se toman de las estaciones meteorológicas que pueden estar o no cerca de las parcelas y zonas de cultivo. Por lo tanto hay que tener en cuenta que puede haber diferencias entre el valor teórico y el verdaderamente necesario debido a las condiciones geográficas. Por ejemplo un viñedo o una finca con pendiente orientada al sur, es más caliente que una que no. Si una colina da sombra y de esa forma protege de los vientos fríos, también será más caliente, y si por ejemplo el suelo tiene muchas piedras y malas hierbas y se elimina la cobertura vegetal superficial, aumenta la temperatura. En zonas como éstas puede haber unos 200°C extras en alguna estación y pueden hacer que una zona que a priori no parece adecuada sea mucho más atractiva para su puesta en cultivo.

En la Figura 2.1 se ve como puede haber diferentes zonas de temperatura en una hipotética área geográfica. Las diferencias de temperatura y de otras variables climáticas en un área geográfica limitada definen lo que se llaman los mesoclimas. Las diferencias a menor escala, por ejemplo dentro de una parcela, se llaman microclimas.

Se pueden emplear árboles y barreras para crear sombra y así crear un microclima que per-

Tabla 2.1 Preferencias climáticas de algunos frutales de clima templado.

	Prefieren veranos y otoños secos; precipitación anual por debajo de 700 mm	*Prefieren veranos moderadamente secos; con una precipitación anual de 700-900 mm*	*Resisten veranos húmedos, precipitación anual por encima de 900 mm*
Necesitan una integral térmica superior a 850°C	Vides, albaricoqueros	Melocotoneros y nectarinos Ciruelos (japoneses)	Nogal americano Caquis (no astringentes)
Amplia tolerancia a las temperaturas estivales	Cerezos, nogales	Manzanos Perales (europeos y asiáticos) Castaños Fresas Groselleros espinosos	Arándanos Avellanos Fresas Caquis (astringentes) Frambuesos (cultivo de otoño)
Necesitan inviernos fríos			Ciruelos (europeos) Groselleros (negros, rojos y blancos) Arándanos americanos Frambuesos (cultivo principal)

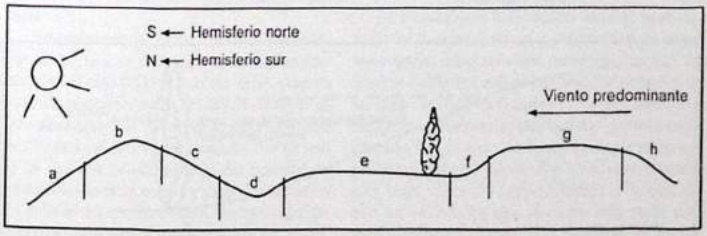


Figura 2.1 Mesoclimas en una zona hipotética. (a) Emplazamiento cálido que capta más calor debido a la topografía del terreno. Zona libre de heladas primaverales tardías y de heladas otoñales tempranas, ya que el aire frío se va a las capas bajas, también está protegido del viento predominante. (b) Las ventajas de (a) son contrarrestadas por el frío que hace a mayor altura. (c) Emplazamiento frío; aunque está libre de heladas primaverales y otoñales, acumulará menos calor en verano porque está expuesto al viento y el ángulo de orientación al sol es malo. (d) Emplazamiento frío y susceptible a las heladas, ya que el aire frío de las zonas colindantes se va a acumular en esta zona. (e) También sensible a las heladas pero menos que (d). El cortavientos ejerce algo de protección. (f) El cortavientos, muy denso y establecido en la base de colina, impide la salida de aire frío y por lo tanto es una zona más sensible a las heladas. El cortavientos sombrea este emplazamiento. (g) Menos riesgo de heladas que en (e), pero el viento frío predominante y la altura hacen que la integral térmica sea menor en verano. (h) Emplazamiento frío como (c).

mita que el aire caliente se acumule, incluso los días que hay vientos fríos. Pero también hay que tener precaución y evitar que no dejen salir el aire frío como ocurre en las Figuras 2.1 y 2.2.

La temperatura no es el único factor que puede variar en los mesoclimas. La precipitación puede variar considerablemente en distintos puntos montañosos aunque estén muy cercanos los unos de los otros. Los vientos pueden variar aún más; las brisas marinas o el viento canalizado por los valles pueden influir no sólo en la velocidad del viento sino también en el grado de incidencia de las heladas, en la formación de nubes y en la precipitación. De este modo cuando un agricultor elige un determinado lugar debe tener en cuenta los factores mencionados en los párrafos anteriores y también debe informarse de las particularidades del mesoclima de la zona.

En este sentido, a menudo es muy útil consultar estudios sobre los cultivos que se han llevado a cabo en la zona. Si en una zona se desarrollan muy bien los tamarillos podemos decir que estamos en una zona con clima suave con pocas heladas invernales. Las zonas donde los melocotoneros dan buenas producciones la mayoría de los años, son zonas con pocas heladas primaverales, sobre todo si los agricultores locales pocas veces toman medidas de control contra este tipo de heladas. Los árboles inclinados indican presencia de fuertes y persistentes vientos. Las personas que presumen de obtener patatas tempranas suelen estar en una zona con un mesoclima con un invierno suave y tardío y una primavera sin heladas.

Mientras que los grandes productores tienen que aprender a convivir con distintos mesoclimas en una misma finca, los pequeños productores que quieran tener fruta temprana o quieran cultivar algo muy específico tiene que prestar mucha atención para seleccionar el mesoclima más adecuado.

Heladas

Las heladas primaverales suelen producirse en noches en calma, con el cielo despejado y poco viento. Se llaman heladas de radiación porque el calor es desprendido por el suelo y las plantas hacia una atmósfera despejada, lo que hace que bajen las temperaturas en la superficie del suelo. Como las temperaturas bajan, el aire frío se acumula en los valles y como no hay viento no se dispersa. Cuanto más larga y dura sea la helada, más espesa es la capa de frío. Las heladas de radiación son las más importantes y peligrosas en la mayoría de las regiones de producción frutícola en las zonas de clima templado.

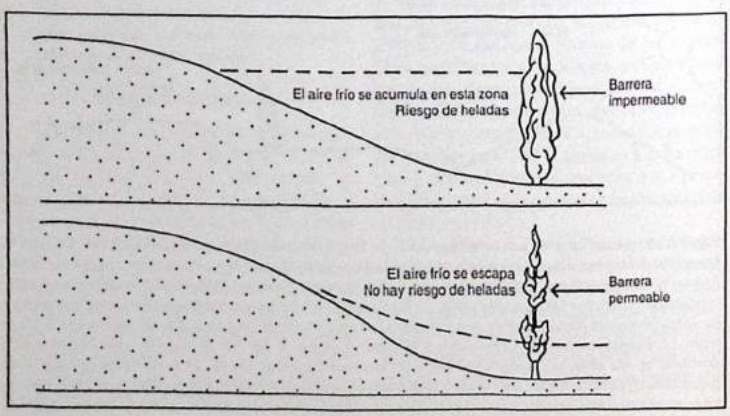


Figura 2.2 Efecto de la barrera en la acumulación de aire frío.

Como ya se vio anteriormente, las heladas invernales que afectan a los frutos tropicales y subtropicales no causan daños en los frutos de clima templado, si el clima es relativamente suave. Sin embargo, cuando en primavera empiezan a crecer las hojas y los botones florales, las temperaturas por debajo de 0°C pueden provocar daños. En el momento de la diferenciación floral, cuando se empieza a apreciar el color de los pétalos, los frutos pueden soportar temperaturas entre –3 y –5°C. Sin embargo en plena floración, el ovario de la flor puede abortar si las temperaturas están por debajo de –2 o –3°C y si ya están formándose los frutos las temperaturas por debajo de –1 o –2°C pueden causar daños o echar a perder el fruto. El tiempo de exposición a las heladas es muy importante: los períodos cortos pueden no causar daños pero si el tiempo de exposición es de 30 minutos o más, lo más seguro es que causen daños.

Las temperaturas a las que se producen daños son similares para casi todos los árboles frutales. Sin embargo, los nogales, los frambuesos y las fresas son sensibles a temperaturas por debajo de –1 y –2°C a partir de la brotación. Los groselleros y los groselleros espinosos son menos sensibles a las heladas, y sus flores pueden soportar temperaturas hasta de –3 y –4°C. Los arándanos son aún más tolerantes (hasta –5°C) y las flores del avellano son capaces de resistir hasta –8°C.

Normalmente las flores son más sensibles que las hojas a los daños por heladas. Sin embargo en el caso del kiwi y de las vides, cuando se produce el desborre en primavera, el brote es muy frondoso. Las flores no aparecen en este brote hasta pasadas varias semanas. Por lo tanto, si hay una helada después del período de brotación, ese brote morirá y surgirá uno nuevo en la base del que ha muerto, aunque inevitablemente será menos fructífero. En los kiwis, las temperaturas por debajo de –1,5 o –2°C son críticas; las vides pueden tolerar temperaturas algo inferiores (–2 o –3°C).

Las consecuencias económicas de los daños por helada pueden ser muy graves. Una helada muy fuerte puede destrozar todos los frutos e incluso una helada suave puede reducir considerablemente la cosecha. Si la helada tiene lugar después del cuajado del fruto pero no es lo suficientemente fuerte como para dañar las semillas, puede que el fruto no caiga del árbol. Aún así el daño en la pulpa puede causar deformaciones en el fruto visibles hasta el momento de la maduración.

Aquellos árboles frutales que florecen pronto en primavera, como por ejemplo los almendros y los melocotoneros, están más sometidos a riesgos por heladas que aquellos que florecen tarde, como los manzanos.

Al margen de elegir frutales más tolerantes a las heladas, el agricultor tiene a su disposición una serie de métodos para intentar controlar el riesgo. A continuación se detallan estos métodos de protección contra las heladas.

Cualquiera que sea el método de protección contra las heladas utilizado, no se debe interrumpir hasta que la temperatura fuera de la zona protegida no esté bastante por encima del límite de riesgo.

Elección de un emplazamiento sin riesgo de heladas

Áreas como la (a), (b), (g) y (h) de la Figura 2.1, están libres de heladas durante la primavera. Sin embargo, hay que tener siempre en cuenta que una parcela con una pendiente superior a 10° es difícil y cara de mantener aún más que utilizar cualquiera de los otros métodos.

Elección de una variedad que florezca tardíamente

El momento de la floración varía de unas variedades a otras, con unas diferencias de entre unos pocos días hasta dos semanas. Por eso, es posible evitar los daños por heladas primaverales eligiendo una variedad que florezca tarde. Sin embargo cuando se necesita hacer polinización cruzada, lo que hay que hacer es elegir entre los polinizadores más adecuados aquel que florezca más tarde. Esta dificultad añadida al hecho de que las variedades que florecen más tarde son menos valoradas luego en el mercado, ha hecho que esta opción no se use muy a menudo.

Mantenimiento del suelo

Un suelo sin malas hierbas, húmedo (pero no encharcado) y moderadamente compactado tenderá a absorber y retener más la radiación durante el día y a emitirla a las capas superficiales de aire durante la noche que un suelo cubierto con vegetación o lleno de malas hierbas. En noches frías esto puede significar una diferencia de 1 a 3°C en la temperatura del aire y puede

ser decisivo a la hora de que los daños sean graves, moderados o que incluso no se produzca ningún daño.

Empleo de quemadores

Hay una amplia gama de equipos desde quemadores metálicos de diesel hasta grandes calentadores con quemadores de propano que se sitúan estratégicamente por toda la plantación. Se encienden cuando la temperatura baja por debajo de un nivel crítico. Pueden ser un método muy efectivo pero son caros, difíciles de controlar y algunos modelos pueden provocar serios problemas de contaminación atmosférica. Por lo tanto se suelen usar en áreas o mesoclimas en los que no se puede emplear riego por aspersión o las máquinas de ventilación no son efectivas. Los proveedores locales, las empresas consultoras o los fabricantes de este tipo de equipos son los que mejor nos pueden informar sobre detalles acerca del tamaño, del combustible que utilizan, forma de distribución y manejo.

Uso de riego por aspersión

Si un botón floral está cubierto por agua que está cambiando de estado, la temperatura en los tejidos de este botón no baja de 0°C. En otras palabras, puede haber hielo alrededor de la flor pero siempre que también haya agua sin congelar la temperatura no bajará por debajo de 0°C. Por lo tanto regar el árbol durante el período de riesgo de heladas puede ser un método efectivo de prevención contra daños por heladas ya que la temperatura a la que están los órganos vegetativos no es peligrosa. Se ponen aspersores por toda la finca con una dotación de agua de 3,8 mm/h. Esto es suficiente para protegerse del riesgo de heladas, hasta cuando las temperaturas bajan por debajo de –6 o –7°C. Hay que tener siempre cuidado de que el sistema de riego sea capaz de mantener todos los árboles de la plantación igual de mojados.

Para saber cuando poner en funcionamiento este sistema de defensa antihelada, los fruticultores suelen instalar un termómetro húmedo al fondo de la plantación. Los aspersores deben empezar a funcionar cuando se alcanza el nivel crítico para el cultivo, normalmente a –1°C o también puede estar automatizado para ponerse en funcionamiento cuando se alcancen unas temperaturas pre-establecidas.

Los proveedores o asesores locales de equipos de riego pueden informarnos de como realizar la instalación y de cómo funcionan. Estos aspersores deben poder doblar su caudal para usarse en riegos normales, aunque se deben instalar aspersores de más dosis de forma independiente si se necesitan y dotar la plantación de un sistema específico para riego dividiéndola en distintos sectores que se adapten al suministro de agua disponible. Además, algunas veces en verano los problemas por enfermedades impiden el riego directo a los árboles.

Este sistema antiheladas tiene algunos inconvenientes. Como los aspersores no dejan de funcionar hasta que la temperatura del aire alcanza niveles en los que ya no hay riesgo de heladas, existe un riesgo de que se rompan las ramas de los árboles y de las vides por el peso del hielo que se forma. En suelos mal drenados puede haber problemas de encharcamiento y entonces aumentan los riesgos de enfermedades en las raíces. Incluso aunque no haya encharcamiento, enfermedades como el tizón pueden convertirse en un problema serio si se usa mucha agua.

Empleo de ventiladores o generadores de viento

La temperatura del aire en una noche de helada aumenta a medida que nos elevamos por encima del nivel del suelo. Por lo tanto, si el aire está a –2°C a 1 m del suelo, a 20 m la temperatura puede ser de +2°C. El límite entre las temperaturas que causan daños y las que ya no los causan es lo que se llama «nivel de inversión» y si se mezclan las dos capas se pueden obtener temperaturas que no son dañinas.

Si se posicionan estratégicamente grandes ventiladores en zonas de la plantación donde es probable que se produzcan daños por heladas o pequeños ventiladores de forma regular por toda la plantación, se puede combatir de forma efectiva situaciones con riesgos de heladas. Para que este sistema sea efectivo, se tiene que conseguir que el nivel de inversión esté lo más cerca posible de la superficie del suelo. Es muy difícil conseguir que este sistema antiheladas funcione adecuadamente si el nivel de inversión está situado a más de 20 m del suelo. Los ventiladores de gran tamaño son capaces de cubrir cada uno unas 3 has y hacer que la temperatura suba 2-3°C.

Otro sistema consiste en usar helicópteros para conseguir el mismo efecto. Es un sistema caro pero el agricultor se ahorra la inversión que tiene que realizar si compra estos equipos de agitación de la atmósfera. Tanto los equipos de agitación de la atmósfera como los helicópteros tienen que empezar a funcionar justo antes de que la temperatura baje por debajo del nivel crítico de cada cultivo.

Daño por golpe de calor

Cuando la temperatura alcanza los 35-40°C, sobre todo en verano en días soleados y con poco viento, el fruto puede sufrir daños por golpe de calor. Parece que las manzanas y las uvas son las frutas más sensibles. La piel del fruto expuesta a la luz directa del sol se pone primero blanquecina, luego marrón y más tarde negra y si continúa puede ser infectada por hongos. Un fruto en el que se aprecien síntomas de daños por golpe de calor sólo sirve para industria.

Existe un método con buenos resultados para evitar el golpe de calor, que consiste en regar directamente el árbol o la vid. La evaporación del agua consume calor y por lo tanto el sistema se basa en mantener el fruto siempre húmedo mediante un riego intermitente. Al igual que en el caso del sistema antiheladas los aspersores más adecuados son los que producen una neblina de agua.

Otro sistema para reducir el golpe de calor consiste en dejar la plantación a la sombra o poner una malla para disminuir la radiación incidente. En los casos en los que se haya puesto una red contra el granizo también puede servir para prevenir el golpe de calor.

También puede producirse cuando las temperaturas no son tan altas, aunque la causa principal suele ser el movimiento de las ramas de un lado a otro, en muchos casos a causa del peso de los frutos. En estas circunstancias, un fruto que estaba a la sombra tapado por las hojas y que de repente se expone al sol puede resultar dañado. Por razones que aún se desconocen, un fruto que haya estado sometido a la luz directa del sol durante semanas o meses desarrolla una cierta resistencia al golpe de calor. Por eso si se sujetan bien las ramas fructíferas atándolas a un eje central, característico del sistema de formación en spindlebush, se puede reducir el daño por golpe de calor.

Además algunas variedades de manzanas son más sensibles al golpe de calor que otras. La experiencia en British Columbia con la variedad de manzana Jonagold ha permitido a algunos agricultores no volver a utilizar los árboles de pequeño tamaño que se obtenían con el patrón M.9. La exposición de los frutos a la radiación en este tipo de árboles es demasiado alta. La probabilidad de que los frutos sufran daños por golpe de calor en árboles ligeramente más vigorosos es menor.

Viento y sombra

El viento tiene los siguientes efectos indeseables en una plantación de frutales:

- *Reducción del crecimiento del árbol.* Hay un efecto directo entre el viento y el volumen de brotes que crecen en un ciclo.
- *El desarrollo de la planta es desigual.* A menudo los árboles se inclinan en la dirección de los vientos predominantes y es difícil enderezarlos.
- *Daños físicos e incluso pérdida de cosecha.* Unos vientos muy fuertes pueden romper algunas ramas o incluso tirar el árbol. Pueden producirse daños en la piel de los frutos o éstos pueden caer del árbol de forma prematura.
- *Pérdida de agua.* Las plantas pierden humedad por la evaporación del agua del suelo y de las hojas (evapotranspiración) y por lo tanto necesitan más aporte de agua. En algunas ocasiones, con calor y mucho viento, las hojas pueden marchitarse de forma temporal aunque el suelo esté lo suficientemente húmedo.
- *Reducción de la acumulación de calor.* Incluso cuando el sol no está oculto por las nubes, puede haber aire frío y entonces las temperaturas bajan.
- *Los vientos interfieren con la polinización.* El movimiento de los insectos polinizadores se reduce mucho los días que hace mucho viento. Además en los lugares donde hay aire frío, el tubo polínico se desarrolla más despacio. La consecuencia más probable es una disminución del cuajado.
- *El viento dificulta la pulverización.* Pulverizar los cultivos en días con mucho viento es muy poco eficaz e incluso puede ser peligroso.

- *Las condiciones de trabajo para los agricultores pueden ser incómodas y desagradables.*

La mayoría de las barreras cortavientos son filas simples o dobles de árboles de hoja caduca o de hoja perenne, o una mezcla de ambos. Un buen cortavientos solucionará la mayoría de los problemas aquí expuestos, pero también puede ocasionar algunos problemas que deben ser considerados. Por ejemplo, los árboles que se usan en el cortavientos compiten con los árboles de la plantación por la luz, los nutrientes y el agua; pueden ser refugio de plagas y enfermedades; pueden hacer que aumente el riesgo de heladas y siempre reducen la superficie disponible para el cultivo.

Todos los cultivos por sí mismos ejercen un papel de cortavientos, mayor cuando las filas están orientadas de forma perpendicular a la dirección del viento predominante. Sin embargo hay que tener en cuenta más cosas al orientar las filas de la plantación con este criterio. Por ejemplo si se orientan las filas en dirección norte-sur van a tener una iluminación más uniforme y si las filas son paralelas al lado más largo de la parcela se pierde menos espacio en los bordes de parcela.

Aquí se dan algunos consejos para establecer una barrera cortavientos:

- *Establecer el cortavientos lo primero.* Si es posible, es mejor establecer el cortavientos antes de establecer la plantación para que así los árboles frutales aprovechen las ventajas del cortavientos mientras son pequeños. Un árbol frutal bien protegido aunque se plante 1 ó 2 años después, puede rápidamente alcanzar o incluso superar en tamaño a uno que esté expuesto al viento.
- *Situar adecuadamente el cortavientos.* Un árbol protege de forma efectiva hasta una distancia equivalente a 10 veces su altura. Por eso un cortavientos formado con árboles de 10 m de alto se debe situar a 100 m de distancia. En las zonas con mucho viento se disponen barreras cortavientos en todos los lados de la plantación; si esto no es necesario, se pondrá sólo en los lados en los que se originen los vientos más peligrosos. Hay que asegurarse que habrá suficiente espacio en el borde (6 m mínimo) para cuando los árboles estén desarrollados.
- *Elegir árboles no muy densos.* Un cortavientos con un 70% de huecos es mejor que uno totalmente cerrado o muy denso. Un cortavientos muy denso puede prevenir las corrientes de aire en las noches de helada (Fig. 2.2) y favorece la presencia de pájaros que pueden encaramarse o poner nidos en el cortavientos.
- *Cuidar el cortavientos.* Para que los árboles del cortavientos crezcan rápidamente es aconsejable preparar el suelo de la misma forma que se prepara para la plantación, aportar fertilizantes, controlar las malas hierbas los primeros años y regar un poco. Con esto se consigue duplicar o triplicar el ritmo de crecimiento.
- *Elegir especies adecuadas.* Para cultivos frutales de hoja caduca, los cortavientos con especies de hoja caduca son los mejores. El movimiento del aire en invierno deseca el suelo, facilita el laboreo y el movimiento de la maquinaria. Sin embargo en el caso de los cítricos y otros árboles frutales de hoja perenne, es mejor una mezcla de especies de hoja caduca y de hoja perenne. Es importante informarse en la zona sobre los puntos fuertes y débiles de distintas especies para usar en el cortavientos y las combinaciones más adecuadas antes de invertir en esta tecnología.

Establecimiento y mantenimiento del cortavientos

Ya se ha mencionado la importancia de la preparación del suelo y del riego. Las barreras cortavientos deben plantarse lo mas cerca posible del límite de la finca. En algunos casos puede compartirse la barrera cortavientos con el vecino. Hay que controlar las malas hierbas en una franja de 2 m de ancho pulverizando herbicidas de pre-emergencia y de contacto. Esto es importante sobre todo en los primeros años de establecimiento. Los árboles de hoja caduca pueden soportar la aplicación directa en el tronco de glifosato si la corteza ya no está verde y siempre que se aplique antes del desborre.

El cortavientos necesita algo de mantenimiento. Las especies que crecen mucho tienen que ser recortadas cada año o cada 2 años para que el ancho no supere 1,5 m. Un pase de subsolado cada 2 años, a lo largo de la barrera a

una distancia de 2,5 m, ayuda a reducir la competencia con los árboles de la plantación.

Barreras artificiales

Las barreras artificiales a veces se usan en cultivos de gran valor económico. Los materiales que se emplean son plástico o una red de nylon bien atada entre unos postes. Es un sistema caro pero ocupa menos espacio, se instala rápidamente y no le quita agua y nutrientes al suelo. Aunque tiene una vida larga, puede ser necesario reponerla de vez en cuando. Los fabricantes y proveedores de este tipo de barreras tienen mucha información al respecto que puede ser consultada y es la mejor forma de informarse.

Granizo

El granizo puede ser uno de los fenómenos atmosféricos más dañinos para los cultivos y además es muy difícil luchar contra él. Los agricultores que desean poner una plantación en una zona nueva tienen que evaluar el riesgo de granizo. Sin embargo la información que obtengan puede no ser fiable. En algunos países en los que el suelo es muy caro o donde el cultivo es lo suficientemente rentable merece la pena instalar redes para el granizo. Es muy caro pero es la única solución fiable. Otra forma eficaz de prevenir este riesgo es haciendo una póliza de seguros para el granizo.

Bibliografía

Para comprender mejor la influencia del clima en los árboles frutales, el lector puede consultar *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees* del Dr. Miklos Faust (John Wiley & Sons, New York, 1989).

En *Horticultural Reviews* (vol. 11, pp. 45-109) de Dr. M. Reiger, se hace un análisis con detalle de la protección de los cultivos contra las heladas.

La definición utilizada de frutos subtropicales se ha tomado de Dr. B.N. Wolstenholme, «A simple climatic classification for tropical and subtropical areas and fruits in South Africa», in *Gewasproduksie/Crop Production* (vol. 4, pp. 35-39).

3

Morfología y crecimiento de las plantas leñosas

David Jackson y Roy Edwards

Formación de la corteza y de la madera

Todos los cultivos estudiados en este libro son leñosos, excepto las fresas. En estos cultivos leñosos los troncos y ramas de madera forman lo que es el árbol, el arbusto o la vid. En algunos casos, como el de los nogales, los manzanos y los cerezos, las plantas son robustas y el tronco y las ramas pueden ser el soporte del árbol durante décadas o cientos de años. En otros casos como en los groselleros y los arándanos no hay tronco; la planta es un arbusto y rara vez alcanza una altura superior a 2 m. Las vides, la fruta de la pasión y los kiwis tienen troncos leñosos y ramas pero no lo suficientemente sólidas como para sustentar a la planta y entonces se enroscan o tienen zarcillos que permiten que se enganche a otras plantas o a las espalderas.

La formación de la madera se produce por la lignificación o por la superposición de tejido leñoso sobre la rama o el tronco como se ve en la Figura 3.1.

El cámbium es el responsable del crecimiento de la rama en grosor. Es una capa de células en el tallo que tiene la capacidad de dividirse. Estas células se llaman meristemos y producen la corteza (también llamada floema) hacia fuera y la madera (xilema) hacia dentro, de tal forma que cada año se forma una nueva capa de corteza y madera. La corteza que está en el exterior, al pasar los años se fisura, se descascarilla o se cae. Por dentro, se distinguen las capas de xilema, que son lo que se llaman anillos, uno por año. Cuando se corta el tronco del árbol transversalmente se ven los anillos y contándolos se puede saber la edad del árbol o de la rama. En estos árboles la médula en el centro se vuelve insignificante.

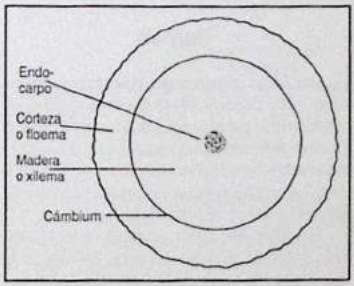


Figura 3.1 Sección transversal de una rama.

En algunas plantas como los frambuesos, los groselleros y los groselleros espinosos, la cantidad de xilema en las ramas no llega a ser nunca significativa. A cambio, si se observa el corte transversal, lo predominante es la parte central blanda; en consecuencia las ramas son pequeñas y muy débiles. Estas ramas tienen una vida

corta y son reemplazadas regularmente por nuevos brotes.

El brote

Los brotes a partir de semillas o de yemas en el caso de árboles o arbustos ya crecidos, tienen un grupo de células en la punta que son meristemáticas como las del cámbium vascular. Estas células son las responsables de la producción de nuevas células que hacen que el brote se alargue. En la Figura 3.2 se puede ver el aspecto de un meristemo de un brote visto al microscopio.

A medida que las células apicales se dividen, aparecen pequeños bultos llamados primordios que se desarrollan formando las hojas. La rama se alarga y forma un típico brote con hojas como se observa en la Figura 3.3.

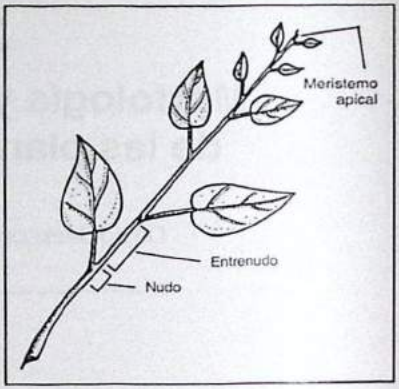


Figura 3.3 Brote de hoja.

Raíces

Las raíces subterráneas, crecen de forma similar a las ramas y los troncos aunque sea de forma menos estructurada. El floema y el xilema ya están formados y las viejas raíces pueden ser tan sólidas como las ramas del árbol. En la Figura 3.4 se esquematiza el aspecto del ápice de una raíz visto al microscopio.

El meristemo apical, protegido por una cápsula, crece en el suelo. La parte exterior de la cápsula se va destruyendo a medida que el ápice crece pero es regenerada continuamente por nuevas células meristemáticas. En la zona meristemática del ápice también se forman células que al desarrollarse hacen que la raíz crezca. Alejándonos del ápice hay unas estructuras con aspecto de pelos, los «pelos radicales». Estos pelos son los responsables en gran parte de la absorción de agua y nutrientes del suelo por la raíz. El engrosamiento de la capa exterior de la raíz se produce por detrás de la zona con pelos radicales. Entonces debe de haber pelos radicales y por lo tanto la absorción se reduce. Las ramas se forman un poco más atrás del ápice y entonces aparecen nuevos pelos.

La función de las raíces es la translocación del agua y los nutrientes y permitir el anclaje y sujeción de la planta. El crecimiento y funcionamiento de las raíces se discutirá más adelante.

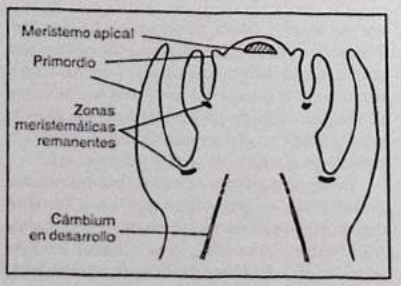


Figura 3.2 Meristemo de un brote en crecimiento.

Flores

Formación de las flores

Las flores se forman a partir de un meristemo, de forma similar a como se ha descrito la formación de las hojas en los brotes (Fig. 3.2). En vez de formarse el primordio foliar, el meristemo apical produce las distintas partes de la flor, por ejemplo los sépalos, los pétalos, los es-

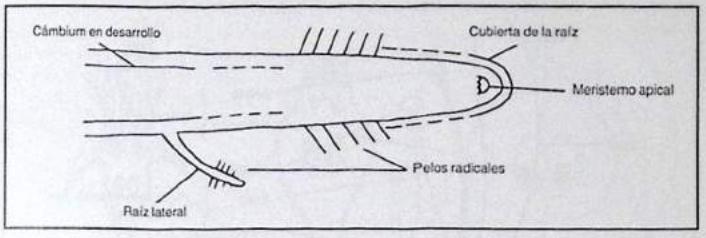


Figura 3.4 Crecimiento del ápice de la raíz.

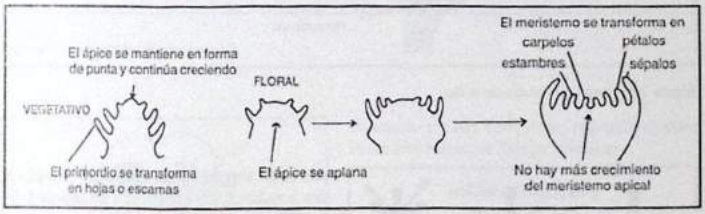


Figura 3.5 Comparación entre el ápice vegetativo y el floral.

tambres y los carpelos. Los estambres (órgano masculino) y los carpelos (órgano femenino) contienen los órganos reproductores de la flor.

En la Figura 3.5 se esquematiza el crecimiento inicial de un ápice vegetativo y floral. En esta figura, se describe la formación de la flor a través de sus distintos verticilos. En una flor los distintos verticilos son:

- *El cáliz es el verticilo inferior formado por los sépalos.*
- *La corola es el verticilo formado por los pétalos.*
- *El androceo es el verticilo formado por los estambres.* Éste es el órgano masculino y produce el polen. Normalmente está constituido por una antera y un filamento.
- *El verticilo llamado gineceo o pistilo está formado por los carpelos.* Un carpelo normalmente tiene un estigma, un estilo y un ovario que contiene los óvulos. A veces se describen los carpelos como hojas florales, ya que cuando están creciendo en el primordio tienen el mismo aspecto que las hojas. Todas estas partes están encerradas en una estructura cilíndrica que es la precursora del fruto. La sutura dorsal del carpelo es el equivalente al nervio central de una hoja, mientras que la sutura ventral está formada por la superposición de los bordes. Los bordes contienen tejido meristemático que forma los óvulos que una vez fecundados correctamente dan lugar a las semillas (ver Fig. 3.10). Como se verá más adelante, el pistilo se desarrolla a partir de uno o varios carpelos. Está formado por un estigma que es la zona en la que cae el polen, un estilo o tubo polínico que sirve para conectar el estigma con el ovario y un ovario que contiene uno o varios óvulos.

En la Figura 3.6 hay un esquema de la estructura básica de una flor.

Tipos de flores

A la hora de analizar la estructura de una flor para ver que tipo de fruto puede dar (en tér-

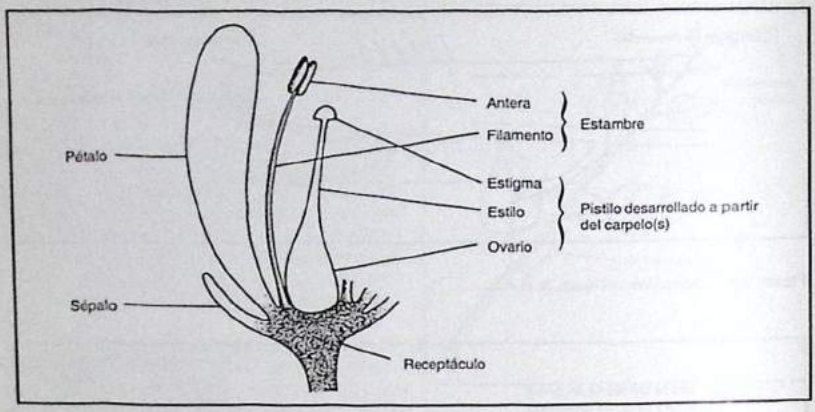


Figura 3.6 Estructura básica de la flor.

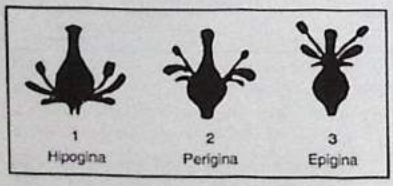


Figura 3.7 Hipogina, perigina, epigina.

minos botánicos) es muy importante analizar la posición de las partes de la flor en relación con el ovario. En la Figura 3.7 están esquematizadas los tres casos principales, flor hipogina, perigina y epigina.

Se llama hipogina cuando el ovario es súpero, es decir cuando está situado por encima del punto donde crecen las demás partes de la flor. Es el caso en las flores de los cítricos, los frambuesos y las fresas (ver también Fig. 3.6). Se llama perigina cuando el ovario está en una posición media con respecto al resto de las partes de la flor, como por ejemplo las flores de los manzanos, los perales, los cerezos y otros frutales de hueso. Se llama epigina cuando el ovario es ínfero, es decir que el resto de las partes de la flor están por encima del ovario, por ejemplo en los arándanos, los groselleros espinosos y los groselleros.

Tejido hipanto

El hipanto está formado por tejido sin diferenciar procedente de los sépalos, pétalos y filamentos. En el proceso de desarrollo de la manzana, este tejido está pegado alrededor del ovario. Después de la fecundación de los óvulos, se desarrolla la pulpa del fruto, que es la zona comestible, a partir del hipanto (ver Fig. 3.8). Del mismo modo las flores de los frutales de hueso desarrollan un hipanto que rodea el ovario, pero en este caso no está unido al ovario y además no se desarrolla después de la fecundación (Fig. 3.9).

Flores apocárpicas y sincárpicas y los métodos de placentación

Las flores se clasifican en función de si los ovarios están formados por carpelos libres (apocárpicas) o por carpelos unidos (sincárpicas) (ver Fig. 3.10). La clasificación de las flores y de los frutos se hace en función de la posición de los carpelos en el caso de las flores y de la posición relativa de las semillas (placentación) en el fruto. Esto último se describirá con más detalle cuando se hable de los frutos.

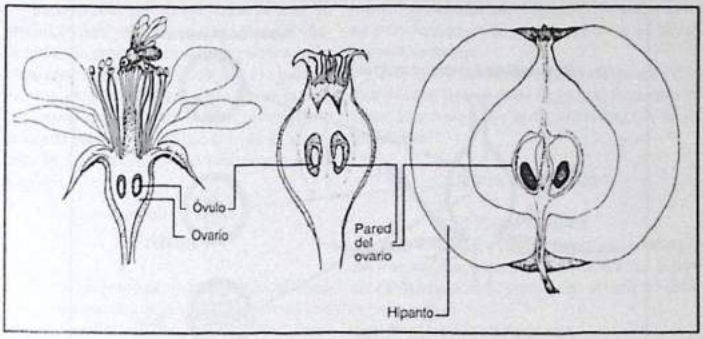


Figura 3.8 Desarrollo de una manzana.

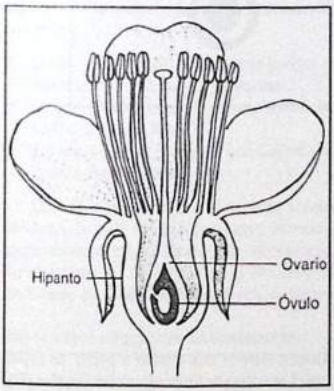


Figura 3.9 Las flores periginas de un melocotonero.

Variaciones en los tipos de flores

Las flores en las que falta algún elemento se llaman flores incompletas. En las hierbas faltan los sépalos y los pétalos; en los kiwis, los nogales y los avellanos hay flores sólo con estambres y flores sólo con pistilos pero no ambas cosas en una misma flor; son flores hermafroditas. En el kiwi, en un mismo pie solo hay o flores masculinas o flores femeninas pero no de los dos tipos; se llaman dioicas. En el nogal y en el avellano en un mismo pie hay tanto flores masculinas como flores femeninas, se llaman monoicas.

Inflorescencias

El término inflorescencia describe el agrupamiento o disposición de las flores en las ramas de la planta. Las flores que aparecen solas en la axila de una hoja se llaman flores solitarias o axilares y no forman ningún tipo de inflorescencia. Los albaricoqueros, los melocotoneros, las frutas de la pasión, los kiwis, las feijoas y los nogales tienen flores de este tipo.

Las flores que se forman en ramas modificadas están normalmente sujetas a brácteas (hojas reducidas). Los manzanos, los perales, los limoneros, los groselleros, los arándanos, las vides, los cerezos, los frambuesos, los groselleros espinosos y las fresas son de este tipo.

Los tipos de inflorescencias están clasificados en racimosas (indeterminadas) o cimosas (determinadas). En una inflorescencia de tipo cimosa la flor terminal o central se abre primero y se detiene el crecimiento del eje de la inflorescencia. En una inflorescencia racimosa la flor terminal es la última en abrirse. Ejemplos de inflorescencias racimosas: en los manzanos, los groselleros, los cerezos, los arándanos, las vides, las fresas, los frambuesos y en los groselleros espinosos. Muchos perales (y algunos manzanos) tienen inflorescencias de tipo cimoso (determinado).

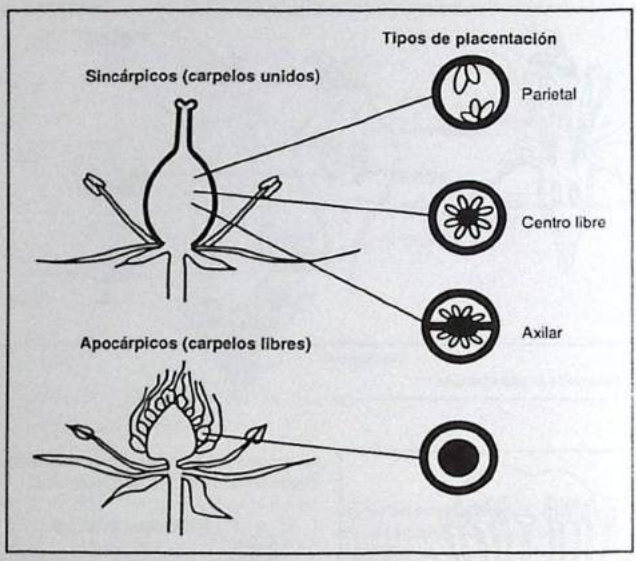


Figura 3.10 Ovarios apocárpicos y sincárpicos.

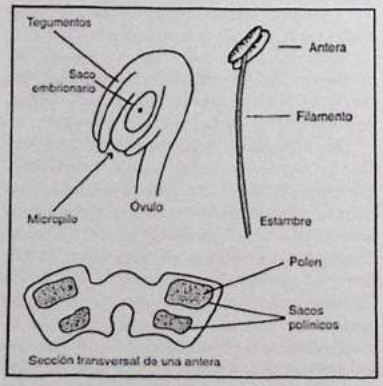


Figura 3.11 Óvulos y estambres.

Semillas

Es necesario recordar que los óvulos se producen dentro del ovario a partir de tejido meristemático de los bordes de los carpelos (Fig. 3.10). El equivalente masculino de los óvulos son los sacos polínicos, que están dentro de los estambres. En la Figura 3.11. se esquematizan las partes del óvulo y del estambre.

Si el polen producido en los sacos polínicos es transportado con éxito hasta el pistilo, empieza a formarse un tubo polínico a través del estigma, estilo y ovario que llega hasta los tegumentos en el micropilo y así se fecunda la oosfera. Esto está esquematizado más adelante en la Figura 3.19. En el Capítulo 4 se describe el proceso de polinización y fecundación. Si la fecundación se realiza con éxito, el óvulo se convierte en semilla.

Excepto en el caso de los frutos de nuez, la semilla no tiene valor para el agricultor o el consumidor. Su presencia en el fruto puede ser incluso considerada como un estorbo a la hora de su consumo. Sin embargo, la semilla es lo más importante desde el punto de vista fisiológico y si no está presente, puede que el fruto no se desarrolle. Esto se analiza con más detalle en el Capítulo 4.

Frutos

Desde un punto de vista botánico, el fruto es el ovario maduro de una flor, incluyendo una o varias semillas y alguna parte de la flor, como el hipanto que puede estar íntimamente asociado al ovario maduro.

En lenguaje coloquial se producen confusiones; ya que por ejemplo botánicamente hablando todo lo que se enumera a continuación son frutos:

- granos o semillas del maíz, avena y trigo;
- frutos secos como nueces y castañas;
- tomates y calabazas, que normalmente se venden como verduras; y
- guisantes y judías en vainas, que también se venden como verduras.

Cuando la pared del ovario engrosa dentro del fruto, se pasa a llamar pericarpo. Normalmente tiene tres capas diferenciadas: el exocarpo en el exterior, el mesocarpo en el centro y el endocarpo en el interior. En los frutos de hueso como los melocotones o los albaricoques, éstas se transforman en la piel, la pulpa y el hueso respectivamente.

Hay que recordar que las otras partes de la flor pueden formar parte de lo que llamamos el fruto. Los frutos se clasifican en función de su estructura.

Tipos de frutos

Frutos simples

Están formados por un único ovario alargado, con algunas otras partes de la flor. Es el tipo de fruto más común y se puede dividir en diferentes grupos:

1. Frutos carnosos (pericarpio carnoso en el momento de la maduración)

- *Bayas.* La pared del ovario es carnosa y está formada por dos o más carpelos con semillas. Las uvas, los tomates y las grosellas negras son frutos de este tipo. La pared exterior (exocarpo) puede ser de consistencia dura como en el tamarillo (Fig. 3.12) o de consistencia coriácea como en los frutos de los cítricos.
- *Drupas.* La drupa es un fruto con una sola semilla y carnoso. Está formado por una capa exterior fina (el exocarpo), un mesocarpo carnoso y un endocarpo leñoso con una sola semilla. Las cerezas, los melocotones (Fig. 3.19), los albaricoques, las ciruelas, las nectarinas y las olivas son ejemplos de drupas. Los frutos del género *Prunus*, se llaman fru-

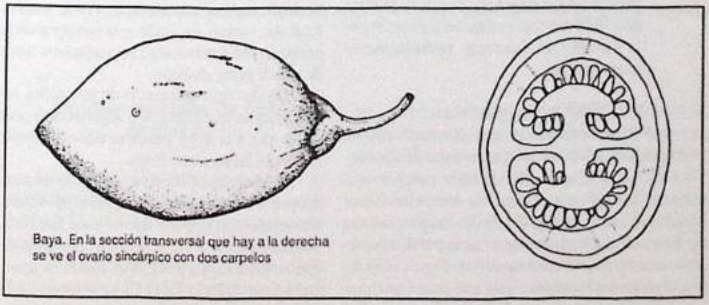


Figura 3.12 El fruto del tamarillo.

tos de hueso, ya que el endocarpo es muy duro.

- *Pomos*. Están formados por varios carpelos fusionados y rodeados de otros tejidos de la flor como el hipanto. Este tejido es carnoso y forma la pulpa de la manzana; la zona interior, el pericarpio, es el hueso, de *consistencia como papel*. Ejemplos de este tipo de frutos son las peras, las manzanas y los membrillos. Se les llama frutos de pepita o frutos en pomo (ver Fig. 3.8).

2. Frutos secos (pericarpio seco en el momento de la maduración)

- *Frutos dehiscentes* (se abren cuando están maduros). En esta categoría hay muchas subdivisiones, pero pocos de los frutos de este tipo tienen importancia en este libro. Algunos ejemplos son los guisantes, las judías, las amapolas y las crucíferas.
- *Frutos indehiscentes* (no se abren cuando están maduros)
  - Aquenios: tienen una única semilla que está unida a la pared del ovario por un único punto. Algunos ejemplos son las clemátides y los ranúnculos, mientras que la fresa es un aquenio de aquenios (ver Fig. 3.14)
  - Cariópsides (granos): tienen una sola semilla y el pericarpio está firmemente unido a la semilla rodeándola. Algunos ejemplos son los cereales y el césped.
  - Núcula: son frutos con una sola semilla muy dura, formada generalmente a partir de un ovario sincárpico. Algunos ejemplos son las castañas dulces, las nueces de macadamia, las avellanas y los pistachos. La almendra, la nuez y la nuez de pecan aunque se llamen habitualmente nueces, se clasifican botánicamente como drupas.

Frutos compuestos

Un fruto compuesto está formado por un receptáculo único en el que se agrupan pequeños frutos similares. Se forman a partir de una única flor que tiene muchos carpelos libres (apocárpica) (ver Fig. 3.13). En las zarzamoras y frambuesas, los frutos que forman el fruto compuesto son pequeñas drupas (ver Fig. 3.14a). En las fresas son aquenios, con una pulpa que procede únicamente del receptáculo floral (ver Fig. 3.14b).

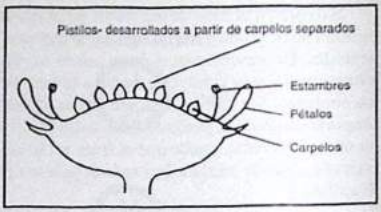


Figura 3.13 Estructura básica de una flor compuesta.

Frutos múltiples

Un fruto múltiple proviene de los ovarios de muchas flores independientes que forman un eje común, como por ejemplo el caso de las moras o las piñas.

Yemas

Se puede considerar que las yemas son brotes sin desarrollar, con o sin partes florales y que se forman tanto en las puntas de los brotes como en las zonas axilares entre las hojas y el tronco. Las que se forman en la punta de un brote lo hacen cuando el primordio que estaba formando las hojas, forma escamas (Fig. 3.15). Estas escamas contienen el meristemo apical que más tarde formará las hojas primordiales y las flores (Fig. 3.17). Las yemas en los meristemos axilares de las hojas se desarrollan de forma similar (Fig. 3.16).

En las plantas de hoja caduca la iniciación del primordio floral tiene lugar al final del período de crecimiento del brote. Por lo tanto al final del verano, en otoño y al principio de la primavera se produce algo de crecimiento antes de que la yema desborre.

Hay dos tipos principales de yemas: las yemas simples que dan lugar a hojas o flores pero no las dos a la vez y yemas mixtas que contienen tanto hojas como flores.

Se puede hacer una clasificación de las plantas por la situación de la yema floral en el brote, terminal o lateral; por el tipo de yema que tiene, simple o mixta; y por si la flor o inflorescencia que se producirá a partir de esa yema es terminal o lateral. En la Tabla 3.1 se resumen los tipos de yemas que hay y se dan ejemplos de frutales para cada tipo.

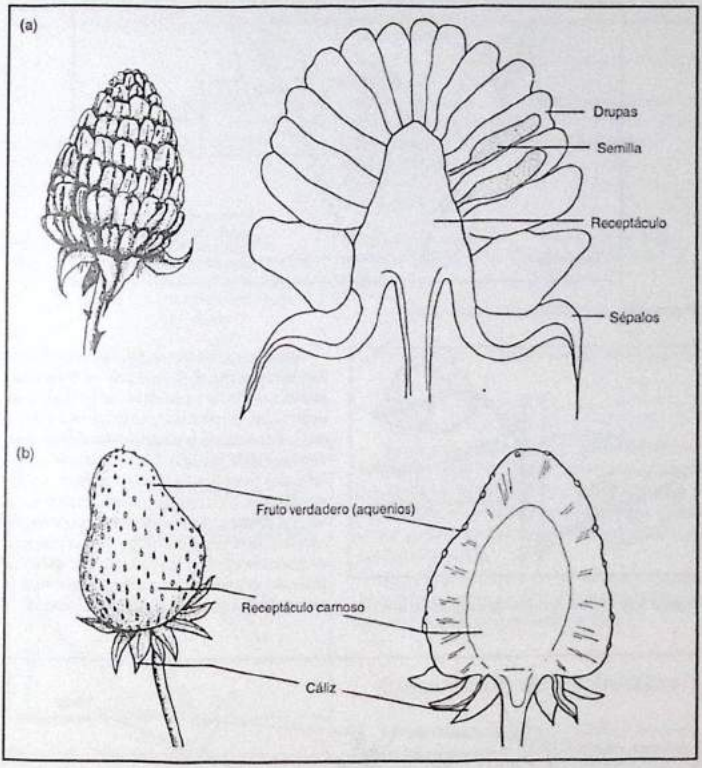


Figura 3.14 (a) Agregación de pequeñas drupas: la frambuesa. (b) Agregación de aquenios en un receptáculo carnoso: la fresa.

Algunos ejemplos de tipos de yemas

En la Figura 3.17 se puede ver una yema terminal de manzano vista al microscopio. Las partes de la flor se han dibujado de manera esquemática.

Las escamas exteriores de la yema empiezan a formarse a final de la primavera y las estructuras esquematizadas en la Figura 3.17 se forman a mitad del verano. Al final del verano las distintas partes de la flor ya están presentes, pero no se distinguen. Durante el invierno se desarrollan aunque muy poco y en primavera crecen muy rápidamente.

Las yemas de los árboles frutales de hoja caduca siguen unas etapas similares. Los frutales de hueso se desarrollan un poco después, de forma más sencilla, ya que tienen yemas simples en las axilas de las hojas. Aún así también producen escamas y brácteas y tienen una o muchas flores.

Figura 3.15 Formación de las yemas apicales.

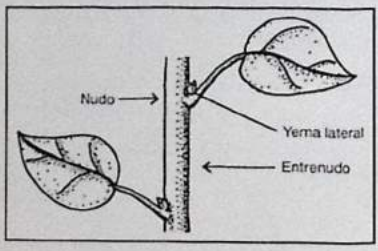


Figura 3.16 Yema lateral en la axila de una hoja.

Las yemas florales de las vides se desarrollan lateralmente en las axilas de las hojas. Las yemas son mixtas y cuando se han formado unas ocho hojas primordiales, se empieza a formar una inflorescencia terminal. En función de esto, cabría esperar que en la Tabla 3.1 estuvieran clasificadas junto con las de los frambuesos y las zarzamoras. Sin embargo, en la axila de la octava hoja primordial se forma una nueva yema primordial. Ésta empuja la inflorescencia y la pone en posición lateral y la yema es la que queda en posición terminal. Los zarcillos se forman de la misma forma que las inflorescencias, cuando la

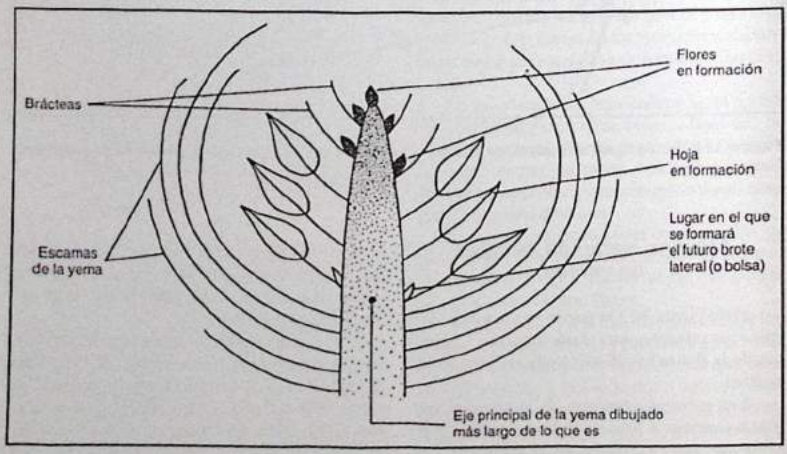


Figura 3.17 Esquema de una yema de manzano.

Tabla 3.1 Tipos de yemas florales en árboles frutales muy comunes.

		Yemas mixtas[b]	
	Yemas simples[a]	*Inflorescencia con yema terminal*	*Inflorescencia lateral*
Yemas terminales en brotes largos o cortos	Níspero del Japón	Manzanos, perales, y las flores femeninas de los pecan y los nogales	Guayabos, olivos
Yemas laterales en el brote	Frutales de hueso, groselleros, groselleros espinosos, avellanos y las flores masculinas de los pecan y de los nogal	Frambuesas, groselleros espinosos, groselleros negros	Higueras, frutas de la pasión, vides, kiwis y caquis

[a] Las yemas florales no tiene hojas; [b] Tienen hojas y flores.

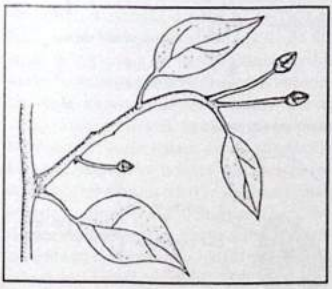


Figura 3.18 Yema mixta de un cítrico, que se ha abierto y ha formado un brote con flores y hojas.

yema ha terminado de desarrollar las inflorescencias (normalmente dos).

En los cítricos, la diferenciación de las yemas tiene lugar el verano anterior pero a diferencia del resto de los árboles de hoja caduca no se empiezan a formar hasta que se acerca la floración en primavera. Las yemas de los cítricos no se encuadran claramente en ninguna de las categorías de la Tabla 3.1. Pueden ser terminales o laterales, pueden ser simples o mixtas y en el segundo caso pueden tener flores terminales o laterales o de ambos tipos (ver Fig. 3.18).

Es muy importante que el agricultor entienda dónde y cómo se forman las yemas. Esta información es la base de una poda moderna y permite que el agricultor adapte la poda a cada planta en vez de llevarla a cabo siguiendo un patrón establecido.

En la Figura 3.19 se describe todo el proceso de formación de un melocotón y resume todo lo que se ha descrito en este capítulo.

Crecimiento de los frutales

En los últimos años las investigaciones científicas han avanzado muy rápidamente y ahora se conoce mucho mejor el crecimiento de las plantas. Parte de estos conocimientos son muy complicados y de poca utilidad para el agricultor, pero las conclusiones básicas son importantes y nos ayudan a tomar decisiones acertadas en las plantaciones. Este apartado nos da más información sobre la estructura aérea y subterránea de la planta, de como crecen y el porqué de su comportamiento. Mas adelante se discutirán con más detalle algunos aspectos prácticos de su cultivo, la poda y otros aspectos. Entender su comportamiento puede significar la diferencia entre un agricultor normal y corriente y un buen agricultor: el buen agricultor establece un vínculo sentimental con el árbol o con la vid, que surge de esta buena comprensión.

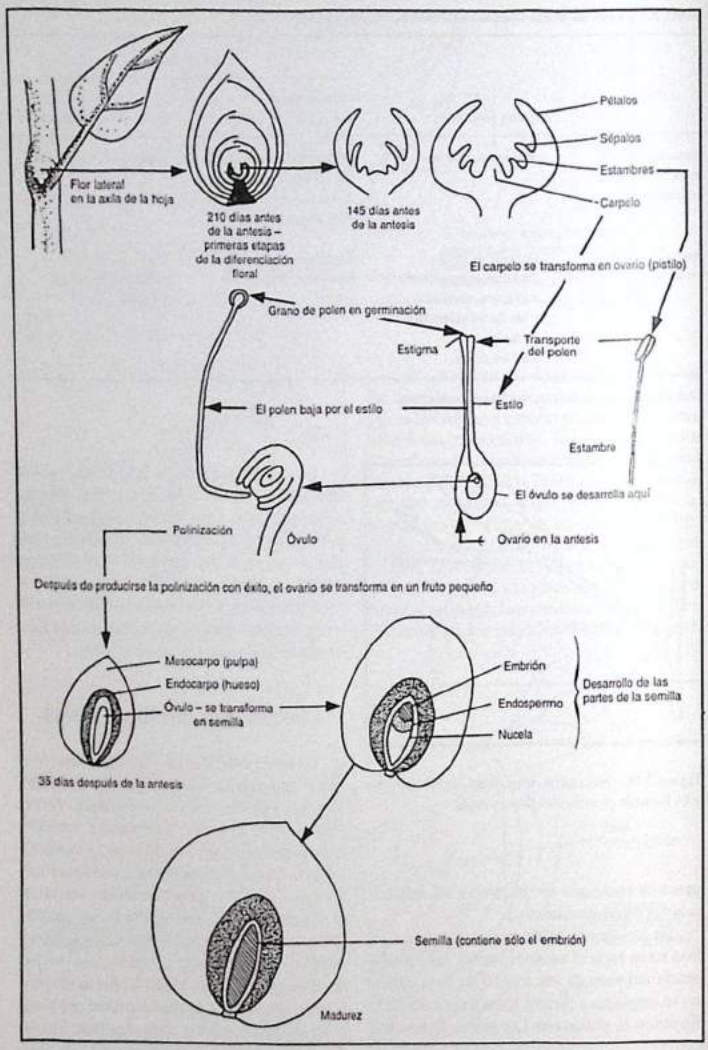


Figura 3.19 Resumen del desarrollo de un melocotón.

Crecimiento de los brotes

Al final del verano las yemas de los árboles y de los arbustos de climas templados desborran y empiezan a crecer muy rápidamente. Como ya se ha visto en los apartados anteriores de morfología, las yemas pueden estar situadas de forma lateral o terminal. En la mayoría de los casos, estas yemas se forman en el ciclo vegetativo anterior y han permanecido aletargadas durante el invierno. El desarrollo de estas yemas en primavera no es solo una respuesta a la subida de las temperaturas, sino que también ha sido posible, como veremos más tarde, gracias a la interrupción del letargo por la acción estimuladora del frío.

Como ya hemos descrito hay dos tipos de yemas: las yemas mixtas con hojas y flores y las yemas simples con solamente hojas o flores (ver Tabla 3.1). El crecimiento del brote comienza en primavera a partir de una yema mixta o vegetativa, y continúa durante un período de tiempo variable en función de la posición del brote en la planta y del tipo de planta. En los kiwis, las vides y otros tipos de plantas trepadoras, los brotes siguen creciendo durante todo el verano o gran parte de él. En el caso de las plantas trepadoras puede tratarse de una adaptación biológica para que los brotes estén siempre por encima de los arbustos o árboles que usan como soporte y además de esa forma mantiene activa su actividad fotosintética. En muchas otras plantas leñosas, el crecimiento rápido empieza en primavera, continúa durante un período limitado de tiempo y poco a poco se ralentiza hasta que se detiene ya para lo que queda de ciclo vegetativo.

Existe un número de factores que determinan la longitud del período de crecimiento y las siguientes condiciones van a tender a alargar dicho período:

- *Un clima húmedo y cálido* (especialmente si las condiciones edáficas son buenas y no falta ni agua ni nutrientes)
- *Las plantas jóvenes*. Los árboles jóvenes crecen durante un largo período, a menudo durante toda la duración del ciclo vegetativo.
- *Posición favorable de las yemas*. Los brotes formados a partir de yemas situadas en posiciones dominantes, como por ejemplo yemas en la parte alta del árbol o las más cercanas al eje de éste o en brotes verticales, especialmente si antes se ha hecho una poda drástica.

Las yemas situadas en ramas horizontales apartadas del eje principal y bajas en el eje del árbol tienden a ser más débiles. Como veremos más adelante, sin embargo estas yemas tienden a ser más fructíferas.

Factores que controlan el crecimiento de los brotes

Los factores hasta ahora mencionados afectan al crecimiento de los brotes, ejercen su control a través de hormonas; a menudo se las denomina sustancias de crecimiento de la planta. Una hormona es una sustancia química, presente y activa a muy bajas concentraciones y que regula el crecimiento y desarrollo de la planta. Estas sustancias químicas pueden ser producidas en un punto dado y ejercer su influencia en otra parte. Los científicos han desarrollado algunos compuestos artificiales similares a las hormonas naturales, aunque con alguna pequeña diferencia en la composición química. Se usa comúnmente el término de biorregulador para denominar a estas hormonas sintéticas. Los grupos principales de hormonas conocidas son las auxinas, giberelinas, citoquininas, el etileno, el ácido abscísico y compuestos relacionados con éste.

Las *auxinas* y las *giberelinas* son hormonas que estimulan el crecimiento a través de la inducción de la multiplicación y alargamiento de las células. La aplicación de giberelinas en plantas tiene efectos mucho más visibles que cuando se aplican auxinas, aunque existen algunas auxinas sintéticas que tienen una actividad muy alta y son excelentes para eliminar malas hierbas de hoja ancha (por ej., el 2,4D y otros fenoxiherbicidas). Las semillas y las hojas jóvenes en desarrollo son importantes centros de producción de auxinas y giberelinas naturales. Las *citoquininas* son conocidas como factores de la división celular, ya que se sabe que tienen un papel importante en este proceso. Las semillas en desarrollo y los ápices radiculares son puntos de producción de citoquininas.

Hay bastantes sustancias de origen natural que no estimulan el crecimiento de las plantas. Al contrario su efecto es de inhibición de los estimuladores del crecimiento. El *ácido absci-*

sico es una de estas sustancias. Se sabe que tiene un papel muy importante en la regulación de la planta ante situaciones de estrés, como por ejemplo cuando la humedad es baja. El *etileno*, que es la única hormona gaseosa en las plantas, induce la maduración del fruto en muchas especies y también puede ralentizar la elongación de los brotes, es decir que puede tener un efecto contrario al de las giberelinas.

Por lo tanto, el contenido, distribución y el equilibrio hormonal puede determinar el crecimiento de los brotes. En otras palabras, mientras que el desarrollo del brote depende del agua, de los nutrientes minerales y de los productos de la fotosíntesis, el crecimiento general de la planta está controlado por un equilibrio preciso de las hormonas procedentes de los distintos tejidos que forman parte de los brotes o de otros órganos como las raíces y el fruto.

La función de las hojas

Las hojas tienen dos funciones principales. En primer lugar son pequeñas unidades procesadores que con ayuda de la energía solar, combinan el agua y el dióxido de carbono para formar carbohidratos. Éste es el proceso de la *fotosíntesis*. Los carbohidratos son el combustible de las plantas. Pueden ser usados directamente como fuente de energía o como materiales de construcción de otros órganos de la planta. Son almacenados por ejemplo en forma de azúcares o de almidón para ser utilizados más tarde. La remolacha azucarera y las patatas son un ejemplo claro de esto. En general los agricultores intentan que reciban insolación el máximo número de hojas, lo que hace que se equilibren el desarrollo de la planta y la función reproductora. Las hojas que no reciben luz directa del sol porque otras hojas se la tapan, son ineficientes y representan una pérdida de energía. Además las yemas florales en los brotes con hojas así, suelen ser poco fructíferas.

La segunda función principal de las hojas es extraer agua del suelo y así controlar el nivel de agua en la planta. La pérdida continua de agua (transpiración) a través de pequeños orificios llamados estomas, hace que circule el agua en las raíces, tronco, ramas y ramos. Estos estomas se cierran durante la noche y el resto del tiempo se abren y se cierran dependiendo de las condiciones ambientales imperantes en cada momento. Para recuperar el agua que se pierde por la transpiración, el agua es extraída del suelo. Este agua tiene los elementos minerales esenciales que necesita la planta para su desarrollo, como por ejemplo fósforo, potasio, nitrógeno, sulfuro, calcio, etc. (ver Capítulo 7). Otras sustancias químicas como las citoquininas que se sintetizan en las raíces, pueden ser transportadas hasta partes más altas de la planta en este flujo que se forma durante la transpiración.

La pérdida de agua por transpiración ayuda a que las hojas y las plantas se mantengan frescas en un ambiente caluroso, pero también reduce/agota la humedad del suelo. Si no se recupera esta agua se puede llegar a una situación de estrés en la planta. Éstas mitigan el estrés hídrico o bien modificando la estructura de la hoja y repartiendo los estomas para reducir la transpiración como hace el eucalipto o bien produciendo una red muy extensa y potente de raíces como ocurre en las vides. Los estomas en todas las plantas se cierran cuando se produce una situación de estrés.

La dominancia apical

La manera que tiene un árbol de estructurarse en una cierta forma o figura es mediante el fenómeno de la dominancia apical.

Las hormonas juegan un papel muy importante en la puesta en marcha del fenómeno de la dominancia apical. Las auxinas producidas en el ápice de un brote en crecimiento son transportadas hacia abajo por todo el tallo y van inhibiendo el desarrollo de las yemas laterales que hay en las axilas de las hojas. Si se corta el ápice de un brote o la copa del árbol, se anula de forma temporal la dominancia apical hasta que una nueva yema o brote adquiere la función.

La inhibición del desarrollo de las yemas es menor a medida que nos alejamos del ápice y puede que algunas yemas laterales se desarrollen. Además las citoquininas, producidas por raíces activas y en desarrollo, pueden estimular el desarrollo de yemas axilares dando pequeños brotes o incluso ramas laterales grandes. Por lo tanto, el equilibrio entre auxinas y citoquininas y a lo mejor otras hormonas como el ácido abscísico, es lo que determina la dominancia apical. Este equilibrio puede cambiar en función de las condiciones de crecimiento, poda, nutrición y de factores ambientales.

Las especies de árboles frutales que tienen una dominancia apical muy fuerte tienen una

apariencia distinta a los que tienen una dominancia apical más débil. Por ejemplo, los melocotoneros que tienen poca dominancia apical, se ramifican a 20 cm o menos del ápice del brote y un árbol joven en el vivero tendrá muchas ramas laterales. Los cerezos comunes tienen mayor dominancia apical. Los árboles de estas especies ramifican menos libremente y los que se compran en vivero son como un palo con muy pocas ramas laterales.

La forma global de un árbol adulto también está determinada por un tipo de dominancia apical. Una vez que una yema lateral ha brotado, su crecimiento a partir de ese momento puede seguir bajo control apical. Por ejemplo un pino de la Isla de Norfolk tiene una dominancia muy fuerte en su tronco principal, que hace que las ramas laterales tengan una orientación muy plana u horizontal; mientras que en el melocotonero y el avellano esto no ocurre y se forma más de un brazo, dando al árbol un aspecto de arbusto. Los manzanos y los perales están en una situación intermedia y se adaptan rápidamente a un modelo de formación en eje.

Gravedad

Un brote lateral situado en una rama horizontal que está cerca del eje del árbol crecerá durante más tiempo que otro que no lo esté. Sin embargo en una rama vertical, el extremo apical crece más fuerte e inhibe el crecimiento de los brotes laterales. Por lo tanto si se quita un brote con dominancia apical de una rama vertical (ver Fig. 3.20, lado izquierdo) se inhibe la dominancia apical y se acentúa el efecto de proximidad al tronco principal.

En los manzanos, los perales y los ciruelos europeos, este movimiento hacia la horizontalidad también fomenta la formación de brotes cortos, llamados lamburdas y puede incrementar el potencial de fructificación de una rama. Todavía no se conocen todas las causas por las que una rama responde de esta manera, pero parece que en cierto modo se debe a la acción de la gravedad en los tallos orientados en distintos ángulos, afecta a la distribución de las hormonas, que por lo tanto modifica el crecimiento y a lo mejor también la inducción floral.

Hay que señalar que cada planta reacciona a su manera a la dominancia apical y a la gravedad. Entre los frutales más comunes, aquéllos con flores en las lamburdas tienden a reaccionar de forma más llamativa. Las vides y los árboles que florecen en la madera de un año, responden menos a la curvatura y a la extensión en términos de crecimiento. En cuanto a la iniciación floral aparentemente no responden.

Patrones

En los manzanos y en otros árboles frutales, se puede modificar el vigor y la productividad del árbol injertando las variedades comerciales seleccionadas sobre patrones francos o clonales. En la mayoría de los casos, estos patrones se obtienen por clonación de plantas madre o por enraizamiento de estaquillas de plantas madre

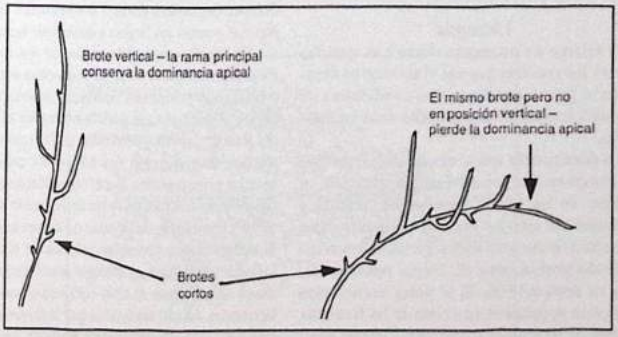


Figura 3.20 Dominancia apical fuerte y débil, a causa de la orientación de la rama.

(ver Capítulo 9). Sin embargo, también se pueden obtener por crecimiento de semillas de las especies o variedades apropiadas.

En los manzanos, los patrones enanizantes reducen el vigor de la planta y fomenta la formación de más yemas florales en los árboles jóvenes. Se dice que estos patrones han inducido «precocidad» cuando se aumenta la productividad de los árboles jóvenes. Ya hemos mencionado tres formas a través de las cuales los patrones reducen el vigor del árbol. En primer lugar haciendo cortes en los troncos de árboles con patrones enanizantes se observa una mayor proporción de corteza que de madera, comparado con árboles que no tienen patrones de este tipo. Esto refleja una diferencia en el ritmo de crecimiento o puede que los modelos de crecimiento se vean alterados de tal forma que afecte al crecimiento de la planta. La segunda posibilidad es que las hormonas producidas en las raíces afecten al crecimiento vegetativo de los tallos (troncos). De ese modo los patrones enanizantes producen menos sustancias promotoras del crecimiento. Una tercera posibilidad es simplemente que los patrones enanizantes formen sistemas radiculares menos complejos o menos eficientes a la hora de absorber agua y nutrientes. Por ahora no hay suficientes evidencias para probar ninguna de las tres teorías. Lo que sí se sabe es que los manzanos con muchos de los patrones enanizantes forman árboles que tienen que ser conducidos con postes o en espaldera. Esto hace pensar que tienen un sistema radicular pequeño y limitado espacialmente.

Letargos

El letargo es un estado durante el cual las yemas y las semillas que son viables no se desarrollan ni germinan, aunque las condiciones de humedad, temperatura y oxígeno sean las adecuadas.

La dominancia apical es una manifestación del letargo en las yemas. En esta situación, el desborre de las yemas laterales es inhibida y continúan en letargo hasta el siguiente ciclo vegetativo, o durante varios ciclos vegetativos pudiendo prolongarse de forma permanente, hasta su desaparición. Si la yema no desborra en el ciclo vegetativo en el que se ha formado, su nivel de letargo se incrementa durante el siguiente otoño y ya no es controlado únicamente por la dominancia apical. Han superado el letargo invernal, condición indispensable en las plantas leñosas de hoja caduca para que se desarrollen en zonas en las que el invierno es duro. El letargo previene el desborre de las yemas en períodos calurosos de finales de otoño o finales de invierno, en los que si luego se produce una fuerte helada podría llegar a destruir estas yemas.

El final del letargo es estimulado por la exposición de las yemas o las semillas a temperaturas por encima de las temperaturas que producen heladas, pero siempre por debajo de un umbral para las especies en cuestión. El número de horas o días de frío que se necesitan también dependen de la especie y de la variedad. Esto es equivalente al momento en el que en condiciones naturales la planta ya ha superado el período de riesgo y las yemas ya pueden desborrar, ya que llega la primavera.

El letargo es un fenómeno complejo pero que seguramente está controlado por hormonas naturales. El letargo de las yemas y las semillas se puede interrumpir aplicando giberelinas. Las citoquininas interrumpen el letargo por dominancia apical en verano. También hay factores físicos que influyen: la dureza de las cubiertas seminales o escamas alrededor de las yemas, que pueden impedir el crecimiento o reducir los intercambios gaseosos hasta el meristemo.

En zonas con inviernos suaves, donde no hace suficiente frío, se puede producir una interrupción incompleta del letargo en la primavera. Como consecuencia, no todas las yemas desborran a la vez y la floración se alarga en el tiempo, llegando a durar 3 ó 4 semanas. Incluso algunas yemas no llegan a desborrar nunca.

En teoría es posible controlar los letargos modificando los niveles de hormonas naturales o aplicando hormonas sintéticas (biorreguladores). Por ejemplo, se podría estimular el inicio del letargo invernal o retrasar la floración como técnica de reducción del riesgo de daños por heladas primaverales. Desafortunadamente, esta posibilidad todavía no se ha demostrado que sea viable, posiblemente porque no se han usado los biorreguladores o combinaciones de biorreguladores adecuadas, o porque estos biorreguladores no alcanzan el sitio correcto o porque las hormonas no son las únicas que influyen en este proceso. Por otro lado, la cianamida, que es un biorregulador utilizado para interrumpir los le-

targos primaverales, se usa mucho actualmente para facilitar el cultivo de plantas adaptadas a climas templados en zonas subtropicales.

El crecimiento de las raíces

La función de las raíces

Las raíces tienen las siguientes funciones:

- *Sirven de soporte* a la planta durante toda su vida. Esta función de anclaje es cada vez más importante a medida que el árbol aumenta de tamaño.
- *Proporcionan humedad a la planta.* No solo proporciona el agua que la planta necesita para formar o reparar sus estructuras, sino también el agua que necesita para la transpiración. En condiciones de calor, sequedad y viento, el volumen de agua que se necesita es mucho mayor.
- *Absorben los nutrientes del suelo*, como el nitrógeno, potasio, fósforo y mucho otros elementos. También pueden ser absorbidas otras sustancias, como por ejemplo venenos que pueden matar a la planta, y probablemente vitaminas, sustancias de crecimiento de las plantas y otros compuestos orgánicos complejos. Las raíces pueden también estar asociadas con micorrizas (hongos), que pueden ayudar a absorber nutrientes que la planta no podría absorber por sí sola.
- *Las raíces participan en la regulación del crecimiento de la planta* a través de la producción y transporte de hormonas u otras señales químicas, tanto a las propias raíces como a los órganos aéreos de la planta.
- *Las raíces almacenan compuestos orgánicos y minerales* en forma de reservas para cuando se necesiten. Estas reservas también se almacenan en los órganos aéreos de la planta. La movilización de estos carbohidratos, aminoácidos y minerales es especialmente importante durante o después de situaciones de estrés o en primavera para el crecimiento de los brotes y de las flores.

Extensión del sistema radicular

Para que se lleven a cabo las funciones arriba descritas, el sistema radicular tiene que desarrollarse subterráneamente. Este desarrollo se produce al azar y depende del tipo de raíz y de la naturaleza del suelo, en especial de su estructura y textura. Las raíces no se desarrollan bien en zonas muy húmedas y con nutrientes. Al contrario, si tienen que buscar agua o nutrientes proliferarán mucho y explorarán un área mayor.

En la Figura 3.4 hay un esquema de la estructura del ápice de la raíz. A medida que avanza el tiempo, la raíz adquiere un aspecto similar al de la Figura 3.21.

Factores que afectan al ritmo de crecimiento de las raíces

El ritmo de avance de una raíz en una zona de suelo aún no explorada, depende de tres factores:

- *De los productos formados en ese momento gracias a la fotosíntesis o procedentes de alguna reserva.* Si la planta no dispone de reservas y su actividad fotosintética es mí-

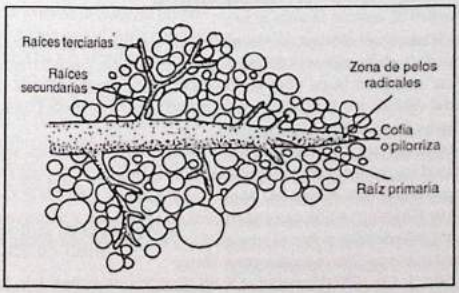


Figura 3.21 Estructura de la raíz.

nima, el crecimiento de la raíz estará muy limitado.

- *De la temperatura.* A mayor temperatura (por encima de 35-40°C) más rápido es el ritmo de crecimiento. La temperatura del aire tiene poca influencia directa en el crecimiento de la raíz. En otras palabras, si la temperatura del aire es alta pero el suelo está frío, los brotes puede que crezcan rápidamente pero las raíces difícilmente crecerán algo. También se produce la situación contraria y algunas veces, para mejorar la multiplicación, se aumenta de forma artificial la temperatura del suelo por encima de la del aire para estimular el crecimiento de las raíces.
- *Estructura y textura del suelo.* Tiene que haber circulación de aire en el suelo para que llegue oxígeno a las raíces y así permitir que se libere el dióxido de carbono. En suelos con una estructura pobre, sobre todo si el tamaño de la partículas es muy pequeño y se encharca a menudo, las raíces pueden morir por falta de oxígeno y el nivel de dióxido de carbono puede aumentar hasta alcanzar niveles tóxicos. La estructura del suelo también determina la cantidad de agua que es absorbida y que está disponible para la planta, así como la resistencia que debe vencer la raíz para seguir con su avance por el suelo. En general un suelo húmedo opone menos resistencia que uno seco. El tamaño de los poros del suelo puede cambiar el grado de ramificación de una sistema radicular. Un tamaño pequeño de poro puede impedir el avance de la raíz primaria y por lo tanto inducir la ramificación del sistema radicular. De esta forma las raíces secundarias se desarrollan más y exploran el suelo. En un suelo con un tamaño grande de poro, como es el caso de suelos arenosos o con gravas, las raíces estarán menos ramificadas y penetrarán más profundamente. Abarcarán un mayor volumen de suelo pero no lo explorarán tan a fondo.

Relación entre las raíces y la planta en general

La efectividad de un sistema radicular puede ser únicamente valorada en función del rendimiento de la planta en conjunto. Hasta hace muy poco no se conocían en profundidad los detalles de la relación entre las raíces y los brotes de la planta. Por ejemplo se ha descubierto que existe una relación directa entre el peso seco de los brotes y de las raíces. Generalmente el ratio es de 2:1 entre brotes y raíces. Si se quita parte de la copa, las plantas lo compensan desarrollando una nueva a expensas de las raíces. De la misma forma unas raíces en buen estado harán que la parte aérea de la planta se regenere más hasta que la relación se compense de nuevo.

Asumiendo que este ratio no está excesivamente alterado, se ha concluido que la parte aérea es la que crea las necesidades de agua y nutrientes, es decir que no son las raíces las que por sí solas controlan el crecimiento de la planta. Sin embargo cuando una planta está sometida a estrés este ratio brote:raíz disminuye.

Bibliografía

La primera parte de este capítulo describe la morfología y desarrollo de las estructuras de la planta más significativas para el agricultor. Aún así, si se quiere obtener una información más detallada, se puede consultar cualquier buen libro de botánica. Por ejemplo podemos citar el *Flowering Plants of the World*, editado por V.H. Heywood (Oxford University Press, Oxford, 1985) muy bien ilustrado y que trata con más detalle estos temas.

También se puede consultar cualquier libro o artículo que hable de fisiología vegetal para conocer con más profundidad los detalles sobre el crecimiento de las plantas. *Tree Fruit Physiology: Growth and Development*, editado por Karen M. Maib y publicado en 1996 por el *Good Fruit Grower Magazine* (Yakima, Washington) da una panorámica de estos temas y además está dirigido a fruticultores. Para tener más detalles sobre el crecimiento y los factores que afectan a dicho crecimiento, se pueden consultar por ejemplo estos otros libros:

Kozlowski, TT and Pallardy, S.G. (1997) Physiology of Woody Plants, 2nd edn. Academic Press, London.
Ridge, I. (ed.) (1991) Plant Physiology. Open University/Holder & Stoughton, London.
Salunkhe, D.K. and Kadam, S.S. (eds) (1995) Handbook of Fruit Science and Technology. Marcel Dekker, New York.

4
Las flores y los frutos

David Jackson

La inducción floral

En el Capítulo 3 se habla de los distintos tipos de yemas y de su formación. En la primera parte de este capítulo se va a hablar de algunos de los factores que estimulan o inhiben la inducción floral en las yemas. Hay que recordar que el término inducción se refiere a la diferenciación de las distintas partes de la flor en la yema o al cambio de una yema sólo vegetativa a una con función reproductora. Algunas veces se llama inducción a los primeros estadios y diferenciación a los siguientes.

La inducción de una yema floral en los árboles de hoja caduca se produce en algún momento entre la formación de las hojas en la primavera y su caída en otoño. El momento exacto depende de la especie. Por ejemplo los groselleros comunes y muchas fresas inician la inducción floral, justo antes de la caída de las hojas cuando los días ya son cortos, pero muchos otros cultivos frutales no son sensibles a la duración del día. Los factores que controlan la inducción floral de las yemas ya están activos 6 a 12 meses antes de la floración. En árboles de hoja perenne, las flores se diferencian en las yemas normalmente en el mismo ciclo vegetativo, justo antes de la floración.

Los factores que influyen en la inducción floral

Se ha observado que los siguientes factores o prácticas de cultivo influyen en la inducción floral, aunque hay que tener en cuenta que pocas veces existe un único factor limitante o inductor.

Carga del cultivo

En cultivos como el manzano, donde la mayoría de los frutos están en ramos cortos (lamburdas) sobre las ramas de 2 a 4 años de edad, el factor más importante a la hora de determinar si se produce la inducción floral en esa lamburda es la presencia o ausencia de un fruto en desarrollo. Los frutos en desarrollo inhiben la formación de la flor bien por la competencia por la energía y minerales, bien por la producción y transporte de hormonas que estimulan más el crecimiento vegetativo que la floración. Ambos mecanismos pueden estar involucrados. Esta relación entre la fructificación y la floración en las lamburdas de un manzano es la razón por la que se hace el aclareo de frutos (cortar todos los frutos de algunas de las lamburdas) para tener cosecha todos los años.

Luz

Para que la inducción y diferenciación floral se produzca satisfactoriamente, tiene que haber un aporte adecuado de los productos de la fotosíntesis (carbohidratos). Por lo tanto una baja intensidad luminosa, como la que se puede producir en las partes inferiores o interiores de un árbol, planta trepadora o arbusto limita la inducción floral. Una de las razones por las que es importante una buena poda y un buen siste-

ma de formación, es para distribuir la luz de manera más uniforme y que así no se reduzca mucho la productividad en las partes inferiores o interiores del árbol.

Nutrición

Generalmente, un aporte adecuado de nutrientes favorece el proceso de la inducción floral de las yemas. Parece que el nitrógeno es el elemento más importante: se ha visto que estimula la formación de yemas florales en los manzanos y otros frutales. Sin embargo se pueden dar situaciones en las que un exceso de nitrógeno provoque un efecto contrario, ya que se estimula y prolonga demasiado el crecimiento vegetativo de brotes muy vigorosos y se sombrean algunas zonas del árbol.

Agua

Una baja disponibilidad de agua en el suelo puede limitar el desborre de las yemas en muchos frutales. Por otro lado, se ha observado en cítricos cultivados en áreas muy secas, que se puede controlar el momento en el que se produce la inducción floral, reduciendo el riego en ese instante. Por lo tanto un poco de estrés hídrico puede estimular en algunas plantas la inducción floral.

Temperaturas

Las altas temperaturas tienden a estimular el crecimiento vegetativo y pueden provocar una proliferación de vegetación que acentúe los efectos negativos sobre la inducción floral por la falta de intensidad luminosa. Sin embargo en las vides, la inducción es mejor si se produce cuando las temperaturas diurnas son altas, independientemente del régimen de luz.

Gravedad

Doblar las ramas del manzano, peral, ciruelo y cerezo hasta una posición horizontal o incluso por debajo de la horizontal, reduce el crecimiento vegetativo y estimula la inducción floral de las yemas.

Los patrones y el vigor del árbol

La reducción del vigor y la distribución adecuada de la luz dentro del árbol que se consigue con patrones enanizantes, es una forma de adelantar la floración y fructificación en manzanos jóvenes. Sin embargo, todavía no está clara la relación exacta con los patrones enanizantes, ya que no se han observado estos efectos en algunos patrones de manzanos con vigor limitado. Además se ha visto en el caso de los cerezos dulces que utilizar patrones enanizantes no estimula la precocidad. Aún así, detener la elongación del brote es un requisito imprescindible para que se produzca la diferenciación floral en las plantas de floración apical y generalmente se asume que incluso en especies como el melocotonero, donde la floración se da en las axilas de las hojas, ralentizando el crecimiento de los brotes, se consigue disponer de más energía para la formación de la yema. Se sobreentiende que las hormonas producidas en las raíces participan en el control del vigor y en la formación de las yemas florales, pero esto todavía no se ha demostrado de forma concluyente.

Muy a menudo, un árbol muy vigoroso influye de forma negativa en la inducción floral. Esto ya se mencionó cuando se habló de la nutrición nitrogenada, pero hay otras formas de entender este punto que pueden ser de utilidad a los agricultores para mejorar la floración y la productividad. Por ejemplo la posición de las ramas es muy importante porque una rama vertical tenderá a crecer más fuerte que una horizontal pero también tenderá a formar menos lamburdas fructíferas. Un árbol joven tiene tendencia a crecer vegetativamente durante más tiempo y entonces se formarán menos flores, mientras que un árbol más adulto terminará antes su crecimiento vegetativo y entonces desarrollará más yemas florales. Por lo tanto, los biorreguladores capaces de reducir o incluso parar la elongación de los brotes son muy útiles para emplearlos en manzanos jóvenes.

Hormonas

Los biorreguladores como por ejemplo etefon, daminozida y paclobutrazol ralentizan el crecimiento de los brotes, inhibiendo a las giberelinas naturales que son las que estimulan la elongación de los brotes en los árboles y plantas trepadoras. Por lo tanto, las giberelinas a menudo son inhibidoras de la formación de las flores. Esto se puede demostrar fácilmente aplicando ácido giberélico en los melocotoneros (ver Fig. 4.1). Los árboles que se tratan con mucho ácido giberélico desarrollan brotes largos y delgados con entrenudos muy largos y con muy

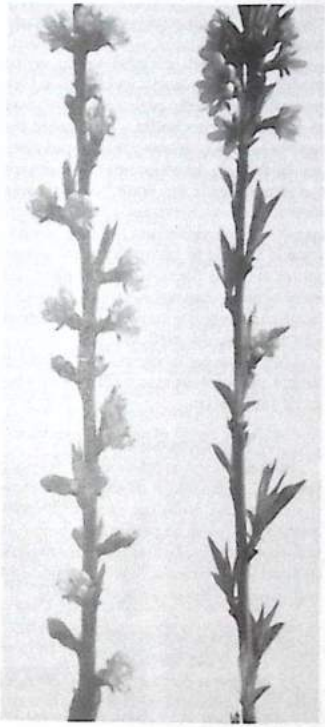


Figura 4.1 Influencia del tratamiento de ácido giberélico en la floración del melocotonero. Se puede apreciar la gran cantidad de yemas vegetativas en el brote de la derecha, perteneciente a un árbol que ha sido tratado con 75 ppm de ácido giberélico 10 meses antes.

pocas flores. Con cantidades menores los efectos sobre el crecimiento no son tan evidentes, pero el efecto sobre la floración se mantiene. Este efecto puede ser usado de manera beneficiosa para reducir el tiempo que se necesita para el aclareo manual de los frutos al año siguiente del tratamiento.

En el Capítulo 9 se profundiza más sobre el uso de los biorreguladores en la fruticultura.

Becería (también llamado alternancia)

La becería es un problema sobre todo en los manzanos, aunque también se da en los perales, en algunos frutales de hueso (por ej., albaricoqueros y ciruelos) y en frutos tropicales. Este fenómeno consiste en que un año el cultivo es muy productivo y al siguiente es muy poco productivo. Puede afectar a la totalidad del árbol, a plantaciones enteras o a zonas de cultivo. La becería es un problema relacionado específicamente con una mala floración y no con una producción baja de frutos a causa de una mala polinización.

Sin embargo, muy a menudo hay algo que desencadena la becería, como por ejemplo una helada o una enfermedad y que hace que la producción de ese año en particular sea muy baja. Ese año la inducción floral es muy abundante y al año siguiente la producción es tan grande que la inducción floral es más limitada. Se ha iniciado el ciclo de la becería.

El principio fisiológico de este fenómeno es que una lamburda de manzano que fructifica un año dado, normalmente no florece al siguiente, es decir que las lamburdas por sí mismas tienen una tendencia a la becería. Un árbol que florece y produce frutos todos los años siempre tendrá algunas lamburdas latentes. La becería se produce cuando todas las lamburdas del árbol están a la vez en latencia.

Una forma muy fácil de reducir el efecto de la presencia de frutos sobre la becería es hacer un aclareo muy fuerte ese año. Sin embargo, se ha demostrado que hay que quitar los frutos durante las 3 ó 4 semanas de plena floración, para que se note el efecto. La única manera de llevar a cabo esto de manera rentable y de forma práctica es usando productos químicos que eliminen las flores o los frutos jóvenes. El aclareo químico es una práctica muy común e importante en las zonas donde se cultivan manzanos, pero es menos efectiva con otros cultivos.

Otro punto importante a mencionar acerca de la becería es que las lamburdas por sí solas se vuelven más beceras a medida que envejecen. Por lo tanto, las podas de rejuvenecimiento acompañadas de podas de formación orientadas a maximizar la penetración de la luz en el árbol, pueden reducir significativamente la susceptibilidad de los frutales a la becería.

El cuajado

El término cuajado es muy general y ambiguo pero se usa mucho en fruticultura. Describe la presencia del fruto en el árbol o viña durante un período de tiempo no determinado después de la plena floración. Por ejemplo si un manzano tiene muchos frutos pequeños un mes después de la plena floración se dirá que ha habido un buen cuajado. Sin embargo, si muchos de esos frutos se caen entre junio y diciembre se dirá que ha habido una caída muy fuerte de frutos o un mal cuajado. El término cuajado implica que la flor ha sido polinizada y fecundada y como consecuencia el ovario y los tejidos adyacentes son capaces de transformarse en un fruto. Si no se produce la fertilización, normalmente el fruto se cae. Sin embargo, hay otras razones por las que las flores se caen o el fruto aborta antes de madurar en el árbol. La caída de las flores o los frutos se puede producir en distintos momentos:

- *Caída temprana de la flor* – las flores que abortan antes de su apertura o durante el período de floración son a menudo pequeñas y si se examinan de cerca se puede ver que tienen los pistilos sin desarrollar.
- *Caída tardía de la flor* – las flores que se caen poco después de la antesis, lo hacen porque se ha producido mal la polinización o por algún fallo en la fertilización.
- *Caída del fruto a mitad del ciclo vegetativo* – se llama a menudo caída de junio o de diciembre. Se hablará de ello en el apartado del desarrollo del fruto.
- *Caída del fruto antes de la cosecha* – este fenómeno se discutirá con más detalle en el Capítulo 6.

Aunque ya se ha hablado de la polinización y la fecundación, es necesario estudiarlos más profundamente y ver cómo afectan al cuajado de los frutos y el control que pueden ejercer los productores sobre estos procesos.

Polinización

Cuando el polen está maduro, las anteras se abren y los granos de polen salen – esta etapa se llama la antesis, que es un término que también se usa para describir la plena floración. La duración de la liberación del polen depende de las especies. Puede durar 1-2 días en cerezos, 1-3 días en las fresas, 1-5 días en melocotoneros y manzanos, 2-7 días en perales y 2-9 días en frambuesos.

El estigma está receptivo en cuanto se recubre de un exudado azucarado en el cual los granos de polen pueden germinar. Los estigmas en estas condiciones brillan y permanecen receptivos hasta que se secan y se vuelven marrones. La duración del período en el que son receptivos depende del fruto y de factores climáticos. En los manzanos y en los perales, no todos los estigmas de una flor están receptivos a la vez, por lo tanto se alarga el tiempo durante el cual la flor es receptiva al polen. En los groselleros comunes el estigma se vuelve receptivo antes de que los pétalos se desdoblen y permanece así durante 5 días.

Las dos vías por las que el polen alcanza el estigma son por el aire (anemófila) y por los insectos (entomófila).

Polinización anemófila

Suele producirse en plantas con flores poco llamativas. La producción de polen es abundante y los estigmas puede que estén ramificados para atrapar el polen. La polinización anemófila se da en los nogales, los avellanos, los castaños, las moreras y en las vides. Solo se necesita luz y movimiento del aire para que se produzca.

La polinización entomófila y por los pájaros

En las plantas polinizadas por insectos, el polen no cae desde las anteras abiertas, sino que está pegado en la parte exterior de las anteras encogidas hasta que lo cogen los insectos, especialmente las abejas. Los insectos son necesarios para la polinización de muchos cultivos frutales, con excepción de los mencionados en el párrafo anterior. Las flores que son polinizadas entomófilamente son a menudo muy vistosas. Las secreciones de néctar producidas en los nectarios, situados en el receptáculo, en la base de los pétalos, también atraen a las abejas y a otros insectos.

Sólo un fruto común, la feijoa, es polinizado por pájaros. Los pájaros al igual que los insectos, son atraídos por el polen y durante su alimentación transportan el polen.

Fertilización

En las plantas capaces de *autofertilizarse*, el polen fertiliza los óvulos de los ovarios de la

misma flor, de otras flores de la misma planta, y/o de flores de otras plantas pero de la misma variedad. En la fertilización cruzada, el polen es incapaz de fertilizar los óvulos de esa planta. El polen tiene que proceder de una planta de la misma especie pero de otra variedad o de una planta de otra especie cercana. Por ejemplo el polen de muchos manzanos silvestres e híbridos (por ejemplo *Malus bacata*) puede polinizar de forma eficaz variedades comerciales de manzanos (*Malus domestica*).

Cuando los granos de polen alcanzan el estigma, germinan y el tubo polínico crece dentro del estilo. Penetra en el saco embrionario a través del micropilo y la nucela (ver Figs. 3.11 y 4.2). Uno de los núcleos espermáticos se une con la célula del huevo que está en el saco embrionario y así se forma el cigoto. Luego se transforma en el embrión de la semilla, que es diploide en su información genética y es lo que luego formará la nueva planta. El segundo núcleo espermático se une con los dos núcleos polares del óvulo para formar el endospermo. El endospermo es triploide y es una importante fuente de reservas para la plántula que se está formando en el momento de la germinación. Al igual que el embrión, el endospermo produce hormonas. Los otros elementos que se ven en la Figura 4.2, las antípodas, las sinérgidas y el núcleo del tubo parece que no juegan ningún papel una vez formado el embrión y entonces desaparecen.

Los agricultores tienen muy poco interés en lo que es la semilla en sí misma, pero tienen que recordar que si la semilla no se forma, porque se produce algún fallo en la polinización o la fertilización, en la mayoría de los casos no se produce el cuajado.

En la fertilización se pueden producir dos problemas dignos de mención.

Apogamia

Este término describe la formación de semillas sin que se haya producido la fertilización. De entre los cultivos frutales más comunes de clima templado o subtropical, los cítricos son los únicos en los que se da la apogamia. En las especies en las que se da la apogamia, la semilla puede crecer y dar varias plántulas. Una de ellas se desarrolla de forma normal y tendrá las características de ambos padres, será de origen sexual. Las otras se originarán todas a partir de la semilla que

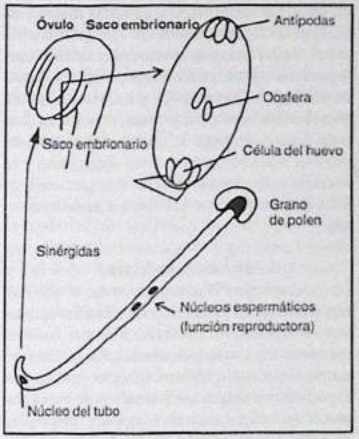


Figura 4.2 Saco embrionario y grano de polen en germinación.

no ha sido fertilizada, serán idénticas entre sí y serán clones del parental femenino.

Partenocarpia

A veces el fruto se forma sin que se produzca la polinización, la fertilización, o ambas. Esto se llama partenocarpia. Se da en la uva apirena Currant, en las naranjas Washington navel y en los plátanos y se puede inducir en plantas normalmente semilladas aplicando hormonas.

En las plantas no partenocárpicas, si no se produce la polinización y la fertilización, no se forma el fruto. El cuajado es un proceso muy importante, y por lo tanto es necesario conocer cuáles son los factores que influyen en este proceso. Se puede abordar desde dos puntos de vista; cuáles son los factores intrínsecos del árbol y cuáles son los factores externos o del ambiente.

Factores intrínsecos del árbol que producen un cuajado pobre

Ausencia de polen viable

Las flores de algunos frutales como las de los naranjos Washington navel o los manzanos Gravenstein, tienen polen estéril, incapaz de germinar o de hacer que se produzca la fertili-

zación. Hay otras plantas llamadas dioicas, en las que las flores masculinas que producen el polen están físicamente separadas de las flores femeninas y a menudo en pies distintos, como en el kiwi. En los nogales y los avellanos y en menor medida en otras plantas, el polen es liberado antes o después de que el estigma esté receptivo. Esto se conoce como dicogamia, y se necesita seleccionar especies complementarias para que coincidan en el tiempo ambos procesos.

Huevos no fértiles

Los naranjos Washington navel, no sólo tienen polen no fértil sino que también tienen huevos no fértiles. Lo mismo ocurre con las uvas currant y los cerezos japoneses. En las dos primeras especies se obtiene cosecha gracias a su capacidad intrínseca a la formación de frutos partenocárpicos; por su parte el japonés cerezo pierde el fruto y no tendrá cosecha. Incluso en plantas con polen y huevos normalmente viables, un cierto número de ovarios contienen huevos no fértiles. En algunos frutales de hueso, hasta el 20% de las flores puede llegar a perder por completo todos los pistilos; estas flores son más pequeñas que el resto y a menudo salen de yemas más pequeñas de lo normal.

Incompatibilidad

Es una causa muy común de fallo en la fecundación y se puede producir aún cuando la polinización cruzada se ha realizado con éxito. En estos casos el tubo polínico es incapaz de crecer por debajo del estilo por causas genéticas y por lo tanto también bioquímicas en estas dos estructuras. Normalmente el tubo polínico empieza a formarse pero su desarrollo se ralentiza una vez que se ha introducido por el estilo. La autoincompatibilidad es la forma más común de incompatibilidad; suele darse entre el estilo y el polen de una misma variedad. En la mayoría de las variedades de cerezo y de almendro, en muchas de ciruelos y en la mayoría de las de manzanos y perales se da esta autoincompatibilidad. Es imprescindible que se produzca la polinización cruzada, por lo tanto estas variedades tiene que ser plantadas mezcladas con otras que hagan de polinizadoras. Algunas veces se da una incompatibilidad cruzada, en cuyo caso sólo sirven para fecundar estos frutos especies seleccionadas. Los frutales que necesitan más habitualmente polinizadores específicos son los cerezos comunes, los ciruelos y los perales pero hay casos de incompatibilidad cruzada en muchas otras especies. Es muy importante conocer con detalle estas relaciones, en el caso de que se esté considerando mezclar especies diferentes y se necesite que se produzca la fecundación cruzada.

Hay distintos grados de autofertilidad. Algunas especies de manzanos son autoincompatibles en parte y por lo tanto cuando son fecundados por otras plantas producen plantas más fuertes. Los factores ambientales pueden alterar el grado de incompatibilidad; la temperatura es muy importante ya que influye en el crecimiento del tubo polínico. Con unas condiciones óptimas de temperatura el tubo polínico surgido de un polen incompatible crece a un ritmo mucho más rápido para alcanzar rápidamente el ovario, antes de que el óvulo muera.

Factores externos que influyen en el cuajado

Los siguientes factores externos, algunos de los cuales son controlables por el agricultor, pueden afectar al cuajado.

La nutrición mineral

Se ha visto que cuando se aplica nitrógeno en otoño, se incrementa el cuajado en los manzanos. Por otro lado, un exceso de nitrógeno fomenta el crecimiento vegetativo y reduce la inducción floral. En algunas ocasiones, se ha pulverizado boro para incrementar el cuajado en los avellanos, demostrando que los microelementos pueden tener también un papel muy importante en algunas situaciones. De todos modos se piensa que una falta de fertilización mineral puede hacer que se reduzca el cuajado.

La poda, aclareo y anillado

La poda puede favorecer el cuajado o no, dependiendo del tipo y grado de poda. Se puede esperar, teóricamente, que si la poda reduce el número de botones florales en relación con el volumen del árbol, habrá más reservas disponibles para los botones florales que queden, mejorando su vigor y su capacidad de cuajado. El aclareo de los botones florales que están floreciendo o casi se puede realizar con productos químicos y esta práctica hace que se mejore la

nutrición de los botones florales que se dejan en el árbol. Sin embargo, esto puede que no haga aumentar el rendimiento, especialmente si se eliminan demasiados botones florales o si después del tratamiento se produce una fuerte helada que puede matar a muchas de las flores que quedan en el árbol.

Se ha demostrado que el anillado incrementa el cuajado en muchas variedades de vid. En algunos casos se ha visto que también funciona con otros frutales, pero no se usa de forma habitual.

Edad y vigor de la planta

Los árboles jóvenes tienen tendencia a formar menos frutos y más tempranos que los árboles maduros.

Localidad y estación

Es muy habitual que la zona y la estación del año, influyan en el cuajado. Las razones no se conocen con exactitud pero algunos de los factores que se mencionan a continuación pueden ser causas probables.

Temperaturas

Las temperaturas por debajo de los 0°C (sobre todo por debajo de −2°C) durante la floración pueden destruir los pistilos. Las bajas temperaturas aunque estén por encima de la de riesgo de helada pueden interferir en el cuajado reduciendo la actividad de las abejas y por lo tanto la polinización. La miel de las abejas está prácticamente inactiva hasta que la temperatura del aire no está por encima de los 15°C. Como ya se ha mencionado, las bajas temperaturas después de la polinización reducen el cuajado, ya que evitan la germinación del polen o ralentizan el crecimiento del tubo polínico.

Luz

El efecto de la luz sobre el cuajado parece un factor importante en las especies que florecen después de la formación de las hojas. Por ejemplo, en racimos de uvas independientes, la baja intensidad luminosa reduce su cuajado. Por esta razón las estructuras abiertas permiten mejores cuajados que las muy densas.

La lluvia

La lluvia durante la floración es una causa muy común de un cuajado pobre. Puede reducir el cuajado porque evita la dehiscencia de las anteras y lava las secreciones estigmáticas. Además también se reduce por las condiciones climáticas asociadas con la lluvia, como por ejemplo las bajas temperaturas, la baja intensidad luminosa, la reducción de la actividad de las abejas, etc.

El viento

Los vientos cálidos y secos pueden desecar la superficie del estigma y de esta forma evitar que el polen permanezca ahí y germine. La actividad de las abejas es máxima cuando la velocidad del viento es inferior a 3 $km \cdot h^{-1}$ y disminuye gradualmente a medida que la velocidad del viento aumenta hasta un máximo de unos 35 $km \cdot h^{-1}$. Esto se ha demostrado viendo que en parcelas donde se han instalado cortavientos aumenta el cuajado. Para algunas plantas de polinización anemófila, como los nogales, un viento suave puede ser beneficioso.

Enfermedades e insectos

Las enfermedades y los insectos que no son abejas tienen influencia en el cuajado. Algunas enfermedades como la podredumbre marrón pueden llegar a destrozar las flores del albaricoquero y del cerezo. Muchas otras enfermedades pueden reducir el vigor del árbol y tienen un efecto negativo sobre el cuajado de los frutos. Se ha visto que controlando a los trips se mejora el cuajado en manzanos. Estos insectos se alimentan de polen y destrozan las anteras y los estigmas.

Por otro lado, las aplicaciones de productos durante la floración afectan al cuajado, porque reducen las poblaciones de insectos beneficiosos. Por lo tanto no es aconsejable utilizar insecticidas durante la floración.

Prácticas para incrementar el cuajado

De todos los factores mencionados, aquellos que tienen mayor importancia a nivel práctico para el fruticultor son la incompatibilidad y los insectos polinizadores.

Si el problema es la incompatibilidad, en los capítulos siguientes de este libro se dan claves para su manejo para cada frutal en particular.

Muchos fruticultores ponen abejas en sus parcelas en el momento de la floración. En al-

gunos casos las alquilan a apicultores locales, pero sin lugar a dudas en muchos cultivos merece la pena hacer ese gasto. Habitualmente se necesitan entre dos y cinco colmenas por hectárea. Sin embargo en los kiwis se suelen poner ocho colmenas por hectárea.

Los siguientes factores aumentan la actividad de las abejas en las parcelas:

- *Eliminación de fuentes de néctar que puedan ser competidoras* – los kiwis, perales, ciruelos y groselleros comunes no atraen a las abejas y cualquier otra planta en plena floración las atrae. Por otro lado, si va a haber abejas en la parcela de forma permanente, es interesante proporcionarles un amplio abanico de plantas que hagan que haya néctar durante todo el año y así la colmena se mantendrá en buenas condiciones.
- *Nunca pulverizar insecticidas durante la floración* – y mantener al resto de plantas, como por ejemplo al trébol, al abrigo de las pulverizaciones, siempre que sea posible. Hay que segar las malas hierbas que hayan florecido. Esto es especialmente importante si se dejan las colmenas en la parcela todo el año.
- *Una parcela bien protegida resulta más atrayente a las abejas* – y hay que tener en cuenta que los árboles de hoja caduca si están bien protegidos no tendrán hojas en los momentos en los que cultivos como el ciruelo o el albaricoquero están en floración.

Crecimiento y desarrollo del fruto

El engrosamiento del fruto en la época de crecimiento es el resultado de una división celular antes y después de la floración (antesis), un alargamiento de las células después de la antesis, o ambos procesos. La importancia relativa de estos procesos varía de unas especies a otras. Generalmente, la fase de división celular predomina en las primeras semanas después de la floración pero se solapa con la fase de alargamiento celular que se prolonga hasta el momento de la maduración del fruto. La duración de la fase de división celular después de la antesis es de 2-3 semanas en el albaricoque; 3-4 semanas en la manzana, el melocotón, la ciruela y la uva; 6-8 semanas en la pera; y 4-9 semanas en la naranja. Esta fase continúa hasta el momento de la maduración en el caso del aguacate y de la fresa.

Si se comparan el crecimiento acumulado en volumen, peso y diámetro de un fruto y el tiempo que ha pasado desde la antesis, la curva que se obtiene puede ser una curva en S o una curva en S doble (ver Fig. 4.3). El tipo de curva no tiene relación con el tipo de fruto. Los siguientes frutos tienen una curva de crecimiento en S: los aguacates, los dátiles, las naranjas, las manzanas, las peras, las fresas y las almendras. Los albaricoques, las cerezas, los melocotones, las olivas, las frambuesas, las grosellas, las uvas, los kiwis y los higos tienen una curva de crecimiento en doble S. De ahora en adelante vamos a llamar Fase I, II y III a las tres fases diferenciadas del crecimiento del fruto. Se piensa que el kiwi tiene una curva de crecimiento que sigue un modelo en S triple.

Factores internos que afectan al crecimiento del fruto

A la hora de discutir las causas del crecimiento del fruto, hay que considerar que las hormonas pueden jugar algún papel y también es importante antes de fijarse en factores externos como la luz, los nutrientes y el agua, tener en cuenta las consecuencias de la competencia entre el fruto y otras partes de la planta.

Como ya se ha discutido anteriormente, si una flor no es polinizada y fecundada, el futuro fruto abortará y se caerá en el momento de la plena floración o un poco después. Los frutos partenocárpicos son una excepción. Las semillas son necesarias, lo que hace pensar que aportan alguna sustancia o sustancias necesarias para el crecimiento del fruto. Se piensa que son sustancias hormonales, ya que en algunos casos se puede inducir el crecimiento de frutos que no han sido fecundados aplicando hormonas. El tipo de hormona o la mezcla de ellas que influye puede variar: auxinas, giberelinas y citoquininas que inducen a menudo la partenocarpia, algunas veces solo una o a lo mejor dos pueden ser efectivas, a veces se necesita una combinación de ellas y a veces ninguna parece hacer efecto.

En frutos con varias semillas, como el kiwi, las fresas, las manzanas y las uvas, el tamaño del fruto está directamente relacionado con el número de semillas que tiene. Además si la distribución de las semillas es irregular, el crecimiento del fruto puede ser desequilibrado, de-

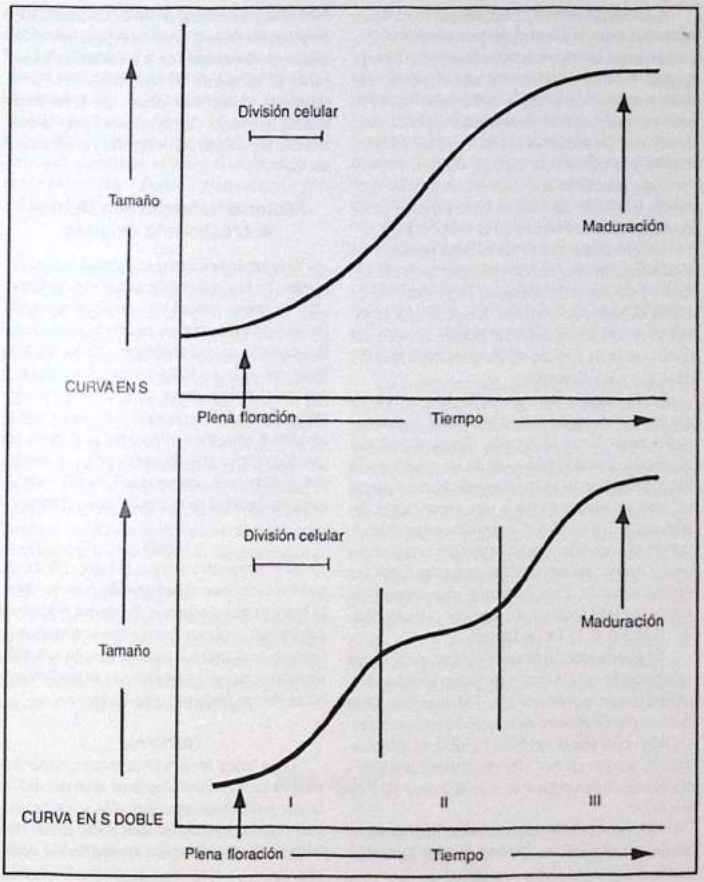


Figura 4.3 Las etapas de crecimiento del fruto.

sarrollándose más el lado que más semillas tiene. Esto nos indica que las semillas influyen en el crecimiento de la pulpa que está pegada a éstas, posiblemente por el movimiento de las hormonas de un tejido a otro.

Sin embargo, aunque las evidencias indican que hay una relación entre el crecimiento de la pulpa y las hormonas presentes en la semilla, la pulpa no se desarrolla necesariamente más rápido cuando el nivel de hormonas es máximo. En los frutos de hueso, el nivel de giberelinas de las semillas es máximo en la fase II, es decir en el período en el que el aumento del diámetro del fruto es mínimo.

Además de influir directamente en el desarrollo del fruto, las hormonas presentes en el fruto en desarrollo previenen su abscisión. Exceptuando las razones físicas como el viento o el daño por depredadores, la caída de los frutos se produce por cambios en una capa especializada de células situada entre el fruto y el tallo o entre el tallo y la rama. Esta capa de células, llamada *zona de abscisión* está bajo el control de hormonas y la caída del fruto se suele producir cuando el nivel de hormonas en el fruto es bajo.

La abscisión del fruto es más probable en algunos momentos del crecimiento que en otros. Esto se detalla más adelante, en el apartado en el que se habla del cuajado. Sin embargo, es interesante comentar con más detalle la caída del fruto que se da a mitad de ciclo, es decir la caída de junio o de diciembre.

En las manzanas, esta caída de mitad de ciclo está relacionada con el inicio del crecimiento del embrión en la semilla. Como el embrión no puede desarrollarse si no se ha producido la fecundación, esta caída a mitad de ciclo puede ser una respuesta tardía a una fecundación inadecuada. Sin embargo, cuando la carga del cultivo es demasiado alta se establece una competencia muy intensa por las reservas entre los distintos frutos. Esto hace que sólo sobrevivan los frutos más fuertes, sin tener en cuenta el grado de éxito de la fecundación.

Se puede reducir el nivel de abscisión, si está relacionado con la caída de junio o diciembre, optimizando la polinización. Teóricamente, también se puede reducir aplicando hormonas al fruto, pero esto pocas veces es factible económicamente, ya que en muchos casos estos productos químicos deben aplicarse solo al fruto y no a las hojas.

Al contrario, las auxinas sintéticas como el ácido α-naftilacético (ANA) pueden incrementar la caída a principio o a mitad de ciclo si se aplica a todo el árbol poco después de la floración. El ANA es uno de los muchos productos usados para el aclareo químico de los manzanos. Sin embargo, estos mismos productos químicos ejercen el efecto contrario si se aplican antes de la recolección. En ese caso se consideran como productos químicos que paran la caída.

En varios de los frutales de hueso, como los albaricoques y algunos ciruelos, la aplicación a mitad de ciclo de una auxina sintética como el fenoprop (2,4,5-TP) o diclorprop (2,4-DP) reduce la caída de mitad de ciclo, adelanta la maduración del fruto y aumenta el peso medio del mismo en el momento de la recolección. En los países en los que no hay estos productos a nivel comercial, se observan efectos que demuestran que las hormonas juegan un papel muy importante de regulación del desarrollo y crecimiento del fruto.

Factores externos que afectan al crecimiento del fruto

A pesar de la importancia global de las hormonas, no hay que olvidar que el que las flores sean de buena calidad y el consiguiente crecimiento del fruto depende en última instancia de la presencia de carbohidratos sintetizados a lo largo del ciclo en la fotosíntesis y del agua y nutrientes transportados desde el suelo por las raíces. Por lo tanto, estos factores son los que el agricultor controla principalmente. A pesar de que se mencionarán de nuevo en otros apartados, vale la pena reiterar la influencia de los siguientes factores en el crecimiento del fruto.

Agua

Si el suministro de agua es bajo, el fruto seguirá el ciclo normal de desarrollo pero no crecerá hasta su tamaño óptimo. Puede que tenga más color y que se conserve almacenado durante más tiempo, pero generalmente su tamaño reducido disminuye su valor y esta pérdida de rendimiento no es bien recibida por el agricultor.

Nutrientes

Unos bajos niveles en nutrientes minerales pueden influir directamente en el desarrollo de la flor y del fruto, pero esto sólo se ha demostrado completamente en unos pocos casos. Una deficiencia en boro causa desequilibrios, como el craqueo en el fruto en desarrollo. De la misma forma, un nivel bajo de calcio en los tejidos del fruto es una causa de desórdenes como el picado amargo en las manzanas, y se puede corregir mediante aplicaciones foliares durante el ciclo. Una deficiencia en potasio puede disminuir la coloración del fruto. Mientras que una deficiencia en nitrógeno hace que los frutos sean más pequeños, un exceso de nitrógeno hace que el fruto aguante menos almacenado.

Existen a nivel comercial numerosos complementos de nutrientes que dicen tener efectos

directos sobre la calidad del cultivo y del fruto, pero estos efectos raras veces se ha demostrado que sean eficaces. Por lo tanto es más instructivo considerar que el efecto de la mayoría de los nutrientes sobre la fructificación es indirecto. En otras palabras, un árbol que crece en un suelo con suficientes nutrientes tendrá una vegetación que sintetizará suficientes carbohidratos como para producir flores de gran calidad y permitir un buen desarrollo del fruto.

Luz

Generalmente se seleccionan las áreas de cultivo mirando que haya un abundante aporte de luz solar. Por lo tanto, la luz es un factor muy importante que el agricultor debe considerar en el desarrollo del fruto. El problema es conseguir exponer el máximo número de hojas a la luz directa del sol. Por esta razón, la utilización de patrones enanizantes (los árboles pequeños tienen menos sombra interior) y la poda son dos prácticas muy importantes. Un árbol bien podado y con un sistema de formación adecuado expondrá la máxima cantidad de hojas a la luz solar y por lo tanto suministrará suficientes carbohidratos para permitir al fruto crecer hasta su tamaño máximo.

Aclareo

Una de las razones del aclareo de los frutos es influir en el desarrollo de los mismos para asegurar que los que quedan tengan suficiente agua, nutrientes y carbohidratos para permitirles crecer hasta su tamaño máximo.

Plagas y enfermedades

A menudo no nos damos cuenta que una de las razones más importantes por las que es necesario hacer un buen control de las plagas y enfermedades es para conseguir un buen cuajado y un buen desarrollo del fruto. El efecto más llamativo del llamado gusano de la manzana o la podredumbre marrón en los melocotones es que hacen que el fruto no sea apto para su comercialización. Los ácaros, por ejemplo, reducen la eficiencia fotosintética, y las orugas o escarabajos que se comen gran parte de los bordes de las hojas, pueden ser casi tan dañinos como los primeros. Una actividad fotosintética reducida limita la producción de carbohidratos que a su vez reduce la carga del cultivo y disminuye el tamaño del fruto.

En resumen: para conseguir una buena cosecha, el agricultor debe hacer todo lo posible para asegurar la disponibilidad de suficiente agua, nutrientes y carbohidratos. La planta usa todos estos elementos en todos los procesos, pero regula su distribución y controla el crecimiento del fruto a través de reguladores de crecimiento: auxinas, giberelinas, citoquininas, inhibidores y etileno. La acción humana es menos eficaz a la hora de producir estos efectos, pero hay algunos ejemplos como el aclareo y la pulverización de hormonas para parar la caída que se han usado en algunos cultivos. El conocimiento de todos los aspectos de crecimiento del fruto, ayudará al agricultor a producir frutos de mejor calidad.

Bibliografía

Los libros mencionados al final del Capítulo 3 pueden ser consultados para profundizar en este tema. Los citados a continuación analizan esta problemática más en detalle.

Reportaje

Crane, J.C. (1969) The role of hormones in fruit set and development. *HortScience* 4, 108-111.

Jackson, D.I. and Sweet, G.B. (1972) Flower initiation in temperate woody plants. *Horticultural Abstracts* 42, 9-25.

Libro

Davies, P.J. (1995) *Plant Hormones – Physiology Biochemistry and Molecular Biology*. Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts.

Leopold, A.C. and Kriedemann, P.E. (1975) *Plant Growth and Development*, 2nd edn. McGraw-Hill, New York.

Nyéki, J. and Soltész, M. (1996) *Floral Biology of Temperate Zone Fruit Trees and Small Fruits*. Académiai Kiadó, Budapest.

5

Poda y formación

5.1 Introducción y sistemas de formación para árboles frutales de hoja caduca

David Jackson y John Palmer

El término «poda» implica cortar brotes y ramas. La «formación» es un término más general que incluye las distintas etapas necesarias hasta conseguir que el árbol tenga la forma deseada. Incluye la poda, pero en algunos casos puede referirse sólo a la colocación de postes, espalderas o pérgolas. Cuando se hable de poda en este capítulo, hay que recordar en todo momento que es una parte de lo que es todo el proceso de formación del árbol, arbusto o vid, para conseguir que tenga un aspecto determinado. Los sistemas de formación se analizarán con más detalle más adelante.

La poda ¿por qué es necesaria?

La poda es una de las prácticas culturales que más tiempo consume y más mano de obra requiere, por lo que resulta imprescindible asegurarse de que se realiza bien y eficientemente. Sin embargo, primero debemos saber por qué requiere tanto esfuerzo y el porqué de ese coste tan elevado.

La poda y el aspecto del árbol y de la plantación

Siempre impresiona recorrer una plantación donde los árboles han sido cuidadosamente podados y el terreno está limpio. Una plantación así da impresión de eficiencia y uno se imagina que el fruticultor se organiza bien y es un buen encargado. Normalmente esto es así, pero como con todas las cosas, esta situación puede ser una exageración. Un árbol demasiado podado estará limpio, pero su productividad puede ser muy baja. Sin embargo, el aspecto del árbol nos puede decir mucho sobre la eficiencia de la poda. Un árbol bien podado tendrá una forma equilibrada: las ramas deben estar bien separadas unas de otras, y no deben entrecruzarse. No deben estar en posiciones que obstaculicen el paso de la maquinaria en el momento de la poda ni cuando el árbol ya está cargado de frutos, pero tampoco deben estar tan altas que dificulten la recolección. No debe haber madera dañada o con síntomas de enfermedades.

A lo largo de los años se han hecho muchos intentos para mecanizar la poda. Por lo general se ha demostrado que no es tan efectivo como una poda manual bien hecha. El aspecto de los árboles, arbustos o vides podados mecánicamente no gusta nada a los más conservadores, pero es necesario llegar a un compromiso entre lo que es estético y lo que es práctico. Por lo tanto se ha incrementado la utilización de métodos mecánicos para podar (ver más adelante).

Una de las razones por las que la poda mecánica no tiene éxito, es porque la poda, sobre todo de los árboles frutales de hoja perenne, no

se limita a ser una eliminación indiscriminada de tejidos leñosos. La poda se lleva a cabo para modificar de forma específica y directamente el crecimiento del árbol y su producción. Un podador experto es aquél que puede prever la respuesta del árbol a su intervención.

La poda para modificar el rendimiento

Se puede decir con toda seguridad que cualquier poda reduce el rendimiento, aunque sea por lo menos en el siguiente ciclo. Pero lo que se intenta es aumentar la cantidad de frutos de alta calidad, con buen color, de un tamaño adecuado, sin enfermedades y fáciles de recolectar. A continuación se estudian estos factores.

La poda para mejorar la calidad del fruto

Un árbol sin podar produce gran cantidad de frutos pequeños y deformes. La poda reduce el número de frutos, pero permite que lleguen más nutrientes minerales y fotoasimilados hasta los frutos que quedan en el árbol y que reciban más insolación. Se ha visto que en los árboles que están a la sombra, ésta tiene un efecto perjudicial sobre la calidad del fruto. Esto ocurre en un amplio rango de cultivos frutales de hoja perenne como el manzano, los cítricos, el melocotonero, el cerezo, la vid y el frambueso. Esta disminución en la calidad del fruto debida a la sombra se manifiesta por frutos más pequeños, con una piel menos roja, con una baja concentración de sólidos solubles, con una mayor concentración de ácidos e incluso con una menor calidad del vino en el caso de las uvas. En los manzanos la renovación de la madera también ayuda a que el fruto sea más grande, puesto que el desarrollo es mejor sobre madera de 2 años de edad que sobre lamburdas más viejas.

La poda para reducir plagas y enfermedades

Si se deja el árbol sin podar o las ramas están muy juntas, los productos químicos que se aplican pueden no llegar a todas las ramas y entonces el control de las plagas y las enfermedades se hace incorrectamente.

La poda mejora la circulación del aire ya que despeja las zonas más densas del esqueleto. Si no estas zonas densas son propensas a los ataques por hongos. También puede ayudar a reducir el riesgo de infecciones, si se eliminan por ejemplo ramas infectadas con oídio, fuego bacteriano o chancro y así de esta manera se reducen los niveles de inóculo en la parcela.

Sin embargo, la poda puede fomentar algunas enfermedades, ya que se forman heridas a través de las cuales los organismos causantes de la enfermedad pueden penetrar. Para evitar este tipo de problemas, hay que aplicar rápidamente materiales sellantes de heridas cuando se realizan podas muy drásticas, sobre todo si se realizan en el tronco principal del árbol. También hay que desinfectar las tijeras de poda entre corte y corte, si se eliminan ramas infectadas.

La poda para mejorar la inducción floral

Como ya sabemos, una de las causas principales por las que la inducción floral no se produce de forma satisfactoria, es porque las hojas y las yemas están a la sombra. Por lo tanto la eliminación o recorte de las ramas permite que llegue más luz a las ramas bajas, lo que induce su crecimiento y hace que aumente el número de yemas florales al año siguiente. Por lo tanto las partes del árbol en las que se produce la inducción floral y el cuajado están mejor repartidas en el esqueleto del árbol, no limitadas a las zonas más exteriores. Aumentar la cantidad de luz que llega al interior del árbol también hace que la coloración del fruto sea más intensa.

La poda para reducir los costes del laboreo

El tiempo que se necesita para completar la recolección depende directamente del tamaño y la forma del árbol. Si no se poda el árbol, habrá más frutos en las partes altas del árbol y como el acceso al esqueleto es más difícil, la recolección se complica y encarece. Si el manzano tiene un sistema de formación tradicional en vaso habrá que usar más la escalera para la recolección de los frutos que si está formado con un sistema más moderno con eje central (ver más adelante). Por lo tanto, el objetivo de la poda tiene que ser conseguir tener el mayor número posible de ramas con frutos cerca del suelo. Hay que podar lo suficiente las ramas altas, de tal

forma que se permita que la luz llegue a las de más abajo. En árboles más grandes, a menudo es interesante «abrir ventanas» para poder meter escaleras de mano durante la poda, el aclareo y la recolección.

La poda para permitir el uso de maquinaria

A la hora de podar hay que tener siempre en cuenta cual es la maquinaria que hay en la parcela. Los árboles no deben ser más altos que la escalera más alta y las ramas no deben ser tan largas que invadan la calle o dificulten el paso de los tractores y otros equipos. En algunos casos, hay que podar para que las cosechadoras mecánicas puedan circular por las calles. Ya se ha utilizado la recolección mecanizada en cultivos como los groselleros comunes, los frambuesos y las vides y probablemente, en el futuro se utilizará en otros frutales de baya y cultivos leñosos en general.

La respuesta de los árboles a la poda

Muchos árboles se podan en invierno (poda de reposo) pero en algunas ocasiones una poda en verano puede ser muy beneficiosa. Vamos a considerar por separado la poda de invierno y la de verano. Los comentarios van más referidos a árboles de hoja caduca que a árboles frutales de hoja perenne o vides.

La poda de invierno

Una poda fuerte en el momento de reposo tiene un efecto vigorizante en los brotes del año siguiente y además el número total de nuevos brotes será mayor que si el árbol no se hubiera podado o se hubiera podado poco.

Los nuevos brotes de un árbol adulto que se ha podado intensamente tendrán hojas más grandes, de un color verde más oscuro y crecerán durante más tiempo. En muchos aspectos, el crecimiento de un árbol adulto muy podado es muy parecido al de un árbol joven y vigoroso. Normalmente si se poda sólo una parte del árbol, se formarán nuevas ramas por todo el árbol, pero serán más largas las que se formen cerca de la zona que se ha podado. Por lo tanto si una zona del árbol está debilitada, no es aconsejable podar mucho esa zona para conseguir vigorizar las ramas del año siguiente. Es más efectivo podar mucho la zona vigorosa, atar las ramas de esta zona y/o quitar los frutos de la zona débil. Sin embargo, si el árbol tiene deficiencia en nitrógeno, está debilitado en general o tiene mucha carga, una poda localizada puede vigorizar sólo la zona podada.

En árboles grandes, en los que se considera necesaria hacer una poda intensa, es mejor hacer pocos cortes pero muy largos, eliminando ramas enteras del tronco principal que hacer un mayor número de cortes pequeños por todo el árbol. En el primer caso se obtendrá una respuesta muy fuerte cerca de estos cortes grandes y se observará un aumento en el vigor de todo el árbol en general. En el segundo caso se estimula el crecimiento cerca de cada punto de corte y muy probablemente se acentuará el problema ya existente de sombreado.

¿Cómo influye la poda de invierno en el vigor de los brotes?

Un árbol que se ha podado drásticamente tiene menos yemas vegetativas. Por esta razón, las reservas de carbohidratos y minerales necesarias a principio de verano para el crecimiento de los brotes se reparten entre menos brotes. Además, como las raíces no tienen problemas para desarrollarse, el aporte de nutrientes, agua y citoquininas a los brotes, menos numerosos también es mayor, y entonces se favorece su crecimiento. Sin embargo al final del ciclo, el crecimiento de las raíces y los brotes ha equilibrado los efectos de esta poda tan intensa. Por lo tanto, el efecto vigorizante de la poda sólo dura un ciclo vegetativo; a excepción de si se ha podado muy intensamente un árbol muy grande y vigoroso.

Efecto de la poda de invierno sobre la floración

Una poda de invierno drástica casi siempre reduce el número de flores ya que se elimina madera en la que se podrían formar flores. Esto ocurre sobre todo en los árboles o las vides que tienen las flores en la madera de un año. Aunque esto tenga un efecto directo de reducción de la producción, la poda debe ser vista como algo complementario del aclareo, no como algo sustitutivo.

Con una poda drástica, también se consigue alargar en el tiempo el crecimiento de los brotes, lo que a su vez inhibe la formación de flores. Esto ya se trató en los Capítulos 3 y 4.

La poda de verano

Durante la primavera, los árboles de hoja caduca tienen un período de desarrollo intenso que puede durar desde unas cuantas semanas hasta unos meses, dependiendo del vigor del árbol. Después viene una etapa de reposo, seguida en algunos árboles por uno o más períodos cortos de crecimiento de los brotes. La poda de verano se realiza para eliminar total o parcialmente estos brotes surgidos en ese mismo ciclo vegetativo.

Es importante decidir el momento más apropiado para realizar la poda de verano. Si los árboles se podan antes de que el primer período de desarrollo intenso haya finalizado (poda temprana de verano), más adelante se produce un crecimiento para compensar y entonces la duración del ciclo vegetativo se alarga. Pocas veces la poda temprana de verano tiene efectos positivos y generalmente está desaconsejada. En las plantas que florecen en la madera de 1 año, los brotes que se forman tras la poda de verano tendrán menos flores, ya que se ha acortado el tiempo para que se produzca la inducción floral.

Si los árboles se podan una vez terminado el desarrollo de casi todos los brotes, una vez que se han formado las yemas terminales, muy pocas desborrarán, y normalmente se desarrollarán muy poco más hasta la siguiente primavera. Como consecuencia de esta poda tardía de verano, la superficie foliar es limitada durante parte del ciclo, y por lo tanto se reduce la asimilación total de carbono. Esto explica que sea un método efectivo de reducción del vigor del árbol. En consecuencia, esta práctica no es recomendable en árboles de crecimiento débil o en aquéllos con mucha carga.

Una de las razones más importantes por la que se podan los manzanos en verano es para mejorar la coloración del fruto en las variedades rojas o rojizas. También se ha demostrado que incrementa el contenido en calcio en algunas variedades. Sin embargo puede tener un efecto negativo de reducción del tamaño del fruto y del contenido en sólidos solubles. También puede incrementar el riesgo de golpe de calor en manzanas en zonas con alta radiación solar. En general, cuanto más pronto se lleva a cabo la poda temprana de verano, mayores son los efectos negativos sobre el tamaño del fruto, el contenido en sólidos solubles y el golpe de calor. Esta poda de verano, en el caso de los manzanos, se suele hacer 3-4 semanas antes de la recolección.

A menudo las vides tienen un crecimiento vegetativo excesivo y se colapsa el esqueleto. En este caso puede ser interesante quitar los brotes no fructíferos cuando miden 15-25 cm.

También se sabe que la poda de verano favorece la floración de aquellos cultivos que normalmente florecen en las lamburdas y en la madera de 2 años. Esto implica que sólo se deben podar los brotes de ese año. Con esta práctica se favorece la floración de esas zonas y la formación de hojas alrededor. Además también puede reducir la competencia entre los extremos de los brotes en formación en el momento de la inducción floral, que suele ser un momento crítico.

Aspectos prácticos de la poda

La poda manual se realiza con tijeras o podaderas manuales (llamados «pruners» en Estados Unidos), que pueden ser de dos tipos: de hoja redonda y de pico de loro. Las del primer tipo son más baratas, pero las del segundo tipo son más fáciles de usar y los que las usan se cansan menos, por eso las prefieren. Las podaderas tienen que estar bien diseñadas y hay que mantenerlas siempre bien afiladas. Las hojas no deben estar torcidas. Las tijeras de poda de 2 manos se usan para cortar las ramas más largas y las sierras de poda se necesitan para cortar las ramas más gordas. También existen podaderas neumáticas o hidráulicas, tanto en forma de tijeras de poda de 2 manos como de sierras, y pueden acortar considerablemente la duración de la poda.

Los cortes de poda deben hacerse lo más cerca posible del tronco principal o de la rama primaria. El único caso en el que se puede dejar un tocón es cuando hay más ramas que pueden desarrollarse y reemplazar a otras. En ese caso es importante cortar en ángulo. Los cortes en ángulo favorecen el desarrollo de las yemas por debajo del tocón. Esto permite que las ramas que se formen sean más angulosas que las de las yemas por encima del tocón, y por lo tanto

se formarán brotes vigorosos y verticales. Los cortes más pequeños deben hacerse cerca de la yema pero no sobre ella, como se puede ver en la Figura 5.1.

Si se hacen cortes grandes, hay que recubrirlos con un compuesto que selle la superficie y que además tenga fungicida para prevenir las infecciones. Esto es muy importante en los frutales de hueso, que son muy sensibles a la entrada de enfermedades como el plomo de los frutales, Eutypa (gomosis), o el tizón por las heridas de poda, sobre todo cuando se poda en invierno. Estos productos raras veces se usan en vides y frutales de baya.

La importancia del ángulo en la rama

El ángulo entre el tronco principal y una rama lateral, es decir la horquilla, tiene un efecto muy importante sobre el crecimiento y sobre la carga de esa rama. Si el ángulo es muy cerrado, el brote será vigoroso y algo tardío. Si esa rama tiene frutos, se romperá fácilmente ya que la unión de la rama es muy débil. Si dejamos ramas con ángulos más abiertos, con una horquilla de 60-90°, es más fácil que soporten una carga alta de frutos. Estas ramas son más precoces y menos vigorosas. Los brotes que están situados por debajo de la horizontal, tienen tendencia a quedarse muy débiles y producen frutos de muy baja calidad, especialmente si están en zonas sombreadas del esqueleto. Por lo tanto, con la poda se quitan los brotes más fuertes y verticales o los débiles e inclinados. La formación del árbol consiste en manipular las ramas para ponerlas en los ángulos más adecuados.

Los sistemas de formación y sistemas de plantación

En primer lugar es importante explicar la diferencia entre los sistemas de formación y los sistemas de plantación en fruticultura. El objetivo de un sistema de formación es conseguir una planta con una forma determinada y una cierta disposición de los órganos vegetativos y florales. A menudo se utilizan postes y alambres para apoyar o conducir el árbol o la vid. Un sistema de plantación lo que considera es el número de árboles o vides por unidad de área de tierra y el espacio entre las distintas plantas en las líneas y la distancia entre líneas. Incluso se pueden unir varias líneas y separarlas por caminos

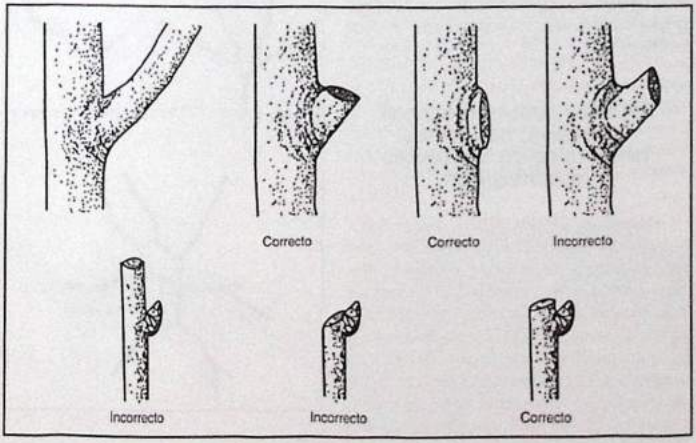


Figura 5.1 Formas correctas e incorrectas de podar.

de paso. Los sistemas de plantación se diseñan para satisfacer las necesidades para una buena polinización, las necesidades de riego, el control de las malas hierbas y muchos otros aspectos. Un sistema de plantación bien hecho tiene que permitir que el desarrollo natural del árbol o de la vid se adapte al espacio que hay entre árboles y entre líneas. Sin embargo, el crecimiento natural del árbol depende de la fertilidad del suelo y de la relación patrón/variedad.

Por lo tanto, el sistema de formación debe adaptarse al sistema de plantación elegido. También hay que tener en cuenta otra serie de limitaciones como:

- la necesidad de un acceso físico hasta el árbol para realizar las pulverizaciones de productos y la recogida de frutos.
- el efecto negativo de la sombra sobre la calidad del fruto y sobre el rendimiento; y
- limitaciones impuestas por las cosechadoras mecánicas cuando se utilizan.

En los primeros años de formación, hay que centrarse en el desarrollo de la estructura del árbol y rellenar los huecos, mientras que los siguientes años hay que centrarse en mantener limpios los accesos y obtener una producción de calidad. Los métodos de formación descritos en este libro son los que se usan principalmente para los cultivos aquí mencionados. Haremos grupos con los frutales con métodos de poda similares.

Árboles como manzanos o perales, con frutos terminales en los brotes o lamburdas

Durante los últimos 30 años, han evolucionado mucho los sistemas de formación, sobre todo en Europa, Australasia y Estados Unidos. Estos avances no se han producido de forma aislada. Gracias a los viajes ahora tan habituales, se han intercambiado ideas y continuamente se están desarrollando nuevos sistemas para dar respuesta a los cambios económicos en la producción y a las limitaciones de los sistemas ya existentes. Es imposible describir en este libro todos los sistemas que existen, se ha hecho una selección de los más importantes, clasificados en función de la densidad del árbol y del coste de establecimiento.

Antes se hacía una poda drástica durante los primeros años de plantación, porque se consideraba imprescindible para que los árboles de gran tamaño, desarrollaran una estructura sólida. Los sistemas de formación modernos prefieren árboles más pequeños, más densos y se da más importancia a que haya ramas en ángulo. Además, durante los primeros años se poda lo estrictamente necesario para favorecer la entrada en producción cuánto antes.

Los árboles en vaso o en forma libre sin eje

Con este sistema de formación se intenta que el árbol tenga aspecto de vaso, en el cual el centro quede despejado (ver Fig. 5.2.). El árbol no tiene eje central, tiene varios ejes principales. Consiste en un tronco corto que se ramifica a 30-35 cm en cuatro o seis ramas que salen del centro. Las ramas laterales que salen de estas ramas son las que fructifican. Este sistema, ya

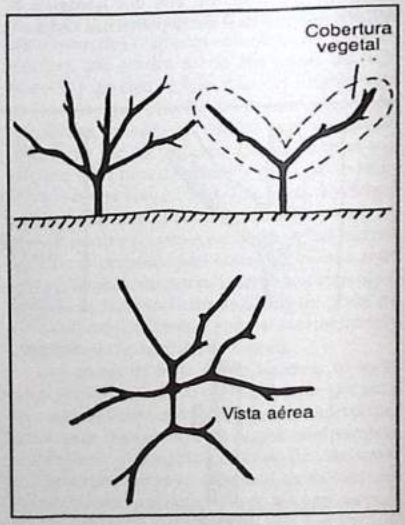


Figura 5.2 Sistema de formación en vaso o en forma libre sin eje.

anticuado, se concibió para permitir que llegara luz a todas las partes del árbol y así favorecer una buena coloración del fruto y una buena inducción floral. Sin embargo, ya no se recomienda en manzanos y perales por las siguientes razones:

- *Los árboles no tienen ese tipo de estructura de forma natural* – por lo tanto conseguir formarlos de esta manera requiere podas muy drásticas en los árboles jóvenes y eso impide que haya producción los primeros años.
- *La zona de fructificación está muy alta* – cuando el árbol se hace adulto, la mayoría de los frutos están demasiado altos y no se pueden recolectar sin la ayuda de una escalera.
- *La poda y la recolección son difíciles de llevar a cabo* – la forma del árbol obliga a mover la escalera muchas veces para cubrir todo el perímetro del esqueleto.
- *El alcance de las pulverizaciones es malo* – conseguir llegar hasta el centro del vaso cada vez es más difícil a medida que el árbol crece.
- *Las uniones de las ramas no son demasiado sólidas* – a no ser que se sujeten, es fácil que se rompan cuando la carga es elevada (ver Fig. 5.3).

El modelo de formación con varios ejes se sigue usando en perales en algunas zonas del oeste de Estados Unidos, ya que la infección por fuego bacteriano sigue siendo una preocupación primordial. Si una de las ramas principales resulta infectada, quedan el resto, mientras que en un árbol formado en eje central, si se infecta la rama principal puede suponer la pérdida completa del árbol.

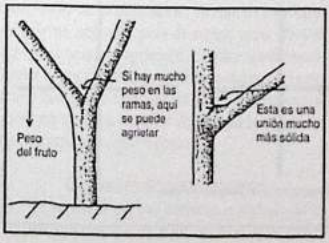


Figura 5.3 Uniones de las ramas.

El sistema semi-intensivo libre con eje central

Éste ha sido el sistema de formación más utilizado en Nueva Zelanda durante los últimos 20 años en manzanos y perales y se usa en muchos sitios del mundo, sobre todo en Norteamérica. Con este sistema se evitan muchos de los problemas que plantea el sistema en vaso, se consigue una mayor productividad y una más rápida entrada en producción. Para usar este sistema de formación con éxito, es imprescindible usar patrones semi-vigorosos (se dan detalles más adelante para cada cultivo en particular). Si se utilizan variedades vigorosas de manzano en suelos muy fértiles, se pueden usar como patrones el MM.106 y M.7 y en suelos menos fértiles o con variedades más débiles se pueden usar los patrones MM.111, el Northern Spy o el M.793. En el caso de los perales europeos, para formarlos en este sistema se pueden utilizar como patrones el membrillero o clones de *Pyrus*. La densidad de árboles más habitual será de 500-700 árboles por hectárea.

Plantación

Muy a menudo los manzanos y los perales se compran en el vivero sin ramificar, de 1-2 m de alto. Después de plantarlos en la parcela se cortan hasta dejarlos a una altura de 75-90 cm, para fomentar el desarrollo de una base sólida con ramas (Fig. 5.4). Si el árbol se ramifica a la altura deseada, no se recorta más y estas ramificaciones formarán el primer piso. (Un brazo es un brote que se ha formado a partir de una yema axilar en la axila de una hoja en ese ciclo vegetativo. Al contrario un brote secundario es aquel que se desarrolla en el siguiente ciclo vegetativo a partir de una yema situada en esa misma posición).

Crecimiento en el primer ciclo

Lo más deseable es que la yema terminal crezca vigorosamente en dirección vertical y que otros cuatro brotes se desarrollen para formar lo que son las ramas base (Fig. 5.5). Dos de ellas deben crecer a lo largo de la línea y las otras dos perpendiculares, siendo 30° el ángulo ideal con respecto a la horizontal. Si es posible, es mejor que las ramas que crecen paralelas a la línea sean más largas que las otras. Esto facilita el movimiento del tractor por las calles cuando las ramas han alcanzado su crecimiento máximo.

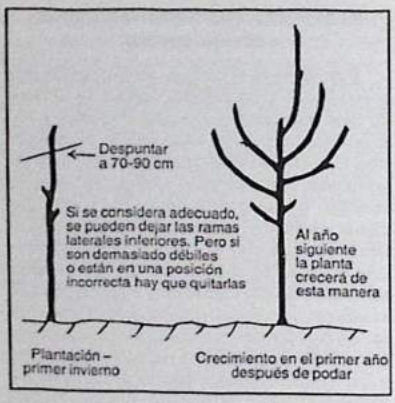


Figura 5.4 Primeras etapas de crecimiento en un sistema de formación semi-intensivo en eje central.

Durante el primer ciclo de crecimiento, hay que cortar los brotes que sean demasiado vigorosos y que no estén creciendo en la dirección adecuada, para favorecer el vigor de aquellos que tienen una posición correcta. Hay que eliminar los brotes vigorosos que crezcan justo por debajo del eje principal, mientras todavía son cortos para evitar la competencia (de hasta 5 cm de largo). Se pueden dejar los brotes pequeños, que no van a competir con la rama principal. A veces los fruticultores ponen pinzas o cañas afilados entre los nuevos brotes y la rama principal, cuando éstos tienen 10 cm de largo, para hacer que las futuras ramas crezcan con un ángulo más abierto.

Si las ramas son más largas, se puede seguir necesitando hacer más formación de este piso. A veces se pone un separador entre la rama principal y otra rama para aumentar el ángulo (Fig. 5.6a). Si no también se pueden unir las ramas con cuerdas, a la base del árbol o al suelo usando una grapa en forma de W (Fig. 5.6b). Este último método permite que la ramificación se haga de la forma deseada, pero hay que asegurarse de que las cuerdas no impidan el paso de la maquinaria ni el acceso de los trabajadores a las líneas. Las grapas en W se clavan en el suelo con una máquina especial (Fig. 5.6c). La cuerda tiene que ser por ejemplo de polipropileno o de nylon, para que no se pudra.

Si se considera necesario, es mejor dejar las cuerdas hasta mitad del verano, hasta que el crecimiento en longitud haya acabado. Si se sueltan demasiado pronto, pueden crecer demasiado verticales y a menudo no ser fructíferas. Además el crecimiento del ápice del ramo puede detenerse demasiado pronto o prolongarse y curvarse hacia arriba. Una vez que la dirección de crecimiento se ha estabilizado en la dirección deseada, gracias a los separadores o a las cuerdas, se pueden quitar estos elementos.

Las ramas más débiles y más cerca de la horizontal, crecen menos, pueden florecer antes y se necesitará atarlas muy poco o nada. Si separamos aún más estas ramas ya débiles se

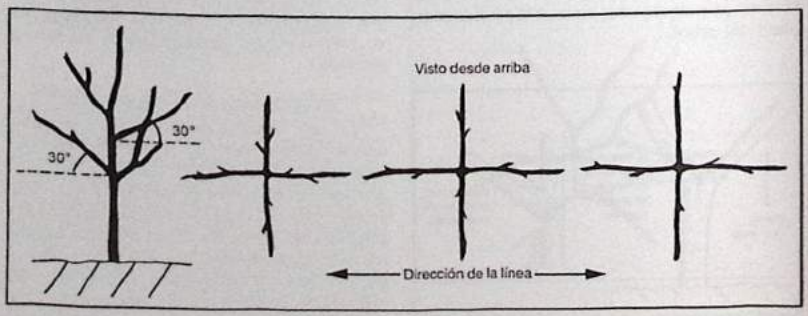


Figura 5.5 Sistema de formación semi-intensivo en eje central; vista lateral y aérea.

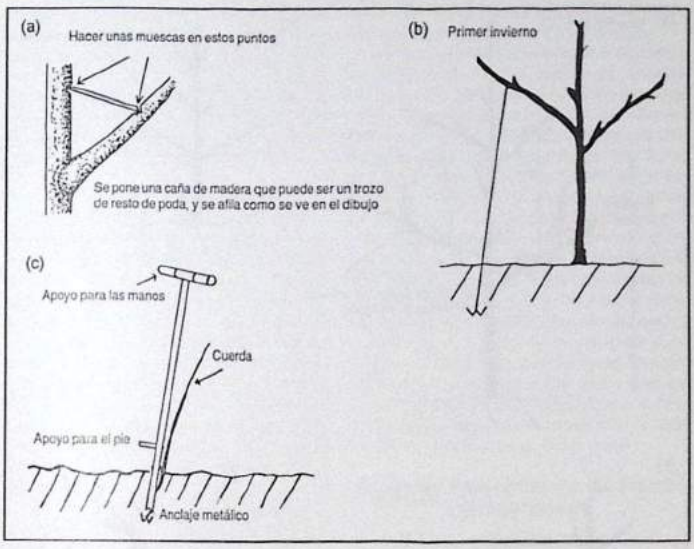


Figura 5.6 Formación del piso bajo de ramas. (a) utilización de un separador. (b) Anclar al suelo con una grapa en W. (c) Se utiliza una herramienta especial para meter el anclaje.

debilitarán más y nunca alcanzarán el mismo desarrollo que las otras. El resultado puede ser un esqueleto torcido.

El primer invierno después de la plantación

Durante el primer invierno, se dan los mismos cuidados al eje principal que al árbol en el momento de la plantación. El objetivo es conseguir un segundo piso de ramas unos 80-100 cm por encima del primero. Hay que quitar cualquier brote demasiado fuerte y que crezca vertical y que por lo tanto pueda hacer competencia, pero en muchos casos se deja hasta la siguiente primavera e incluso verano.

El desarrollo subsiguiente

El segundo piso se empieza a formar de la misma manera que el primero. Hay que atar o separar las ramas más vigorosas de este piso como se ha descrito antes. Si el segundo piso está bien formado, se dejan cuatro brazos principales y cualquier otro que pueda ser vigoroso o haga competencia se elimina. Las ramas más pequeñas no deben podarse. Por encima de este segundo piso, normalmente se deja que el eje principal siga creciendo, a no ser que sea demasiado vigoroso, en cuyo caso se despunta a 1 m del segundo piso y se desvía hacia una rama lateral más débil. Si hay que atar aún más este segundo piso, debe hacerse el siguiente año (Fig. 5.7a).

Es muy habitual dejar solo dos pisos de ramas en árboles de este tipo. Si se quiere subir por encima de este segundo piso, se recomienda mejor un sistema de formación del tipo spindlebush de 2 m de altura, cuyo sistema de poda es similar al método intensivo que hemos descrito (ver más adelante). Esto favorece que la cosecha esté alrededor de la copa del árbol y de esa forma se reduce el vigor.

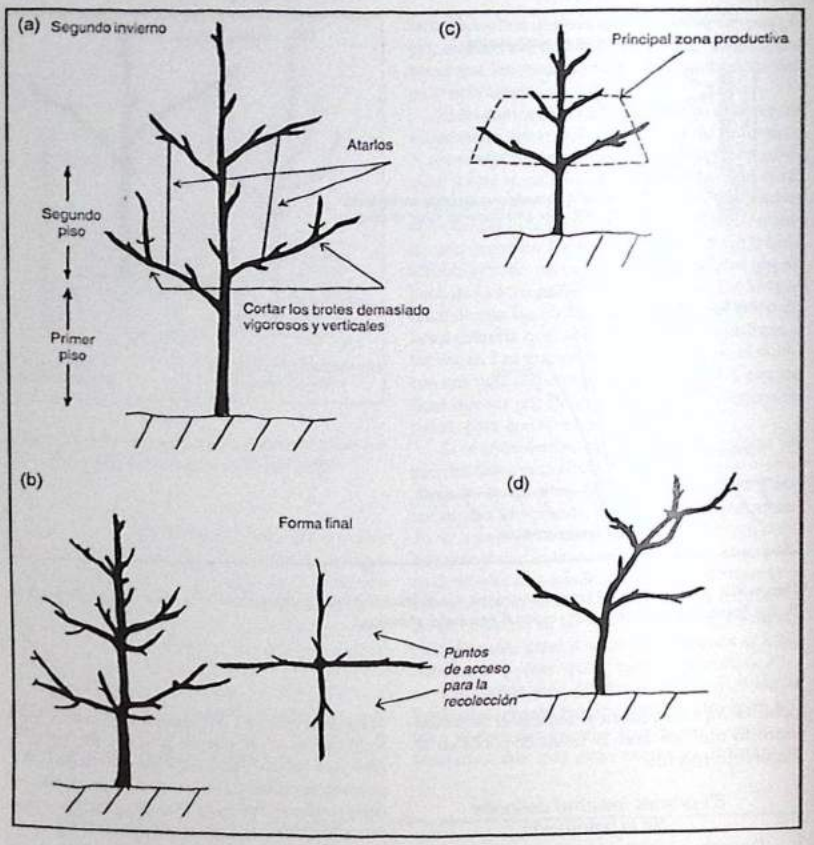


Figura 5.7 Siguientes etapas en el sistema de formación semi-intensivo de eje central. (a) Atar el segundo piso. (b) Forma final del árbol. (c) Principal zona productiva. (d) Respuesta a los vientos predominantes.

Es muy importante la geometría en un árbol formado en eje central. Por ejemplo, las formas abiertas permiten que una vez los frutos maduros, se puedan recolectar haciendo sólo cuatro movimientos con la escalera (Fig. 5.7b), que se pueda pulverizar fácilmente y eficazmente el árbol y que la luz llegue bien al centro del árbol. Utilizando una forma cónica el árbol tiene mejores proporciones cerca del suelo y se puede coger hasta el 70% de la cosecha sin usar escalera (Fig. 5.7c).

Las desventajas de un sistema en eje central son que el árbol tiene un tamaño grande, y la precocidad. Aunque es mejor sistema que en vaso, es peor que el sistema intensivo. Además en zonas con climas desfavorables, especialmente con vientos muy fuertes en verano y condiciones de sequedad, es más difícil el estableci-

miento rápido de los distintos pisos. Algunas veces se necesitan 2 años para que cada piso sea productivo, comparado con el año que se necesita en el otro caso. Unos vientos incesantes pueden torcer el eje principal destruyendo la geometría del sistema (Fig. 5.7d). En estas condiciones es mejor utilizar una forma apoyada como las que se describen más adelante.

La poda de mantenimiento

Una vez que se ha formado la estructura en eje central, con la poda nos aseguramos que los puntos de acceso para la recolección se mantienen accesibles, que se eliminan los chupones desde la base y que se deja el árbol con una altura manejable de 4-4,5 m. Si las condiciones de crecimiento hacen que sea un árbol muy vigoroso, es mejor dejarlo crecer durante 2 años que cortarlo cada año para dejarlo en 4 m (Fig. 5.8). De esta forma se consigue reducir el vigor y prevenir la proliferación de brotes muy vigorosos en la copa del árbol, que es lo que puede ocurrir si se poda demasiado regularmente un árbol vigoroso.

En las ramas principales se irán formando lamburdas laterales que irán rellenando progresivamente los huecos. A medida que pasa el tiempo, las lamburdas se vuelven menos productivas y entonces es más prudente revigorizarlas podándolas o reemplazándolas cada 4-5 años (poda de renovación). Esto significa que en un árbol maduro, entre un cuarto y un quinto de las ramas laterales se renueva cada año.

En Nueva Zelanda este sistema en eje central ha evolucionado hacia un sistema en pirámide. Después de la plantación no se despunta el eje central. En el primer año de crecimiento se seleccionan entre seis y ocho ramas del primer piso situado a 0,8-1,5 m del suelo. Por encima de este piso, se eliminan los brotes que estén compitiendo con el eje central o los que sean muy verticales. Se va reduciendo progresivamente este piso inferior hasta que queden solo cuatro o cinco ramas el sexto año. A medida que el árbol crece, la necesidad de que la luz llegue bien a todas las zonas del árbol es lo que determina que se eliminen por completo las ramas que están por encima o que se renueven para mantener la forma de pirámide. En ambientes más desfavorables que Nueva Zelanda, el eje principal puede tener que ser despuntado para que el piso inferior se desarrolle satisfactoriamente. El uso de árboles ramificados es ventajoso en todas las zonas.

Sistemas intensivos de las formas con eje central

Spindle

Es un sistema muy utilizado en Europa y cuyo resultado son árboles pequeños, precoces y de forma cónica, de 2-2,2 m de altura, que pueden ser recolectados y podados desde el suelo. Los

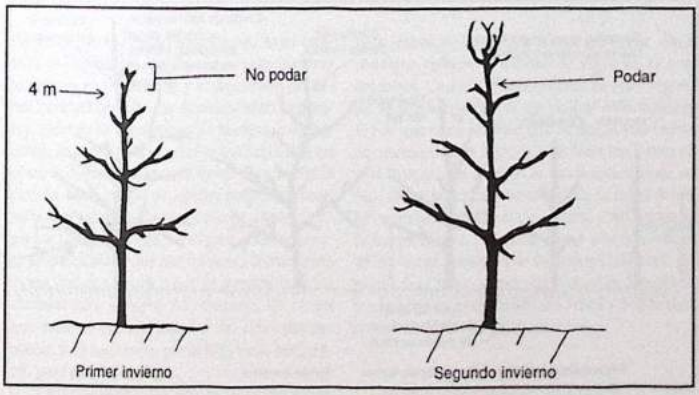


Figura 5.8 Control del vigor en la copa del árbol.

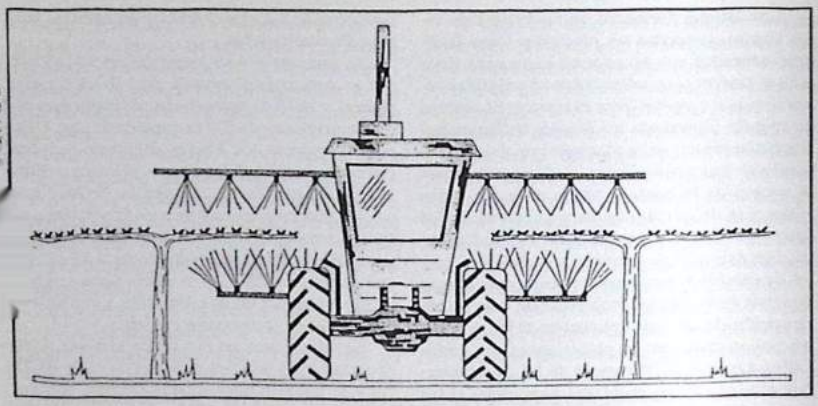


Figura 5.13 Pulverizador de dos brazos gemelos.

las variedades rojas o estriadas es muy pobre. Sin embargo la textura de la piel es excelente. En nuestra opinión este sistema es más útil en perales (asiáticos y europeos) que en manzanos.

Estructuras en forma de V- y de Y-

Básicamente el sistema Lincoln es una forma plana dispuesta en dos planos. Hay otras formas que consisten en dividir el esqueleto en dos planos inclinados. El sistema de formación australiano Tatura-trellis, que será descrito con más detalle en el capítulo sobre los frutales de hueso, se diseñó al igual que el sistema Lincoln para usar cosechadoras mecánicas y se ha utilizado con algo de éxito en manzanos. Se han descrito otras configuraciones de esqueletos inclinados, en las que si se hace un corte transversal tiene forma de V o de Y y se ponen alambres de sujeción. En algunos casos, esto implica la formación de los árboles sobre las espalderas alternando hacia la derecha y hacia la izquierda; en otros casos los árboles son despuntados y se dirigen las ramas hacia la izquierda o la derecha.

Se han usado muchos otros sistemas de formación, especialmente en plantaciones pequeñas, pero suelen necesitar muchos cuidados. Se han descrito muchos tipos de cordones y espalderas de distintas formas y tamaños. Todos ellos adornan muchos libros de fruticultura, pero rara vez se han usado en plantaciones comerciales.

Árboles frutales de hueso con yemas fructíferas formadas lateralmente sobre brotes de un año

El árbol en vaso o en forma libre sin eje

Los frutales de hueso tienen de forma natural un aspecto más parecido a un arbusto y se adaptan fácilmente al sistema de poda en vaso. Como consecuencia, hasta hace muy poco, muchos se han formado así. Ahora sin embargo, cada vez se está utilizando más en melocotoneros y nectarinos el sistema intensivo en eje central, que se describe más adelante.

Para formar un árbol en vaso, los fruticultores usan uno de los dos métodos descritos a continuación; el primero se basa en una poda de detalle y el segundo se basa en hacer una poda mínima.

Poda de detalle

Los árboles que se compran en el vivero, normalmente han sido despuntados a la altura de la rodilla para poder formar tres o cuatro ra-

mas (Fig. 5.14a). El año siguiente, el árbol sigue creciendo como se ve en la Figura 5.14 b. Sólo se ven dos de las ramas principales ya que es una vista lateral.

Algunos fruticultores despuntan las ramas principales a unos dos tercios y quitan la mayoría de los brotes, ya que piensan que si en esta etapa se consigue formar una buena estructura, eso hará que el desarrollo del árbol el resto de su vida sea adecuado. Sin embargo, cuánto más se recorta un frutal de hueso, más tarde entra en producción. En zonas donde hay muchos riesgos de enfermedades, podar mucho también puede suponer aumentar la incidencia de enfermedades como el plomo de los frutales, el tizón o gomosis.

Hay que conseguir formar unas ocho ramas principales, para tener un árbol en vaso sin eje con una zona libre en el centro, como se ve en la Figura 5.14c.

Poda mínima

Actualmente, muchos fruticultores prefieren podar muy poco los primeros 3-4 años y depender de la tendencia natural de los frutales de hueso a adoptar esta forma en vaso. Esto tiene

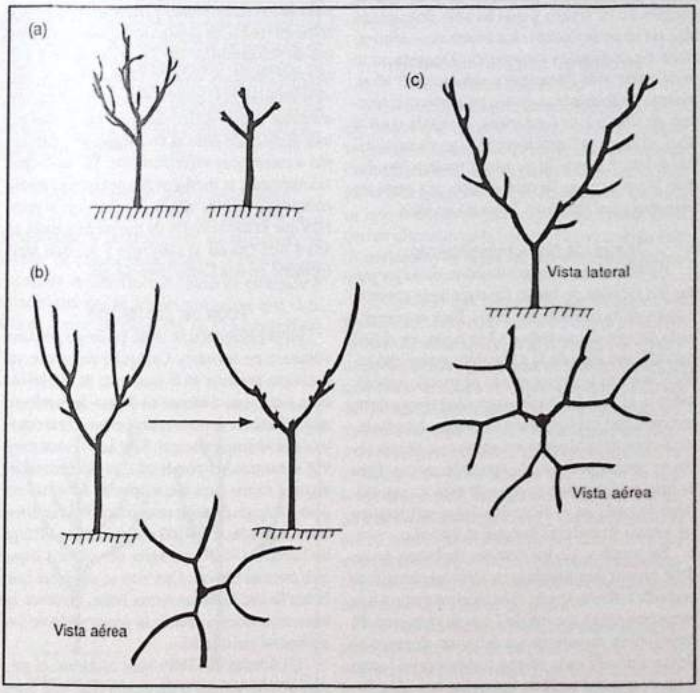


Figura 5.14 Poda de detalle para formar un árbol en vaso. (a) En el momento de la plantación, el fruticultor corta los brotes a 20-30 cm de longitud, sobre las yemas más exteriores. (b) Se dejan los brotes que han crecido hacia fuera y se quitan los vigorosos, que han crecido hacia dentro. Normalmente se dejan dos ejes principales y no uno solo. (c) Forma final del árbol.

varias ventajas. En primer lugar, favorece una rápida entrada en producción y así el fruticultor consigue ganancias antes. En segundo lugar, podar menos reduce el riesgo de infección por plomo de los frutales u otras enfermedades, como ya se ha comentado. En tercer lugar, se ha visto que algunas de las variedades de frutales de hueso preferidas por los consumidores, sobre todo de melocotones y nectarinas, cambian rápidamente. Como entran en producción más pronto, se puede asumir más fácilmente replantar con otras variedades. A pesar de replantar más a menudo se producen menos pérdidas económicas, ya que el período improductivo entre cambio y cambio es mucho menor.

La técnica es muy simple. El árbol que se compra en el vivero y que ha sido despuntado allí, no se poda excepto los brotes muy débiles, rotos o con ángulos incorrectos. Después no se poda nada más durante los siguientes 3 años, aunque obviamente se quitan las ramas que crezcan en direcciones erróneas. Después de 4-5 años, el árbol ya habrá alcanzado su altura máxima y estará cerca de su plena producción. En este momento, se llevará a cabo una poda de limpieza para mantener la forma en vaso.

La poda de mantenimiento

En zonas con climas húmedos, es mejor podar los frutales de hueso después de la cosecha y antes de la caída de las hojas. Esto es complicado ya que como todavía hay hojas, es difícil hacerse una idea de la estructura global del árbol y además es un momento de mucho trabajo, sobre todo para los fruticultores que tienen otros cultivos que coinciden en el tiempo. Los frutales de hueso cultivados en zonas con climas secos se suelen podar en la época de reposo. Esto es una gran ventaja porque de esta forma, durante la poda se evalúan los daños sufridos en las yemas fructíferas durante el invierno.

En muchos de los frutales de hueso no se debe prestar demasiada atención a las ramas más pequeñas. Raras veces el fruticultor cortará una rama que tenga menos de 1 cm de diámetro. El objetivo es conseguir un árbol no demasiado denso y donde cada año se corte entre un tercio y un cuarto del total de las ramas laterales. Incluso aquellos frutales de hueso que tienen chifonas (albaricoqueros, ciruelos y cerezos) y también fructifican sobre brotes de 1 año, esta sustitución asegura que haya siempre nuevos ramos fructíferos. A pesar de todo lo que se ha dicho, hay ocasiones en las que una poda de detalle está justificada: cuando se quiere aprovechar para hacer también un aclareo de frutos, en casos en los que la producción es muy alta y cuando se trata de variedades que maduran muy pronto y entonces el aclareo es poco viable. En esos casos, se recortan las ramas laterales que quedan después de la poda más general, hasta la mitad o un tercio, dependiendo de lo que se quiera reducir la producción.

Producción intensiva de frutales de hueso

Este sistema es cada vez más habitual en el caso de los melocotones y nectarinas para consumo en fresco. Se plantan los frutales con marcos de plantación de 1,0-2,5 m entre pies y 4-5 m entre líneas. A veces se planta un árbol con «yemas latentes»; es decir un patrón que ha formado las yemas el ciclo anterior. Las yemas no han desborrado pero al año siguiente empezarán a crecer muy vigorosamente. Sin embargo, normalmente se prefieren árboles más grandes, cultivados durante más de un año en el vivero. Hay que avisar al vivero de que no descabece el árbol para que así se ramifique y sea más fácil formarlo en una forma libre sin eje.

Poda del primer año

En el primer año se suele podar un poco en verano o en invierno. Cualquier rama que ya estuviera presente en el momento de la plantación y que esté a menos de 50 cm del suelo se quita. También se poda cualquier brote que compita con la rama principal. Si el árbol crece muy vigorosamente el primer año, se seleccionarán algunas ramas para que empiecen a formar un piso. Después de dejar unas cuantas ramas laterales formadas a 50-100 cm del suelo, se deja un hueco de 40-50 cm antes de volver a dejar que crezcan nuevas. Con esto se consigue que la luz llegue hasta las ramas bajas, favorece la inducción floral y facilita la penetración de los productos pulverizados.

En árboles de vivero bien cuidados, el primer año se obtiene poca producción y se pueden dejar en el árbol de seis a ocho frutos, pero si se observa en el árbol cualquier signo de pérdida de vigor deben ser eliminados inmediatamente.

Poda del segundo año

El segundo año hay que dejar una parte de la producción en el árbol. Estos frutos tienen un efecto regulador del vigor del árbol. Con esta estrategia también se consigue limitar el vigor en árboles plantados muy cerca los unos de los otros, sin tener que recurrir a utilizar patrones enanizantes. No obstante se debe realizar aclareo de los frutos cuando éstos tienen ya un tamaño razonable (ver Capítulo 6).

En el momento del aclareo, hay que eliminar los chupones en ángulos muy cerrados. Más tarde durante ese año se recomienda llevar a cabo una poda suave para quitar cualquier nuevo chupón y evitar que haya demasiadas ramas.

La poda principal de la madera fructífera ya gastada o el aclareo de las ramas laterales que fructificarán al año siguiente, se lleva a cabo en otoño o invierno (dependiendo del riesgo de enfermedades). La estructura en forma de pisos que se empezó a formar en el primer año no se toca y se entresacan algunas ramas en otras zonas del árbol (ver Fig. 5.15).

Poda del tercer año y siguientes

En el tercer año ya hay un esqueleto bien desarrollado y la producción ha alcanzado ya niveles de plantaciones adultas. La formación consistirá en mantener la forma de pirámide o spindlebush de los árboles y requiere que cada año se corten los chupones en el momento del aclareo de frutos. Después de mitad de verano, hay que entresacar los brotes más vigorosos para permitir que la luz penetre, que la coloración del fruto sea adecuada y para favorecer la inducción floral.

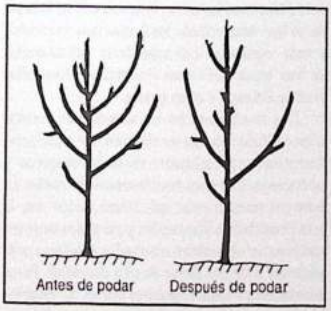


Figura 5.15 Poda del segundo año en sistemas de producción intensiva de frutales de hueso. Sólo se ven las ramas de la sección transversal.

Si en este momento el crecimiento de la rama principal se ha ralentizado, se puede cortar sobre una rama fructífera lateral formada el ciclo anterior. Sin embargo si el crecimiento en longitud de la rama principal sigue siendo demasiado vigoroso, se puede seguir dejando crecer durante ese año y esperar al año siguiente para podarla. En este segundo año, en otoño, debe llevarse a cabo una poda de detalle de las ramas laterales fructíferas y de la madera fructífera ya gastada, antes de que el crecimiento más vigoroso cese.

Adaptación al caso de árboles en alta densidad

Si los árboles están separados entre 1,0 y 1,5 m, tienen que adoptar formas de spindlebush estrechos o de huso, con formación cada año de ramos fructíferos que salgan lateralmente del eje principal en lugar de ir formando pisos. La poda es más o menos un proceso de reciclado, en el que se eliminan cada año las ramas que ya han fructificado y se dejan las nuevas ramas laterales.

El tamaño que se espera que alcancen los frutales de hueso cultivados de forma intensiva es de 3-3,5 m de altura; si se mantiene el vigor y una producción equilibrada, se puede conseguir estabilizar la altura de estos árboles. La altura definitiva del árbol depende de la variedad, del tipo de suelo, del tipo de fertilización, del riego y de la carga del cultivo. Las variedades de crecimiento débil o los árboles que crecen en suelos pobres no son más altos de 3 m. Sin embargo con variedades vigorosas y suelos fértiles, es difícil mantener la altura de los árboles en 3,5 m sin comprometer el equilibrio entre crecimiento y producción. La mayoría de la cosecha debe estar entre 0,5 y 2,5 m de altura.

La vida útil de los árboles en estos sistemas intensivos depende de la localidad, de la incidencia de las enfermedades, de la capacidad de limitación del vigor y del período improductivo de la variedad plantada. Los resultados obtenidos a lo largo de la geografía mundial indican que la vida productiva de plantaciones de este tipo puede ser similar a la de una plantación es-

tándar con frutales de hueso, si se gestiona bien. En esos casos, se recomienda este sistema frente al tradicional por las ventajas que ofrece como una rápida puesta en producción, la facilidad de manejar el árbol si está formado en pirámide y tener la producción en una zona baja del árbol.

En variedades vigorosas de melocotonero como la Golden Queen y O'Henry, es difícil controlar el crecimiento si se usan sistemas de plantación de alta densidad. Las variedades de este tipo deben plantarse con un marco de 3,5 m entre pies y 5,0-6,0 m entre líneas, pero los primeros años estas plantaciones deben cuidarse igual que si se tratara de una plantación intensiva con árboles más separados. Se deja que el árbol crezca más en altura y se presta más atención al desarrollo de la estructura fructífera. Se requiere menos poda en verano.

Esta teoría puede aplicarse a variedades vigorosas de ciruelos, albaricoques y cerezos que no se adapten tan bien a espacios pequeños, a plantaciones tan intensivas, excepto si se han utilizado patrones enanizantes.

Figura 5.16 Sistema de formación en forma apoyada: Tatura-trellis.

Sistema de formación en Tatura-trellis

Este método de formación de melocotoneros fue desarrollado en la Estación de Investigación Tatura en Victoria, Australia. Se puede ver una foto en la Figura 5.16. Se creó a partir de cálculos teóricos sobre la captación de luz en las latitudes del sur de Australia. Se discutió que si el terreno estaba repleto de estructuras con hojas en dirección norte-sur, cada una con un ángulo de 60° con respecto a la horizontal, se conseguía la máxima captación de luz y por lo tanto se podía obtener un rendimiento máximo.

Las primeras plantaciones comerciales se llevaron a cabo con cierto éxito y de hecho se consiguieron muy buenos rendimientos. Actualmente en la producción intensiva de frutales de hueso se usan marcos de plantación de 1 m entre árboles y 5,5- 6,0 m entre líneas. La altura total es de 4 m y los brazos son de 5 m de largo. Se deja un hueco de entre 1- 1,2 m entre las partes altas de los brazos adyacentes. Se deja que el árbol desarrolle dos ramas principales, que crecen a cada lado de la estructura. Se favorece el crecimiento a lo largo de todas las espalderas pero sin dejar que se haga demasiado espeso; un máximo de 60 cm desde el punto más alto al más bajo. Si se supera este límite, no llega suficiente luz a las hojas que están en las zonas bajas del árbol y se desaprovecha esta zona. Para controlar este espesor, hay que cortar la hojas en verano y sobre todo segar con barras de corte sobre tractores las zonas interiores de la V, donde se han desarrollado los brotes más verticales y más vigorosos. Las espalderas Tatura-trellis se han usado de forma limitada en Australia, Nueva Zelanda y otros países.

Los resultados con los sistemas de formación en Tatura-trellis no siempre han sido satisfactorios, especialmente en melocotoneros y nectarinos. Los altos rendimientos obtenidos en ensayos pueden estar más relacionados con la alta densidad de plantación, y para esos mismos cultivos se obtendrían resultados similares empleando sistemas libres de alta densidad. Estas plantaciones tienen menores costes de establecimiento y son más fáciles de controlar. Uno de los problemas de los sistemas en Tatura-trellis es la dificultad de mantener una producción equilibrada en todas las zonas de la espaldera a

medida que pasa el tiempo. Otro es que se ha demostrado que en la práctica la siega mecánica del esqueleto es más difícil si no se dispone de operarios muy cualificados.

Aún así, parece más prometedor en el caso de otros frutales como los albaricoqueros, cerezos, ciruelos, kiwis y vides para uvas de mesa. Ni los albaricoqueros ni los ciruelos responden tan bien como los melocotoneros y los nectarinos a los sistemas de formación libres de alta densidad descritos anteriormente. Algunos fruticultores han cultivado kiwis en sistemas de Taturatrellis y algunos han usado este sistema en vides de uva de mesa cultivadas al aire libre. En general estos usos son sólo una pequeña parte de la producción total.

Bibliografía

En la mayoría de las regiones frutícolas, los organismos de consulta han preparado o reunido todos los boletines que describen y proporcionan consejos útiles sobre los métodos de poda y los sistemas de formación más utilizados en cada zona. Un ejemplo es la Publicación 392 del Ministerio de Agricultura y Alimentación de Ontario, llamada *Training and Pruning Fruit Trees* de G. Tehrani, N.W. Miles y D.C. Elfving (*Queens Printer for Ontario*). Otro ejemplo es un boletín italiano escrito por Herman Oberhofer y traducido por horticultores del Ministerio de Agricultura y Alimentación de British Columbia en Victoria, Canadá. El título es *Pruning the Slender Spindle*.
Podemos citar otros libros y artículos que describen métodos de poda y sistemas de formación específicos, como por ejemplo:

Barritt, B.H. (1992) *Intensive Orchard Management*. Good Fruit Grower, Yakima, Washington.
Brunner, T (1990) *Physiological Fruit Tree Training for Intensive Growing*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
Forshey, C.G., Elfing, D.C. and Stebbins, R.L. (1992) *Training and Pruning Apple and Pear Trees*. American Society for Horticultural Science, Alexandria, Virginia.

5.2 Frutales de baya

David Jackson y Graham Thiele

La poda de los frutales de baya es mucho más fácil que la del resto de frutales. Además, cada vez es más sencilla, a medida que se establecen nuevos métodos de conducción del arbusto. Vamos a considerar tanto los métodos de poda antiguos como los más modernos.

Groselleros

Las ramas más fructíferas de los groselleros son las que salen de la base del arbusto y crecen muy vigorosamente durante un ciclo. Estos brotes de un año tienen gran parte de las yemas laterales que al año siguiente florecerán y fructificarán. Si al año siguiente no se poda, muchos de los frutos se formarán en los brotes del año anterior, de dos años. Esto permite que la mayoría de los frutos se formen en los brotes nuevos de las zonas más altas de la planta. Antiguamente se cortaba casi toda esa madera no fructífera de 2 años o más vieja ya que había demasiada, y se dejaba toda la madera que había crecido en la base de la planta como madera de reposición de 1 año. De esta forma se conseguía dejar el árbol más limpio, que tuviera más luz, que los productos pulverizados llegaran a todas las zonas y se fomentaba la lignificación de esos brotes.

Con la llegada de la cosechadora mecánica hace 10-15 años, se cambiaron drásticamente los modelos de plantación de los groselleros. En vez de separarlos 1 m, ahora se plantan con marcos de 10-15 cm entre plantas y 2,5-3,0 m entre líneas.

Normalmente durante los primeros 5 años no se podan los arbustos, después se recortan para eliminar la madera vieja o se recorta el arbusto a ras de suelo. En el segundo caso, se pierde la primera cosecha, pero la planta se rejuvenece gracias a este tratamiento. Un método alternativo consiste en cada año recortar a ras de suelo una línea de cada cinco. Hay que tener cuidado en las regiones en las que se sabe que el plomo de los frutales es problemático, porque con este tratamiento tan drástico se puede facilitar la entrada del hongo por las heridas abiertas.

Algunos fruticultores están volviendo a emplear sistemas de poda menos drásticos. Si después de haber plantado las estaquillas, el crecimiento durante el primer año no es bueno, los fruticultores deben podar intensamente para favorecer el crecimiento al año siguiente. Después del segundo año de crecimiento, se lleva a cabo una poda que consiste solo en cortar las ramas más viejas para despejar el arbusto. Esto rejuvenece lo suficiente el arbusto como para que se necesite recortarlo menos o casi nada cada año y además se controla el tamaño, facilita la entrada de luz y permite aplicar eficazmente los productos mediante pulverización abarcando todo el arbusto.

A menudo el grado de poda depende de la disponibilidad de mano de obra durante los meses de invierno. Sin embargo la ayuda mecánica aumenta la velocidad a la que se realiza esta operación. Ahora muy a menudo se utilizan tijeras de poda de 2 manos accionadas mecánicamente y de uso manual diseñadas para recortar por ejemplo cada año un lado de forma alternativa. Se han hecho estudios sobre la rentabilidad económica de dichas alternativas, pero los resultados aún no están disponibles.

Los groselleros rojos, blancos y los groselleros espinosos

En estos cultivos a diferencia de los groselleros comunes, la mayoría de los frutos están en lamburdas de pocos centímetros de longitud sobre madera vieja o en brotes cortos de 10-15 cm. Como estas plantas no tienen la aptitud de generar la misma cantidad de brotes largos en la base que los groselleros comunes, se han intentado formar como arbustos con una estructura permanente, más parecida a un manzano formado en vaso en miniatura. La poda consiste en entresacar ramas, para renovar cada año parte de las ramas laterales y así mantener el arbusto abierto para que entre luz y los productos pulverizados.

No hay una razón clara por la que los groselleros rojos y los blancos no puedan ser formados de la misma manera que los groselleros comunes, para poder recolectarlos mecánicamente. Los groselleros espinosos dan más problemas ya que tienen tendencia a extenderse más de lo normal e incluso a inclinarse. Sin embargo las variedades más verticales, si se plantan con marcos de plantación más pequeños, se adaptan mejor a la recolección mecanizada.

Arándanos

La mayoría de los arándanos se plantan en líneas separadas 1,2-2 m y se recogen manualmente. El alto precio de los frutos de calidad hace que la recolección manual sea factible económicamente. El arbusto se desarrolla como los groselleros rojos y se forma intentando reducir la estructura a entre cinco y ocho ramas principales siguiendo el modelo en vaso. Aquí también, la poda consiste en entresacar ramas para permitir que la luz y los productos que pulverizamos lleguen al arbusto. También de forma ocasional se puede necesitar renovar alguna rama principal para rejuvenecer la planta y que así haya de nuevo madera joven.

También, en verano, se pueden llevar a cabo prácticas que consisten en inclinar hacia atrás algunos brotes en arbustos adultos para favorecer que tengan mayor carga de frutos. Si se considera necesario, se puede regenerar el arbusto por completo cortándolo a 10 cm del suelo.

Cuando se cultivan arándanos para industria, se necesita emplear métodos mecánicos para la poda y la planta se adapta fácilmente a la recolección mecanizada.

Los frambuesos y las zarzas

Actualmente los frambuesos y las zarzas se cultivan con un marco de 2,0-3,5 m entre plantas; normalmente 2,5-2,8 m. Esta distancia se decide previamente, en función de la maquinaria que se va a utilizar. Los frambuesos están separados en las líneas unos 30 cm y las zarzas se separan 2 m, aunque últimamente éstas se plantan más cerca, a 1m de distancia cada una.

La poda de estas plantas consiste en eliminar todas las varas de dos años[1] después de la cosecha, cuanto antes mejor. De esta forma las varas nuevas en desarrollo[2] tienen más espacio para crecer y la luz y los productos pulverizados penetran mejor. También es importante para eliminar plagas y enfermedades, ya que evita que se propaguen en las nuevas varas. Esto es particularmente significativo en las zarzas, en las que hay que cortar las varas más viejas por la base, justo después de la recolección, incluso aunque estén enganchadas a los alambres.

[1] Varas de dos años en las que se forman los frutos; cuando los frutos maduran, estas varas mueren en los frambuesos y en las zarzas mueren.

[2] Varas en el primer año de crecimiento. En los frambuesos, pueden producir algo de frutos en otoño, pero el grueso de la producción se obtiene al año siguiente en las varas de dos años.

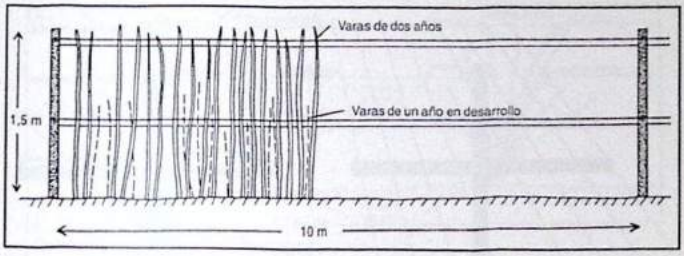


Figura 5.17 Espalderas verticales básicas, para groselleros- sistema en seto.

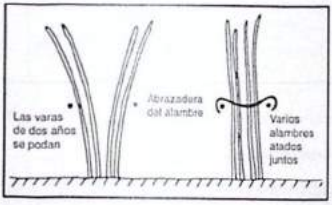


Figura 5.18 Abrazaderas para juntar varios alambres.

Frambuesos

Se usan espalderas de soporte tanto en los frambuesos como en las zarzas. En la Figura 5.17 se puede ver cómo es la espaldera básica en los frambuesos. Consiste en dos alambres paralelos entre distintos postes, de tal forma que las varas de dos años crecen entre ellos. Cuando se necesita, algunas de estas varas se atan (ver Fig. 5.18).

El problema principal de este sistema es que se mezclan las varas de dos años con las de un año, y eso dificulta la recolección y la penetración de los productos. Además el exceso de sombra provocado, dificulta también la inducción floral de las varas del año. Se han probado numerosos métodos para separar las varas de un año y las de dos años. En el «Tepee» o sistema en aro, las plantas de una línea se agrupan de dos en dos o de tres en tres cada 1,5 m. Al final del año, se atan los extremos de las varas de un año de los grupos contiguos, para formar un arco o aro, y se cortan las varas de dos años. Al año siguiente es fácil separar las varas verticales de un año de las de dos años que están en arco.

Algunas veces los frambuesos se cultivan en alternancia. En este caso, se siegan las varas en otoño o en invierno alternando cada año una línea. Por lo tanto, una línea tendrá cosecha mientras que la siguiente tendrá varas de un año que producirán frutos al año siguiente.

Los frambuesos cuya cosecha es en otoño son simples de cultivar. Estos frambuesos forman los frutos sobre las varas de un año, y están listos para recolectarlos en otoño y por lo tanto se pueden cortar todas las varas de todas las líneas después de la recolección y al año siguiente las varas de un año son las que producirán la cosecha.

Las cosechadoras zancudas, que consisten en un aparato en forma de dedo que sacude el arbusto o un eje principal se usan ahora mucho cuando se han formado en setos o sistemas similares. Estas máquinas se fabrican localmente o se importan y el fruto que se recoge sirve para hacer mermelada u otros usos en industria, pero no sirve para consumo en fresco.

Los frutos recolectados con la cosechadora que se usa con el sistema Lincoln sí se pueden consumir en fresco y para IQF (ultracongelación individual). Esta máquina tiene unas ruedas dentadas que giran y cogen las varas de dos años y sacuden los frutos. La amplitud y la frecuencia del elemento sacudidor se elige en función del grado de madurez del fruto que se cosecha. En la Figura 5.19 se ilustra el sistema Lincoln y también se ve cómo en este sistema de formación

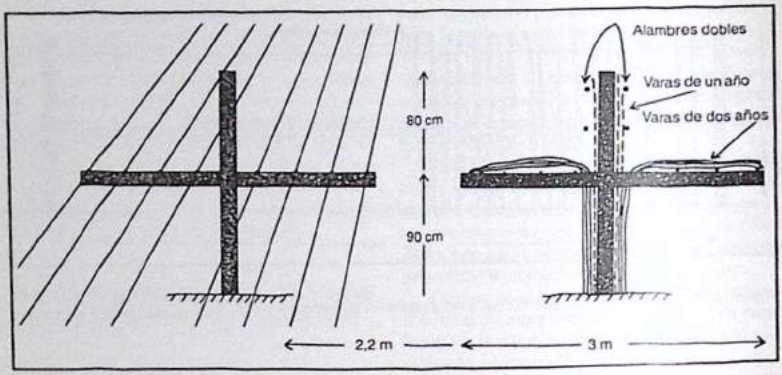


Figura 5.19 Sistema Lincoln en frambuesos.

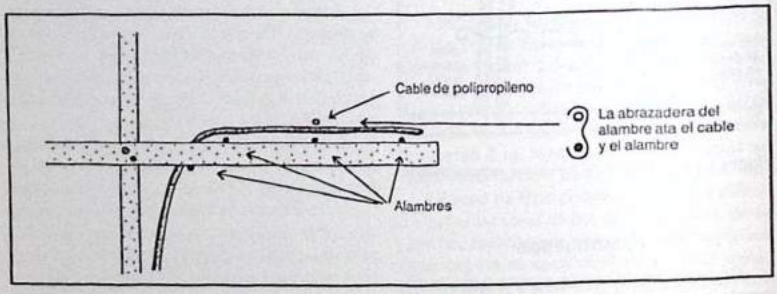


Figura 5.20 Abrazaderas para agarrar las varas en la estructura.

se separan las varas de un año de las de dos años. Se pone debajo del esqueleto una cesta para recoger los frutos que caen.

Después de la cosecha, se eliminan las varas de dos años. En invierno, se doblan hacia abajo las varas de un año, dejándolas casi horizontales y atándolas con una cuerda de polipropileno a los alambres (ver Fig. 5.20).

Zarzas

Los groselleros negros, los groselleros espinosos, los frambuesos norteamericanos y los híbridos de mora dulce con mora (youngberries), tienen gran tendencia a ser rastreros, y necesitan formarse en sistemas apoyados con postes y alambres. Estos nuevos métodos y estas prácticas intensivas se investigan para reducir costes. En la Figura 5.21 se pueden ver los métodos tradicionales más utilizados.

A veces después de quitar las varas que han fructificado, hay que entresacar varas de ese año en los frambuesos y las zarzas para asegurar la penetración de la luz y los productos pulverizados y reducir el enmarañamiento. Se dejan las varas más vigorosas, especialmente aquellas que han estado más expuestas a la luz durante su

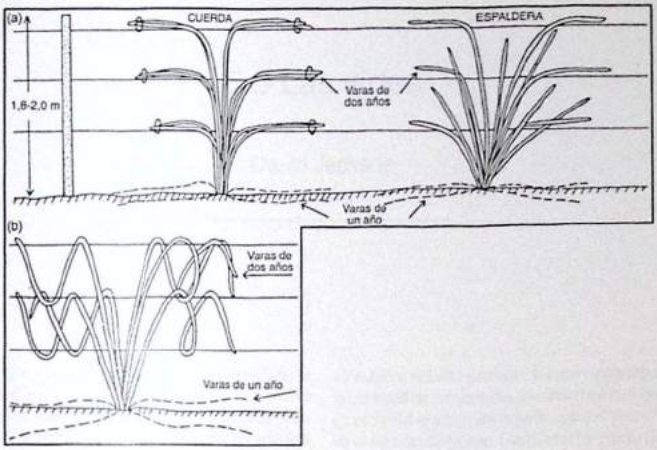


Figura 5.21 (a) Dos sistemas de formación para zarzas. (b) Varas de dos años enredaderas de las zarzas.

desarrollo. Se quitan las varas enfermas y débiles. Los frambuesos formados en seto necesitan tener unas 20 varas por metro lineal. En el esqueleto, las varas laterales tienen que estar a 5-10 cm de separación. Normalmente se dejan 25 varas por planta y se pueden recortar dejándolas de 2,5 m de largo sin notar una disminución significativa del rendimiento.

Bibliografía

Crandall, PC. (ed.) (1995) *Bramble Production*. Haworth Press, Binghampton, New York, 213 pp.

5.3 Las vides

David Jackson

En condiciones naturales, las enredaderas como por ejemplo de uvas, kiwis o frutas de la pasión pueden competir con otros árboles, plantas y arbustos por la luz, el agua y los nutrientes. En vez de tener un tronco gordo que sirva de soporte para la parte aérea, las enredaderas han desarrollado otras características que les permiten estar al sol. La primera característica son los zarcillos, como en las uvas o en los kiwis, con un método de crecimiento similar. Estos zarcillos se agarran o enroscan a las ramas más cercanas y así la enredadera puede subir hasta la copa de un árbol o de un arbusto. La segunda característica es que el crecimiento de una enredadera es muy rápido y continúa mucho después de la primavera y el verano.

En horticultura, estas características tienen sus ventajas e inconvenientes. La falta de un tronco rígido implica que hay que poner una estructura de apoyo, normalmente una espaldera. Esto por supuesto supone un coste. Asimismo el exceso de vigor también puede ser un problema. En una plantación, las enredaderas se ponen en monocultivo sin competencia, excepto entre ellas. En esta situación, el excesivo crecimiento tiene poco valor y entonces durante el invierno y el verano hay que limitarlo. Esto supone una pérdida de materia seca y en gran parte explica los bajos rendimientos que se obtienen en vides o en kiwis si se comparan por ejemplo con los manzanos.

Poda y formación de las vides

Las limitaciones en la poda y formación de las vides se deben a que la producción se forma en madera del año anterior. Es muy importante la cantidad de madera del año anterior que queda en la vid después de la poda, ya que determina el número de yemas fructíferas[1] y por lo tanto influye en la producción del año siguiente.

Un alto número de yemas favorece un alto rendimiento, pero si hay demasiadas entonces puede haber demasiados brotes a desarrollar. Esto puede hacer que la planta esté muy enmarañada y densa y entonces las hojas y los frutos están a la sombra. En estas condiciones, como todo el mundo sabe empeora la calidad del vino. Luego la poda es una forma de conseguir que haya un equilibrio entre el rendimiento y la calidad.

Los objetivos de la poda y la formación en la vid son:

- Separar lo suficiente los brotes para que las hojas de cada brote tengan la suficiente luz.
- Separar los brotes para que el aire circule adecuadamente. Esto reduce la humedad, que a su vez es una forma de disminuir la incidencia de las enfermedades.
- Separar los brotes para permitir que los productos pulverizados para controlar pla-

[1] Algunos autores prefieren usar el término nudo en vez de yema. Las yemas situadas en cada nudo son en realidad yemas compuestas con tres puntos de crecimiento: primario, secundario y terciario. Por lo tanto, aunque es discutible, el término nudo es más preciso y menos confuso. Se va a utilizar el término yema para referirnos a la yema compuesta en cada nudo, porque ese es el significado que se le atribuye normalmente.

gas y enfermedades alcancen todas las zonas de la planta.

- Proporcionar nuevos brotes de reposición para la poda de invierno del año siguiente.
- Decidir la longitud y posición de los brotes que tienen las yemas con más probabilidades de fructificar.
- Conseguir dejar el número más adecuado de yemas por planta o por unidad de longitud de espaldera para obtener el máximo rendimiento de uvas con una composición óptima.
- Modificar la cantidad de madera perenne para minimizar el riesgo de daños por heladas en invierno.
- Permitir el movimiento de las personas y de la maquinaria por el viñedo.

Hay muchos sistemas de formación de las vides, pero la mayoría de los fruticultores usan un sistema que consiste en colocar las varas del último año de tal forma que los brotes que salgan de las yemas reciban el máximo de luz, sin darse sombra a sí mismas. Este método se llama el VSP (vertical shoot positioned) (ver Fig. 5.22). Es el sistema más utilizado para formar las vides, aunque puede haber algunas modificaciones, por lo menos en las zonas donde se produce vino de calidad.

En la poda de invierno se colocan las yemas de las varas o pulgares. Como se ve en la Figura 5.22 estas varas o pulgares se atan al primer alambre. Después del desborre, se conducen los brotes, a través de alambres puestos en paralelo (Figs. 5.22 y 5.23). Cuando los brotes han crecido por encima del último alambre y empiezan a caer hacia abajo, se recortan las puntas, normalmente con una cortadora mecánica. En zonas donde el crecimiento es muy vigoroso, los brotes laterales empezarán a crecer justo después o incluso antes de que los brotes principales hayan llegado arriba del todo. En estos casos se necesita recortar antes de que den sombra al fruto para evitar problemas. Hay que sujetar bien las espalderas, sobre todo con los postes terminales. En la Figura 5.24 se pueden ver como son estos postes terminales.

La geometría de las espalderas también depende de la distancia entre líneas, que varía entre 1 y 3 m. Las vides no pueden formarse en espalderas muy altas, ya que sino la base de las plantas queda a la sombra. De forma aproximada, la altura máxima de la vegetación no debe ser más de 0,6 veces la distancia entre líneas. Es importante indicar que cuando se habla de la altura de la vegetación, nos referimos a la altura desde las hojas más bajas hasta las más altas, no a la altura desde el nivel del suelo. Sin embargo, cuando se refiere a la altura de la vegetación sobre el nivel del suelo normal se usa la proporción 1:1, es decir, que no sea superior al espacio entre líneas.

Si las líneas están muy juntas, se aprovecha más la insolación en una zona dada, pero se necesita maquinaria más especializada y otros equipos para cultivar de forma eficaz. Si se usan tractores estándar, la distancia entre líneas normalmente no puede ser menor de 2,5 m y la al-

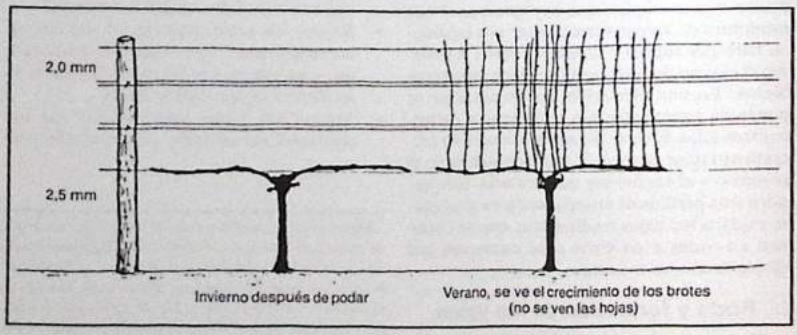


Figura 5.22 Viñas podadas en VSP.

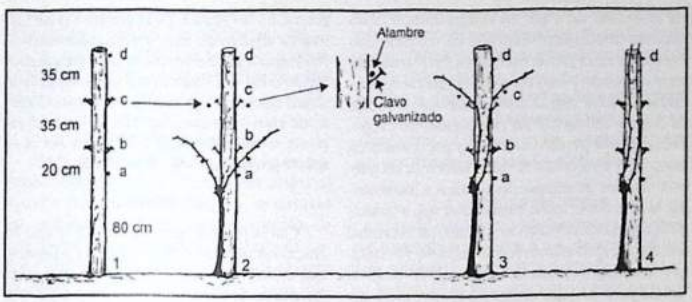


Figura 5.23 Vista a lo largo de la espaldera. Se ven las posiciones de los alambres durante el crecimiento de los brotes.

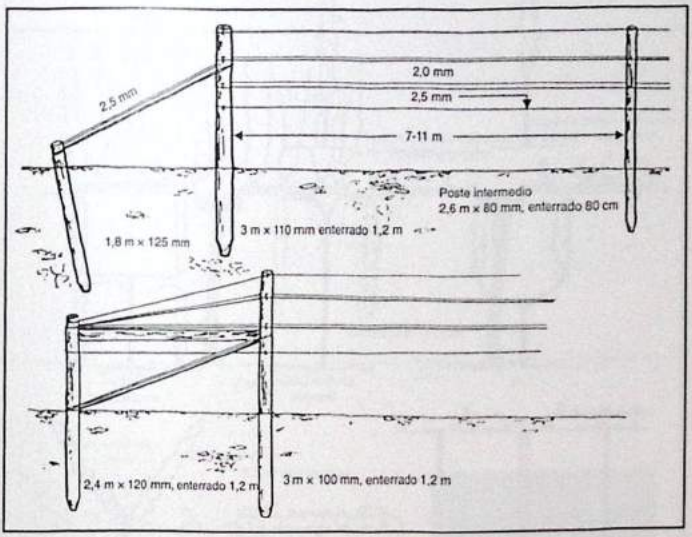


Figura 5.24 Dos tipos de montaje de postes terminales.

tura debe rondar los 1,7-1,8 m. En general la orientación óptima de las líneas es la norte-sur, ya que se consigue que ambos lados estén expuestos al sol.

En los últimos años se ha investigado mucho los sistemas de poda, particularmente en zonas del Nuevo Mundo. El motivo principal de estas investigaciones ha sido intentar contro-

lar el exceso de vigor en el crecimiento tanto vertical como horizontal. En los viñedos con exceso de agua y/o de nutrientes, las plantas son muy vigorosas y esto dificulta el control del crecimiento de la vegetación y a menudo el mosto es de peor calidad. Si las líneas están muy separadas, es una pérdida de suelo y puede también contribuir a vigorizar la vid. Muchos de los nuevos diseños de espalderas tienden a incrementar la superficie foliar expuesta al sol, a reducir la densidad de vegetación y a mejorar la calidad del mosto, todo ello de forma rentable. No siempre son mejores que el sistema VSP descrito antes, pero pueden ser mejores para estos aspectos. En la Figura 5.25, se pueden ver las formas de algunos de estos sistemas alternativos. No tenemos suficiente espacio aquí para describirlos todos con detalle, pero no es demasiado difícil entender la geometría y el manejo a partir de estos diagramas. Además, al final del capítulo se dan referencias adicionales por si se quiere profundizar más en su estudio.

La poda

Con la poda se quita el 90% de lo que ha crecido el año anterior en invierno. Lo primero que se recorta son los brotes de un año, sobre los que se da la cosecha al año siguiente. Por

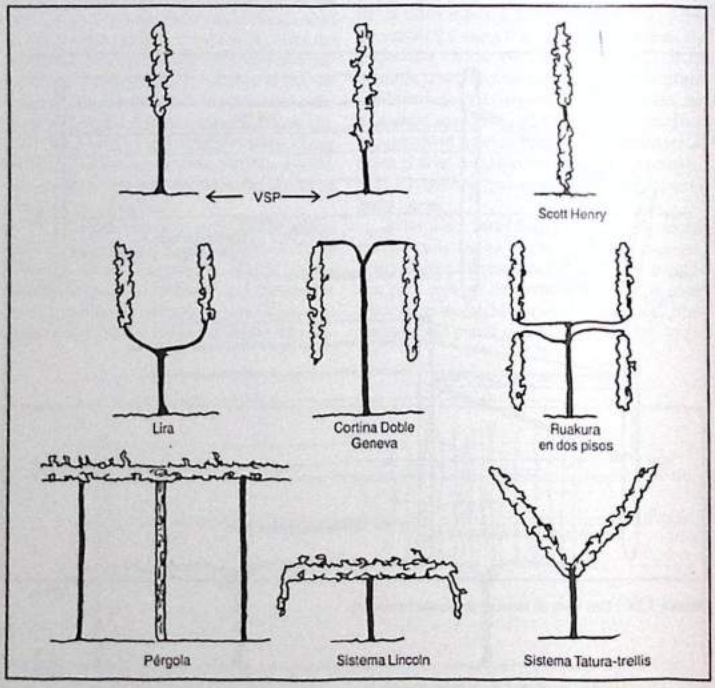


Figura 5.25 Secciones transversales de algunos diseños de estructuras en vid. En la fila de arriba hay variaciones del sistema VSP; en la fila del medio hay estructuras en dos brazos; en la fila de abajo hay estructuras horizontales y en ángulo.

lo tanto se recomienda eliminar el 90% de la producción potencial. Las espalderas y las vides no podrían cargar con toda esta producción y por lo tanto es esencial eliminar estos brotes.

La poda de los pulgares

Normalmente una vid con los pulgares podados tiene dos brazos permanentes atados al alambre más bajo. Cada invierno, se recortan las varas hasta dejar entre dos y cinco yemas, de esta forma queda un número adecuado de nudos (ver Fig. 5.26). La ventaja de este sistema es que es simple y es fácil explicar como funciona a trabajadores sin experiencia. El inconveniente es que en muchas variedades, las yemas más bajas no son particularmente las más fructíferas, y entonces puede que la producción sea baja. Estos bajos niveles de producción son más problemáticos en zonas de climas fríos, especialmente si además se trata de una zona con mucha nubosidad.

Muy a menudo los jardineros usan la poda de los pulgares y se adapta muy bien a cultivos sobre vallas, pérgolas y en los bordes de las casas, con fines comerciales o particulares.

La poda de las varas

Una vid con varas podadas no tiene dos brazos permanentes fijados a un alambre y si los tiene son cortos. Además la mayoría de los frutos se forman en las varas que se extienden sobre el alambre cada invierno.

Se pueden extender sobre el alambre dos o más varas por vid y generalmente cada una tiene entre seis y diez nudos. Normalmente se de-

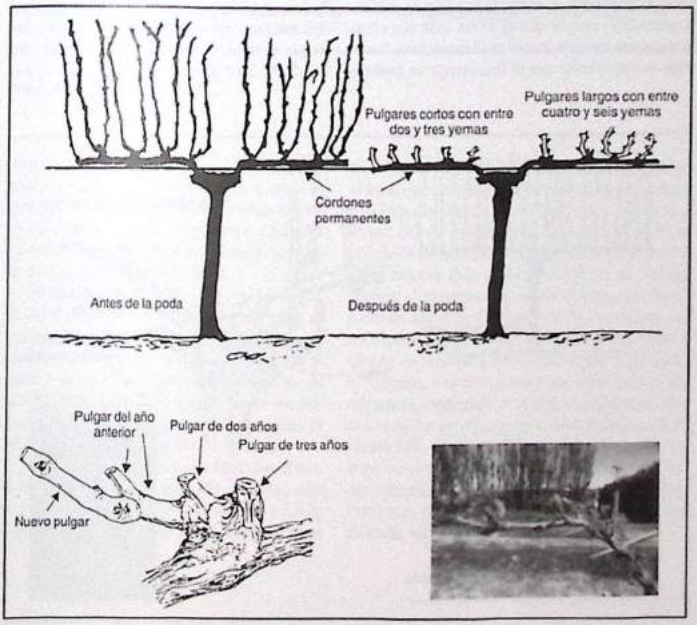


Figura 5.26 Poda de la vid. Hay que observar en la fotografía, el nudo ciego en el cordón que deja un hueco en este punto de la estructura.

jan los pulgares que están en la zona de renovación por debajo de la cabeza de la vid (ver Fig. 5.27) para asegurar que hay una adecuada renovación de varas al año siguiente. Este sistema de poda se llama muy a menudo doble guyot, mientras que el descrito anteriormente es el VSP.

En un viñedo adulto hay entre 15 y 25 nudos por metro de línea o de estructura, dependiendo de si se podan las varas o los pulgares respectivamente.

Otros sistemas de formación

Es muy común tanto en uvas para vinificación, para zumo y para pasas, usar el sistema VSP y sus modificaciones. Para uvas de mesa se han encontrado métodos más complejos (Coombe y Dry, 1992). Hay muchas razones para esto, incluida que el valor de ese tipo de cultivo a menudo es mayor que el de las uvas con otros fines y por lo tanto justifica el extracoste. También es importante que el fruto tenga un aspecto atractivo. Los sistemas que reducen el contacto con las hojas, brotes y frutos de alrededor, permiten evitar las manchas en la piel del fruto. A veces las uvas de mesa (cultivos de gran valor), se cultivan en invernaderos y pueden necesitar estar colocados con mucho cuidado para facilitar el acceso a la hora de llevar a cabo prácticas culturales como el aclareo de racimos o la pulverización de productos para controlar las enfermedades.

Formación de la vid joven

En zonas con inviernos moderados, se pueden plantar las vides en cualquier momento entre finales de otoño y primavera. A menudo se prefiere a finales de otoño. En las zonas en las que se sabe que los inviernos son muy fríos se recomienda hacer la plantación a principios de primavera. Cuando ya ha empezado el crecimiento, se deja que sólo se desarrolle un brote y se ata ligeramente a una estaca o se guía con una cuerda que va desde el suelo al primer alambre (ver Fig. 5.28). En regiones en las que se sabe que el

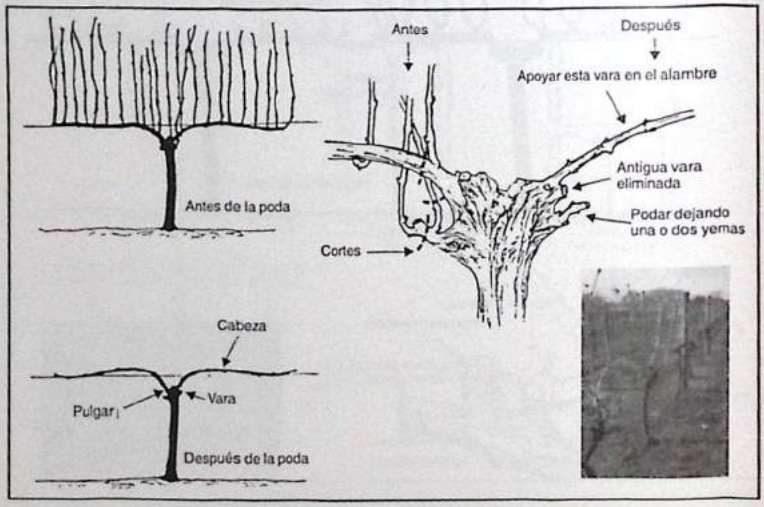


Figura 5.27 Poda de las varas; en la fotografía se ven viñas en las que se han seleccionado cuatro varas y que están preparadas para guiarlas por el alambre.

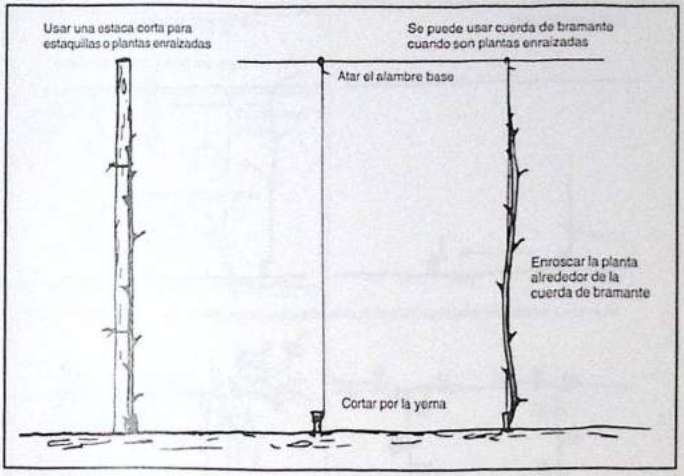


Figura 5.28 Formación del tronco.

crecimiento es muy vigoroso, hay que dejar dos brotes, y uno se deja que crezca por el suelo. El brote que está sobre el alambre es menos vigoroso y entonces los nudos están menos separados. De esta forma es más fácil elegir los brotes a dejar en el alambre al año siguiente.

El crecimiento de estas vides jóvenes depende del clima y de la disponibilidad de agua, de la humedad del suelo y la fertilidad. Todos estos factores deben ser optimizados para que se inicie cuanto antes el crecimiento vigoroso de la vid. En la Figura 5.29 se pueden ver los métodos alternativos de formación de las vides de crecimiento débil, moderado o vigoroso.

Algunas veces, durante el primer año, el brote no llega hasta el alambre. En este caso normalmente se poda el siguiente invierno dejando solo tres o cuatro nudos. Si el crecimiento es muy vigoroso y el brote llega hasta el alambre al principio del ciclo, se puede dejar que crezca a lo largo de este en una sola dirección o cortarlo por debajo para favorecer su división. Si el crecimiento es moderadamente vigoroso y el brote alcanza más tarde el alambre, se cortará durante el invierno y se atará al alambre. En la parte de abajo de la Figura 5.29 se pueden ver las distintas maneras de formar una vid dependiendo de si es de crecimiento débil, moderado o vigoroso. Ya veremos que las vides con crecimiento de moderado a vigoroso producen menos cosecha en el segundo año después de la plantación. Después del segundo invierno, es decir en el tercer año de crecimiento, estas vides estarán rozando la plena producción. Las vides más débiles necesitarán un año más para alcanzar este nivel.

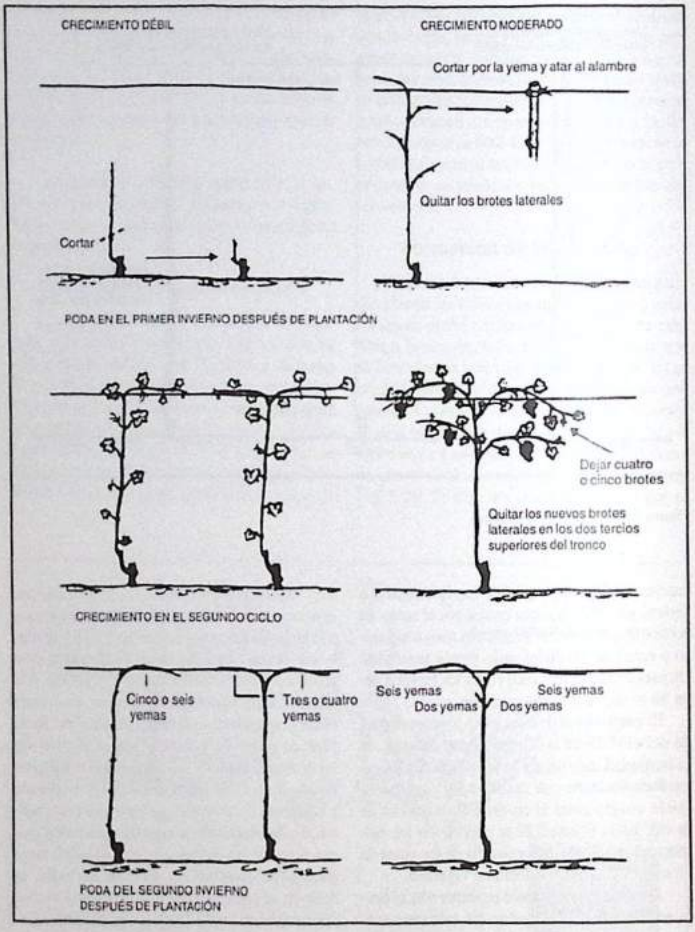


Figura 5.29 Formación de vides con diferentes vigores.

Figura 5.29 *(Continuación).*

Bibliografía

Coombe, B.G. and Dry, PR. (1992) *Viticulture*, Vol. 2, Practices. Australian Industrial Publishers, Adelaide.

Jackson, D. (1997) *Monographs in Cool Climate Viticulture 1. Pruning and Training*. Lincoln University Press, Canterbury, New Zealand.

5.4 El kiwi

David Jackson y Michael Morley-Bunker

A lo mejor los lectores pueden consultar los apartados anteriores sobre la poda de las vides, en los que se explican a grandes rasgos los objetivos de la poda y la formación, muy similares para el caso de los kiwis.

Estructuras de soporte

Los dos tipos de estructuras de soporte para kiwis, más conocidos son: el sistema de postes en T y sus variaciones y la pérgola elevada. Ambas están ilustradas en la Figura 5.30.

La pérgola se cubre totalmente de hojas y frutos. Debido a que la luz penetra mucho peor por una pérgola bien formada, se necesita un menor control de las malas hierbas y segar menos. Además en este sistema el riesgo de daño por viento es mucho menor. Sin embargo, es un sistema mucho más caro y se necesita más mano de obra para mantenerlo. Por esta razón, no siempre es bien recibido por los trabajadores,

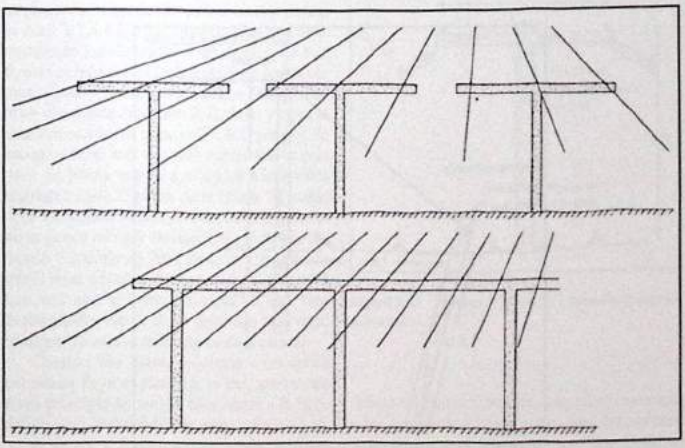


Figura 5.30 Sistema con postes en T y pérgola elevada.

especialmente cuando las pérgolas son muy altas o muy bajas. También se reduce mucho el acceso de las abejas y la botritis puede ser muy peligrosa. El sistema de postes en T tiene unos costes de establecimiento mucho menores. El rendimiento global puede que sea más bajo, pero en compensación es mucho más fácil de cultivar tanto manualmente como con maquinaria y además se alcanza mucho más pronto la productividad máxima esperada.

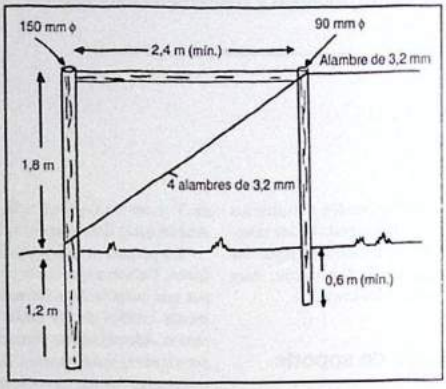


Figura 5.31 Colocación del poste terminal de forma horizontal. ϕ diámetro interior del poste; usar esta figura cuando se vayan a encargar los postes al proveedor.

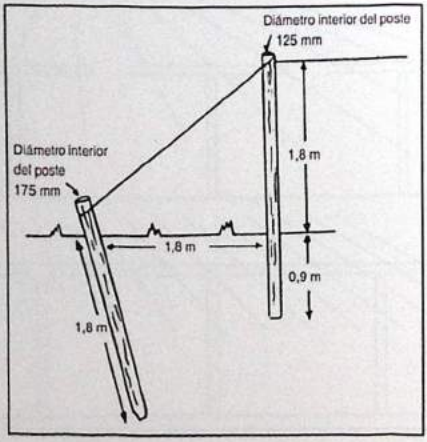


Figura 5.32 Montaje del poste terminal de anclaje.

Los postes terminales

Como el peso de las plantas de kiwis con frutos es mayor que el de las vides, se necesitan estructuras terminales más sólidas. En las Figuras 5.31 y 5.32 se pueden ver las dos formas más comunes de colocación de los postes terminales. Ambos se pueden usar tanto en el sistema de postes en T como en el de pérgola.

Los sistemas de postes en T y sus variaciones

El poste en T estándar mide 1,8 m de altura y 1,5 m de ancho. El sistema estándar y las dos variaciones más comunes se pueden ver en la Figura 5.33.

La pérgola

En la Figura 5.34 se esquematiza un sistema en pérgola.

Poda y formación

Establecimiento inicial

El establecimiento inicial de una planta de kiwi en ambos sistemas, tanto en el de postes en T como en el de pérgolas, es esencialmente el mismo. Como se ve en la Figura 5.35, las plantas se plantan a mitad de distancia entre dos postes, es decir a 5,5-6,0 m de distancia cada una, si se mantienen las distancias tradicionales. En esta figura también vemos la disposición de las plantas masculinas y femeninas en ambos sistemas. Se pone una estaca fina cerca de la planta y se ata al alambre central del poste en T o de la pérgola. Se escoge el brote más vigoroso y se ata suavemente pero de forma segura a la estaca a intervalos regulares hasta la punta de la estaca. Se puede dejar un segundo brote, pero en plantas injertadas no se puede escoger uno que esté por debajo del injerto y además no debe entrar en competencia con el brote principal. Este segundo brote se corta una vez que el brote principal ya está bien desarrollado. No se debe dejar que este brote principal se enrosque alrededor de la estaca.

Cuando una planta injertada o estaquilla enraizada llega al alambre, se deja crecer una rama principal en ambas direcciones a lo largo del alambre, como se puede ver en la Figura 5.36.

A veces se planta una planta de semillero que se injerta al invierno siguiente justo por debajo del alambre. En este caso, no es necesario tener demasiado cuidado por encima del alambre antes de hacer el injerto, ya que esta parte se cortará y el brote que salga de la yema será el

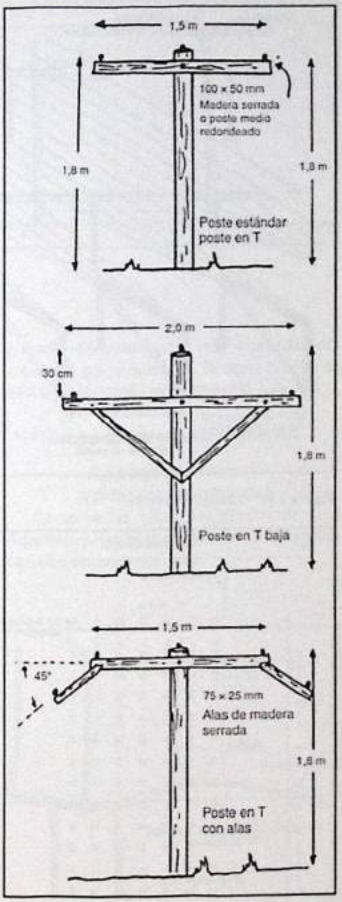


Figura 5.33 Sistema de poste en T estándar y sus modificaciones.

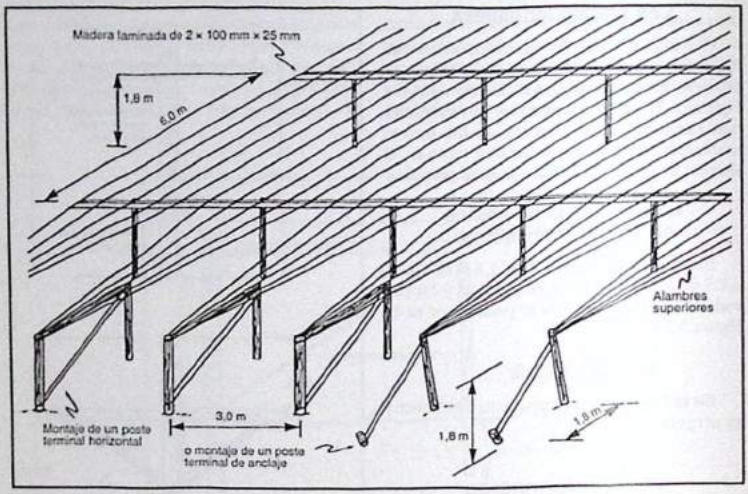


Figura 5.34 Sistema en pérgola.

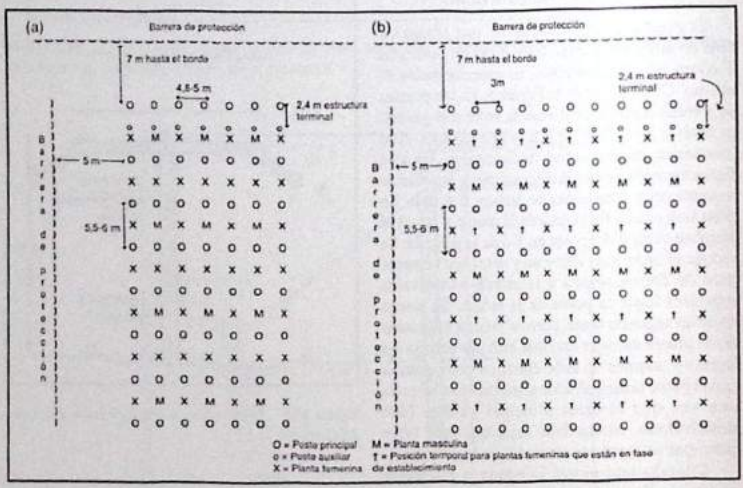


Figura 5.35 (a) Diagrama de una plantación con siete líneas con postes en T. Se pone una línea de plantas femeninas y la siguiente de plantas masculinas. En este ejemplo, las plantas masculinas están puestas en los finales de las líneas para permitir que las abejas lleguen al polen cuando entran por los extremos. (b) Diagrama del sistema de plantación en pérgolas. Se pone una línea con plantas femeninas y en la siguiente se alternan plantas femeninas con masculinas. El objetivo es tener una banda estrecha de plantas masculinas entre cada línea de plantas femeninas.

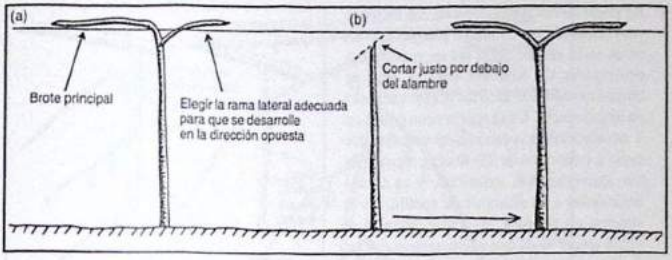


Figura 5.36 Dos métodos de elegir la rama principal.

que ocupe la parte alta de la planta. En la Figura 5.37 se esquematiza los siguientes pasos del sistema de formación llevados a cabo a continuación para conseguir la estructura básica.

Después de 3-4 años, el sistema con postes en T estará compuesto como se ve en la Figura 5.37, de dos brazos principales robustos y ramas fructíferas. Se tarda más en conseguir una planta bien desarrollada si se usa el sistema en pérgola.

Si la rama principal empieza a perder vigor durante el período de establecimiento, debe ser pinzada sobre una yema muy vigorosa para conseguir que recupere su fuerza y formar un nuevo brote cuando esté preparada para ello.

La poda de mantenimiento

La poda de invierno (en los pies femeninos)

Como en las vides, las plantas de kiwi fructifican en brotes que se han formado en varas laterales de un año de edad.

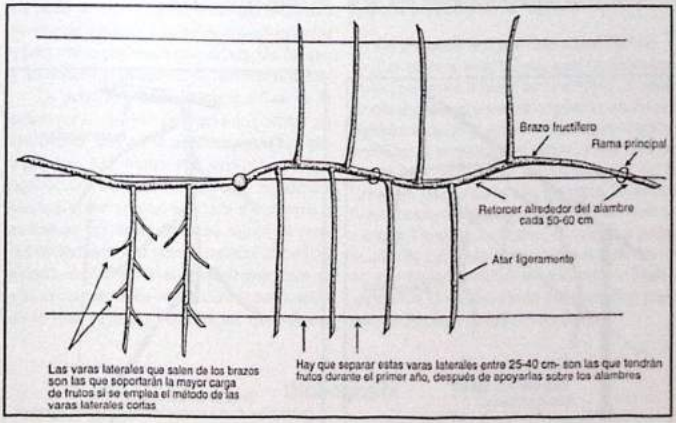


Figura 5.37 Vista aérea de un sistema con postes en T o en pérgola en los que se ve cómo se forman las ramas principales y los brazos fructíferos.

- *La poda de las varas.* Uno de los métodos para podar el kiwi es similar a la poda de las varas en la vid. Se dejan sin tocar las ramas principales del alambre central, pero se renuevan todos los años los brazos que están en ángulo recto. En el sistema con postes en T se seleccionan como nuevas varas las que están a intervalos de 25-40 cm colgando de los alambres más exteriores y se cortan dejándolas a la altura de la rodilla. En el sistema en pérgola, las varas laterales se dejan crecer hasta que se encuentran con las de la misma posición en la siguiente fila. Las varas fructíferas se cortan cada año y se reemplazan por aquellas cuyos brotes del año anterior están más cerca de la rama principal (ver Fig. 5.38).
- *La poda corta de las varas laterales.* El segundo método consiste en dejar los brazos después de que hayan fructificado el primer año y dejar que se formen frutos en las varas laterales de esos brazos. En invierno, se seleccionan las varas laterales a intervalos de 30 cm a lo largo de estos brazos y se cortan dejando ocho yemas. De estas yemas saldrán los brotes que se desarrollarán la siguiente primavera. Cada brote producirá unos seis frutos (ver Fig. 5.39). Al invierno siguiente, las varas laterales viejas se cortan y se reemplazan por una nueva que sale de la base. Estas nuevas varas laterales se cortan también dejando ocho yemas. A veces se forman brotes cortos y no se necesita recortarlos.

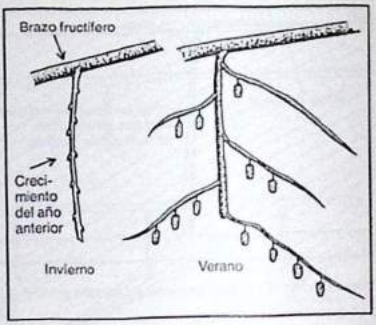


Figura 5.39 Formación del fruto en el kiwi.

Los fruticultores normalmente dejan estos brazos fructíferos durante más de 3 años y después los reemplazan por nuevas varas de un año. Esta renovación se hace tal y como se ve en la Figura 5.40, de forma similar a como se hace la poda de las varas. Si es posible, se escoge el brote más expuesto a la luz durante su desarrollo el año anterior.

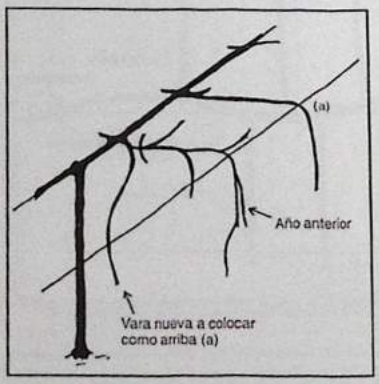


Figura 5.38 Poda de las varas en invierno.

Figura 5.40 Poda de las varas laterales en invierno.

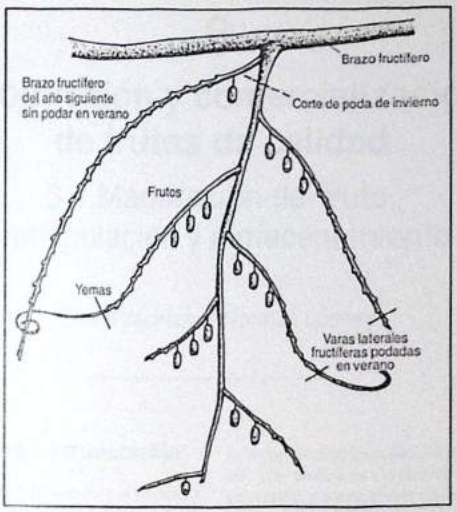


Figura 5.41 Poda de verano y de invierno en el kiwi.

La poda de verano (pies femeninos)

Durante el verano hay que arreglar los kiwis. La poda se hace para mantener una estructura permeable a la luz y a los productos pulverizados y para conseguir una buena circulación del aire y así reducir la incidencia de las enfermedades.

La poda de verano empieza a final de la primavera, cuando se cortan los brotes no fructíferos que no se necesitan para el ciclo siguiente. Los brotes más verticales y poco lignificados se recortan hasta dejar un tocón y cualquier brote que empiece a curvarse o enredarse (es decir que tiene signos de estar debilitándose) tiene que ser cortado. Durante el verano, el crecimiento es especialmente vigoroso y se necesitan varias podas. Como continuación de lo que ya se ha iniciado, los fruticultores empiezan a cortar los brotes fructíferos dejando entre tres y seis hojas a partir del último fruto, como se puede ver en la Figura 5.41.

La poda de las plantas masculinas

Las plantas masculinas, que no producen frutos, necesitan tratarse de otra forma. A pesar de que se cultivan para que adquieran una forma similar a la de las plantas femeninas, su objetivo principal es proporcionar polen, y por ello las podas más intensas se hacen después de la floración. En ese momento, se cortan los brotes lo más cerca posible de la base, para que vuelvan a crecer. Después, en Enero, se vuelve a podar lo que haya crecido nuevo hasta dejarlo en 60 cm y se repite la operación en Febrero o Marzo cortando a 75-80 cm. No se hace ninguna poda más de limpieza durante el invierno.

Bibliografía

Warrington, I.J. and Webster, G.C. (eds.) (1990) *Kiwifruit Science and Management*. New Zealand Society for Horticultural Science, Ray Richards Publisher, Auckland.

6

Producción y comercialización de frutos de calidad

6.1 Maduración del fruto, manipulación y almacenamiento

David Jackson y Norman Looney

El proceso de maduración

A medida que el fruto crece y se desarrolla, se producen muchos cambios físicos y químicos. Se entiende que estos cambios son una adaptación del fruto para permitir la reproducción. Por ejemplo, se considera un inconveniente que el fruto tenga un aspecto que atraiga a los pájaros y mamíferos antes de que las semillas estén totalmente formadas, porque se los comen y dispersan las semillas. Por lo tanto, la planta ha evolucionado de tal forma que mientras que el fruto no ha madurado, está duro y no tiene buen sabor. A menudo el fruto sin madurar tiene características desagradables como un exceso de acidez o altos niveles de taninos que hacen que sea ácido y amargo. Una vez que las semillas maduran y están listas para dispersarse, se producen cambios drásticos y el fruto adquiere un sabor y una textura más atrayentes. Se producen cambios en los niveles de azúcar y ácidos en las bayas de uva (ver Fig. 6.1). Estos cambios están relacionados con la curva de crecimiento en doble S de este fruto.

Sin embargo, se producen muchos otros cambios que no se ven en ese diagrama. Por ejemplo, mientras que el nivel de azúcares aumenta, muchos otros compuestos químicos que proporcionan sabor y aroma al fruto también lo hacen. Puede que se produzcan cientos de cambios químicos durante la maduración del fruto y no todos han sido identificados por los científicos. Los cambios en el color del fruto son casi universales y normalmente tienen como resultado un fruto más llamativo.

Todos estos cambios necesitan energía química, y en algunos frutos la maduración viene acompañada de un incremento en la intensidad respiratoria. Nos referimos a los frutos climatéricos. En estos frutos, durante la maduración también aumenta la producción de etileno. Este fenómeno se aborda más adelante. En la Figura 6.2 se pueden ver algunos de estos cambios en manzanas durante su formación y maduración. La manzana es un fruto con una curva de crecimiento en S.

En los siguientes apartados se detallan algunos de los cambios producidos durante la maduración de los frutos.

Azúcares

En las manzanas, el almidón –que es un carbohidrato más complejo que los azúcares[1]– se forma mientras que el fruto es pequeño, pero se

[1] Entre los carbohidratos se incluyen el almidón, la celulosa y varios azúcares. Mientras que en los animales la energía se almacena en forma de grasas, en las plantas los carbohidratos son la principal fuente de compuestos de reserva.

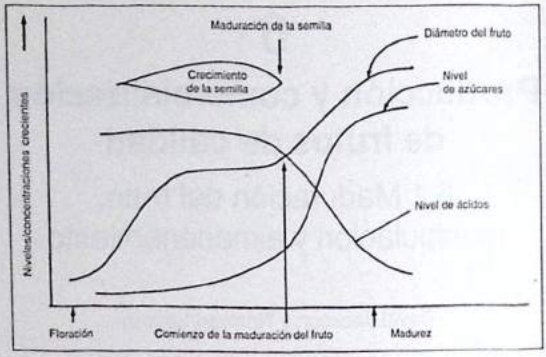


Figura 6.1 Cambios en el diámetro y en los niveles de azúcar y ácido en las bayas de uva.

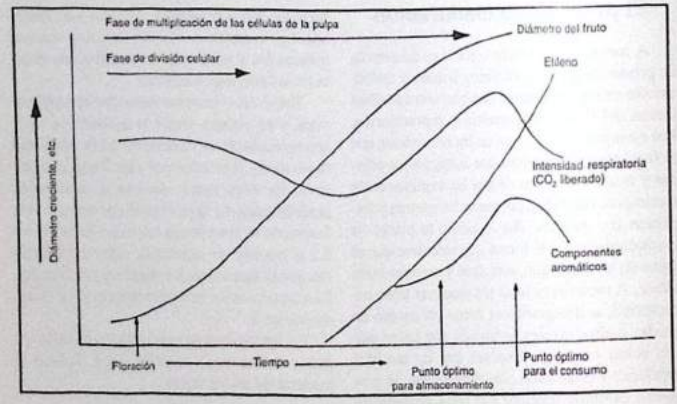


Figura 6.2 Cambios en el tamaño, en la intensidad respiratoria y en el nivel de componentes aromáticos en una manzana.

transforma en azúcares solubles durante la maduración. Por otro lado las uvas y los frutales de hueso no contienen almidón y los azúcares son transportados hasta el fruto en el momento de la maduración.

Algunos frutos como los plátanos, contienen grandes cantidades de almidón en la madurez. En la siguiente Tabla se pueden ver los niveles de almidón y de azúcares en distintos frutos, en peso fresco:

- *Cantidad de azúcar* (aproximada)

Uvas	20%
Frutos en pomo y de hueso	10%
Naranjas	9%
Kiwis	8%
Limones	2%

- *Cantidad de almidón* (aproximada)

Plátanos	12%
Manzanas y peras	4%
Uvas y frutos de hueso	0%

Obviamente, el nivel de azúcar determina el dulzor del fruto, pero el nivel de ácido también influye en la sensación de sabor dulce. Por ejemplo, un fruto que tiene un 10% de azúcar y muy poco ácido parecerá más dulce que uno que tenga 20% de azúcar y una gran cantidad de ácido.

Los ácidos

En el fruto hay muchos tipos de ácidos diferentes; los tres más comunes son el málico, el cítrico y el tartárico. Este último predomina en las uvas. En el momento de la maduración, el nivel de muchos de los ácidos es menor del 1%, aunque los limones siguen teniendo un 5%. Los ácidos son un componente que influye mucho en el sabor. Un fruto muy ácido sabe muy agrio, pero se necesita que tenga un poco de ácido para que esté fresco, si no tendrá un sabor muy insípido.

La gente tolera de forma muy distinta la acidez. Parece que los asiáticos prefieren los frutos con pocos ácidos, mientras que muchos europeos toleran e incluso prefieren que el fruto tenga altos niveles de ácido. Por ejemplo la manzana Cox Orange Pippin es muy popular en el norte de Europa, pero en el mercado asiático se prefiere la manzana Delicious que es menos ácida. Saber esto tiene unas importantes consecuencias a nivel comercial. Siempre hay que elegir el frutal a cultivar, mejorar o seleccionar, más apropiado para el mercado que se quiere abastecer.

Componentes aromatizantes

El sabor lo determinan muchos compuestos, incluidos los azúcares, el almidón, los ácidos y compuestos específicos aromatizantes. Estos últimos son compuestos aromáticos, generalmente ésteres y alcoholes, entre los que varias docenas de ellos dan el sabor característico a cada fruto.

Como se puede ver en la Figura 6.2, el nivel de compuestos aromatizantes aumenta en el momento de la maduración. Sin embargo a medida que el fruto sigue madurando, su nivel desciende o es complementado por otros compuestos con un sabor mucho menos deseable.

Color

El color verde del fruto es por la clorofila que contienen unos orgánulos subcelulares especializados que se llaman cloroplastos. Los otros colores, como el rojo, naranja o amarillo se deben a toda una serie de compuestos, incluidas las antocianinas, los carotenoides y los flavonoides. Durante la maduración, la clorofila se degrada y aparecen otros compuestos. A menudo, durante la maduración aumenta la concentración de antocianinas y carotenoides. También se sabe que hay varios factores ambientales que influyen en el desarrollo del color.

- *La luz.* Generalmente muchos frutos adquieren mejor color si están expuestos a la luz del sol. Los rayos ultravioletas de la luz solar tienen un papel muy importante en el desarrollo del color. Por lo tanto, los frutos cultivados a gran altura o en climas desérticos a menudo tienen un color más intenso. Los frutos muy sombreados tienen tendencia a quedarse verdes y el desarrollo de otros colores es mínimo. Las cerezas, las fresas y muchas uvas desarrollan el color aunque estén a la sombra y por lo tanto son una excepción a esta regla general.
- *La nutrición mineral.* Unas aplicaciones excesivas de fertilizantes con mucho nitrógeno retrasan la desaparición de la clorofila de la piel del fruto, estimulan el crecimiento de los brotes y por lo tanto aumentan el sombreamiento del fruto y pueden directamente impedir el desarrollo del color rojo.
- *Temperatura.* El desarrollo del color en frutos cultivados en zonas de clima templado se produce mejor que en zonas de clima más frío. En el caso de los cítricos esto no es tan claro. Las naranjas cultivadas en zonas con climas fríos pueden desarrollar menos color que aquellas cultivadas en zonas con climas más cálidos, pero en las zonas muy calurosas a menudo tienen menos coloración.
- *Agua.* Los climas secos favorecen más el desarrollo del color que los climas húmedos. Esto se explica por las diferencias de temperatura y de luz. Sin embargo, si las condiciones son de sequía, el fruto puede quedar de color pálido.

Taninos

Los «taninos» son un amplio rango de compuestos fenólicos que le dan al fruto un sabor

amargo o astringente. Este sabor a menudo se confunde con el agrio pero tiende a dejar un retrogusto en la boca después de comerlo. Los taninos influyen en el sabor general del fruto: si sabe demasiado a este tipo de compuestos es desagradable pero si no sabe nada puede que el fruto sea demasiado insípido. La capacidad de tolerar este amargor del fruto depende mucho de la gente. Los taninos a menudo cambian de forma a medida que el fruto madura y se vuelven menos astringentes al gusto.

Reblandecimiento

Durante los últimos estadios del desarrollo del fruto, se produce un engrosamiento celular considerable y las paredes celulares se hacen más finas. Un fruto de este tipo será más blando y más fácil de comer, pero si los espacios intercelulares son muy grandes o las células en el fruto están muy separadas unas de otras, el fruto es harinoso y poco crujiente. Gran parte del tejido reblandecido se debe a que se rompe el ácido péctico y las protopectinas, es decir compuestos químicos que unen las paredes. Además, la celulosa, que es el carbohidrato estructural en todas las paredes celulares de todas las plantas también se degrada durante la maduración. Esto hace que las paredes celulares sean más finas y contribuye a que percibamos mejor la textura del fruto.

Respiración

Muchos frutales de hueso, de baya o de pomo que maduran pronto en verano, tienen una alta intensidad respiratoria, entran rápidamente en senescencia y no se pueden almacenar durante largos períodos. Otros como las manzanas, las peras, los kiwis y los limones que maduran más tarde tienen una intensidad respiratoria más baja y entonces pueden almacenarse durante más tiempo. La intensidad respiratoria indica el grado de actividad metabólica que está teniendo lugar en el fruto. En general cuando esta intensidad respiratoria es alta, se alcanzan más rápidamente la madurez y la senescencia.

La intensidad respiratoria se reduce si se almacena el fruto en una atmósfera fría y controlada. Esto se verá con más detalle más adelante.

En la Figura 6.2 se ve el aumento de la intensidad respiratoria y la producción de etileno, característicos de los frutos climatéricos. Estos frutos tienen un «aumento climatérico» de la respiración que generalmente coincide con el momento en el que el fruto está en el momento óptimo para su consumo. Sin embargo, muchos fisiólogos interpretan este aumento climatérico de la respiración y de la producción de etileno como el inicio de un proceso acelerado de senescencia. Una vez que el fruto climatérico está en proceso de maduración y senescencia ya no puede pararse. Las manzanas, peras, kiwis, albaricoques, ciruelas, aguacates, plátanos, fruta de la pasión y mangos son frutos climatéricos. Las cerezas, higos, uvas, pomelos, limones, naranjas, melones, piñas y fresas son frutos no climatéricos.

Etileno

Como ya se ha comentado, la producción de etileno aumenta durante la maduración de los frutos climatéricos y se cree que esta hormona gaseosa es la promotora del proceso de maduración en este tipo de frutos. Una característica de los frutos climatéricos es que la presencia de una pequeña cantidad de etileno, ya sea aplicado o producido por el fruto, estimula la producción de más etileno que más adelante acelera el proceso de maduración. En los frutos no climatéricos, si se aplica etileno se estimulan algunos aspectos de la maduración como la desaparición de la clorofila en la cáscara del limón, pero el fruto no responde produciendo más etileno. Los efectos del etileno en la maduración del fruto afectan profundamente nuestra forma de abordar el tema del almacenamiento de los frutos.

Factores que afectan al desarrollo de la maduración

El tiempo que tarda en producirse la maduración tiene una importancia considerable para los fruticultores. No es demasiado inusual que una variedad que sea muy popular madure en un momento en el que los mercados tienen un exceso de provisiones. En muchos casos, los beneficios más altos se obtienen con cultivos tempranos, pero en otros casos se pueden obtener precios más elevados con cultivos tardíos. En otros casos puede haber una variedad o especie de alto valor que no madure lo suficientemente pronto como para evitar las heladas de otoño. Si el clima o la estación son marginales

para que un cultivo tardío madure, cualquier factor que pueda influir en el grado de maduración puede ser crucial para determinar si el fruticultor triunfa o fracasa.

La vía más lógica para tratar estos problemas es elegir variedades que maduren pronto o tarde. Sin embargo, los siguientes factores, algunos de ellos controlables por el fruticultor también pueden afectar a la maduración.

Temperatura

El calor es uno de los factores ambientales más importantes que favorecen la maduración del fruto. Como ya se vio en el Capítulo 2, se puede incrementar la temperatura en una parcela poniendo protecciones contra el frío, con el laboreo del suelo, eligiendo la pendiente o la exposición adecuada o modificando el sistema de formación. Mientras que normalmente la tendencia ha sido elegir emplazamientos cálidos en países de clima templado, algunas veces el fruticultor puede elegir un emplazamiento más fresco o cultivar la plantación de tal forma que la recolección sea tardía.

Nutrición mineral y agua

Los riegos frecuentes y el nitrógeno en grandes cantidades estimulan el crecimiento vegetativo, que a su vez reduce la exposición del fruto al golpe de calor y por lo tanto retrasa la maduración de éste. En algunas circunstancias esto puede ser deseable, pero a cambio normalmente son frutos con poco color y con una vida corta en almacén.

Luz

Como ya se ha indicado, la sombra reduce la temperatura del fruto, retrasa la maduración y el desarrollo del color. Se modifica controlando el crecimiento de los brotes y la formación de hojas y ya se aprovecha para podar y formar el árbol. Como regla general, la poda debe fomentar la penetración de la luz en el esqueleto. El tamaño final de la cubierta vegetal (influido por el patrón elegido) está también influenciado por la cantidad de luz recibida.

Plagas y enfermedades

Algunas veces los ataques por plagas y enfermedades que provocan daños en frutos y hojas, aceleran la maduración del fruto. El daño provocado por el gusano de las manzanas y las peras puede provocar por ejemplo la producción de etileno, que inicia la maduración. Los daños en las hojas pueden en algunos casos aumentar la penetración de la luz o reducir el flujo de asimilados y entonces afectar a la maduración.

Hormonas y biorreguladores

Las hormonas del fruto o de la planta pueden influir en la duración de la maduración. Por ejemplo las manzanas que maduran muy pronto producen altos niveles de etileno y entonces la maduración es muy rápida. Se cree que cuando hay suficientes auxinas y giberelinas naturales, éstas actúan protegiendo al fruto en formación de los efectos del etileno. A veces el aguacate madura cuando aún está en el árbol, lo que nos hace pensar que las hojas producen sustancias que inhiben el proceso de maduración.

En muchos casos, si se aplican externamente biorreguladores también se modifica la maduración. Por ejemplo, muy pequeñas cantidades de una auxina sintética muy fuerte, como la 2,4,5-T aplicada en albaricoques al principio del endurecimiento del hueso adelanta la madurez de recolección. En la zona oeste de Norteamérica, los fruticultores interesados en obtener cerezas usan el ácido giberélico para retrasar entre 2 y 5 días el envero y la madurez de recolección. Este producto químico (unos 20 mg L^{-1}) se aplica sobre todo al árbol, pulverizándolo tres semanas antes de cuando se espera la cosecha.

El ácido giberélico se usa también para retrasar la madurez en los limones y puede usarse para alargar el período de recolección. El etefon, un biorregulador que se descompone y forma etileno, se usa para fomentar la maduración de los plátanos, manzanas y otros frutos.

Todas estas técnicas de utilización de biorreguladores se verán con más detalle más adelante en este capítulo.

El momento de la floración

Si en una zona de clima frío el invierno es suave, a menudo la floración se adelanta. En una zona de clima más cálido, si el invierno es frío se completará antes el período de letargo de las yemas y entonces la floración se adelantará. El momento en el que se produce la floración influye sobre el momento de la recolección, pero

la temperatura del aire durante el período de crecimiento del cultivo tiene aún más influencia. En otras palabras no es inusual que aunque la floración sea temprana, la recolección se haga en el período habitual.

Los determinantes de la madurez

El término madurez es muy ambiguo en fruticultura. Se puede usar para describir el momento en el que el fruto tiene un sabor óptimo y una textura adecuada para su consumo en fresco o para su procesado en industria (madurez de consumo o gustativa) o para describir el momento en el que ya se pueden recolectar y almacenar durante un largo período de tiempo (madurez comercial o de recolección). Estos dos estados pueden coincidir en el tiempo, como por ejemplo en el caso de las cerezas y las uvas. En el caso de las manzanas y de las peras, cuando se recolectan para almacenarlas (madurez de recolección) no tienen porque haber alcanzado en ese mismo momento la madurez gustativa (es decir que estén listas para su consumo), haciéndolo después de la recolección. Éste es también el caso del plátano, el aguacate y otros frutos. En este caso la madurez comercial y la madurez gustativa no coinciden en el tiempo.

Para hacer las cosas más complicadas, a menudo se valora la madurez del fruto en función del sector del mercado al que se destina. Por ejemplo, los melocotones destinados a exportación se cosechan menos maduros que si se van a destinar a los mercados locales.

Generalmente en producciones con fines comerciales, los fruticultores y los comerciantes quieren un fruto que se pueda almacenar durante un período de tiempo durante el cual siga madurando hasta obtener las características organolépticas óptimas

En climas suaves, insulares o mediterráneos, el momento de la madurez puede variar considerablemente de un año a otro. La razón es la variación de la meteorología. Esto dificulta la predicción de la fecha óptima de recolección, aunque estas predicciones sirven para planificar la comercialización del cultivo. Los frutales de hoja caduca, que dependen del frío para superar la dormición, tienen un problema adicional en climas suaves. Una consecuencia característica de los climas suaves es el alargamiento de la floración –3-4 semanas para los manzanos en Nueva Zelanda, Sudáfrica y California por ejemplo– mientras que en zonas de climas más fríos, en el Estado de Washington o al norte de Europa, la mayoría de las flores se abren en pocos días.

Se usan los siguientes parámetros o guías para determinar la madurez del fruto.

La facilidad de separación del fruto

No es muy fiable si se considera por sí solo, pero puede ser muy útil en manzanas, peras, frutos de hueso, frambuesas y feijoas si hay otros indicadores para juzgar la madurez.

El color del fruto

En muchos frutos, el cambio de color (envero) es el aspecto más llamativo de la madurez y consciente o inconscientemente es el más usado a la hora de decidir que frutos cosechar. Ya se han descrito anteriormente estos cambios de color y son válidos para muchos frutos. El kiwi, muchos de los frutos secos y los aguacates son una excepción.

Se han hecho muchos intentos para cuantificar o ilustrar estos cambios de color y en muchas partes del mundo se usan tablas de color para decidir cuál es el momento de la recolección. Existen muy buenos ejemplos en el caso de las peras y las manzanas en los que la desaparición de la clorofila (es decir el amarilleamiento del color de fondo) es el punto clave. Para las cerezas, se usan patrones de color para evaluar el color rojo.

El color de la semilla

En las manzanas, las peras y las fresas, las semillas cambian de blanco a marrón cuando el fruto está maduro. Esto probablemente no tenga ninguna ventaja añadida respecto a la observación del cambio general del color de la piel y por lo tanto muy pocas veces se considera relevante para evaluar la madurez del fruto.

Azúcares o sólidos solubles

En algunos frutos, el nivel de azúcar en el zumo exprimido es una forma útil de valorar la madurez aunque se ha discutido mucho que es mas bien una medida de la calidad del fruto.

Normalmente el fruto es exprimido o macerado y entonces se mide el nivel de azúcar en el zumo con un refractómetro. Es muy simple y da directamente un valor en grados Brix (°Brix) que es en realidad una medida de los sólidos solubles. Como muchos de los sólidos solubles en el fruto son azúcares, estos términos se pueden manejar a nivel comercial.

La determinación de los sólidos solubles es el método más usado para evaluar la madurez en los kiwis, las grosellas y las uvas y se ha usado en melocotones, nectarinas, albaricoques y cítricos. Normalmente hay una recomendación establecida según la cual un fruto no debe ser recolectado hasta que no se alcance un determinado valor de grados Brix. El mínimo de °Brix para el kiwi es de 6,2. En uvas varía en función de la variedad pero está en un rango entre 16 y 24.

Almidón – El test del yodo

A medida que las manzanas y las peras maduran, el almidón se transforma en azúcares y por lo tanto el test del almidón puede ser una guía muy útil para determinar el grado de madurez. Se coge el fruto y se corta por la mitad con un corte longitudinal. Se baña la superficie que queda expuesta en una solución de 1 g de yoduro de potasio con 0,25 g de yodo en 100 mL de agua durante 30 s. La superficie bañada se pone negra y evaluando el área ennegrecida y comparando con patrones, se puede saber cuanto almidón ha desaparecido de la pulpa del fruto. Si esto se compara con unos estándares, se puede valorar el grado de madurez. En la Figura 6.3 se ve una escala del 0 al 9 usada en British Columbia para valorar la madurez de las manzanas Spartan. También incluye información histórica acerca de la dureza y la producción de etileno (porcentaje de madurez) en una población de frutos que siguen este modelo de transformación del almidón. Las investigaciones demuestran que el modelo de transformación del almidón es útil para decidir el momento óptimo de la recolección en las manzanas, pero el test tiene que ser específico para las zonas de cultivo y las distintas variedades.

Los niveles de ácidos

La disminución de la acidez en el zumo a medida que el fruto se desarrolla también nos sirve para determinar el momento de la madurez. Los tests de los niveles de ácido se utilizan en cítricos, grosellas y uvas, normalmente combinados con los tests de azúcares. La relación o equilibrio azúcar/ácido es una medida importante de la calidad en algunos frutos. Como los niveles absolutos de acidez del zumo pueden variar mucho de año en año, lo que realmente indica que el fruto está maduro es el cambio de acidez de una medida a la siguiente.

Características de la pulpa

A medida que el fruto madura y alcanza la madurez gustativa, la pulpa se reblandece. Esto ha hecho que se investigue la dureza de la pulpa como indicador de la madurez comercial o madurez gustativa. En la actualidad existen muchos instrumentos que miden la dureza de la pulpa o la textura, pero el más útil es el penetrómetro. Este aparato está formado por un émbolo que se presiona contra la pulpa (normalmente se quita la piel) y cuando penetra se marca un valor de dureza en la escala. Se ha usado para evaluar la madurez en manzanas, peras, melocotones y albaricoques.

Tamaño y forma del fruto

El tamaño y forma del fruto pueden indicar de forma visual como está avanzando la maduración. Ya que hay muchas variaciones entre las estaciones, plantaciones y variedades, no se ha establecido una relación categórica entre el tamaño y el grado de madurez, pero las observaciones diarias o semanales del tamaño del fruto pueden darle al fruticultor algunas ideas claras de cómo se están desarrollando los frutos. Los melocotones y las nectarinas son un buen ejemplo de frutos en los que el tamaño es un indicador del avance de la madurez. Estos frutos tienen una forma completamente redonda, especialmente a lo largo de la sutura y del final del cáliz cuando ya han alcanzado la madurez gustativa. Se puede enseñar a los recolectores a reconocer los frutos que ya están listos para ser cosechados.

Fecha o momento después de una fecha de referencia

En cualquier zona, se sabe de forma histórica la fecha cuando unos frutos en particular están ya maduros o un rango de días después del

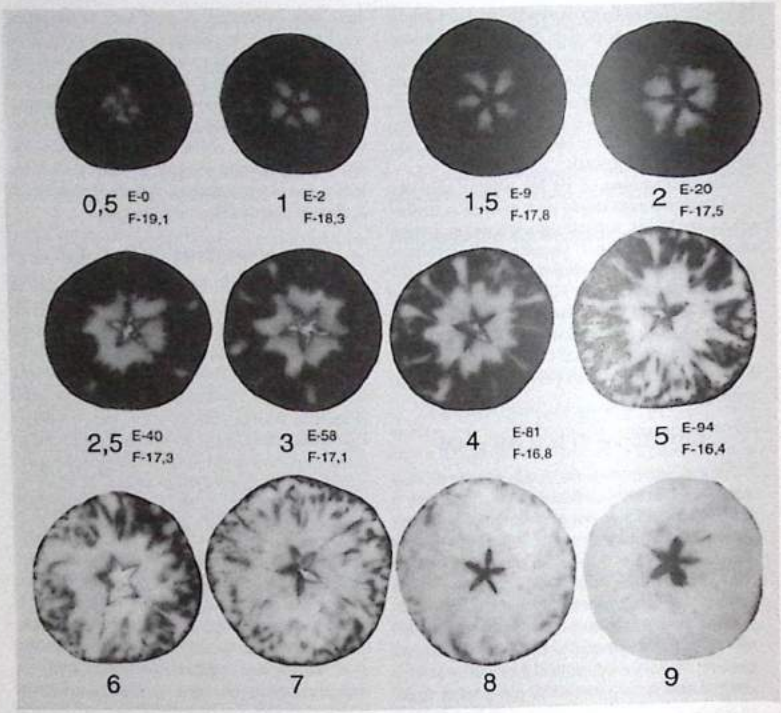


Figura 6.3 Test del almidón para saber el momento óptimo para la recolección de las manzanas B.C. Spartan. En las fotografías se ven los valores de transformación del almidón, que van desde 0,5 (arriba a la izquierda) hasta 9,0 (abajo a la derecha). E, % porcentaje de frutos maduros (>1,0 ppm de etileno en la cavidad interior); F, valor medio de la dureza de la pulpa en libras.

momento de la floración. Si se tiene experiencia, se puede saber como están influyendo las condiciones climáticas y los asesores pueden ser capaces de predecir si en un año específico la cosecha se va a adelantar o retrasar. En teoría es posible calcular la integral térmica después de la floración (ver Capítulo 2) para llevar a cabo una estimación precisa de la fecha de recolección. En la práctica, sin embargo, hay otros factores que son lo suficientemente importantes para hacer que el cálculo de la integral térmica no sea tan interesante. Finalmente cuando no hay un método fiable como la valoración del nivel de azúcares, de la firmeza o del almidón para predecir cuando el fruto ha alcanzado la madurez de recolección, se puede usar la siguiente check-list para tomar las decisiones más adecuadas.

- *Observar la fecha de floración.* ¿Se ha adelantado o retrasado con respecto a la fecha habitual?
- *Observar otros indicadores de desarrollo.* Por ejemplo, en los frutales de hueso la fecha del endurecimiento del hueso puede ser un buen indicador de desarrollo temprano.

- *Estimar la integral térmica.* Verificar las temperaturas mensuales de después de la floración con la ayuda de la información del servicio meteorológico. ¿Es más alta o más baja de lo normal?
- *Observar la madurez de otros cultivos.* ¿Se está produciendo antes o después de lo normal?
- *Verificar la facilidad de caer del fruto.* Esto por lo menos nos indicará si puede que se produzca una caída del fruto antes de la cosecha.
- *Observar el desarrollo del color y del tamaño.* Esto por lo menos nos permitirá predecir la aceptabilidad del fruto en el mercado.

Si durante algunos años se va tomando nota de estas observaciones se pueden establecer patrones de comportamiento que sirvan de ayuda al fruticultor y le den confianza para la toma de decisiones importantes sobre la madurez de recolección.

Recogida selectiva o recogida no selectiva

Es mucho más fácil para un fruticultor recolectar todos los frutos de una sola vez. Sin embargo si usa los indicadores que acabamos de describir y si enseña a los recolectores a reconocer un fruto totalmente maduro, es posible ir recogiéndolos selectivamente y así conseguir una producción más uniforme y probablemente más atrayente y de más valor.

La recogida selectiva generalmente tiene como resultado unos mayores beneficios, a pesar de que se necesite trabajar más. La vida del fruto en almacén y en los puntos de venta es más predecible y el productor ganará una reputación de disponer de frutos de alta calidad. Además el rendimiento global puede que sea más alto porque un fruto que madura más tarde mejora en calidad y su tamaño es mayor, ya que se han quitado los frutos que hacían competencia y porque estos frutos están más tiempo en el árbol.

Recolección del fruto

El quitar el fruto de un árbol, arbusto o viña es un proceso muy crítico y si se hace incorrectamente, se puede poner en peligro un cultivo que de otra forma puede ser excelente. Para comodidad, se van a clasificar los frutos en 4 categorías y sólo se van a nombrar los frutos más representativos de cada categoría.

Frutos que se usan principalmente para industria y que necesitan menos cuidado

- Uvas de vinificación y de zumo
- Grosellas y pasas
- Frambuesas y zarzas pero no de mesa
- Manzanas y peras para zumo/sidra
- Cerezas ácidas para industria

Normalmente estos frutos se cosechan mecánicamente y se procesan rápidamente o se congelan antes de que la degradación química empiece.

Frutos secos

El fruticultor dejará que caigan al suelo por sí solos o sacudirá mecánicamente los árboles. Los frutos secos están protegidos por el exocarpo y el mesocarpo y rara vez se dañan. Se cogen o barren del suelo, se secan y se procesan. No se deben dejar en el suelo sin recoger porque se pueden manchar las cáscaras y los roedores se los pueden comer.

Frutos con piel moderadamente dura o con cáscara

- Grosellas espinosas
- Cítricos
- Feijoas
- Fruta de la pasión

Este grupo es relativamente fácil de cosechar y tolera una recogida no demasiado cuidadosa. Estos frutos pueden fácilmente soportar una caída desde 30 cm de altura sobre una superficie dura sin dañarse demasiado.

Frutos tiernos

- Fresas
- Frambuesas y zarzas – de mesa
- Blueberries
- Uvas de mesa
- Manzanas
- Peras (asiáticas y europeas)
- Melocotones y nectarinas
- Cerezas
- Albaricoques
- Aguacates
- Kiwis
- Caquis
- Tamarillos

Estos cultivos necesitan más atención durante la recolección y no deben caerse o golpearse. En una caída desde 30 cm de altura, el fruto se puede golpear seriamente o romperse. Si estos frutos se van a dejar caer en cestos, hay que bajarlos con cuidado y no dejarlos caer. Si hay que clasificar los frutos, se hace en superficies acolchadas y hay que recordar que si un fruto cae desde 20-30 cm y golpea a otro se pueden producir golpes o daños, incluso aunque el fruto de debajo esté sobre una superficie blanda.

Hay que instruir cuidadosamente a los recolectores de frutos de este tipo y recordarles que cualquier leve presión con los dedos y pulgares puede producir golpes. Las uñas afiladas son otra fuente de daños y por eso se usan guantes acolchados para recoger los frutos. Hay que colocarlos con cuidado en cestos o bandejas y no se deben mover haciendo movimientos bruscos. En las manzanas, subir y bajar de las escaleras con los cestos llenos de frutos, es una causa muy habitual de golpes en éstos. De la misma forma, las cerezas se golpean si los recolectores intentan alcanzar desde la escalera un fruto muy alto. Cuando estos cultivos se pueden cosechar sin usar escaleras, se golpean muchos menos frutos. Ésta es una de las razones por las que se prefieren árboles pequeños.

Procedimientos para la recolección y manipulación

En la Figura 6.4 se pueden ver las distintas etapas para la obtención de frutos frescos desde la plantación hasta su consumo. Aunque algunas de estas etapas no se incluyen ni en la operación de recolección ni de comercialización, quedan muchos puntos en los que el fruto es vulnerable a los golpeos y deterioros. De hecho, algunas de estas etapas incluyen muchas operaciones de manipulación, por ejemplo cada traslado puede involucrar la carga y descarga de un camión, para llevarlo a un barco, o a un avión y por lo tanto cargar, descargar y volver a cargar en otro camión. Si en alguna de las etapas de la Figura 6.4 se refrigeran los frutos, se aumenta su vida en almacén. Es poco probable que un fruto que empiece un viaje de este tipo en malas condiciones sobreviva al viaje y siga siendo apto para su comercialización.

Contenedores para la recolección

Después de quitar el fruto del árbol, normalmente se coloca en un contenedor transportado por el recolector. Hay dos tipos básicos de envases para la recolección.

Bolsas o cubos para la recolección

Las manzanas, las peras, los melocotones, las nectarinas, las frutas de la pasión y los cítricos son ejemplos de frutos que se cosechan y se meten en bolsas o cubos colgados con correas al cuello o a los hombros. Esto les deja las manos libres para coger y colocar los frutos en las bolsas. Éstas tienen ganchos que facilitan el traspaso de los frutos de la bolsa a otro envase.

El tamaño de la bolsa dependerá del peso y número de frutos que caben sin que sufran daños tanto el fruto como el recolector. Se usan bolsas muy pequeñas para cultivos muy sensibles como los melocotones. Algunos fruticultores de frutos de hueso para exportación, llevan unas cajas de madera o de cartón con unos enganches especiales que tienen en su interior recipientes de madera o cartón. Estas cajas se llenan hasta dos tercios de su capacidad y se amontonan en pallets listos para su transporte a la nave de envasado. De esta forma se reduce el número de veces que hay que cambiar los frutos de un envase a otro.

En muchos casos, los fruticultores pondrán cajas de madera o de plástico en lugares estratégicos alrededor de la plantación en las que los recolectores vacían sus bolsas. Estas cajas son transportadas con la ayuda de horquillas elevadoras, puestas algunas veces delante y otras veces detrás del tractor. Los frutos recolectados en cubos pueden abandonar la plantación de esta forma y transportarse hasta una cooperativa donde se envasan o se destinan a industria. Otras veces pueden ir al almacén del fruticultor o a la planta de clasificación.

Bandejas o canastillas

Las fresas, las frambuesas, los arándanos, las grosellas espinosas, las zarzas, las uvas de mesa y las cerezas son frutos que necesitan ser recolectados con sumo cuidado en envases poco profundos. Para los frutos en baya, se usa normalmente unas bandejas de plástico de 200 × 150 × 100 mm y se pueden construir bandejas más grandes que puedan contener cuatro de las anteriores. Normalmente estas bandejas tendrán un asa o incluso pueden colgarse con correas alrededor del cuello. Otras veces, los recolectores pueden colocar los frutos directamente en canastillas, también puestas en una bandeja gran-

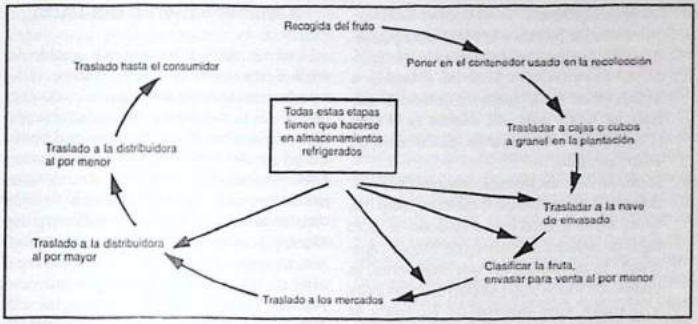


Figura 6.4 Etapas de la recolección y manipulación de los frutos.

de. La cosecha puede ser comercializada directamente sin hacer clasificación, si el fruticultor tiene plena confianza en los recolectores. Normalmente se llevan los frutos a la nave, se vacían en una cinta y se reclasifican en canastillas. El fruto se tapa con celofán.

Normalmente las uvas de mesa se ponen en bandejas más grandes pero poco profundas. Para evitar la caída de la pruina no se debe tocar las bayas con los dedos. Las cerezas también hay que ponerlas en pequeños cubos o en bandejas poco profundas.

Refrigeración en el campo

Con algunas frutas muy delicadas destinadas a mercados lejanos es muy aconsejable enfriarlas antes de transportarlas a la planta empaquetadora. Esto se puede realizar con agua fría o con refrigeradores de aire frío transportados al campo. Cuando menos, el agricultor deberá cosechar durante las horas frías del día, y colocar a la sombra la fruta que va a ser transportada a la planta empaquetadora.

Clasificación y embalaje

Aparte de los frutos destinados a industria y los que se embalan en el momento de la recolección, la mayoría de los frutos van a unas instalaciones de clasificación y embalaje en las que se preparan para su comercialización. Esto a menudo se lleva a cabo en cooperativas grandes, a pesar de que muchos productores clasifiquen y embalen su propia producción. Más adelante, en siguientes capítulos se dan más detalles sobre el embalaje pero ahora se dan unas pautas generales.

Los frutos más grandes se clasifican con máquinas para conseguir uniformidad de tamaño. Las manzanas, las peras y los frutos de hueso (posiblemente con la excepción de las cerezas), los cítricos, los kiwis, y algunos frutos subtropicales también se incluyen en esta categoría. Los frutos más pequeños normalmente se clasifican a ojo si se necesita, aunque esto puede significar simplemente descartar aquellos que son demasiado grandes o pequeños.

Existen distintas máquinas de clasificación en función del tamaño y del peso del fruto. Se traen desde la plantación y se vacían las cajas o cubos cuidadosamente en la máquina. Para reducir los golpes, algunas empresas embaladoras usan agua para vaciar los cubos y pasar los frutos a las cintas de clasificación. A medida que el fruto avanza por la cinta de clasificación, se observan los frutos y cualquier rechazo se quita. Una vez que se han clasificado por tamaño, se envasan. Cuando se envasa para exportación, las autoridades y las organizaciones comerciales especificarán los estándares de envasado.

Las descripciones que se hacen a continuación de los embalajes que se usan para comercializar algunos cultivos frutales, son aplicables a la industria en Nueva Zelanda, pero son representativos de los que se usan en otras zonas.

- *Manzanas y peras.* Si su destino final son los mercados locales o la venta en la plantación, se usan envases de madera o plástico o bolsas de polietileno. Si se van a destinar a la exportación y a mercados domésticos de lujo, se usan cajas de cartón de 18 kg (1 bushel) con bandejas de cartón entre las distintas capas.
- *Melocotones, nectarinas, albaricoques y ciruelas.* Si el destino es el mercado local o la venta en la plantación, a menudo se usan cajas de madera o de cartón de 9 kg de capacidad. Si se van a tener que transportar, se ponen los frutos con cuidado en estas cajas y se tapan. Para exportación, los frutos de hueso se envasan en bandejas poniendo una sola capa. Normalmente si son para melocotones y nectarinas estas bandejas son de 90 × 355 × 440 mm y de 75 × 355 × 440 mm si son para albaricoques y ciruelas.
- *Cerezas.* Si el destino es para fruto de alta calidad, se ponen en envases especiales de cartón que miden 68 × 220 × 360 mm. Normalmente se ponen estos envases de seis en seis. Si el destino es el mercado local se usa un único envase más grande. Los frutos no se clasifican por el tamaño, pero se quitan los dañados o con signos de enfermedades, y la capa de arriba debe colocarse manualmente para realzar la apariencia.
- *Kiwis.* Como en las cerezas, se hacen cajas de cartón especialmente para poner los kiwis. Estas cajas miden 65 × 340 × 440 mm y se van colocando los frutos con mucho cuidado en bandejas «Plix» especiales.
- *Otros frutos subtropicales.* Se usan cajas de cartón similares a las de los kiwis.
- *Cítricos.* Se usan gran variedad de envases, incluyendo cajas de 18 kg y de 9 kg de capacidad.
- *Frutos en baya.* Muchos de los frutos en baya se colocan en canastillas como las descritas a continuación. Si los frutos se quieren destinar a la exportación o tienen que ser transportados largas distancias, se ponen en cajas especiales de cartón. Para las fresas, se usan normalmente doce canastillas de cartón que miden 95 × 355 × 440 mm. Para las frambuesas y las grosellas espinosas, se usan cajas con nueve canastillas que miden 70 × 355 × 440 mm.

Almacenamiento del fruto

Una vez que los frutos se han cortado del árbol, siguen respirando. Como ya hemos dicho anteriormente, a menudo siguen madurando después de la cosecha y la senescencia se produce varias semanas o incluso meses después. La muerte del fruto se produce normalmente como resultado de su consumo, de una enfermedad o por putrefacción. Como ya se ha dicho anteriormente, para alcanzar la madurez gustativa se produce una pérdida de acidez y de almidón, un incremento y después un descenso en el nivel de azúcares y cambios en las sustancias pécticas. También se producen sustancias volátiles como por ejemplo ésteres, acetaldehído, alcohol etílico y etileno. Durante la respiración, el oxígeno es absorbido, y se desprende dióxido de carbono y agua, y se libera energía para llevar a cabo procesos vitales. Parte de esta energía se pierde en forma de calor.

Cuando se van a almacenar los frutos refrigerados, es importante tener en cuenta este calor de la respiración y pensar que al refrigerar el fruto reduce progresivamente su intensidad respiratoria y por lo tanto se reduce el calor producido en la respiración. La relación contraria se llama Q10 de respiración, esta relación se dobla entre 0 y 10°C, se dobla de nuevo entre 10 y 20°C y casi se dobla entre 20 y 30°C. Como ejemplo de su efecto sobre la vida del fruto en almacén, podemos decir que las manzanas y las peras madurarán lo mismo un día a 20°C que una semana a 0°C.

Existe una serie de factores y condiciones que influyen en la duración del fruto en almacén y en los puntos de venta. Vamos a examinar estos factores en tres momentos distintos: antes, durante y después del almacenamiento.

Factores en el pre-almacenamiento

Se ha visto que los siguientes factores genéticos y ambientales afectan a la duración del fruto en almacén y en los puntos de venta.

Variedades y patrones

Las diferencias en la aptitud para el almacenamiento son muy comunes entre distintas variedades. Esto es especialmente evidente en las manzanas, donde la Scarlet Pimpernel se conserva almacenada sólo durante unas pocas se-

manas, mientras que la Granny Smith, Fuji y Delicious se pueden almacenar en atmósferas controladas durante más de un año. En las manzanas, generalmente las variedades de maduración tardía se conservan mejor almacenadas que las variedades tempranas.

Se ha visto que los patrones también influyen en la capacidad de almacenamiento. Lo más probable es que esto esté relacionado con el vigor del árbol, la carga del cultivo y el tamaño del fruto. También se ha visto que los patrones influyen en la maduración del fruto y por lo tanto en la fecha óptima de recolección.

Suelos

No hay duda de que la aptitud de un fruto para el almacenamiento puede variar de una plantación a otra en función de un cierto número de factores. En general, se ha visto que en las plantaciones en suelos ligeros, las plantas tienen un crecimiento más equilibrado y los frutos se conservan mejor en el almacén. Algunas plantaciones en particular pueden tener problemas relacionados con la nutrición mineral y el tipo de suelo. Por ejemplo, en algunas plantaciones puede haber graves problemas por el desarrollo del picado amargo cuando se almacena el fruto, mientras que otras están casi completamente libres de ello. Esto probablemente se debe a la disponibilidad de calcio y de otras sustancias minerales y a lo mejor como el picado amargo es un síntoma de falta de humedad en el fruto, la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo puede ser un factor a tener en cuenta.

Fertilizantes

Como ya se ha mencionado anteriormente, la nutrición mineral de la plantación puede afectar seriamente a la calidad de la producción. La cantidad de fertilizante que hace que el crecimiento del árbol sea óptimo y que los rendimientos sean máximos puede no ser el adecuado si después se quiere almacenar el fruto. Generalmente es aconsejable llevar a cabo un análisis foliar de los árboles en los que se detecte que sus frutos pierden constantemente calidad al almacenarse, para ver si hay un déficit o un exceso de algún elemento.

Como regla general, unos niveles altos de nitrógeno hacen disminuir la calidad del fruto. Esto es porque se produce un desequilibrio entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo, y entonces hay menos floración y los pocos frutos que se forman se desarrollan a la sombra. Estos frutos pueden ser excesivamente grandes y blandos. Aunque se ha sugerido que añadir fósforo y potasio (una fertilización equilibrada) mejora la calidad del fruto, todavía no se ha demostrado que sea efectivo cuando el nivel de nitrógeno es alto. Se sabe que si el nivel de potasio y magnesio es alto, compite con el consumo y transporte de calcio y por lo tanto se reducen los niveles de éste en el fruto. Las aplicaciones de fósforo en muchos suelos no incrementan la disponibilidad de P, ya que este nutriente es rápidamente absorbido por las partículas del suelo.

La cantidad de nitrógeno y de muchos otros nutrientes disponibles para el cultivo frutal (el magnesio parece ser una excepción) pueden reducirse si se pone una cubierta vegetal. Al contrario estos nutrientes se liberan si se laborea el suelo o si se aplican herbicidas. Por lo tanto cualquier cambio en las prácticas culturales tiene que tener en cuenta su efecto sobre la disponibilidad de los nutrientes y la calidad del fruto.

Agua

Los árboles plantados en zonas sin riego y con aporte de agua bajo, producen a menudo frutos pequeños pero de una excelente calidad para almacenamiento. Sin embargo, en estas condiciones, si un año la precipitación es extraordinariamente alta, puede que se formen frutos grandes con poca coloración y pocas aptitudes para ser almacenados. Estas variaciones pueden deberse a la liberación de las reservas de nutrientes en estos terrenos sin regar. En zonas en las que normalmente hay sequía, el fruticultor tiene que equilibrar el riego y la precipitación natural. Si las precipitaciones son bajas y el riego se hace indispensable, la estructura del suelo y la nutrición mineral son factores que influyen mucho en la calidad del fruto.

De todos modos, se sabe que algunos de los problemas de calidad en el fruto están relacionados con el agua de constitución del árbol o la vid. El picado amargo, se da a menudo en frutos grandes en árboles cultivados extensivamente, se produce cuando el fruto es incapaz de competir con las hojas por el agua y el calcio. Las manchas por sequía en las manzanas son un desorden específico relacionado con una deficiencia en boro. Es más probable que ocurra si el riego ha sido inferior al óptimo necesario.

Tamaño del fruto

Raras veces unas manzanas grandes se conservan almacenadas igual de bien que un fruto pequeño. Por esta razón, cualquier medida, como la poda y el aclareo, que favorece el aumento del tamaño del fruto no debe realizarse de forma exagerada. Los frutos que proceden de plantaciones poco intensivas y de árboles jóvenes no deben almacenarse nunca durante largos períodos y tienen que estar siempre separados del resto.

Plagas y enfermedades

Una buena planificación de las aplicaciones fitosanitarias reducirá el riesgo de arrastrar enfermedades al almacén. Durante la cosecha, hay que procurar que los daños por golpes o por agujeros en la piel sean mínimos, ya que muchos agentes productores de enfermedades entran por las heridas y abrasiones de la piel.

Retrasos entre el momento de la cosecha y el de almacenamiento

Tienen que ser siempre lo más cortos posibles, ya que cualquier retraso reduce la vida en almacén. Hay que recordar que durante el período de cosecha de muchos frutos suele hacer calor. Dos días a temperatura ambiente justo después de la cosecha pueden causar más daños que dos días más adelante en invierno cuando se saca el fruto del almacén refrigerado para comercializarlo. Esto es especialmente importante en los frutos en baya y en hueso que tienen una vida limitada en almacén incluso en condiciones óptimas. Dos horas a pleno sol reducen drásticamente la vida en almacén de los melocotones, las nectarinas, las cerezas, las ciruelas, los albaricoques, las fresas, las frambuesas, etc. A menudo se recomienda a los fruticultores quitar el calor de campo en plantaciones de frutales de este tipo, antes de transportarlos a la nave de envasado, almacenamiento refrigerado o al mercado.

Se ha mencionado la refrigeración en campo, y es importante entender que los enfriadores varían mucho en su capacidad y efectividad. Los enfriadores más apropiados son aquéllos capaces de enfriar rápidamente una gran cantidad de calor producido. Algunos de estos enfriadores se basan en el movimiento rápido de aire muy frío pero este aire no debe estar demasiado seco, porque entonces se produce la deshidratación del fruto. Si está demasiado frío, pueden producirse daños por heladas. La técnica de enfriamiento por agua, en la que el fruto se sumerge en agua a una temperatura entre 2 y 4°C durante un período limitado de tiempo, es muy apropiada para ciertos cultivos pero no para otros.

Madurez

La mejor forma de asegurarse que el fruto tiene una vida óptima en almacén es cosecharlo cuando el grado de maduración es el correcto. Esto se ha discutido anteriormente pero hay que resaltar las dificultades que pueden surgir. Los fruticultores tienen que trabajar en colaboración con expertos locales para asegurarse de que sus prácticas están en concordancia con lo que necesitan los que van a comercializar esa producción.

Como regla general, los frutos climatéricos se cosecharán entre el momento en el que se producen los primeros cambios de color –amarilleamiento del color verde de fondo, e incrementos de otros pigmentos– y el momento en el que el fruto tiene una calidad óptima para su consumo. Si se cosechan los frutos antes de que empiece el envero, puede que no alcancen una madurez gustativa de calidad. Los frutos cosechados al principio del envero estarán duros y son excelentes para manipularlos y almacenarlos. Sin embargo, el sabor sufre cambios y raras veces será el mismo que si el fruto madura en el árbol. Las manzanas o melocotones que se han cosechado mas tarde son excelentes para su consumo inmediato pero no se puede esperar que resistan un almacenamiento superior a unas pocas semanas.

Sin embargo, no hay que olvidar que muchos frutos después de cosecharlos no siguen madurando o lo hacen muy poco. Entre estos frutos no climatéricos están las uvas, las frambuesas, las grosellas, los arándanos, las cerezas y los cítricos. Se cosechan en el momento de la madurez gustativa, es decir que desde que se cosechan hasta que se consumen transcurre un corto período de tiempo. Habitualmente se cosechan algo antes de este momento, si tienen que aguantar un largo viaje hasta su punto de venta.

Condiciones de almacenamiento

Hay tres tipos de almacenamiento de frutos: almacenamiento sin refrigerar, almacenamiento refrigerado y almacenamiento refrigerado con atmósfera controlada (AC). En algunos casos puede ser útil el almacenamiento hipobárico, que es otra forma de controlar la atmósfera.

Almacenamiento sin refrigerar

En algunas partes del mundo se usa el término «almacenamiento común» para describir esta práctica. Sólo se recomienda cuando el fruto va a ser almacenado durante un período de tiempo limitado o cuando no hay otra opción. Los fruticultores que venden en la misma plantación, a menudo guardan la producción de esta manera y cualquiera que no tenga capacidad de almacenar la producción refrigerada, incluidos comerciantes que guarden el fruto antes de venderlo usan este método.

El objetivo es proporcionar un ambiente tan fresco como se pueda. En muchas zonas del mundo desarrollado se usan cuevas porque mantienen una temperatura constante fresca y protegen al fruto de la congelación. Si se construye una estructura con este objetivo tiene que situarse de tal forma que se evite el sol en invierno. Tiene que estar bien ventilado, pero no con excesiva corriente y debe estar bien aislado para evitar las heladas, si las temperaturas bajan mucho y hay riesgos de que se produzcan.

Almacenamiento refrigerado

En los almacenes refrigerados se procura bajar la temperatura del fruto lo más posible para reducir el metabolismo y la respiración. La mayoría de los frutos tienen unos límites inferiores hasta los que se pueden refrigerar sin que se produzcan daños de cualquier tipo. Los daños por congelación se dan si la temperatura de la piel o de la pulpa cae por debajo de un punto crítico. El desorden fisiológico conocido como daño por frío, se observa en algunas especies y variedades. Se produce cuando se guardan los frutos unos pocos días o semanas a temperaturas inferiores a la temperatura umbral. Dependiendo del cultivo este daño puede producirse con temperaturas entre –1°C y +4°C.

Todavía queda mucho por aprender sobre la construcción y gestión de un almacenamiento refrigerado. En los siguientes párrafos se resaltan algunos de los puntos más importantes:

CIRCULACIÓN DE AIRE Y CONTROL DE LA HUMEDAD. Los almacenes refrigerados funcionan por circulación de aire fresco, que quita calor al fruto y mantiene la temperatura constante. Se necesita que la circulación de aire sea rápida para eliminar el calor de campo, pero una vez que la temperatura está al nivel adecuado, si hay demasiado aire puede ser problemático. El fruto puede perder mucha humedad y entonces se marchita y es menos apto para su comercialización.

Por lo tanto, es muy importante mantener la humedad relativa alta para asegurar la calidad del fruto. Esto se puede conseguir regando el suelo del almacén con agua y asegurándose de que los enfriadores no reducen la humedad por congelación. El secreto para controlar adecuadamente la humedad es que los enfriadores tengan suficiente o incluso una excesiva capacidad de enfriamiento, y así no tiene que circular demasiado aire. De esta forma la superficie de los enfriadores estará a una temperatura no muy diferente de la deseada en el almacen.

También tiene que haber un suministro adecuado de aire para que haya intercambio dentro del almacén. La formación de etileno puede acelerar algunos procesos de senescencia, incluso a bajas temperaturas como las que hay en este tipo de almacenes. Esto puede ser un problema sobre todo con frutos almacenados a temperaturas ligeramente superiores para evitar los daños que se producen por las temperaturas bajas.

Todo esto además requiere que el almacén esté bien diseñado, que se manipule de forma correcta, y que los frutos se apilen con cuidado, de tal forma que se permita una buena circulación del aire. Es aconsejable familiarizarse con los equipos de refrigeración, con el diseño del almacén y su manejo antes de embarcarse en este reto. A menudo es mejor contratar los servicios de una empresa de transporte de frutos o una cooperativa que tengan almacenes gestionados de forma profesional y comercialicen los frutos.

TEMPERATURA. En siguientes capítulos se verá cuáles son las temperaturas recomendadas para el almacenamiento de varios cultivos frutales. Normalmente existen disponibles líneas directrices bastante fiables, basadas en la investigación y en la experiencia. Sin embargo, se siguen desarrollando recomendaciones para algunos de los frutos más nuevos, o para nuevas variedades de frutos ya conocidos. Es aconsejable buscar la información más reciente. Hay que recordar que si se nos da un rango de temperatura de 1-2°C, es especialmente importante no bajar por debajo de este rango ya que si no se pueden producir daños. Si las temperaturas son ligeramente más altas de las recomendadas lo único que

ocurrirá es que la vida en almacén será más corta. No hay ninguna duda de que un buen control de la temperatura es el ingrediente más importante para que el almacenamiento sea un éxito.

CONTROL, LIMPIEZA Y OTROS ASPECTOS. Hay que controlar de forma regular los frutos puestos en almacenes refrigerados, para determinar su vida en los puntos de venta. Cuando no va a ser superior a 10-14 días, es el momento de vaciar el almacén. Siempre hay que mantener los almacenes limpios, para que no se formen esporas de hongos. Esto se consigue no sobreestimando la vida en almacén y limpiando minuciosamente las paredes y los suelos de éste cuando se vacía. Generalmente, se almacenan frutos distintos en cuartos separados. En primer lugar se separan porque muy probablemente la temperatura óptima de almacenamiento sea diferente para cada uno, pero también hay otras razones. Por ejemplo el etileno que se produce en las manzanas, acelera de forma drástica la madurez del kiwi. Incluso en el caso de algunas variedades de un mismo frutal, puede ser interesante almacenarlas independientemente, ya que pueden necesitar distintas condiciones. Esto es especialmente importante en manzanas y peras.

Almacenamiento en atmósfera controlada (AC)

Con esta técnica, no sólo se refrigera el fruto para reducir la respiración sino que también se regula el nivel de oxígeno, dióxido de carbono y gases de nitrógeno. Cuando el contenido en oxígeno disminuye y el nivel de dióxido de carbono aumenta, se va a producir una reducción considerable de la respiración, y entonces es bastante viable un almacenamiento a largo plazo. En el caso de las manzanas, hay que mantener el nivel de oxígeno entre un 1,5 y un 3% y el de dióxido de carbono entre 2 y 5%. Cada variedad tiene sus límites específicos y si no se respetan muy cuidadosamente se pueden producir serios problemas fisiológicos. Por lo tanto, a pesar de que las ventajas de la atmósfera controlada son sustanciales, también hay muchos riesgos que hay que tener en cuenta.

Cuando se empezó a utilizar la técnica de la atmósfera controlada, los fruticultores que intentaban usar esta técnica tenían dificultades en conseguir controlar los niveles de gases en el almacén. Ahora, se consigue poner atmósferas controladas en antiguos almacenes, instalando dentro una carpa de polietileno. La producción se apila en el almacén encima de un film de polietileno y cuando ya está refrigerada, se tapa por encima y por los lados y se sella a la base.

En un sistema de atmósfera controlada pasivo, el fruto todavía respira y por lo tanto reduce el nivel de oxígeno (al principio en un 20%) en unas pocas semanas. Cuando ya se alcanza el nivel deseado se ventila la carpa para mantener ese nivel. De la misma forma, el nivel de dióxido de carbono aumenta desde un nivel inicial de 0,35% hasta llegar al 2-5% que se necesita y se mantiene en este nivel gracias a que se hace pasar el aire a través de cal (hidróxido cálcico) que consume el dióxido de carbono del aire. Existen equipos con distintos grados de sofisticación para controlar los niveles de los gases y para añadir o quitar dióxido.

Cada vez suscita más interés en todo el mundo esta técnica de atmósfera controlada. Existe una versión más avanzada de esta técnica que se llama «AC rápida». Con esta técnica se consigue reducir el nivel de oxígeno en una habitación grande desde un 20% hasta un 1-2% en unas pocas horas. Justo antes se produce una caída rápida de la temperatura del fruto. El resultado al usar esta técnica es un fruto de gran calidad y con una vida en almacén aún más larga; sin embargo los equipos son muy caros y altamente sofisticados. Es más probable que este tipo de técnica se utilice en almacenes de grandes envasadores y transportistas.

El almacenamiento hipobárico

En esta tecnología se almacenan los frutos a presiones atmosféricas por debajo de las normales. Se ha utilizado con éxito en melocotones, cerezas, peras, manzanas, fresas y limas. Se ponen la mayoría de los frutos, a presiones de 0,1-0,2 atmósferas y a las temperaturas frías habituales de los almacenes. Esta tecnología parece buena y el concepto es similar al del almacenamiento en atmósfera controlada, los equipos son muy caros y todavía no están al alcance de todo el mundo. La tecnología del almacenamiento hipobárico puede tener una aplicación en el transporte de mercancías muy valiosas a mercados muy lejanos.

Factores post-almacenamiento

Una vez que se saca la producción del almacén, el deterioro del fruto puede ser muy rápido.

Como ya se ha visto anteriormente, es el encargado del almacén el que tiene que juzgar cuánto tiempo va a tener el fruto la misma calidad una vez que se saque y asegurarse de que va a durar en los comercios el tiempo necesario, teniendo en cuenta el canal comercial elegido. La responsabilidad del fruticultor o del director de un almacén comercial termina cuando el fruto sale del almacén. En ese momento empieza a ser responsabilidad del mayorista o del minorista el asegurarse de que el fruto se mantiene fresco, de que se manipula y suministra de forma adecuada.

6.2 Utilización de biorreguladores en fruticultura

David Jackson y Norman Looney

En lo que queda de capítulo se van a considerar una serie de prácticas utilizadas en las plantaciones empleando productos químicos (biorreguladores) que regulan el crecimiento, la recolección y la calidad del fruto. Con excepción del aclareo manual, estas prácticas no son posibles sin el uso de los productos químicos adecuados. También se va a hablar de algunas prácticas basadas en el empleo de biorreguladores, que influyen en el crecimiento y desarrollo del árbol en el vivero y en la plantación.

Aclareo de flores y frutos

Muchos frutales no necesitan el aclareo para conseguir que la calidad del fruto sea buena ni para que el cultivo sea anual. Sin embargo para aquellos que sí lo necesitan, es una de las operaciones más importantes de las que se llevan a cabo en la plantación. Si se hace mal, el productor lo pagará con un fruto de menor calidad (pequeño, con poca coloración), con unos pedúnculos quebradizos y con riesgo de becería. Dependiendo de las especies y de las variedades, de las zonas de cultivo y de las estaciones habrá que hacer más o menos aclareo, dependiendo principalmente del grado de cuajado de cada año en particular. El clima y los requisitos del mercado también pueden influir sobre el grado de aclareo. Los fruticultores deben hacer un aclareo más leve en las zonas con riesgos de heladas tardías, fuertes vientos o granizo, aunque se puede discutir que en zonas como esas no se deberían poner plantaciones comerciales a no ser que se lleven a cabo medidas de control efectivas. Los requisitos del mercado son a menudo un factor determinante para decidir la intensidad de aclareo. Las preferencias de los consumidores cambian y en un momento dado se obtienen grandes beneficios con frutos grandes mientras que en otros momentos o en otros lugares se prefieren los frutos más pequeños.

El aclareo siempre reduce el tonelaje el año que se realiza pero es necesario producir el fruto con el tamaño y la calidad que el mercado requiere. Y lo que es más importante, un aclareo llevado a cabo con éxito asegurará la producción futura. Si se tienen en cuenta todas estas ventajas, la pérdida de cosecha por el aclareo es algo inevitable, si se quiere un cultivo rentable.

Cuánto mayor es el valor del cultivo, más tiempo se puede hacer esta reducción sin perder dinero. Por ejemplo, en el caso de las nectarinas, si el tamaño del fruto es tal que se llena una bandeja con 23-35 frutos, serán el doble de valiosos que si se necesitan 36-40 frutos para llenar una bandeja. Merece la pena hacer aclareo para conseguir frutos de este tamaño. De la misma forma, en Japón se busca que la producción de manzanas Fuji esté formada por frutos muy grandes, con mucho color para el mercado de regalos. El aclareo (por lo menos dos veces), recolocar los frutos y por último la eliminación selectiva de hojas se hace de forma secuencial durante el período de crecimiento para conseguir una producción de alto valor.

Planificación de la operación de aclareo

Cuanto antes se lleve a cabo esta reducción del cultivo, mejores serán los resultados obtenidos, tanto desde el punto de vista de la optimización del tamaño del fruto como de superación del comportamiento becero en aquellos cultivos con este problema. Sin embargo, existe un cierto número de factores atenuantes de esta práctica. La caída natural (mal cuajado), los daños por heladas, vientos o granizo pueden producirse después del aclareo y por lo tanto se habrán quitado demasiados frutos del árbol. Si se retrasa unas pocas semanas se tendrá una idea más clara del grado de aclareo a realizar. En algunos cultivos, como los manzanos y algunos frutales de hueso, se puede hacer aclareo químico hasta cuatro semanas después de la plena floración.

Un punto clave para llevar a cabo el aclareo con éxito en una plantación es asegurarse de que la polinización no va a ser un factor limitante. Para esto, hay que plantar suficientes árboles polinizadores, suministrar las abejas necesarias durante la polinización y crear un microclima que favorezca la actividad de las abejas (por ejemplo poner protección si se necesita). En este tipo de plantaciones es donde se puede esperar que el cuajado se produzca de forma fiable y se puede hacer aclareo de las flores al principio de la floración y de los frutos cuando aún son pequeños, sin correr riesgos.

En aquellos cultivos en los que sólo se puede hacer el aclareo de forma manual, se suele retrasar el momento hasta que haya terminado la caída natural o por lo menos ya esté muy avanzada. Normalmente esta caída de «junio-diciembre» se produce en un período de 6-8 semanas a partir de la floración. De esta forma se evita hacer un aclareo excesivo y quitar frutos que se caerían de forma natural. Sin embargo, en algunos frutales de hueso como los albaricoqueros y los melocotoneros, el aclareo manual de las flores es algo habitual. Hay un momento justo antes de la floración en el que las flores pueden quitarse bastante fácilmente. Además, las hojas están poco desarrolladas y las flores están visibles. Sin embargo, hay que señalar que el aclareo de flores en melocotoneros, nectarinos y albaricoqueros no se lleva a cabo de forma tan rigurosa como el de frutales de frutos pequeños porque no se puede juzgar cómo va a ser la calidad del fruto que va a salir de cada flor que se deja. Por lo tanto, normalmente 6 semanas después del aclareo de las flores se hace un aclareo manual para retocar.

Aclareo manual

El aclareo manual es una práctica que necesita mucha mano de obra y cuando se realiza con el grado de detalle y concentración necesarios para que esté bien hecho, puede suponer hasta el 20% del coste total de la producción. En los albaricoqueros y los melocotoneros, normalmente representa el mayor coste de todo el proceso productivo.

Dependiendo de las especies y de los requisitos del mercado en cuánto a tamaño, la práctica general es espaciar los frutos en la rama, dejando un fruto cada 10-12 cm y eligiendo los más grandes y mejor formados de entre los disponibles. Hay que señalar que es mejor no cumplir con esta regla de separación de los frutos en la rama, antes que seleccionar frutos que luego no van a alcanzar el tamaño y la calidad adecuados (es decir (a) mejor que (b) en la Fig. 6.5).

El fruticultor siempre se enfrenta al problema de estimar el número de frutos más rentable por árbol o vid. Cuando se tiene algo de experiencia en una variedad dada, se puede determinar cuántos frutos puede soportar por centímetro de tronco o circunferencia de cepa, medido en un punto a 10-20 cm por encima del suelo. De esta forma, el fruticultor hará el aclareo de unos cuántos árboles o viñas para enseñar al personal que va a realizar la operación el espaciamiento necesario para conseguir la carga final deseada en el cultivo.

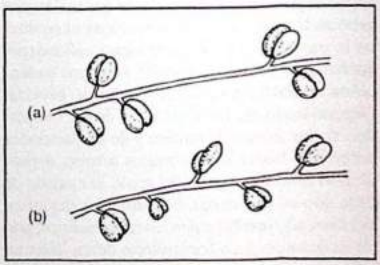


Figura 6.5 Dos métodos para hacer el aclareo (ver texto).

Aclareo químico

El aclareo químico de los manzanos es una práctica muy habitual y realizada con mucho éxito. Se puede hacer aclareo químico en algunos frutales de hueso. En los perales y en las vides también es posible, aunque da muchos problemas. En plantaciones comerciales de otros frutales apenas se hace. Los productos que se van a nombrar a continuación están disponibles en varios países y regiones. Los detalles de cómo hacer un buen uso de estos productos en una zona en particular se pueden obtener de publicaciones locales.

PRODUCTOS DESECANTES COMO DNOC, TIOSULFATO DE AMONIO Y ENDOTAL. Durante muchos años, los únicos productos disponibles para llevar a cabo el aclareo de flores en los manzanos y en los frutales de hueso eran el dinitro-*O*-cresilato (DNOC) y dinitrobutilfenol (DNBP el dinoseb). Sin embargo, más o menos desde 1990 estos productos han sido reemplazados por otros menos tóxicos. Se ha visto que se puede usar el endotal, un herbicida para plantas acuáticas, aplicado a dosis bajas en los manzanos para hacer un aclareo de flores. También se puede usar en algunos frutales de hueso. También se ha visto en plantaciones de manzanos en British Columbia que el nitrógeno y el sulfuro que hay en los fertilizantes y el tiosulfato de amonio pueden reemplazar al DNOC.

Todos estos productos químicos llevan a cabo el aclareo por desecación de la superficie estigmática y del polen sobre esta superficie antes de producirse la germinación de éste y la fecundación. Como muchos manzanos se someten a polinización cruzada, la teoría consiste en estimar el movimiento de las abejas y las temperaturas medias diarias y cuando se está completamente seguro de que la flor principal ha sido polinizada y fecundada, se pulveriza el producto para inutilizar las flores que quedan en esa inflorescencia. Esta estrategia tiene éxito porque las flores laterales en una inflorescencia de manzano se abren después que la flor principal.

Hay que señalar que todos estos productos desecantes queman algo las hojas pero no se ha probado que este efecto secundario sea un problema digno de serias consideraciones.

El tiosulfato de amonio es efectivo si se aplica cuando se ha alcanzado el 60% de la floración en albaricoqueros y el 80% de la floración en manzanos. Todavía no se ha visto que sea efectivo en otros frutales de hueso o en perales. Una dosis normal es de un 1% de tiosulfato de amonio aplicado en 1.000-2.000 L ha^{-1} de solución a pulverizar. Hay que señalar que el tiosulfato de amonio está en solución saturada cuando hay un 60% de tiosulfato de amonio en agua.

ÁCIDO α-NAFTILACÉTICO (ABREVIATURA ANA O NAA). NAA es una auxina sintética usada desde hace mucho tiempo para hacer el aclareo en manzanos. Se aplica a partir de la caída de los pétalos hasta 18-21 días después. Si se aplica más tarde se suele combinar con el carbaril (ver más adelante). ANA estimula la producción de etileno en los tejidos del fruto y entonces los frutos más pequeños y más débiles crecen más despacio que los frutos más viejos del racimo. El resultado final es un fruto débil que no puede competir por los recursos y entonces rápidamente se cae.

El mejor momento para utilizar NAA depende mucho de la variedad. En las variedades Gala y Delicious se recomienda aplicarlo pronto, ya que son variedades en las que si se tratan más tarde, en el período de desarrollo del fruto, éstos pueden quedar enanos. En todas las variedades hay una tendencia a que los frutos tratados con ANA crezcan más despacio durante algunos días o semanas después del tratamiento. Sin embargo, el resultado al final es un aclareo adecuado y una buena floración. Se recomienda aplicar 5 ppm de solución de ANA en 2.000 L ha^{-1} una semana antes de la plena floración. Sin embargo, a veces se aplica pulverizado durante la floración o combinado con el carbaril y aplicado como muy tarde 3-4 semanas después de la floración.

El naftaleno acetamida (NAM) es la sal amídica del ANA y se considera un producto químico más seguro para algunas situaciones. Tiene menos acción hormonal inmediata pero sigue activo durante más tiempo. Se ha usado con éxito para hacer el aclareo de algunas variedades de perales europeos. Las dosis efectivas están en el rango de los 20 ppm.

ETEFON (ETHREL®, CEPA, ÁCIDO 2-CLORO ETILFOSFÓNICO). Este precursor del etileno se ha usado con éxito para hacer aclareo en manzanos en pruebas experimentales llevadas a cabo en algunas regiones. Se ha usado sólo o combinado con ANA y carbaril. El momento de aplicación es

también algo flexible, obteniéndose buenos resultados con aplicaciones desde la caída de los pétalos hasta varias semanas después de la floración. La principal preocupación al usar etefon es que su efectividad depende mucho de la temperatura del aire. Por lo tanto, si después de una aplicación hace calor, el aclareo será excesivo y pasa lo contrario si hace más frío de lo habitual.

Aún así, el etefon se usa con éxito en la Golden Delicious y en otras variedades muy fructíferas o con tendencia a la becería.

6-BENCILADENINA (6-BA). Este producto químico representa a otra familia de sustancias naturales del crecimiento de las plantas, las citoquininas. El 6-BA reduce de forma selectiva el cuajado en el manzano si se aplica en la post-floración, eliminando también los frutos más débiles. Disponible comercialmente como Accel® (Laboratorios Abbott), este biorregulador también contiene un poco de giberelina A_4 y A_7. Los ensayos con Accel® en algunas zonas, especialmente en el este de Norteamérica, han indicado que también incrementa el tamaño de los frutos que quedan, hasta un tamaño superior al esperado ya que no tienen competencia por los recursos. Esto se explica por el efecto de las citoquininas alargando la duración de la división celular en las manzanas y en otros frutos. Es probable que unas manzanas con más células sean más grandes en el momento de la maduración.

Sin embargo, Accel® por sí solo no está considerado en muchas zonas como un producto fuerte de aclareo y normalmente se usa combinado con carbaril para conseguir la reducción deseada en el cuajado. La dosis más recomendada es de 50 g de producto activo de Accel® por hectárea, pero puede variar de una zona a otra. Normalmente se aplica con 4,5 L de a.i. carbaril al 50% cuando la flor principal mide 10-12 mm de diámetro. Sin embargo, como en otros casos, las dosis óptimas y el momento de aplicación variarán de una zona a otra. Es importante no combinar Accel® y ANA o usar ambos productos químicos en el mismo ciclo. Esta combinación aumenta la retención de frutos enanos.

CARBARIL (N-METIL CARBAMATO DE 1-NAFTILO, SEVIN). Este producto químico es conocido principalmente por su acción como insecticida pero en los años 50 se vio que tenía propiedades como biorregulador, particularmente para el aclareo de los manzanos. Favorece la retención de carbohidratos por las hojas jóvenes, lo que produce una situación de estrés temporal que hace que se debiliten los frutos más fuertes. El carbaril tiene la ventaja de que reduce el cuajado en los racimos dejando un solo fruto. Además si desde un principio sólo ha cuajado un fruto en el racimo, es poco probable que el carbaril lo elimine. Por lo tanto, desde el punto de vista de la eficacia del aclareo, el carbaril es el producto más seguro y más efectivo de los que hay disponibles actualmente.

Sin embargo, como es un insecticida, hay que utilizarlo con cuidado y prestando mucha atención a los efectos que puede tener sobre el programa de control de plagas que se esté llevando a cabo en la plantación. Obviamente, algunas veces y en algunos sitios no se podrá utilizar el carbaril. Por ejemplo, aunque es efectivo aplicándolo desde plena floración hasta 4 semanas después, no se debe aplicar cuando todavía hay flores en el árbol. Incluso la formulación preferida normalmente para el aclareo (Sevin XLR, una suspensión a base de aceites con tamaño de partículas muy fino) mata a las abejas que hay en los alrededores. Por esta misma razón, hay que segar las malas hierbas con flor que haya debajo de los árboles antes de aplicar el producto.

En las zonas en las que se ha usado el carbaril de forma continua durante cerca de 40 años, para hacer aclareo químico, se ha visto que los insectos de la plantación se han adaptado extraordinariamente bien. La explicación parece ser que los ácaros depredadores y otros insectos beneficiosos han desarrollado la suficiente resistencia al carbaril como para mantener sus poblaciones intactas. A pesar de esta adaptación alentadora y su valor obvio para los productores de manzanas en todas partes, sólo el tiempo nos puede decir si el carbaril seguirá teniendo un sitio dentro de los sistemas productivos de la manzana, que cada vez más dependen de los programas de control biológico de los insectos.

ÁCIDO GIBERÉLICO (GA_3). El ácido giberélico representa a una familia de hormonas naturales de las plantas que influyen en la floración y en la fructificación. GA_3 se usa para reducir el número de bayas por racimo en algunas variedades de uvas de mesa y de vinificación y por un

mecanismo totalmente diferente para reducir la necesidad de aclareo manual en los melocotoneros y en otros frutales de hueso. A menudo estas tecnologías son bastante complicadas y específicas para una zona y una variedad dada. Por lo tanto es necesario buscar información en la zona, si se va a utilizar GA_3 como regulador de la carga del cultivo.

La teoría por la que se utiliza GA_3 en las plantaciones de uvas es porque alarga el raquis y reduce la formación de semillas en el período de floración. Normalmente el que haya menos semillas significa que habrá menos bayas. El resultado general es un racimo menos denso y menos propenso a pudrirse. Sin embargo, si se aplica unas pocas semanas después, especialmente en variedades apirenas, GA_3 alarga y engrosa las bayas, haciendo que la apariencia final del racimo sea la esperada por los consumidores de la variedad Thompson Apirena (Sultana).

Sólo en la variedad de uva de mesa Delaware, muy cultivada en Japón, se usa GA_3 para convertir una variedad normalmente semillada en apirena. Esto se consigue haciendo un tratamiento unos 20 días antes de la floración. Las siguientes aplicaciones de GA_3, después de la floración fomentan el engrosamiento de las bayas apirenas recién formadas. Los racimos de flores y de frutos se sumergen en soluciones de GA_3 para conseguir esto.

Sin embargo, hay que señalar que la respuesta de las distintas variedades a la aplicación de tratamientos con GA_3 varía mucho. Si se producen problemas durante la floración se desaconseja hacer tratamientos con GA_3.

Por otro lado, esta tendencia a la reducción de la floración puede ser utilizada como una ventaja en algunas especies de frutales de hueso que florecen principalmente en madera de un año. Las aplicaciones tempranas de GA_3 durante el ciclo vegetativo (a menudo en el momento del endurecimiento del hueso) reducirán el número de nudos que al año siguiente formarán flores (ver Fig. 4.1 en la página 37). Si este tratamiento se combina con un programa de poda complementario que deje un número adecuado de nudos para floración, al siguiente verano se conseguirá un cultivo más equilibrado y se necesitará poco aclareo manual. Además, como la competencia fruto a fruto será menor que si se hace un aclareo manual normal, estos frutos serán más grandes y tendrán mejor calidad.

La cantidad de GA_3 necesaria para conseguir esto en melocotoneros, nectarinos y en algunas ciruelas varía entre 20 y 50 ppm pulverizados. El efecto durante el ciclo que se aplica también puede ser beneficioso (frutos más grandes y duros) si el fruticultor está dispuesto a aceptar un retraso en la maduración.

ELIMINACIÓN DE PRODUCCIONES NO DESEADAS. Algunas veces un fruticultor desea eliminar toda la producción de un árbol- por ejemplo en un árbol joven dónde se valora más su desarrollo que la producción. Un ejemplo práctico de esto puede ser el de la producción de cerezas ácidas. Este cultivo se cosecha mecánicamente, por lo que no es deseable que se produzca el cuajado hasta que el árbol sea lo suficientemente grande como para soportar el vareo mecánico. El ácido giberélico se usa de forma habitual para inhibir la floración hasta que el árbol alcance un determinado tamaño.

Sin embargo, en manzanos y en otros cultivos frutales es más difícil conseguir eliminar toda la producción. Los productos utilizados para hacer aclareo como tiosulfato de amonio eliminarán gran parte de la producción pero puede que los frutos que queden no respondan bien a los productos disponibles normalmente para aclareo de post-floración. Una dosis relativamente alta de etefon (250-500 ppm) en el momento de la caída de los pétalos puede hacer el trabajo, pero es más probable que lo que haga sea demostrar que es necesario quitar esos frutos a mano.

FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN EL ACLAREO. Es muy fácil que con muchos de los productos químicos utilizados, se haga un aclareo excesivo. Por esta razón, en la Tabla 6.1 se resumen las condiciones bajo las que se puede producir este exceso de aclareo.

ALGUNOS ASPECTOS PRÁCTICOS DEL ACLAREO QUÍMICO.

- *Dirigir bien la pulverización.* Como las flores son frágiles y el cuajado es menor en las partes interiores e inferiores del esqueleto del árbol, hay que dirigir la mayoría del producto a las zonas de arriba y exteriores.
- *Volumen de la pulverización.* Es mejor aplicar grandes volúmenes de muchos de los productos usados para el aclareo químico,

Tabla 6.1 Factores que contribuyen a un aclareo químico excesivo.

Factores del árbol	*Factores ambientales*
Árboles débiles con lamburdas débiles y madera fina	Humedad alta durante muchos días antes de la aplicación
Árboles mal podados	Humedad alta el día de la pulverización haciendo que se seque muy despacio
Árboles puestos muy juntos o sombreados por las pantallas protectoras	Temperaturas máximas altas
Polinización incorrecta	Lluvia moderada después de la aplicación, durante varios días
Árboles jóvenes	Hojas dañadas por las heladas

para así conseguir cubrir a fondo todas las hojas y los frutos.

- *El momento de la aplicación.* En climas desérticos es mejor aplicar los productos para el aclareo al atardecer o pronto por la mañana. El producto se seca más despacio y entonces se absorbe más cantidad de sustancia química.
- *Dejar algunos árboles de control y tomar datos.* La experiencia obtenida después de varios años aumentará el grado de éxito y la fiabilidad del aclareo químico en cualquier zona de la plantación.

Productos que paran la caída

Algunas variedades de manzanos, particularmente las tempranas para consumo en fresco, como McIntosh, Jonathan y Delicious son susceptibles de tener menos producción por la caída de frutos antes de la recolección. Puede que el problema no se dé todos los años y parece que varía mucho de una zona a otra. Algunas variedades de peras tempranas también son propensas a esta caída antes de la recolección.

En variedades sensibles, un síntoma de maduración es el inicio de la ruptura de las paredes celulares en la zona de abscisión debido a la producción de etileno. Esta zona es una capa especializada de células entre el pedúnculo y el ramo fructífero. Si el fruto contiene suficientes auxinas naturales puede anular el efecto del etileno pero como ya sabemos, la tendencia natural durante la maduración del fruto es la desaparición de las auxinas.

Por lo tanto, hay dos formas de controlar mediante biorreguladores la caída de antes de la recolección. La primera es aplicar una auxina sintética, como por ejemplo ANA, poco antes del momento normal de la cosecha. En algunos países, el producto químico preferido es una auxina más fuerte, 2,4 DP (diclorprop). La segunda forma es inhibiendo la producción de etileno en el fruto. Esta era la base de la extraordinaria eficacia del daminozida (Alar®), un producto químico que ya no está disponible en muchos países. El equivalente moderno es el aminoetoxivinilglicina (ReTain®; Laboratorios Abbott).

ANA Y DICLORCROP. ANA se aplica 7 a 10 días antes de la fecha esperada de la cosecha, con una dosis entre 10 y 20 ppm dependiendo de la variedad y de la zona. Controla la caída del fruto durante un período de 10 días y no se debe utilizar dos veces seguidas. Es importante aplicar el ANA antes de que esta caída se convierta en un problema. Se aplica mediante pulverización, mojando completamente los frutos y las hojas.

El diclorprop se usa a dosis más bajas, de alrededor 5-10 ppm y el efecto dura por lo menos 2 semanas.

Estas dos auxinas tienen un inconveniente importante ya que estimulan la producción de etileno en la pulpa de las manzanas y de la peras. Esto significa que aunque se prevenga la abscisión, los frutos están madurando a un ritmo acelerado. Esta es la razón por la que a veces se recomienda una segunda aplicación y el porqué los frutos que han sido tratados no son aptos para un almacenamiento a largo plazo. Esto explica también porqué la utilización de ANA en las peras Winter Cole o Winter Nelis puede hacer que en un pequeño porcentaje de la producción se agriete el final del cáliz.

RETAIN®. El compuesto activo de este producto es un inhibidor natural de la producción de

etileno obtenido por una fermentación microbiana. Para que el control de la caída de frutos antes de la recolección se haga de forma efectiva, el ReTain® se aplica sobre todo el cultivo 4 semanas antes del comienzo esperado de la recolección comercial. La dosis recomendada de aplicación es de 125 g de compuesto activo por hectáreas y es importante añadir también un agente mojante. A diferencia de los productos químicos a base de auxinas que controlan la caída, el ReTain® no estimula la maduración del fruto. De hecho, inhibe el ablandamiento del fruto antes y durante el almacenamiento del fruto.

Mezclas de biorreguladores utilizados en fruticultura

ANA y otras auxinas

Se ha dicho que el ANA, el biorregulador más antiguo de los que más habitualmente se usan, es uno de los más versátiles en agricultura. Se ha visto que actúa como producto para llevar a cabo el aclareo y previene la abscisión del fruto. También puede utilizarse para evitar el crecimiento de chupones alrededor de los cortes de poda en las ramas grandes, o si se aplica pulverizado en la base del tronco, evita la formación de sierpes. Sin embargo, la cantidad de producto activo de ANA que se necesita para evitar la rotura de las yemas y el crecimiento de los brotes, es muy alta en comparación a la necesaria para estos otros usos. Se pintan los cortes de poda con este producto a un 1% de concentración (10.000 ppm) en agua o se mezcla con pintura de látex o bituminosa. Tre-Hold® de Amvac Chemical Corporation, Los Ángeles, es una forma comercial del ANA diseñada para controlar los chupones. A pesar del tiempo que inicialmente consume este tratamiento, nos evita tener que hacer más adelante el trabajo tan costoso de cortar los chupones que salen de los cortes de poda o las sierpes.

Las fenoxiauxinas, como la 2,4,5-T, la 2,4,5-TP y la 2,4- DP también han tenido un papel muy importante en la fruticultura y continúan teniéndolo en algunos países. Aunque se usaron primero como herbicidas en agricultura, pueden tener un efecto muy beneficioso en horticultura si se usan a concentraciones muy bajas. Por ejemplo, el 2,4,5-T se ha usado para adelantar la madurez de recolección entre 3 y 6 días y aumentar el tamaño del fruto en albaricoques, si se aplica justo antes del endurecimiento del hueso. El momento más adecuado para su aplicación es justo cuando se nota cierta resistencia al clavar un cuchillo por el ápice del hueso en desarrollo. La concentración adecuada de fenoxiauxinas depende de la variedad y del emplazamiento, pero hay que tener cuidado y asegurarse que esta práctica esté totalmente registrada y permitida para su uso comercial.

Giberelinas

Las giberelinas tienen varios usos en fruticultura. El ácido giberélico (GA_3) se ha utilizado para aumentar el cuajado en perales, cuando las flores han sufrido daños por heladas. Aumentará el tamaño del fruto en variedades de uvas apirenas, como en la Sultana y en la Negra Corinto. Como ya hemos visto, en las uvas de mesa Delaware se pueden aplicar 100 ppm, 14 a 20 días antes de la plena floración para inducir la apirenia y 10 días después de la plena floración para aumentar el tamaño del fruto. Se usa para retrasar la senescencia de la cáscara en las naranjas y los pomelos y para prevenir el amarilleamiento de las limas.

El GA_3 se puede usar en limoneros para retrasar la madurez del fruto entre 4 y 6 semanas, aumentar el porcentaje de frutos con una vida más larga en almacén, y disminuir el número de frutos pequeños que maduran en el árbol. Se aplican de 5 a 15 ppm justo cuando está cambiando de color verde a plateado. Si está permitido, puede ser más efectivo si se aplica junto con 8-12 ppm de 2,4-DP.

El ácido giberélico se utiliza en la producción de cerezas para retrasar el envero, incrementar el tamaño del fruto y mejorar su calidad tras la recolección.

Se utiliza una mezcla de las giberelinas A_4 y A_7 para reducir la formación del russeting en las manzanas (Release®, Laboratorios Abbott). El procedimiento consiste en aplicar mediante pulverización, cuatro dosis de 10 ppm de giberelinas a intervalos semanales, comenzando en el momento de la caída de los pétalos. Estas mismas giberelinas se utilizan combinadas con el 6-BA (Promalin®, Laboratorios Abbott), para mejorar el alargamiento de las manzanas Delicious en climas donde las tem-

peraturas tras la floración son altas (sobre todo las temperaturas nocturnas), que hacen que esta variedad pierda su forma característica. En este caso la concentración a aplicar es de más o menos 20 ppm de ambos productos activos durante la floración.

Etefon

Ya se han discutido los efectos de este «precursor del etileno» sobre el aclareo y ya se han mencionado sus importantes efectos sobre la maduración del fruto. Sin embargo, este biorregulador tan útil también influye en el alargamiento de los brotes y en la inducción floral si se aplica en el momento adecuado durante el ciclo vegetativo. Muy probablemente estos dos efectos están relacionados.

La maduración del fruto

Uno de los usos más importantes del etefon en la producción de manzanas es la estimulación del envero y la maduración del fruto, para adelantar la cosecha hasta 3 semanas. Esto se hace mucho en las manzanas McIntosh de Norteamérica, donde cada año se trata una parte del cultivo de esta manera. Se pulveriza el árbol por completo, con 500 ppm de etefon y 20 ppm de ANA (este último para prevenir una caída excesiva de los frutos) dos semanas antes de la fecha esperada de recolección. El resultado es un fruto bien pigmentado y maduro apto para su consumo o comercialización inmediata. Estos frutos tienen una vida en los puntos de venta relativamente corta y desde luego no son aptos para almacenarse durante mucho tiempo. El tamaño medio del fruto será más pequeño que si se hubiera dejado en el árbol hasta que llegará a su madurez de recolección natural. Es importante también comprender que no todas las variedades de manzanos responden al etefon con una mayor pigmentación roja.

Abscisión del fruto

Ya que el etileno provoca la abscisión del fruto en muchas especies frutales, cuando se empezó a utilizar el etefon a finales de los años 60, se empezó a considerar como algo posible la recolección mecanizada en las plantaciones de cultivos frutales. Un buen ejemplo de esto se puede ver en las cerezas ácidas. Cuando el fruto se acerca a su tamaño final y a la madurez, se pulveriza el árbol con 300-500 ppm de etefon para inducir la abscisión y entonces la recolección mecanizada se empieza más o menos una semana después. Para llevar a cabo la recolección, hay que sacudir el tronco y las ramas y recoger los frutos en redes. Se necesita menos energía para quitar los frutos (menos daños potenciales en el árbol) y una mayor proporción de la cosecha se quita mediante vibración (mayor eficiencia). Además, como el fruto se separa del tronco del árbol de forma limpia, hay menos pérdida de jugo durante el transporte y los frutos se descomponen menos tras la cosecha. La única desventaja es la fitotoxicidad que se manifiesta en el árbol con la aparición de gomosis que exuda de los cortes de poda. Aunque esto le quita valor al aspecto general del árbol, no se ha visto que tenga repercusiones económicas.

Control del crecimiento y mejora de la floración

Se sabe desde hace mucho que el etileno induce la floración en un amplio rango de cultivos. Con el descubrimiento del etefon, se empezó a utilizar esta propiedad de forma práctica en la fruticultura productiva. Hoy en día podemos ver que el etefon se utiliza en la producción de piñas para sincronizar la floración en todas las plantaciones, para que sea posible llevar a cabo la cosecha en todas a la vez. También se usa en la producción del mango en gran parte con este objetivo. En estos cultivos, el etileno parece ser la señal hormonal de la inducción floral.

En los manzanos el efecto del etileno sobre la floración es menos directo. Las pulverizaciones tempranas de etefon durante el ciclo de crecimiento, detienen temporalmente el alargamiento de los brotes y entonces habrá más productos resultantes de la fotosíntesis disponibles para el desarrollo de las yemas. La técnica recomendada a los productores de manzanas en el Estado de Washington consiste en hacer una aplicación en los árboles más vigorosos por todo el árbol, unas 5 semanas después de la plena floración. Si se usa en este momento tiene un efecto muy pequeño sobre la retención de los frutos y no adelanta demasiado la maduración de éstos. El efecto principal es controlar el alargamiento de los brotes en el período durante el cual la inducción floral y el desarrollo están más críticamente influidos por la competencia por los carbohi-

dratos en los ápices de los brotes en crecimiento. La concentración de etefon recomendada para esto es de 500 ppm para una pulverización completa del cultivo.

Otra forma alternativa que parece muy prometedora y se ha probado en el este de Norteamérica es hacer varias pulverizaciones usando concentraciones muy bajas de etefon (100 ppm o menos) una vez a la semana durante 8-12 semanas. Se observa que se detiene el alargamiento de los brotes y se mejora la floración, pero sus efectos sobre la calidad del fruto hacen que este tratamiento se use principalmente en árboles jóvenes que todavía no tienen producción.

El etefon es útil para el viticultor. Es un inhibidor efectivo del crecimiento de los brotes y por lo tanto puede reducir la cantidad a podar en verano. Para conseguir este objetivo, se aplican 300 ppm 3 semanas después del cuajado, en las hojas que hay por encima de las inflorescencias. No se deben tocar las flores o las hojas de al lado ya que puede reducir seriamente el cuajado. Si se aplica el etefon cerca del momento de la recolección en todas las hojas de la cepa, se acelera la maduración y se incrementa la pigmentación de algunas de las variedades rojas, como por ejemplo la Pinot Noir. En este caso se aplican unos 250 ppm en el momento en el que las bayas están al 50% de su pigmentación.

A pesar de estos resultados tan prometedores, el etefon no se usa mucho en vides y los viticultores deben experimentar en una pequeña zona del viñedo antes de aplicar estas tecnologías en toda la parcela.

Retardantes del crecimiento anti-giberelénicos (CCC, daminozida, paclobutrazol, prohexidione Ca y otros)

Estos productos químicos impiden el crecimiento y favorecen la floración. Durante mucho tiempo han sido unas de las herramientas más importantes en las industrias de la floricultura y la horticultura ornamental de todo el mundo. Se clasifican como compuestos anti-giberelénicos porque interfieren en la bioquímica y la fisiología de las giberelinas naturales y muchos de los efectos de estos productos se pueden anular si se aplica ácido giberélico.

El éxito obtenido en las plantas leñosas ornamentales ha hecho que se investigue en árboles frutales y cepas, y varios de estos compuestos tienen en la actualidad o han tenido en un pasado reciente una importancia en el cultivo de frutales. La daminozida, conocida en horticultura ornamental bajo la marca B-Nine® y en horticultura frutal como Alar®, es uno de estos productos químicos. Alar® se ha usado mucho en la producción de manzanas para controlar el alargamiento de los brotes, favorecer la floración y mejorar la calidad del fruto. Esta formulación de la daminozida fue registrada por el fabricante en 1990.

El cycocel (CCC) es un retardante del crecimiento que se ha usado mucho en otras ramas de la horticultura y de la agricultura. Sin embargo, sus usos en fruticultura están limitados a los perales en algunas zonas de Europa, donde se usa todos los años para controlar el crecimiento vegetativo y para favorecer el desarrollo del cuajado y la fructificación.

El paclobutrazol (Cultar®, Corporación Zeneca) es un potente anti-giberelénico. Cuando se empapa el suelo, con una dosis de sólo 1 g de paclobutrazol, puede detener el alargamiento de los brotes durante varios años sin que se produzcan efectos negativos en la floración o en la calidad del fruto. También se puede aplicar pulverizado sobre las hojas y entonces los efectos de parada del alargamiento de los brotes son menos críticos.

Cultar® está registrado en muchos países para su uso en manzanos y en cerezos dulces. En los manzanos, mejora el rendimiento y la calidad del fruto, y prácticamente no se necesita podar. En el caso de los cerezos comunes, usando Cultar®, se pueden poner plantaciones de alta densidad, con árboles compactos y que se pueden proteger con cubiertas a bajo coste, contra la lluvia y los pájaros. Una de las características importantes del paclobutrazol es su ritmo lento de descomposición en el suelo. Esto explica su largo período de efectividad, pero puede plantearle algunos problemas al agricultor si se comprueba que la dosis aplicada es excesiva o si el emplazamiento va a utilizarse para otro cultivo.

El prohexidione-Ca (Corporación BASF) es un producto químico parecido, actualmente en desarrollo en Norteamérica para su uso en manzanos. Este compuesto anti-giberelénico se aplica mediante pulverizaciones foliares y su efecto

es relativamente efímero. Se le puede encontrar mayor aplicación en sistemas intensivos de producción de manzanos, en los que los patrones son más vigorosos, el crecimiento de los brotes es excesivo y hay problemas con el sombreado y la calidad del fruto.

Agentes que inducen la ramificación

En la industria de los viveristas hay gran interés en ser capaces de proporcionarles a los clientes un árbol bien ramificado. Se cree que este tipo de árboles son más productivos en los primeros años de la plantación.

Una forma tradicional de obtener árboles así, consistía en hacer un pinzamiento manual del ápice del brote central para inducir la ramificación lateral, pero esta práctica requiere mucho trabajo y no siempre sale bien. Otra forma es podar el árbol hasta el suelo después de pasar un año completo en el vivero y entonces tener el árbol un año más para que se ramifique. Este sistema europeo funciona muy bien pero le añade mucho coste al árbol de vivero. Por lo tanto, durante mucho tiempo ha habido gran interés en encontrar un biorregulador que estimule la ramificación en árboles de vivero de un año de edad.

Se han probado varios agentes químicos que producen el pinzamiento, obteniéndose distintos grados de éxito, pero actualmente se prefiere aplicar una hormona que fuerce la formación de brotes en las yemas axilares. La hormona disponible de forma comercial con este objetivo, es la 6-benciladenina (6-BA) y se puede adquirir como promalin® (Laboratorios Abbott) o en Europa como paturyl 10 WCS. El promalin contiene GA_4 y GA_7 además de 6-BA. La técnica consiste en aplicar en vivero 6-BA pulverizado (unos 500 ppm), en la copa y en la parte alta del árbol que se quiere ramificar. La altura media de los árboles en las líneas del vivero tiene que ser de 60 cm y éstos deben crecer muy vigorosamente si se quiere conseguir este objetivo. El grado de éxito se mide por el número de brotes de más de 10 cm de largo que se forman a una altura a la que una vez plantado el árbol en la plantación formarán buenas ramas fructíferas.

Bibliografía

Este capítulo empieza tratando la fisiología de la maduración del fruto (madurez de recolección y madurez gustativa) y después continúa con la recolección, la manipulación y el almacenamiento de los frutos. Estos son unos temas muy importantes en fruticultura y han sido tratados en mayor profundidad por numerosos autores. El libro *Apple and Pear Storage* y algunos otros (ver más adelante) son considerados unos clásicos en estos temas. El resto de la bibliografía nos da unas referencias más actualizadas y más específicas.

Bartsch, J.A. and Blanpied, G.D. (1990) *Refrigeration and Controlled Atmosphere Storage for Horticultural Crops.* Publication NRAES-22, Cornell University, Ithaca, New York.

Fidler, J.C., Wilkinson, B.G., Edney, K.L. and Sharples, R.O. (1973) *The Biology of Apple and Pear Storage.* Research Review No. 3. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK.

Kader, A.A. (1992) *Postharvest Technology of Horticultural Crops.* Publication 3311, University of California, Davis.

Ryall, A.L. and Pentzer, W.T (1982) *Handling, Transportation, and Storage of Fruits and Vegetables.* 2nd edn. Avi Publishing Company, Westport, Connecticut.

Otras prácticas culturales, como el aclareo, el control de la abscisión del fruto y la utilización de biorreguladores en fruticultura, han sido revisados periódicamente a lo largo de los años. Hay que tener en cuenta, que el uso que se haga de estos productos químicos tiene que ajustarse a las recomendaciones que hace el fabricante en las etiquetas.

Estas etiquetas son una fuente muy valiosa de información y ayudarán al fruticultor a usar correctamente el producto.

Para aquellos que estén interesados en profundizar sobre la utilización de los fitorreguladores en fruticultura, los siguientes libros pueden ser interesantes.

Proceedings of the First (1972; *Acta Horticulturae* 34) to the Eighth (1997; *Acta Horticulturae* 463) International Symposia on Plant Growth Regulators in Fruit Production. These important reference books provide the most complete record of research in this area. They are produced at approximately 4-year intervals and are available from the International Society for Horticultural Science, Leuven, Belgium.

Maib, K.M. (ed.) (1996) *Tree Fruit Physiology: Growth and Development*. Good Fruit Grower, Yakima, Washington.

Nickell, L.G. (ed.) (1983) *Plant Growth Regulating Chemicals*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Thomas, TH. (ed.) (1982) *Plant Growth Regulator Potential and Practice*. British Crop Protection Council, Croydon, UK.

Finalmente, hay algunos textos que se centran en cada cultivo en particular, y tratan todos los aspectos que se han visto en este capítulo. Algunos de estos libros son:

Warrington, I.J. and Webster, G.C. (eds) (1990) *Kiwifruit Science and Management*. New Zealand Society for Horticultural Science, Ray Richards Publisher, Auckland.

Webster, A.D. and Looney, N.E. (eds) (1996) *Cherries: Crop Physiology, Production and Uses*. CAB International, Wallingford, UK.

7
Suelos, nutrientes y agua

David Jackson

Elección del suelo

Se pueden cultivar frutales en muchos tipos de suelos. Pocos son completamente inapropiados, pero algunos necesitan tanto trabajo e invertir tanto dinero que es mejor evitarlos. Las funciones generales del suelo ya se describieron cuando se habló de las raíces (en el Capítulo 3).

Permiten las siguientes necesidades básicas de las plantas.

- Un ambiente adecuado para el crecimiento y desarrollo de las raíces.
- Almacenan y proveen de agua a las plantas.
- Almacenan y proveen de los nutrientes esenciales a las plantas.

Las dos primeras están relacionadas con las propiedades físicas y químicas del suelo, mientras que la última es el reflejo de la fertilidad del suelo. En muchos de los suelos que se van a utilizar para poner cultivos frutales, la fertilidad química se puede remediar si está por debajo del óptimo, aplicando los nutrientes esenciales en forma de fertilizantes, o a lo mejor mediante pulverizaciones foliares.

Sin embargo, las características físicas del suelo no deseables, a menudo son imposibles, difíciles o caras de cambiar. Por esta razón, hay que prestar especial atención al realizar un examen minucioso de las propiedades físicas del suelo. Es importante recordar que si el suelo tiene defectos que no se pueden remediar, los rendimientos serán siempre limitados, y los costes de producción no se verán reducidos de la misma forma; de hecho pueden incluso aumentar. Por lo tanto, el beneficio será siempre menor que el de una empresa ubicada en un terreno sin limitaciones.

Suelo: características físicas

La naturaleza y profundidad del subsuelo, el drenaje del suelo y la profundidad del nivel freático son tres características físicas importantes del suelo. El crecimiento de muchos cultivos frutales y su productividad están más determinados por el subsuelo que por el tipo y la calidad del suelo superficial. Un subsuelo ideal tiene que estar bien drenado y lo suficientemente suelto para permitir el desarrollo de las raíces. Se prefiere un subsuelo margo arenoso a un suelo con mucha arcilla o muy compacto.

La profundidad del suelo se mide desde la superficie hasta las rocas o rocas en descomposición, estratos impermeables u otros obstáculos físicos a la penetración de las raíces. Si las raíces están restringidas a una zona poco profunda o a un volumen pequeño de suelo, el árbol o la cepa no se anclará bien y su crecimiento será pobre. Si se ponen postes o espalderas como soporte en estas plantas se mejorará el rendimiento pero el crecimiento seguirá restringido

por la incapacidad de las raíces para explorar todo el subsuelo en busca de nutrientes y agua.

Por lo tanto, la profundidad a la que está el sistema radicular tiene una influencia importante sobre la productividad y la longevidad de los árboles y las cepas. Un suelo profundo tendrá una reserva más grande de nutrientes y de humedad que un suelo poco profundo. La profundidad del suelo en una plantación tiene que ser por lo menos de 1,2-1,8 m para que el crecimiento de las raíces y de la copa sea óptimo. Los árboles tipo arbusto no necesitan estar tan bien anclados y se pueden adaptar a un suelo menos profundo de 0,7-1,2 m. Muchas plantaciones se ponen en suelos menos profundos que este valor óptimo, pero le exigen al productor mayores aportes de agua, nutrientes y un control del drenaje. Sin embargo, de forma esporádica, puede ser una ventaja poner la plantación en suelos menos profundos porque se controla el exceso de vigor. Por ejemplo, las vides en suelos que por sí solos limitan el vigor de las plantas, son a menudo mucho más fáciles de controlar y la calidad del vino es superior.

Nivel freático y drenaje

Los árboles frutales y las cepas pueden morir si sus raíces están sumergidas en agua durante un largo período de tiempo. El agua sustituye al aire en el suelo y las raíces mueren por falta de oxígeno. El encharcamiento se puede tolerar durante un largo período en invierno porque el árbol está prácticamente en letargo, la temperatura del suelo es baja, y la intensidad respiratoria es mínima. Sin embargo es muy importante que el agua se drene antes de que empiece el crecimiento de primavera. Otras consecuencias indeseables del encharcamiento son las enfermedades y podredumbres de las raíces y el incremento de algunos elementos como el manganeso en la solución del suelo hasta niveles tóxicos.

Los métodos de determinación del nivel freático y de las necesidades de drenaje se verán más adelante. Si el problema es grave, se necesitará un sistema de drenaje subterráneo. Si es menos importante, se puede llevar a cabo a menor coste haciendo caballones (ver Fig. 7.1).

Para formar los caballones o lomos, se coge tierra de la capa superficial de suelo de las calles. Esto se puede hacer arando alrededor de la última línea de árboles, soltando el suelo con una azada rotativa (un motocultor) y se termina con una reja en un tractor. Con este sistema se dobla de forma efectiva la profundidad de la capa superficial de suelo a disposición del árbol o de la cepa y ayuda a evitar el encharcamiento de las raíces. Los árboles o cepas se plantan en el centro del caballón. Una parte muy importante de este sistema es el riego por goteo o los miniaspersores, ya que después de una lluvia fuerte o de la aplicación del riego, el agua fluirá del caballón hacia la calle, dejando las raíces de alrededor del árbol secas. Un inconveniente posible de este sistema es la dificultad de segar las calles.

Los agricultores deben pensar dos veces antes de comprar un terreno en el que se necesite una red de drenaje extensivo. Sin embargo, hay

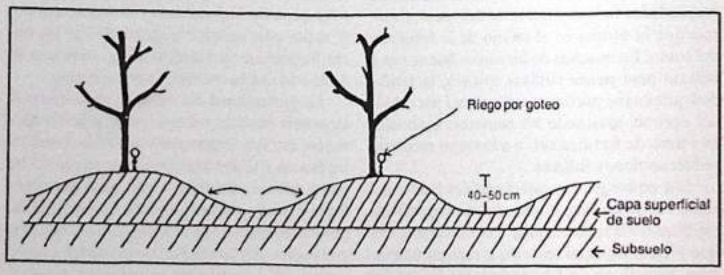


Figura 7.1 Terreno en caballones utilizado para aumentar la profundidad de suelo y reducir el encharcamiento.

Tabla 7.1 Tipos de suelos.

	Composición en %		
Textura del suelo	*Arena*	*Limo*	*Arcilla*
Arenosa	90	5	5
Margo arenosa	70	15	15
Margo limosa	40	40	20
Margo arcillosa	35	30	35

Tamaño de las partículas de arena = 0,02-2,0 mm de diámetro; tamaño de las partículas de limo = 0,002-0,02 mm de diámetro; tamaño de las partículas de arcilla = < 0,002 mm de diámetro.

algunas situaciones en las que sin duda alguna el sistema de drenaje es deseable y rentable. Los sistemas de drenaje y los detalles de su instalación no se van a tratar aquí. En la mayoría de las zonas en las que esta práctica se considera necesaria habrá asesores e ingenieros con conocimientos específicos, en las técnicas y servicios necesarios.

Tipos específicos de suelo

En la Figura 7.2 se describen algunos tipos de suelos y su idoneidad.

Textura y estructura

El término «textura del suelo» se refiere a la distribución del tamaño de partículas de los constituyentes minerales del suelo. Se pueden usar métodos de laboratorio muy exactos para la determinación de las clases texturales, que indicarán la distribución de las diferentes proporciones de arena, limo y arcilla. En la Tabla 7.1 se pueden ver las clases texturales más habituales. Hay que señalar que raras veces se encuentran arenas, limos o arcillas puras. Cuando la gente se refiere a «arcilla» normalmente quiere decir arcilla margosa.

A nivel práctico para el productor, la determinación en campo de la textura del suelo es a menudo recomendable. Esto se hace cogiendo en la palma de la mano un poco de suelo, humedeciéndolo y moldeándolo hasta obtener una pasta homogénea. Después se califica la sensación al tacto al frotar algo de la pasta entre los dedos pulgar e índices. Si es margo limosa produce un sonido ligero y chirriante y una sensación ligeramente arenosa. Puede ser moldeado hasta obtener una bola cohesiva que se fisura cuando se aplasta. Una marga arcillosa tiene una textura muy suave, ligeramente pegajosa, es de naturaleza plástica y cuando se moldea hasta obtener una bola cohesiva puede aplastarse sin que se fisure.

Generalmente se dice que la textura ideal de un suelo para una plantación de frutales perennes y cepas es la marga arenosa, ya que contiene las proporciones óptimas de arena, limo y arcilla. La arena aligera el suelo y ayuda a que haya un buen drenaje, pero demasiada arena hace que el drenaje sea excesivo; que no se retenga el agua y entonces pueden producirse situaciones de estrés hídrico. Un suelo con demasiada arcilla es demasiado pesado y dificulta su laboreo incluso en condiciones húmedas.

En el suelo, las partículas de arena, limo y arcilla están normalmente agrupadas unas con otras formando agregados. Éstos forman lo que se llama la estructura. Los tipos de estructuras del suelo pueden variar desde tipo plana, prisma, bloque hasta migajosa. Los suelos con estructura migajosa son friables, con alta porosidad y alta capacidad de almacenamiento de agua, mientras que un suelo con estructura en bloque es firme y poco poroso. Naturalmente se prefieren los primeros.

La agregación de las partículas del suelo está favorecida por el humus, que proviene de la materia orgánica del suelo. Por lo tanto, la mejora de la estructura del suelo se puede conseguir a base de prácticas culturales que incrementen el contenido en materia orgánica.

Asesoramiento en campo de la idoneidad de un suelo

Observando como crecen las plantas de la zona, se puede saber rápidamente cómo es un suelo. Si se ve que los árboles y los arbustos crecen bien y saludables, entonces es un suelo bueno y profundo. Si al final de la primavera o en verano, se ve que la hierba pierde su verdor antes que en otros sitios, eso puede indicar que los suelos son ligeros o poco profundos. Si en la parcela hay zonas que están verdes durante la mayor parte del verano, se puede decir que tienen una buena capacidad de almacenamiento de agua, pero también pueden ser zonas que durante la primavera estaban encharcadas y por lo

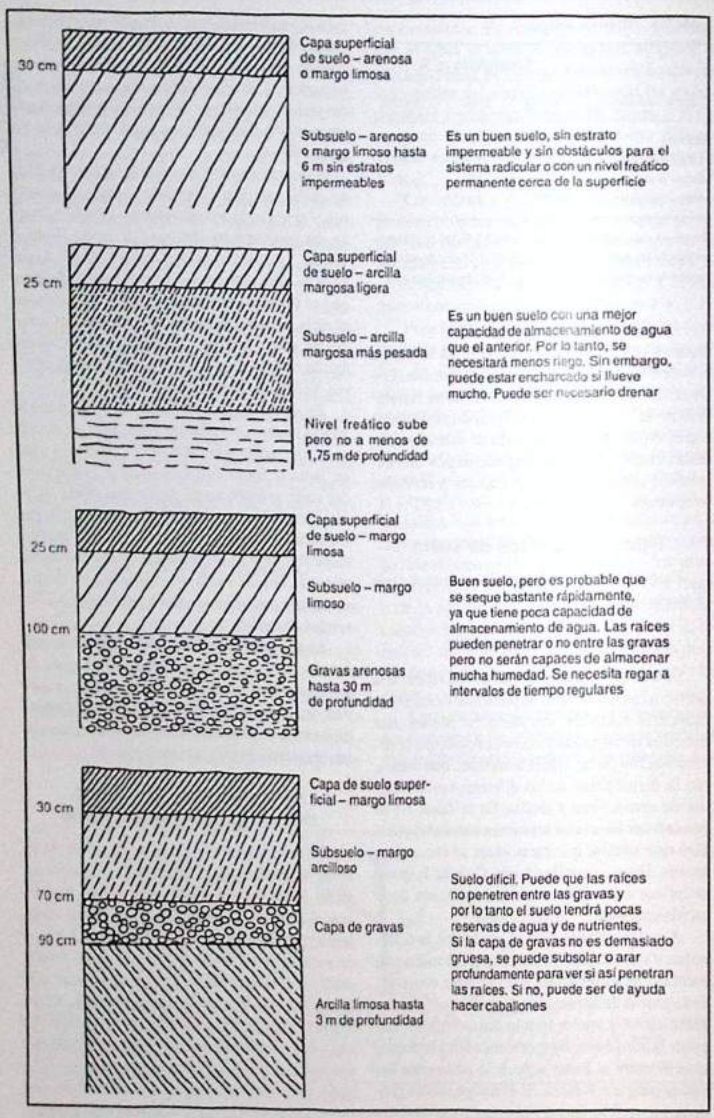
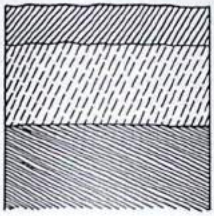


Figura 7.2 Algunos ejemplos de buenos y malos perfiles edáficos.



30 cm

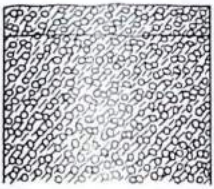
75 cm

Capa de suelo superficial – margo limosa

Subsuelo – margo arcilloso

Estrato arcilloso impermeable

Es un suelo pobre para establecer una plantación. La zona radicular no es muy amplia y las plantas estarán expuestas a sequías y encharcamientos. Si el estrato impermeable no es demasiado grueso, se puede romper subsolando y así permitir que las raíces penetren más. Probablemente sea necesario hacer un drenaje o hacer caballones

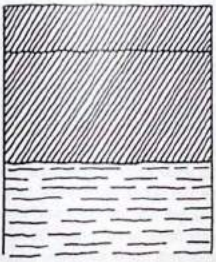


20 cm

Capa superficial de suelo – gravas con arena gruesa

Subsuelo – gravas con arena gruesa hasta 15 m de profundidad

Normalmente se intenta evitar este tipo de suelos por su extrema susceptibilidad a las sequías y la dificultad de hacer laboreo. Se pueden emplear si se usa algún sistema de riego. Si se usa riego por goteo, hay que ponerlo por lo menos una vez al día cuando hace calor, ya que la zona mojada es estrecha y el agua se consume rápidamente. Este tipo de suelos no son necesariamente muy poco fértiles y si se regula adecuadamente el agua pueden ser bastante buenos



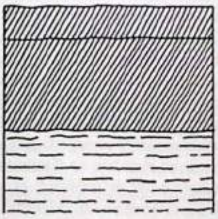
30 cm

Capa superficial de suelo – margo arenosa

Subsuelo – margo arenoso

Nivel freático a 50 cm de profundidad en invierno pero desciende a 2 m en primavera

Siempre que el nivel freático descienda a 2 m antes de que empiece el crecimiento en primavera, las raíces serán capaces de desarrollarse en estos primeros 2 m y acercarse al nivel freático en las rachas de sequía del verano



20 cm

Capa superficial del suelo – margo arenosa

Subsuelo – margo arenoso

Nivel freático a 85 cm de profundidad en invierno y desciende a 2 m de profundidad al final de la primavera o en verano

Menos adecuados. Las raíces pueden no ser capaces de desarrollarse por debajo de 85 cm de profundidad, a causa del encharcamiento primaveral. Por lo tanto, pueden no ser capaces de explorar el nivel freático en verano. Es muy normal que sufran estrés hídrico y es característico que las plantas estén mal ancladas. Puede ser habitual que las raíces se pudran

Figura 7.2 (*continuación*).

tanto no son adecuadas para poner cultivos de forma permanente, como por ejemplo árboles. Estas zonas tienen que ser observadas después de una lluvia intensa para determinar donde está el nivel freático.

Los perfiles de suelo a la vista en los cortes de carreteras o en zanjas pueden ser de gran ayuda para que un futuro productor sepa cual es el tipo de suelo en una finca. Los mapas de suelos deben estar disponibles; estos mapas nos muestran los tipos de suelos predominantes en cada zona. La clave de su utilidad es el grado de detalle que dan, sirven para dar una idea de como es el suelo en la finca que se está considerando o pueden dar una visión general de la zona en conjunto.

El color de las sucesivas capas a lo largo de todo el perfil de suelo nos da pistas sobre el contenido en materia orgánica, las condiciones de drenaje y humedad del suelo. El color negro normalmente indica presencia de humus y en general está sólo en la capa superficial del suelo. Un perfil de color marrón uniforme indica que el terreno está bien drenado, mientras que si es de color gris –especialmente gris azulado– o muy moteado con puntos naranjas y tonos de óxido es que no drena bien. Si el suelo tiene horizontes húmedos de forma permanente, éstos tendrán un color gris azulado uniforme. Si las motas están cerca de la superficie del suelo, se tratará de un suelo que en líneas generales no drena lo suficientemente bien como para poner en él una plantación de frutales.

Si se necesita un estudio más profundo para evaluar dónde está el nivel freático, se puede llevar a cabo perforando con un tractor o con una barrena manual entre seis y diez agujeros por hectárea hasta 1-1,5 m de profundidad, separados equidistantemente. Se mete una tubería de filtro en cada agujero y así se observa dónde está el nivel freático durante un ciclo y especialmente después de cada precipitación. En una plantación con terreno bien drenado, el nivel freático está visible a pocos centímetros de la superficie del suelo más o menos una hora después de una fuerte precipitación, pero descenderá rápidamente más o menos en un día hasta un metro por debajo de la superficie. En un terreno mal drenado, el nivel freático se quedará a una profundidad de 30-60 cm por debajo de la superficie durante una semana o más después de una lluvia fuerte. Este suelo no es apropiado para poner árboles frutales o cepas en producción a no ser que se instale un sistema de drenaje para bajar el nivel freático.

Si ya hay red de zanjas de drenaje instaladas en el terreno, es interesante inspeccionar las salidas después de períodos lluviosos para comprobar que no hay obstáculos, ya que pueden atascarse en suelos limosos.

La profundidad de enraizamiento de otras especies puede ser un dato muy revelador, especialmente si han crecido plantas de enraizamiento profundo como la alfalfa. Esto nos indica el volumen que probablemente estará a disposición de las raíces de las plantas. Si las raíces han penetrado hasta una profundidad de 1-2 m, esto nos indica que no hay capas impermeables o que hay un nivel freático constante.

Análisis químicos del suelo

Después del examen en campo, puede ser muy útil coger muestras de la parte superficial del suelo y del subsuelo para enviarlas a un laboratorio de ensayos para evaluar la fertilidad química. Estos laboratorios proporcionan los resultados de los ensayos y normalmente dan recomendaciones para mejorar el nivel de nutrientes en el suelo. Sin embargo, para que los ensayos de laboratorio reflejen la fertilidad de todo el terreno, es imprescindible que las muestras sean representativas. Un análisis del suelo muestreado entre 10 y 30 cm de la superficie del suelo da una estimación suficiente de la fertilidad, especialmente si se necesita poner riego en la parcela. Sin embargo, algunos expertos consideran que las profundidades a las que hay que muestrear tienen que ser continuas desde la superficie del suelo hacia el subsuelo hasta una profundidad donde se considere que las raíces son capaces de penetrar. El mejor método para conseguir una muestra de este tipo es con una barrena.

En un terreno bastante llano y en el que no hay ninguna prueba que indique cómo es su fertilidad, las muestras se deben coger a intervalos regulares siguiendo un modelo en W. Estas muestras son mezcladas minuciosamente y entonces se envía una muestra compuesta para analizar. En un terreno en el que se ve claramente que hay diferentes niveles de fertilidad, es aconsejable subdividir el terreno en las diferentes zonas, obteniendo una muestra para cada zona. No hay que subestimar el número de muestras necesarias para

obtener una estimación correcta de la fertilidad de cada zona. Hay que mandar las muestras para su análisis lo antes posible una vez cogidas.

Las deficiencias más importantes que se detecten en los análisis pueden ser corregidas antes de la plantación. Hay que señalar que mediante el análisis del suelo no se puede evaluar de forma exacta el nivel de nitrógeno, por lo tanto no se harán analíticas del nitrógeno. El análisis foliar puede darnos alguna indicación sobre el nivel de N (ver más adelante).

Los análisis de suelo también nos indican el pH. Aunque se han cultivado manzanos y otros frutales en suelos muy ácidos (hasta pH 4,0) o muy alcalinos (hasta pH 8,5), para muchos cultivos frutales el nivel óptimo de pH está alrededor de 6,0-6,5. Esto demuestra el efecto que tiene el pH sobre la disponibilidad de los distintos nutrientes (ver Tabla 7.2).

La corrección del pH en suelos ácidos consiste en añadir e incorporar cal. Es mejor llevarlo a cabo antes de establecer la plantación. Es más difícil bajar el pH en los suelos básicos, pero añadiendo fertilizantes orgánicos, regando y usando fertilizantes acidificantes como el sulfato de amonio se baja el pH al cabo del tiempo.

Tabla 7.2 Disponibilidad de nutrientes a diferentes pH (según Nelson, 1968).

Nutriente	*Valor del pH al que el nutriente está menos disponible*
A. Aquellos elementos minerales menos disponibles a pH bajos	
Fósforo	por debajo de 6,0; además entre 8,0 y 8,5 hay también una pequeña reducción
Potasio	por debajo de 5,5
Sulfuro	por debajo de 5,5
Calcio	por debajo de 6,0
Magnesio	por debajo de 6,0
Molibdeno	por debajo de 6,0
Boro	por debajo de 4,7; entre 7,7 y 8,5 una pequeña reducción
B. Aquellos elementos minerales menos disponibles a pH bajos y a pH altos	
Nitrógeno	por debajo de 5,0-5,5 y por encima de 8,5
Cobre	por debajo de 4,7 y por encima de 7,5-8,0
Cinc	por debajo de 4,7 y por encima de 7,5-8,0
Manganeso	por debajo 4,7 y por encima de 7,0
C. Aquellos elementos minerales menos disponibles a pH altos	
Hierro	por encima de 7,5

Medidas correctoras de las deficiencias en nutrientes

Para tratar de forma adecuada las deficiencias en nutrientes, es necesario comprender las necesidades de las plantas en algunos elementos minerales en particular.

Las necesidades de las plantas en elementos minerales y sus fuentes de aporte en los fertilizantes y los estiércoles

Los elementos minerales que las plantas necesitan pueden dividirse en dos grandes grupos: los macronutrientes y los micronutrientes (o elementos traza). Los macronutrientes son el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Las deficiencias más habituales son en N, P y K y por eso son la base de la mayoría de los fertilizantes compuestos.

Entre los micronutrientes tenemos el manganeso (Mn), boro (B), hierro (Fe), cinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo) y cobalto (Co). La mayoría de los suelos tienen una cantidad suficiente de estos elementos minerales pero algunas veces se producen deficiencias como resultado de un pH extremo en el suelo, ácido o básico. Normalmente, estas deficiencias se detectan por el crecimiento anormal de las plantas y por síntomas típicos en las hojas. Sin embargo, estos síntomas no siempre son fáciles de distinguir y se necesita el asesoramiento de expertos para obtener o confirmar el diagnóstico. La información de la Tabla 7.3 puede servir de guía, pero sólo se han indicado las deficiencias más comunes.

En la Tabla 7.4 se pueden ver los fertilizantes disponibles más habituales y los principales elementos que aportan.

Los productores, a menudo prefieren utilizar fertilizantes compuestos comerciales, que están en forma granular, fáciles de aplicar. Sin embargo, a menudo están pagando un precio excesivo si se compara con lo que realmente se necesita. Por ejemplo, aplicar un fertilizante rico en NPK en un suelo que no tiene deficiencias

Tabla 7.3 Guía sobre las deficiencias en nutrientes.

Elemento mineral	*Síntomas*	*Tratamiento*	*Comentarios*
Nitrógeno (N)	La planta se vuelve verde clara-amarillenta con brotes cortos y hojas pequeñas	Se puede aplicar a voleo un fertilizante nitrogenado, incorporado en el agua de riego (fertirrigación) o se puede pulverizar urea sobre las hojas para obtener una respuesta rápida (utilizar 6 kg 1.000 L^{-1})	Percola fácilmente por el suelo si llueve con fuerza o si el riego es excesivo. Probablemente una de las deficiencias más habituales en plantaciones descuidadas
Fósforo (P)	Hojas pequeñas que pueden tener un color rojizo púrpura. Tienen un color otoñal antes de tiempo	Normalmente se aplica algún fertilizante fosfatado al suelo, pero se puede añadir polifosfato de potasio en el sistema de riego por goteo	Es inmovilizado rápidamente por el suelo y deja de estar disponible para la planta. Si se detecta cualquier deficiencia es mejor tratarla antes de establecer la plantación
Potasio (K)	Márgenes de las hojas viejas de color gris. Estas hojas se secan	Se usan fertilizantes aplicados al suelo. Se puede utilizar nitrato potásico en el sistema de riego por goteo o pulverizar sulfato de magnesio (10 kg 1.000 L^{-1}) en las hojas	Unas aplicaciones excesivas de potasio pueden tener como consecuencia deficiencias en magnesio o calcio
Magnesio (Mg)	Las hojas viejas tienen los bordes o también las puntas amarillas. Algunas veces el centro de la hoja se pone de color rojo-marrón	Aplicar sulfato de magnesio al suelo o usar superfosfato de serpentina. Para obtener una respuesta rápida, pulverizar en primavera con sulfato de magnesio (20 kg 1.000 L^{-1})	Si la deficiencia es grave, se pueden hacer tres o cuatro aplicaciones cada dos semanas. Muy habitual en cítricos
Calcio (Ca)	Raras veces hay deficiencias de Ca en el suelo, pero debido a su lento movimiento por la planta, algunas veces puede haber deficiencias en los frutos (ver picado amargo, pág. 220)		
Manganeso (Mn)	Hojas amarillas, a veces es difícil de diferenciar de la deficiencia de N o de Mg	Pulverizar en primavera 6 kg de sulfato de manganeso, 8 kg de cal hidratada, 1.000 L de agua	Sobre todo en melocotoneros y nectarinos
Boro (B)	Las hojas jóvenes mueren, las yemas se caen; frutos deformados, picados	Aplicar 100-200 g de bórax por árbol o pulverizar sobre las hojas 1-2 kg 1.000 L^{-1} de bórax	Sólo se debe utilizar si se confirma la deficiencia en boro, no se debe nunca aplicar por encima de lo necesario- un exceso en boro es tan malo o peor que la deficiencia
Hierro (Fe)	Las hojas jóvenes amarillean	Pulverizar un quelato de hierro (1,5-2 kg 1.000 L^{-1}) una o dos veces por ciclo. Otra forma es mojar alrededor del árbol con una solución al 1-2% con una dosis de 1 L m^{-2}, seguida de un riego	Sobre todo en suelos alcalinos
Cinc (Zn)	Las hojas jóvenes salen en rosetas, son finas y de color verde pálido o amarillas	Pulverizar con quelatos de cinc (1-2 kg 1.000 L^{-1}) poco después de la emergencia de las hojas	Es un problema sobre todo en melocotoneros, nectarinos, vides y cítricos

Tabla 7.4 Analítica de los fertilizantes más comunes.

	Composición en porcentaje					
	N	*P*	*K*	*Mg*	*S*	*Ca*
Nitrogenados						
Fosfato diamónico (DAP)	18	20	–	–	–	–
Fosfato monoamónico (MAP)	11	20	–	–	–	–
Nitrato amónico	34	–	–	–	–	–
Sulfato amónico	21	–	–	–	24	–
Nitrato amónico cálcico	26	–	–	–	–	8
Nitrato potásico	14	–	36	–	–	–
Urea	46	–	–	–	–	–
Fosfatados						
Fosfato diamónico (DAP)	18	20	–	–	–	–
Fosfato monoamónico (MAP)	11	20	–	–	–	–
Superfosfato de serpentina	–	7	0,1	5	8	15
Superfosfato	–	9-10	–	–	11	20
Potásicos						
Nitrato potásico	14	–	36	–	–	–
Sulfato potásico	–	–	39	–	18	–
Cloruro potásico	–	–	48	–	–	–

de K significa pagar un 30% más de lo realmente necesario.

Es importante recordar que los nutrientes también están disponibles en forma orgánica, como por ejemplo en el estiércol de los animales y en los subproductos de la industria cárnica. En la Tabla 7.5 se ve la composición de algunos de estos productos. Si no se dispone de fuentes ricas en N, P y K, estos productos son muy interesantes y tienen muchas ventajas. Los estiércoles orgánicos, como por ejemplo el estiércol procedente de las deyecciones sólidas de las aves, aportan una cantidad importante de materia orgánica al suelo. Los abonos orgánicos contienen elementos traza y elementos principales. No es muy raro utilizar abonos orgánicos como materiales para mulching. Por último, a menudo estos productos se pueden conseguir a precios muy baratos como subproductos de desecho de sistemas de producción animal.

Los abonos orgánicos tienen tendencia a reducir el pH, y en algunas situaciones esto puede ser otra ventaja. Sin embargo, uno de los inconvenientes principales es el coste del transporte hasta el emplazamiento y de distribución en los árboles y las cepas. Parte de estos materiales orgánicos, como el estiércol fresco de avicultura puede ser tóxico si se aplica a concentraciones muy altas, y algunos de los abonos introducirán semillas de malas hierbas en las plantaciones.

Los subproductos de los animales pueden ser procesados, por ejemplo la sangre y los huesos, y luego vendidos como abonos orgánicos. Su contenido orgánico es bajo pero son moderadamente ricos en elementos minerales.

Los abonos vegetales, como la paja o el serrín, tienen elementos minerales pero menos disponibles. Para que estos elementos minerales se liberen, este abono tiene que descomponerse. Incorporar este tipo de abonos en el suelo normalmente provoca deficiencias temporales en algunos elementos minerales. Esto ocurre porque los microorganismos también necesitan elementos minerales, especialmente nitrógeno, para descomponer la materia orgánica. En un principio, estos elementos tienen que proceder del suelo, y por eso se producen deficiencias.

Por lo tanto, si se aplican únicamente materiales de origen vegetal, es aconsejable añadir otros fertilizantes con una dosis de 15 kg N ha^{-1},

Tabla 7.5 Composición media (%) de algunos estiércoles y fertilizantes orgánicos (según Goh, 1985).

	Nitrógeno	*Fósforo*	*Potasio*
Estiércoles orgánicos			
Estiércol de vaca	0,6	0,3	0,5
Estiércol de cerdo	0,5	0,3	0,5
Estiércol de oveja	0,9	0,3	0,9
Estiércol de caballo	0,7	0,2	0,6
Gallinaza	1,0-4,0	0,8-1,6	0,5-1,5
Algas (quelpo)	0,6	–	1,0
Serrín o corteza triturada	0,1	–	0,6
Paja-de cereal	0,6	0,1	0,6
Paja-de leguminosa	1,6	0,1	1,0
Fertilizantes orgánicos			
Sangre seca	12-14	–	–
Sangre y huesos	6,1	6,9	–
Huesos en polvo	3-4	7-8	

para prevenir cualquier efecto desnitrificante en el suelo. Si estos materiales se han utilizado como cama en sistemas de producción animal, la presencia de estiércoles animales favorece la descomposición y ayuda a reducir estas deficiencias.

Cantidad de nutrientes a aplicar (antes y después de la plantación)

El informe del análisis del suelo a menudo viene acompañado de recomendaciones específicas para la corrección de las deficiencias detectadas. Los asesores tienen fichas de referencia para cada cultivo en las que se indican cuáles deben ser los niveles de elementos minerales en los suelos. Aunque varía ligeramente en función del cultivo, del tipo de suelo e incluso de las técnicas analíticas, los valores están dentro de los siguientes rangos:

- Fósforo (P) 25-35 ppm.
- Potasio (K) 12-15 ppm.
- Magnesio (Mg) 15-20 ppm.
- Calcio (Ca) 10-12 ppm.
- pH (acidez o alcalinidad) 6,0-6,5.

Para alcanzar valores de 10 ppm de fósforo en suelo, un fruticultor tiene que aplicar 250 kg ha^{-1} de superfosfato en suelos arenosos o margo arenosos, 500-700 kg ha^{-1} en suelos margo limosos, y 750-1.250 kg ha^{-1} en suelos arcillosos o turbas.

Para alcanzar un nivel de potasio de 5 ppm en suelo, hay que aplicar 60-125 kg ha^{-1} de sulfato potásico en suelos arenosos, 250-350 kg ha^{-1} en suelos margo arenosos o areno-arcillosos, 500 kg ha^{-1} en margo limosos, 750 kg ha^{-1} en margo limosos pesados, y 1.000-1.250 kg ha^{-1} en suelos arcillosos o turbas.

Para que el nivel de magnesio en suelo sea de 5 ppm, hay que echar el doble de estas cantidades en forma de sulfato de magnesio.

Se abona con cal (es decir carbonato de calcio) cuando se quiere alcanzar un determinado pH o unos niveles de calcio. Normalmente, si el pH está en un rango correcto, no habrá problemas en el nivel del calcio. Para subir el pH media unidad, hay que añadir una dosis de 1,25 t ha^{-1} de cal en suelos margo arenosos, 2,5 t ha^{-1} en suelos margo limosos y 5,0 t ha^{-1} en suelos margo arcillosos o turbas.

El empleo de los fertilizantes en plantaciones frutales ya establecidas

Decidir qué se usa

De forma general

Si los árboles frutales o cepas se han plantado en un suelo con buena profundidad y buena estructura, si la fertilización ha corregido las

deficiencias en nutrientes y el pH del suelo está dentro de un rango adecuado, la plantación estará bien hecha y las plantas crecerán satisfactoriamente. Sin embargo, con el paso del tiempo, el suelo irá perdiendo gradualmente fertilidad, ya que los nutrientes se pierden por lixiviación, se incorporan en el árbol o se van con la cosecha y las podas. Por lo tanto, excepto en los suelos muy fértiles, normalmente se hace anualmente un nuevo aporte de nutrientes.

Esta reposición de nutrientes todavía es difícil de cuantificar. Se han hecho numerosas estimaciones de las pérdidas de nutrientes para diferentes cultivos, y se han calculado las dosis necesarias para reponer estas pérdidas. Aunque esto puede servir de guía, también puede inducir a errores considerables ya que no todos los suelos retienen los elementos minerales de la misma forma, es decir que la pérdida de nutrientes por lixiviación hace que se necesite más de lo que se había estimado. Además, los rendimientos de las cosechas influyen en la pérdida de nutrientes. Una variedad de alto rendimiento o una buena cosecha disminuyen mucho más el nivel de nutrientes que una variedad de bajo rendimiento, en un mismo suelo. Algunos trabajos de investigación indican que en el caso de los manzanos y melocotoneros, las cantidades de NPK de la Tabla 7.6 son las que se eliminan por hectárea y por año en árboles adultos, y normalmente los fruticultores tratan cada año de reponer esas cantidades.

Se pueden usar las siguientes recomendaciones de mezclas para árboles de hoja caduca como guía de las aplicaciones anuales de fertilizantes:

Tabla 7.6 Consumo de NPK (kg) por hectárea, por año en árboles adultos.

Cultivo	*Nitrógeno (N)*	*Fósforo (P)*	*Potasio (K)*
Manzanos[a]	39	10	71
Kiwis[b]	24	4	48
Melocotoneros[a]	76	11	96

[a] Según Westwood (1978). No se especifican los rendimientos de los árboles.

[b] Según Ferguson y Eiseman (1983). Rendimiento 16,5 t ha^{-1}.

- 150 kg de urea, que aporta 72 kg de N;
- 300 kg de superfosfato, que aporta 24 kg de P;
- 150 kg de cloruro potásico, que aporta 72 kg de K.

En total unos 600 kg de fertilizantes por hectárea.

Hay que indicar que en el caso del fósforo, se aporta dos veces la cantidad que se estima que se va a perder. Se necesita un exceso, porque el fósforo se fija muy rápidamente en el suelo, es decir que forma compuestos insolubles con el suelo.

Cuando los árboles de hoja caduca o las cepas son jóvenes, se recomienda la misma fertilización compuesta, pero (suponiendo una densidad de 600 árboles por hectárea) se aplican 200 g de abono por árbol y por año de crecimiento hasta el quinto año, es decir 200 g el primer año, 400 g el segundo año y así hasta 1 kg en el quinto año. Después de esta fase, generalmente se esparce a voleo el abono por la línea de árboles. Otros cultivos se tratarán de forma diferente, la diferencia está básicamente relacionada con la rapidez del cultivo en cubrir una zona de terreno. Por ejemplo, las fresas en una rotación de un año, cubrirán todo el terreno ese año y no habrá tiempo para ir acumulando.

Los análisis del suelo

Estas recetas de aplicación de fertilizantes son muy generales. Se pueden hacer otras estimaciones, que pueden consistir por ejemplo en realizar análisis de suelo de forma regular, cada dos o tres años. Estas aplicaciones intentan eliminar cualquier deficiencia que aparezca. Se determina una dosis anual y se mantiene hasta que se hace el siguiente análisis, tras el cual se puede modificar para ajustarse a los cambios que se hayan detectado. Desafortunadamente, los análisis de suelo no proporcionan una estimación de los niveles de nitrógeno. Además, la forma de hacer el muestreo puede inducir a errores. Por ejemplo, si se hace el muestreo demasiado pronto después de la aplicación del fertilizante se obtendrán unos resultados que nos llevan a engaño.

Análisis foliar

El análisis foliar es más fiable y cada vez se usa más. Se pueden analizar los macro y micro-

nutrientes que hay en la hoja y eso nos da una medida bastante exacta del estado del árbol. Estos resultados se comparan con datos estándares para el cultivo en cuestión y así se puede recomendar la dosis de fertilizante. Como el nivel de nutrientes en las hojas varía a lo largo del ciclo de crecimiento, es importante muestrear las hojas siempre en el mismo momento, para poder comparar los resultados de sucesivos análisis con los datos estándar. En general, el mejor momento es entre la mitad y el final del verano. Se puede consultar a especialistas para tener más información sobre los análisis foliares.

Dosis y momentos de aplicación

El invierno no es un buen momento para aplicar los fertilizantes, ya que se puede perder por lixiviación una parte importante de los elementos minerales antes de que las raíces de las plantas estén activas. Este es el caso en especial del nitrógeno y del potasio. El mejor momento para la aplicación es justo antes de que empiece el crecimiento primaveral, aunque los abonos orgánicos se pueden echar un poco antes. (Hay que mencionar que el uso de mantillos orgánicos en invierno retrasa el calentamiento del suelo y puede aumentar el riesgo de heladas). Algunas veces se aplican dos terceras partes a principio de la primavera y un tercio a final de la primavera o incluso a final del verano (que puede ser de ayuda para formar las reservas para resistir el siguiente invierno). Los fertilizantes se distribuyen uniformemente en la zona cubierta por las ramas del árbol. Esta normalmente coincide con el área sin malas hierbas gracias a los herbicidas y es en esta zona dónde se encuentran la mayoría de las raíces.

Aunque la mayoría de los nutrientes se aplican al suelo en forma sólida, también se pueden usar fertilizantes líquidos. Se aplican mediante dos métodos. La aplicación foliar es un método excelente para suministrar al árbol elementos traza como el cinc, hierro, boro y magnesio, que son rápidamente absorbidos de esta forma. Simplemente se añade el fertilizante adecuado al producto pulverizado normalmente, siempre que los ingredientes sean compatibles. Sin embargo, es mejor consultar a los especialistas el momento de aplicación, el producto químico y su formulación. A veces se aplica el nitrógeno en forma de urea con una dosis de 6 kg 1.000 L^{-1}, en primavera, después de la formación de las hojas, para conseguir una respuesta rápida. A nivel comercial hay disponibles una serie de mezclas con macro y/o micro elementos, para aplicación foliar. Los fertilizantes de aplicación foliar pueden ser muy útiles cuando se piensa que una deficiencia en particular es la causante del crecimiento pobre o del bajo rendimiento. En efecto, si se produce una respuesta a esta aplicación, nos puede dar una clave sobre la causa del problema.

El segundo método de aplicación de los fertilizantes líquidos es a través del sistema de riego por goteo (*fertirrigación*). Teóricamente, se trata de un método ideal, ya que se ponen los nutrientes en forma diluida directamente en la zona de las raíces del árbol y por lo tanto hay muy pocas pérdidas. Habitualmente se usan sales de nitrógeno y de potasio en fertirrigación, ya que se disuelven fácilmente. Muchos de los fertilizantes que aportan fósforo son relativamente insolubles, pero el polifosfato de amonio es una fuente soluble.

Una forma práctica es aplicar el superfosfato al suelo en primavera y el nitrógeno y el potasio a lo largo del ciclo vegetativo mediante fertirrigación. Sencillamente se divide la cantidad total que se necesita entre el número de riegos para saber la cantidad a aplicar en cada uno. La urea y/o las sales de potasio se disuelven en agua, y se inyecta en el sistema durante un período de tiempo dado. Existen a nivel comercial distintos tipos de inyectores, pero muchos fruticultores han diseñado su propio sistema de inyección, basado en el principio del efecto Venturi. Hay que señalar que en muchas zonas de regadío hace falta una válvula de retorno como parte del sistema.

Mantenimiento del suelo y de la vegetación de la plantación

El mantenimiento del suelo y el control efectivo de la vegetación adventicia en la plantación, asegura la rápida formación de una plantación joven, que entrará pronto en producción y tendrá una larga vida productiva. El sistema elegido debe mantener o aumentar el nivel de humus en el suelo, mantener la estructura del suelo, proteger a las lombrices y el resto de fauna y flora beneficiosas, prevenir la compactación, conservar la humedad del suelo, prevenir la ero-

sión, minimizar la lixiviación y mantener la fertilidad del suelo en un nivel adecuado. También tiene que contribuir a crear unas condiciones seguras y cómodas para llevar a cabo las distintas prácticas culturales en la plantación.

Cubiertas vegetales en las calles y herbicidas en las líneas

Se han usado muchos métodos diferentes de mantenimiento del suelo y de la vegetación adventicia de las plantaciones. Una práctica muy común es poner durante los primeros años (3-5), una cubierta vegetal en invierno, combinado con suelo desnudo sin vegetación y después poner una cubierta vegetal permanente para el resto de la vida de la plantación. Los herbicidas se utilizan para eliminar las malas hierbas y otras plantas a lo largo de las líneas de árboles, normalmente en bandas de 2 m de ancho (ver Fig. 7.3).

Este sistema de mantenimiento tiene algunas ventajas:

- Deja unas condiciones fáciles para que trabajen los operarios y la maquinaria (una vez que se ha establecido la cubierta en la calle)
- Se reduce la erosión del suelo en terrenos con pendiente
- Se mejora la estructura del suelo y aumenta la actividad biológica en general y de las lombrices sobre todo, lo que hace que la penetración y la percolación del agua sea mejor.

Es obvio que la calidad de los frutos y su aptitud para ser almacenados puede también mejorar. Si se ponen cubiertas vegetales con tréboles, éstos además fijan el nitrógeno. Pero la experiencia demuestra que la mayoría del nitrógeno es utilizado por las cubiertas vegetales. Para evitar cualquier efecto perjudicial, la zona con cubierta vegetal tiene que segarse a menudo; esto reducirá la competencia entre los distintos árboles frutales por la humedad y los nutrientes. Una siega llevada a cabo con regularidad y la incorporación de los recortes de la cubierta vegetal mejora el ciclo de los nutrientes, especialmente del fósforo, potasio y magnesio. Además si se siega con frecuencia la cubierta vegetal, estará corta y así es menos probable que refugie plagas y enfermedades, que normalmente buscan hierba alta. Los fertilizantes deben aplicarse en las bandas con herbicidas y no en la zona con cubierta vegetal.

Utilización de un herbicida total (no cultivo)

Este sistema implica la pulverización de herbicidas por toda la plantación y elimina toda

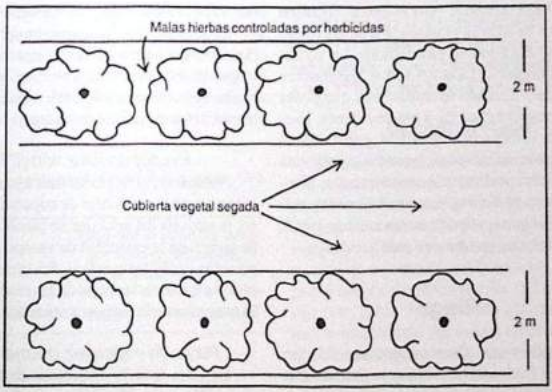


Figura 7.3 Mantenimiento del suelo con herbicidas y con cubierta vegetal segada.

competencia entre los árboles frutales y otras plantas. Se ha visto que este método produce manzanos de crecimiento más vigoroso y con mayor rendimiento que cuando se emplea el sistema de cubiertas vegetales, aunque la calidad del fruto es ligeramente inferior. Sin embargo, el aumento de rendimiento obtenido gracias al uso del herbicida total reporta más beneficios económicos que la técnica mixta de herbicidas sólo en las líneas. En el sistema de no cultivo, generalmente se forma una capa de musgo. Se ha visto que esto facilita el paso de la maquinaria. A menudo se produce compactación de la superficie del suelo, pero sólo en el caso de los suelos más pesados esto reduce la penetración del agua en el perfil del suelo. Sin embargo en plantaciones con pendiente es probable que se produzca una escorrentía excesiva y erosión.

Normalmente las mezclas de herbicidas contienen productos químicos como el glifosato, paracuat o amitrol que matan las malas hierbas presentes, todos mezclados con un producto más persistente, como la simazina, que mata las semillas en proceso de germinación (ver Capítulo 8). En plantaciones de hoja caduca, los herbicidas deben pulverizarse justo antes del desborre en primavera.

Mulching

En vez de usar herbicidas, el sistema de mulching consiste en utilizar un mulch (capa) de paja, heno, serrín u otro material orgánico por encima de toda la plantación o en las líneas de árboles. Rara vez se usa debido a los costes de establecimiento (adquisición + distribución del material). Cuando se utiliza, hay que poner por lo menos una capa de 8 cm de espesor. Puede mejorar la estructura del suelo, pero también puede suponer un riesgo de incendio cuando está seco y pueden proliferar los roedores. Las plantaciones con mulching son normalmente más frías que las que no tienen malas hierbas, por lo tanto las heladas pueden ser más graves.

Riego

El riego es una práctica cada vez más importante en fruticultura. Incluso se está utilizando en zonas con una precipitación anual de 900-1.400 mm; que ya se considera una pluviometría más que suficiente para establecer una plantación comercial. La justificación se basa en que incluso un período de 1 ó 2 semanas de estrés hídrico puede reducir considerablemente el rendimiento del cultivo o la calidad de los frutos. Aún así, la decisión de instalar un sistema de riego no siempre es fácil. El fruticultor tiene que tener en cuenta la precipitación total esperada, su distribución durante todo el año, la evapotranspiración esperada del suelo y de la planta, la capacidad de retención y aporte de agua al suelo y el coste del sistema a implantar, en comparación con los beneficios esperados. Esta decisión se trata más adelante con más detalle.

Determinación del contenido de humedad en el suelo

Cada suelo tiene una diferente capacidad de absorción y retención del agua. Tener unos conocimientos sobre los principios básicos implicados puede ser de gran ayuda para un fruticultor ya establecido o para un futuro fruticultor. Lo primero de todo, es importante familiarizarse con un cierto número de términos.

Grado de saturación

Después de una lluvia o de un riego, el agua rellena los espacios entre las partículas del suelo. Cuando todo el aire es reemplazado por agua, se dice que el suelo está saturado.

Capacidad de campo

Pasadas 24 h tras la saturación del suelo, con drenaje interno libre, el suelo retendrá una cierta cantidad de agua; un volumen retenido en contra de las fuerzas gravitacionales. Esto es lo que se llama capacidad de campo.

Evapotranspiración (ET)

Aunque se puede perder más agua por drenaje lento y estar por debajo de capacidad de campo, la mayoría del agua que se pierde, cuando se ha alcanzado la capacidad de campo es por evaporación desde la superficie del suelo y transpiración a través de las hojas de las plantas. Esto es lo que se llama la evapotranspiración.

Punto de marchitez permanente

Después de sufrir un período de evapotranspiración, las plantas pueden empezar a marchitarse y, si no son capaces de recuperarse por

completo, se dice que el contenido de agua en el suelo ha alcanzado el punto de marchitez permanente.

Agua útil del suelo

Se define como la diferencia entre el contenido de agua a capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. La cantidad de agua útil en el suelo varía en función de su textura y su estructura. Esto se indica claramente en la Tabla 7.7.

Un suelo con buena estructura almacenará más agua que un suelo con una estructura pobre. Por lo tanto, es más probable que una nueva plantación sobre la que antes había una cubierta vegetal de hierba o tréboles tenga mejor estructura que una en la que ha habido cultivos anuales durante varios años y no se le han hecho enmiendas orgánicas. La humedad disponible en el suelo que tuviera previamente la cubierta vegetal estará en la parte más alta dentro del rango normal.

Estimación de la pérdida de agua

La mayoría de las estaciones meteorológicas tienen un «Evaporímetro – Tipo A» que mide la evaporación diariamente. En verano, sus valores varían entre 3 y 18 mm por día. Este valor puede indicar la cantidad de riego que se necesita para reponer la pérdida por evapotranspiración.

En una plantación plenamente establecida, con cubierta vegetal en las calles, el valor dado por el evaporímetro se corresponderá casi por completo con la evapotranspiración real y será lo que el fruticultor intente reponer con el riego. Si en las líneas de árboles o cepas no hay cubierta vegetal ni malas hierbas, las pérdidas por evapotranspiración se reducen sustancialmente y esto se debe tener en cuenta a la hora de decidir el riego. Por ejemplo, si la evapotranspiración en 7 días es de 36 mm y sólo la mitad del suelo está cubierto con vegetación (es decir sólo el esqueleto del árbol o de la cepa), entonces se necesitará $36 \times 0{,}5 = 18$ mm de riego. Este mismo cálculo se puede usar para el riego por goteo, incluso aunque haya cubierta vegetal en las líneas, ya que el goteo no moja esta cubierta vegetal. En este caso la cantidad de agua que se necesita que se convierta en volumen de agua por árbol o cepa se calcula mediante la fórmula:

$$\text{Agua que se necesita por árbol en litros} = \frac{\text{ET en mm} \times \text{proporción de parte con vegetación} \times 10.000}{\text{árboles por hectárea}}$$

Por lo tanto, si la evapotranspiración es de 5 mm en 1 día, con la mitad del suelo cubierto por vegetación y con 650 árboles ha^{-1}, la cantidad de agua necesaria será:

$$\frac{5 \times 0{,}5 \times 10.000}{650} = 38{,}5 \text{ litros por árbol}$$

Otra fórmula que se puede usar es:

Agua necesaria por árbol en litros = 2 × diámetro del esqueleto del árbol en metros × evapotranspiración en mm

Por lo tanto, si la evapotranspiración es de 5 mm y los árboles tienen un diámetro medio de esqueleto de 3,5 m, el agua necesaria es $2 \times 3{,}5 \times 5 = 35$ litros por árbol y por día.

Decidir el riego

El agua útil del suelo, la precipitación anual y la evapotranspiración son datos muy útiles para decidir cuándo se empieza a regar o qué sistema de riego se necesita. Si por ejemplo, el suelo es margo arcilloso, con una estructura pobre por encima de un estrato arcilloso a 1m, este suelo podrá almacenar alrededor de 165 mm de agua útil (ver Tabla 7.7). En una plantación plenamente establecida, las raíces rellenarán de forma eficaz el espacio radicular hasta una profundidad de 1 m.

Si la evapotranspiración media diaria a mitad de verano es de 8 mm, en 21 días sin lluvia

Tabla 7.7 Agua disponible en suelos (según Goh, 1985).

	Milímetros de agua disponible por metro de profundidad de suelo (mm m^{-1})	
Textura del suelo	*Rango*	*Valor más habitual*
Arenosa	0-66	42
Margo arenosa	93-126	110
Margo limosa	177-186	182
Margo arcillosa	160-177	169

se reducirá la humedad del suelo hasta el punto de marchitez permanente. Incluso en 1 ó 2 semanas ya se empieza a reducir el crecimiento y el rendimiento, especialmente si la humedad del suelo no estaba a capacidad de campo al principio. Sequías de este tipo son habituales, incluso en las zonas hortícolas más húmedas y por lo tanto es muy recomendable instalar sistemas de riego.

Sin embargo, con la misma evaporación, en un suelo margo limoso con buena estructura y con 2 m de suelo permeable, se podrá retener 185 × 2 = 370 mm y las plantas sobrevivirán 370/8 = 46 días antes de llegar a la marchitez permanente. Que no llueva durante seis o siete semanas seguidas es más raro y entonces puede que no se necesite regar.

En muchas zonas, el déficit de agua es algo habitual la mayoría de los veranos y entonces el riego es esencial para obtener una buena producción. Si se usan los datos de la capacidad de campo, la evaporación y la precipitación durante el verano, se puede hacer un balance hídrico que nos dirá cuando hay que empezar a regar y cuanta agua hay que aplicar. Un fruticultor por su cuenta puede hacer esto utilizando un evaporímetro y un pluviómetro o llegando a un acuerdo con la estación meteorológica para que le proporcione los datos diarios. En muchas zonas estos datos se publican en el periódico local.

A modo de ejemplo, a continuación tenemos el balance hídrico de una plantación plenamente establecida en una parcela con suelo margo arcilloso. La reserva de agua es de 370 mm al principio del año y los cambios que se producen son los siguientes:

- En abril (en octubre en el hemisferio sur) – la evapotranspiración total = 60 mm, la precipitación 50 mm; agua útil = 360 mm.
- En mayo (noviembre) – la evapotranspiración total = 180 mm, precipitación 20 mm; agua útil = 200 mm.
- En junio (diciembre) – la evapotranspiración total = 240 mm, precipitación = 40 mm; agua útil = 0 mm.

En junio/diciembre empezará a haber un serio déficit hídrico y el fruticultor tendrá que empezar a regar durante ese mes. Si se usa riego por aspersión o por inundación, el primer riego debe intentar recargar el suelo hasta capacidad de campo y las siguientes aplicaciones se harán antes de que el contenido en agua sea inferior a la capacidad de campo. Si se usa riego por goteo, la reposición diaria del déficit de agua empieza a principios de junio (diciembre en el hemisferio sur).

Es complicado empezar a hacer el balance hídrico, pero, una vez que se ha establecido una rutina de valoración diaria, el proceso es bastante sencillo. Si se hacen riegos innecesarios, se está perdiendo agua y electricidad y se está haciendo un lavado de los nutrientes del suelo. Si se hace un balance del consumo de agua se ahorra dinero y además se obtienen unos rendimientos máximos. En conjunto, el esfuerzo merece la pena.

Tipos de riego

Las autoridades públicas y los asesores del sector privado están normalmente a disposición para proporcionar información sobre los distintos sistemas de riego y para diseñar el adecuado para cada cultivo frutal. Por lo tanto, no se va a intentar cubrir los aspectos técnicos del riego sino que se van a tratar los factores más importantes que influyen a la hora de escoger cada tipo.

Riego por inundación

El riego por inundación consiste en el desvío de agua desde canales de riego hasta la parcela. Es muy útil en plantaciones planas o aterrazadas o en viñedos. Con este método se pierde agua y no se puede ajustar para satisfacer las necesidades de cada árbol, pero una vez instalado es eficaz y barato de utilizar.

Riego por aspersión

Como ya se ha visto en el Capítulo 2, los aspersores sirven tanto para regar como para proteger a los árboles del calor o de las heladas –aunque el caudal de agua es bastante diferente dependiendo de la finalidad. Hay dos tipos principales de aspersores (ver Fig. 7.4)– los que aplican el agua por arriba (sirven tanto para riego como para control de la temperatura) y aquellos que riegan por debajo de los árboles (se usan principalmente para riego).

Los aspersores que aplican el agua por arriba aumentan la humedad y lavan los productos pulverizados. Ambos efectos dificultan el con-

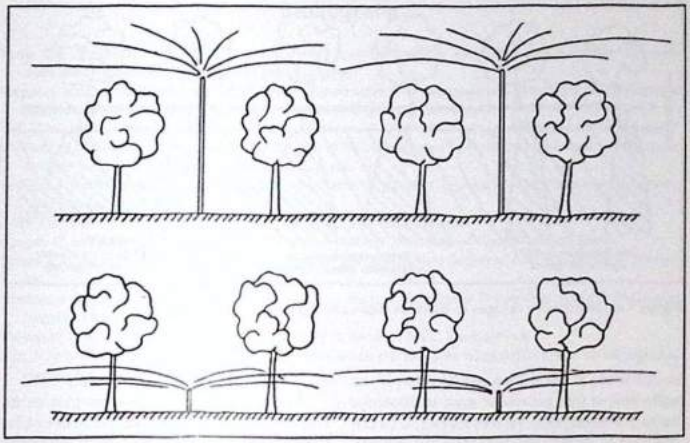


Figura 7.4 Aspersores por encima y por debajo de los árboles.

trol de las plagas. En el caso del tipo de riego por encima de los árboles, se usan habitualmente cabezales de gran tamaño, cada uno de los cuales abarca y moja un área grande de la plantación. Esto hace que se necesiten menos aspersores pero si hace mucho viento, las pérdidas de agua por evaporación pueden ser muy elevadas y peor aún, el lado de barlovento de la plantación puede no recibir suficiente riego.

Los aspersores que dirigen el chorro de agua por debajo del árbol, consiguen evitar en gran medida estos problemas, pero se necesitan más aspersores y no sirven para controlar las heladas. Sin embargo, si durante una helada se aplica agua de esta forma, el resultado será un ligero aumento de temperatura cuando el agua se congela. La refrigeración por evaporación usando aspersores que riegan por debajo en un día caluroso puede también reducir ligeramente el daño por golpe de calor.

Los aspersores son caros de instalar y necesitan una bomba de gran rendimiento para funcionar. Además también interfieren con otras actividades de la plantación en los momentos de funcionamiento. Como pueden llevar toda la superficie del suelo a capacidad de campo, el intervalo entre riegos será más largo que en el caso de riego por goteo.

Riego por goteo

La utilización de goteros de baja presión o autocompensantes para suministrar agua a los árboles ha reducido los costes de instalación de los sistemas de riego y esto es lo que ha hecho en parte que se use cada vez más el riego en fruticultura. El agua es transportada por tuberías de polietileno a lo largo de la línea y sale por emisores específicamente diseñados.

La característica clave del riego por goteo es que sólo moja el suelo de debajo del árbol o de la cepa. Esto reduce la cantidad de agua necesaria y ayuda a evitar el crecimiento de malas hierbas y de cubiertas vegetales en las zonas que no se mojan. A pesar de que el margen de error ha disminuido considerablemente, un emisor bloqueado puede provocar una situación grave de estrés en la planta en muy poco tiempo.

En la Figura 7.5 se puede ver como se distribuye el agua en diferentes tipos de suelo. En suelos ligeros, bien drenados, el movimiento lateral del agua es menor y la planta tiene menos agua útil después del riego. Hay que regar una o inclu-

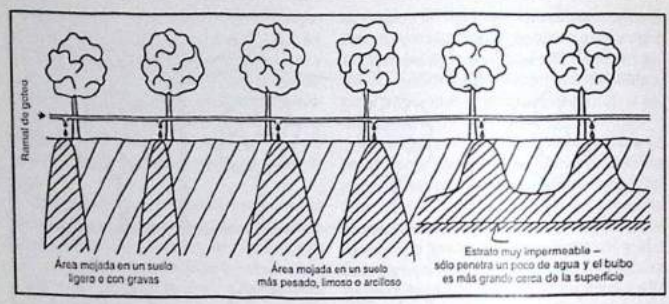


Figura 7.5 Distribución del agua en diferentes suelos con riego por goteo.

so dos veces al día si hace mucho calor. En un suelo limoso más pesado, el agua se distribuye mejor y se deben espaciar más los riegos. La distribución es incluso mejor cuando hay una capa impermeable debajo de la superficie. De hecho, el riego por goteo puede hacer que suelos de este tipo sean más útiles para establecer cultivos, siempre que se puedan superar en otras épocas del año los problemas de drenaje.

La clave del riego por goteo es aplicar poca agua a menudo. Se recomienda a menudo riegos diarios, incluso en suelos pesados, y la dosis se determina en función de la evapotranspiración del día anterior.

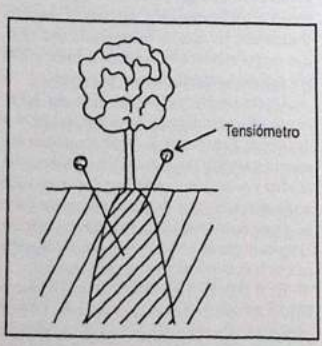


Figura 7.6 Utilización de tensiómetros.

Otros tipos de emisores

Se han producido muchos cambios en los emisores de agua que ofrecen alternativas a los tradicionales goteros. Algunos están integrados en el ramal mientras que otros empapan en vez de gotear para así asegurar una mayor distribución de agua.

El problema de la poca difusión del agua en suelos ligeros con el riego por goteo se puede reducir usando microaspersores. Éstos se ponen en los ramales en vez de los emisores y actúan como pequeños goteros abarcando un área de 1 a 3 m de diámetro. Estos microaspersores mojan un volumen de suelo significativamente mayor y reducen la necesidad de dar riegos tan frecuentes.

Instrumentación

Hay varios aparatos que nos ayudan a evaluar el estado hídrico del suelo. Los tensiómetros (Fig. 7.6) y las sondas de neutrones insertadas en el suelo, nos dan una buena aproximación del estado hídrico del suelo, en cualquier momento. Hay más aparatos, incluso más sofisticados, disponibles para evaluar el estado hídrico de la planta. Raras veces se usan de forma habitual, pero en las manos de un asesor experto pueden ser de gran ayuda a un fruticultor para implantar y evaluar un sistema de riego.

Hay controladores automáticos del riego que activan el sistema de riego a intervalos de tiempo determinados o cuando reciben una señal de un sensor de humedad del suelo. Muchos de estos aparatos son relativamente baratos y pueden facilitar considerablemente la gestión del agua.

Bibliografía

Camp, C.R., Sadler, E.J. and Yoder, R.E. (eds) (1996) *Evapotranspiration and Irrigation Scheduling*. American Society of Agricultural Engineers, San Antonio, Texas.

Ferguson, A.R. and Eiseman, J.A. (1983) Estimated annual removal of macronutrients in fruit and prunings from a kiwifruit orchard. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 26, 115-117.

Goh, K.H. (1985) *An Introduction to Garden Soils, Fertilizers and Water*. Bascands Ltd, Christchurch, New Zealand.

Hoffman, G.L., Howell, TA. and Solomon, K.H. (eds) (1990) *Management of Farm Irrigation Systems*. American Society of Agricultural Engineers, San Antonio, Texas.

Hogue, E.J. and Neilsen, G.H. (1987) Orchard floor vegetation management. In: Janick, J. (ed.) *Horticultural Reviews*, Van Nostrand Reinhold, New York.

Jones, J.B. Jr (1998) *Plant Nutrition Manual*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Mengel, K. and Kirkby, E.A. (1983) *Principles of Plant Nutrition*. International Potash Institute, Berne.

Nelson, L.B. (ed.) (1968) *Changing Patterns in Fertilizer Use*. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

Peterson, A.B. and Stevens, R.G. (eds) (1994) *Tree Fruit Nutrition Shortcourse Proceedings*. Good Fruit Grower, Yakima, Washington.

Westwood, M.N. (1978) *Temperate Zone Pomology*. W H. Freeman & Co, San Francisco.

Wild, A. (ed.) (1988) *Russell's Soil Conditions and Plant Growth*. 11th edn. John Wiley & Sons, New York/Longmans, Harlow, UK.

8
Protección de los cultivos

David Penman, Ron Close y David Jackson

Los cultivos frutales son atacados por multitud de organismos, que se controlan mediante diferentes estrategias. Por lo tanto, es esencial entender sus comportamientos y conocer su forma de control, si se quiere llevar a cabo una producción frutícola rentable. En este capítulo la palabra «plaga» se utiliza de forma general y abarca todo tipo de organismos (insectos, ácaros, nemátodos, bacterias, virus y malas hierbas) que pueden afectar a la cantidad y la calidad de los frutos de forma directa o indirecta. La protección de los cultivos se define como la integración de información sobre los cultivos, las plagas y los métodos de control en los programas de manejo y control de plagas.

A menudo las estrategias de comercialización son piezas clave a la hora de regular las inversiones que se realizan en control de plagas. El mercado de fruta fresca espera frutos sin daños, de buen tamaño y color. La selección para exportación es aún más estricta y requiere frutos completamente libres de insectos y de daños producidos por éstos, o por enfermedades causadas por patógenos. Para maximizar la producción y conseguir estas expectativas de mercado de frutas de alta calidad, raras veces se puede prescindir de la utilización de productos para controlar las plagas. Por supuesto, los residuos de los pesticidas en los frutos cosechados tienen que estar por debajo de unos niveles de tolerancia.

Es imposible que en un libro de esta naturaleza se proporcionen recomendaciones exhaustivas para el control de las plagas en todos los tipos de cultivos y en todas las regiones. Por lo tanto, vamos a usar en varios apartados como ejemplo el control de plagas en manzanos en Nueva Zelanda para mostrar los principios del manejo y control de plagas. En la bibliografía se recomiendan textos que permitirán al lector ampliar sus conocimientos sobre este tema.

Tipos de plagas

Las plagas principales son las que necesitan un control continuo para que el cultivo se desarrolle de tal forma que reporte unos beneficios máximos y tenga un aspecto atractivo para el consumidor. El nivel de tolerancia de daños para estas plagas es muy bajo- en frutos de calidad para exportación es cero. El control de estas plagas a menudo será el que regule el diseño de los programas de control de otras.

Las plagas esporádicas son aquellas que requieren sólo un control periódico para prevenir los daños económicos. Curiosamente, algunas de estas plagas pueden convertirse en un problema más serio cuando se deja de utilizar un producto químico empleado para controlar una plaga principal. En otras palabras, el producto químico controlaba la plaga esporádica sin que el fruticultor lo supiera.

Las plagas inducidas secundariamente son una tercera categoría, algunas veces muy relacionada. Se trata de organismos que en ausencia de control de las plagas principales se mantienen por debajo del control económico, gracias a los depredadores naturales, parásitos y patógenos. Si los productos químicos utilizados para controlar las plagas principales matan a estos enemigos naturales, la plaga inducida secundariamente puede convertirse en un problema. En la Tabla 8.1 se enumeran las plagas principales, esporádicas e inducidas secundariamente en el manzano en Nueva Zelanda.

Daños

El control de plagas tiene como objetivo identificar poblaciones en aumento antes de que éstas produzcan daños económicos. Pero a menudo, el primer indicador de un problema con un insecto o con una enfermedad, es la aparición de los primeros síntomas del daño. Por lo tanto, el reconocimiento de éstos es muy importante para una protección eficaz de los cultivos. La conexión entre los síntomas y un organismo en particular permite elegir la estrategia de control adecuada.

Hay muchas formas de clasificar los síntomas de daños por plagas pero normalmente se hace en función del órgano atacado o del tipo de daño. En la Tabla 8.1 se clasifican las plagas principales, esporádicas e inducidas secundariamente, en el manzano, en función del daño. A continuación se examina cada categoría con más detalle.

Partes de la planta atacadas

Las plagas más importantes en los cultivos frutales son aquellas que atacan directamente al fruto. Se llaman plagas directas. La pérdida de valor del fruto y por lo tanto la reducción de su precio, se puede deber a daños en la superficie o a la presencia de larvas de insectos. Aún así este fruto puede estar sano por dentro.

Los que se alimentan de hojas, se llaman plagas indirectas. No afectan directamente a la calidad y la cantidad de frutos pero al reducir la fotosíntesis, se disminuye el consumo de productos asimilados por el fruto y por lo tanto se reduce su tamaño. Algunas plagas indirectas, como por ejemplo los cóccidos, el pulgón lanígero del manzano y los virus afectan al vigor del árbol y distorsionan el crecimiento de los brotes.

Tipo de daño

Los ataques de plagas de insectos y ácaros producen distintos síntomas, que dependen en gran medida de las partes de la boca y de los hábitos alimenticios de los distintos organismos.

El daño por masticación es muy común y puede ser particularmente grave. Los insectos con elementos masticadores en la boca se comen los tejidos foliares. Simplemente, pequeñas imperfecciones en la superficie del fruto pueden ser suficientes para degradarlo de categoría. Algunos insectos como el gusano de la manzana y de la pera, mastica el fruto llegando hasta su interior y completa sus estadios de larva dentro de la manzana o la pera.

En contraste con éstos, muchos insectos tienen elementos cortantes y chupadores en sus bocas. Se dañan los cloroplastos y las hojas adquieren un aspecto moteado. Algunos insectos infectan también las ramas y brotes, chupando los nutrientes del floema. Durante este proceso de alimentación, puede que se inyecten enzimas que induzcan una reacción en la planta. Esto se manifiesta por la formación de agallas en las ramas como las que se producen cuando se alimenta el pulgón lanígero del manzano. Las enfermedades, especialmente las víricas, pueden ser transmitidas por insectos chupadores, y algunos, como los pulgones y los cóccidos, pueden ingerir relativamente grandes cantidades de líquido, y el exceso es excretado como exudado azucarado. Esta sustancia azucarada es un excelente medio para el crecimiento de hongos pulverulentos, arruinando la apariencia del fruto. La degradación de categoría producida por la psila de la pera se explica en gran medida de este modo.

La biología de las plagas

Para proteger los cultivos frutales de las plagas, es importante tener algo de información sobre la biología y el ciclo vital de los organismos en cuestión. De esta forma es posible identificar los momentos claves de su ciclo vital, en los que son especialmente vulnerables y aplicar métodos de control simples pero eficaces. Para elaborar las estrategias de control adecuadas, hay

Tabla 8.1 Plagas del manzano clasificadas en función de las partes de la planta atacadas, del tipo de plaga y del tipo de daño. Se pueden hacer tablas similares para otros cultivos frutales.

Partes de la planta atacadas	*Tipo de plaga*	*Tipo de daño*
Fruto (daño directo)	*Plagas principales*	*Por masticación*
Arrolladores	Arrolladores	Arrolladores
Gusano de la manzana y de la pera	Gusano de la manzana y de la pera	Gusano de la manzana y de la pera
Piojo de San José	Piojo de San José	
Roña del manzano	Roña del manzano	*Por succión*
Oídio	Oídio	Pulgón lanígero del manzano
Daños por virus	Podredumbres de almacén	Arañas
Podredumbres de almacén		Cóccidos
Fuego bacteriano	*Plagas esporádicas*	Cochinillas
	Pulgón lanígero del manzano	Cicádulas
Vegetación (daño indirecto)	Cochinillas	Mosca de la fruta
Arrolladores	Cicádulas	
Ácaros	Mosca de la fruta	*Deformaciones de las hojas*
Cóccidos	Fuego bacteriano	Roña del manzano
Mosca de la fruta	Enfermedades víricas	Oídio
Cochinillas	Podredumbre de las raíces y el pie	Virus
Roña del manzano		Mosca de la fruta
Oídio	*Plagas inducidas secundariamente*	
Fuego bacteriano	Ácaros	*Cosmético*
Manchas y deformaciones por virus	Cóccidos	Cóccidos
		Pulgón lanígero del manzano
		Cochinillas
Ramas/brotes/raíces		Daños en los frutos por enfermedades víricas y fúngicas
Cóccidos		
Pulgón lanígero del manzano		*Podredumbres de almacén*
Deformaciones por virus		Por distintos patógenos
Podredumbres de las raíces y el pie		
Fuego bacteriano		

que conocer los siguientes aspectos sobre el ciclo vital de las plagas:

- *Supervivencia de un ciclo al siguiente.* De forma general, esto significa que la plaga sobreviva desde otoño hasta primavera. Muchos cultivos frutales son de hoja caduca, no son cultivos anuales pero completan cada año un ciclo, y están más sujetos a daños durante la primavera, verano y otoño. En la Figura 8.1 se pueden ver los estados fenológicos del manzano. Se pueden preparar diagramas similares para otros cultivos frutales así como de la biología de las plagas que está relacionada con estos estados fenológicos.
- *Liberación después de pasar el invierno.* Algunas enfermedades fúngicas se diseminan a través de esporas transportadas por el aire, que vienen de pasar el invierno en hojas muertas o en el propio árbol. Los insectos y los ácaros pueden desplazarse de la cubierta del suelo hasta los árboles en la propia plantación o desde zonas cercanas.
- *Momento de la primera liberación.* Es una información esencial para ser capaces de programar el uso de las medidas de control adecuadas.
- *Liberación durante el ciclo de crecimiento.* Si la plaga se disemina durante el período de crecimiento, es importante conocer cómo y cuando.

Toda la información descrita anteriormente ayuda al fruticultor a diseñar el programa de protección de la planta. Estudiando las Figuras 8.2,

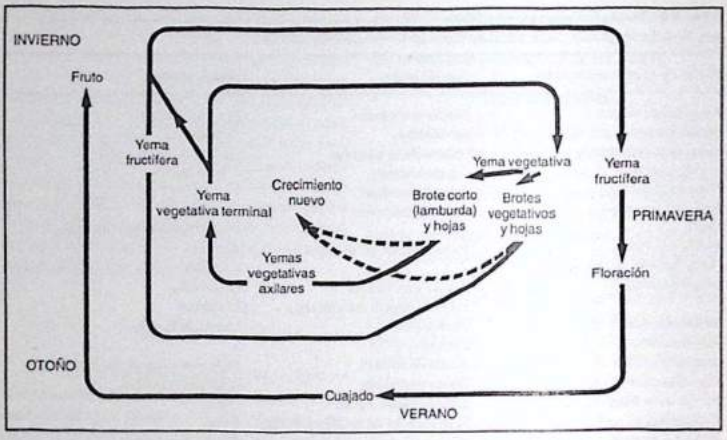


Figura 8.1 Estados fenológicos del manzano.

8.3 y la Tabla 8.2 se puede entender la utilidad de este tipo de datos. Estas figuras nos muestran el ciclo vital de dos enfermedades muy graves en el manzano. En el caso de la roña del manzano (sarna), la principal liberación de esporas es en primavera, por el aire. Estas esporas salen de la periteca, que es la estructura en la que han pasado el invierno, en las hojas muertas del suelo. La liberación en el cultivo, llamada «liberación secundaria», se produce una vez que la infección primaria ya está establecida. Puede producirse en cualquier momento si se dan las condiciones climáticas adecuadas, desde que empieza el verano hasta el momento de la cosecha, a través de conidias dispersadas por salpicadura.

Por otro lado, el oídio sobrevive en forma de micelio dentro de las yemas, y en primavera el hongo se desarrolla en estas yemas, e infecta las hojas nuevas. La difusión a otras hojas y al fruto se realiza por vía anemófila, por conidias que se han formado en las hojas inicialmente infectadas.

En la Tabla 8.2 también se describen estos estadios pero relacionados con los estados fenológicos del árbol. También nos da información sobre dos plagas de insectos muy importantes y sobre el ácaro rojo europeo.

Control

La ausencia de daños es lo que le da valor al fruto de exportación o incluso para venta en mercados locales. El productor se ve por tanto en la obligación de intentar eliminar las plagas que causan daños en la plantación. En muchos casos esto sólo se puede llevar a cabo utilizando pesticidas o con una combinación de agentes de control químico y biológico. Esto todavía es así aunque estén en marcha muchos programas de investigación coordinados entre muchos países, intentando elaborar estrategias alternativas de control que minimicen el uso de los pesticidas químicos.

Control químico

A menudo, los productos químicos son agentes muy eficaces para el control de plagas. La elección del producto químico depende de la plaga objetivo, del tipo de daño en función del hábito alimenticio, de la tolerancia económica al daño, y del ciclo de vida de los organismos implicados. Afortunadamente, los productos químicos utilizados actualmente en fruticultura están mejor seleccionados para cada plaga en

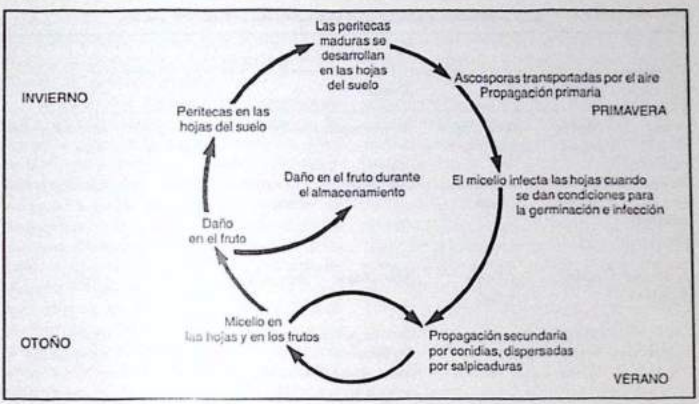


Figura 8.2 La roña del manzano.

particular (es decir menos pesticidas de amplio espectro) y son menos persistentes en el ambiente que en décadas anteriores. Además, los fruticultores modernos vigilan la biología de las plagas para minimizar el número necesario de aplicaciones de productos y para aplicarlos en el momento más eficaz. Por consiguiente, está disminuyendo la utilización de productos químicos, así como sus riesgos para la salud y el medio ambiente, incluso en las situaciones en

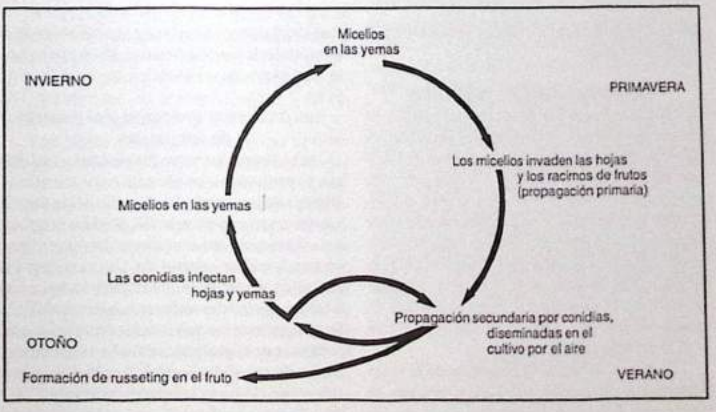


Figura 8.3 El oídio en el manzano.

Tabla 8.2 Estados fenológicos del manzano y aparición de insectos, ácaros y enfermedades.

Componente del sistema	*Período del año*					
	Invierno		*Verano*			*Otoño*
Árbol	Madera/ yemas	Madera/hojas/ yemas/flor	Madera/hojas/yemas/frutos		Madera/hojas/ yemas/fruto	Madera/yemas/ fruto
Gusano de la manzana y de la pera	Larva en la corteza	En estado de pupa	Adulto/huevo	Larva en el fruto	Adulto/ huevo	Larva en el fruto
Arrolladores de conjunto	Larva	En estado de pupa	Adulto/huevo	Hasta cuatro generaciones		Larva
Ácaro rojo europeo	Huevos en la corteza		Estadios juveniles/ adulto/huevo (cinco generaciones) en las hojas		Huevos en la corteza	Huevos en la corteza
Oídio	Micelio en las yemas	Micelio/conidias	(varias generaciones) en las flores, las hojas, las yemas, y los frutos			Micelio en las yemas
Roña	Peritecas en las hojas del suelo	Ascosporas aéreas	Micelio/conidias en las flores, en la hojas, en los frutos en desarrollo y en los frutos (conidias se transmiten por salpicadura)			Peritecas en las hojas del suelo

las que los pesticidas químicos son la única alternativa rentable.

La resistencia a los pesticidas

Algunas veces los pesticidas se aplican de forma programada, siguiendo un calendario (es decir aplicaciones seguras) para obtener el máximo de cosecha sin manchas. A menudo, esta estrategia sale bien a corto plazo, pero el confiar en esta práctica a largo plazo puede tener muchos riesgos. Por ejemplo, a lo largo del tiempo la plaga puede desarrollar resistencia al pesticida. En muchas zonas esto ya ocurre con algunas plagas principales, particularmente en plagas de insectos y ácaros y últimamente en varias enfermedades.

Se puede ralentizar el desarrollo de la resistencia a los pesticidas, haciendo rotaciones de utilización de una gran variedad de productos químicos para controlar una plaga en particular. Reducir el número de aplicaciones también ayuda a reducir la presión de selección y por lo tanto la aparición de resistencia.

Los productos químicos y el manejo de las plagas

Actualmente los métodos de control de plagas, en particular de muchos insectos, están muy alejados de las estrategias de protección segura y continua e intentan usar los productos químicos sólo cuando son necesarios. De esta forma, los programas de control de plagas evitan los perjuicios económicos y también reducen los efectos perjudiciales de los productos químicos. Se aplican tratamientos cuando la densidad de población de la plaga alcanza el umbral económico o de actuación, es decir un nivel de población sobre el que la aplicación del tratamiento debe llevarse a cabo para evitar los perjuicios económicos. Obsérvese que el umbral econó-

mico está siempre por debajo del nivel de perjuicio económico, a causa de la demora entre la aplicación del pesticida y la consiguiente reducción de las poblaciones plaga.

Para usar esta estrategia, es necesario controlar cuidadosamente el nivel de plagas. Se emplean sistemas de trampas como los cebos de feromonas (atrayentes sexuales) y las evaluaciones de las hojas o los frutos. Usando modelos simples para relacionar estos resultados con los parámetros medioambientales, en particular la temperatura, se puede predecir el ritmo de los ciclos vitales. Si se programan cuidadosamente las aplicaciones de los tratamientos para llevarlos a cabo en los momentos de debilidad del ciclo vital de la plaga, aumentará en gran medida la eficacia del sistema de control y se reducirá la probabilidad de desarrollo de resistencia. Esto también se puede comprobar en los sistemas de predicción de la roña en el manzano (para más detalles consultar MacHardy en la bibliografía). Controlando la humedad superficial de las hojas y la temperatura, es posible determinar cuando se han producido las infecciones y entonces recomendar el uso de un producto para erradicarlas. Por lo tanto en primaveras secas y al principio del verano, puede reducirse el número de aplicaciones necesarias para controlar la roña.

Control biológico

A menudo se ha querido hacer ver que el control biológico era la alternativa más eficaz a los productos químicos. Sin embargo, su potencial en fruticultura varía mucho, dependiendo del tipo de fruto, su comercialización, y del estadio de la plaga objetivo.

Las plagas principales para las que un cultivo tiene prácticamente tolerancia cero, como por ejemplo los arrolladores, no se prestan a su control de forma biológica, por lo menos no en árboles en fructificación. Las plagas esporádicas e inducidas secundariamente son candidatos más apropiados al control biológico. En el caso de las plagas inducidas secundariamente, la destrucción de los enemigos naturales por los pesticidas las eleva a la categoría de plagas. Es probable que se tenga éxito, si se hacen esfuerzos para volver a crear unos métodos de control naturales.

Aunque a menudo las posibilidades de control biológico están limitadas por la demanda del mercado de frutos sin plagas y sin daños, hay muchos ejemplos de organismos beneficiosos que han desarrollado resistencia a los insecticidas y acaricidas. Un ejemplo claro es el desarrollo en ácaros depredadores, de resistencia al metil azinfos, uno de los productos más utilizado para el control del arrollador y el gusano de la manzana y la pera. Después de 8-10 años aplicando metil azinfos, el ácaro depredador *Typhlodromus pyri* se hace lo suficientemente resistente como para resistir las aplicaciones que se hacen normalmente en la plantación. Por lo tanto con este depredador se puede volver a crear un sistema de control biológico contra el ácaro rojo europeo. Esto es la base del concepto de control integrado en ácaros, en el que el término «integrado» significa que se utilizan sistemas de control biológico y químico a la vez.

La utilización de una combinación de ácaros depredadores y de acaricidas selectivos para ácaros fitófagos, ha permitido reducir significativamente la utilización de acaricidas en plantaciones de manzanos en muchos lugares. De esta forma se reduce el riesgo de desarrollo de resistencia a estos productos cuando hay plagas de ácaros. La utilización de insecticidas resistentes a los ácaros depredadores se está generalizando en muchas zonas del mundo y en muchos cultivos.

A pesar de sus limitaciones para el control de plagas principales en una plantación, el control biológico puede ser muy útil para reducir las poblaciones de insectos de fuera de la plantación. Es probable que cualquier reducción de estas poblaciones, limite más adelante la migración de dichas plagas hasta la plantación.

Además de los depredadores y los parásitos, hay un tercer componente en el control biológico, el uso de patógenos. Los insectos son atacados por un amplio rango de microorganismos y algunos de ellos se utilizan en la actualidad para el control directo de plagas. Cada vez se están investigando más las bacterias *Bacillus thuringiensis* para que ejerzan un control selectivo sobre las orugas. En el futuro también podrán llegar a ser útiles los virus para el control de los insectos.

Control cultural

El control cultural consiste en cambiar las condiciones en las que se desarrolla el cultivo para hacerlas menos propicias al desarrollo de

insectos y enfermedades en las plantas. Se pueden llevar a cabo muchas operaciones en la plantación con este objetivo.

Establecimiento de la plantación

Muchos cultivos frutales son árboles perennes y cepas que se propagan vegetativamente: las nuevas plantas se obtienen gracias a la formación de estolones, estaquillas enraizadas y a través de injertos. Todas estas partes de la planta que se usan en propagación tienen que estar libres de enfermedades; siendo las enfermedades víricas las que requieren más atención. Cuando se utilizan patrones clonales, es esencial que procedan de material libre de virus. Una vez que las plantas se infectan con virus, se mantienen infectadas. Además los árboles infectados contagian el virus por toda la plantación. Por lo tanto es esencial asegurarse de que sólo se utilizan plantas sanas para establecer nuevas plantaciones. Por ejemplo, es vital asegurarse de que las plantaciones de frutales de hueso están libres del virus de la viruela del ciruelo.

A menudo se llevan a cabo programas privados o públicos para asegurar que los productores y los viveros tienen acceso a material libre de enfermedades para la propagación. Muchos de estos programas parten de material seleccionado sano o producido en centros de investigación. Estas plantas se multiplican bajo supervisión y se examinan regularmente para asegurarse de que no tienen patógenos conocidos. Este examen se conoce como «indexación» e implica la utilización de métodos fiables y precisos para asegurar que no tiene enfermedades en el momento de la venta. Gracias a estos programas hay continuamente producción y ensayos de plantas nucelares y sus descendientes. A menudo las plantas que se obtienen a partir de estos programas se conocen como «ensayados para patógenos», «libres de virus conocidos» o simplemente como material sano.

Higiene en la plantación

Esta forma de reducir la incidencia de las plagas engloba un amplio rango de prácticas. Entre ellas, por ejemplo, quitar las malas hierbas antes de que se formen semillas, podar las ramas enfermas, eliminar los restos de poda, ya que pueden albergar plagas y enfermedades, y destruir las madrigueras de los roedores. Cosechar y eliminar los frutos enfermos o infectados, no aptos para su comercialización, es una práctica muy importante que a menudo se descuida.

En el caso del oídio (Fig. 8.3), si se cortan las yemas infectadas se reduce la cantidad de micelio que sobrevive al invierno. De la misma forma si en invierno se dejan frutos momificados en los frutales de hueso, éstos son una fuente de esporas de la podredumbre marrón y por lo tanto hay que quitarlos. La descomposición de las hojas infectadas con la roña se acelera si se aplica un tratamiento de urea antes de la caída de las hojas. Con esta práctica se reduce mucho el número de peritecas que sobreviven al invierno. Una forma de erradicar este problema consiste en pulverizar las hojas con un fungicida, antes de su caída y de esa forma se destruye el hongo de la roña de las hojas. En el caso del fuego bacteriano, hay que podar las partes infectadas y eliminar posibles huéspedes alternativos que haya en los alrededores.

Es muy importante la higiene general de la plantación. Mantener limpias las instalaciones de envasado puede suponer que haya menos sitios en los que puedan pasar el invierno el gusano de la manzana y de la pera y los arrolladores, y la eliminación de las malas hierbas cerca de las zonas de cultivo y de las zonas de envasado reduce la cantidad de huéspedes de plagas y enfermedades.

Drenaje del suelo

Los patógenos micóticos del suelo son más graves en las zonas con condiciones de encharcamiento o de casi encharcamiento. El agua ayuda a los patógenos a entrar y a moverse por el suelo. Es esencial que haya un buen drenaje en las plantaciones de frutales.

La resistencia de las plantas huésped

La utilización de la resistencia natural como primera línea de defensa contra los insectos y enfermedades tiene muchas ventajas. Sin embargo, desafortunadamente, en fruticultura, hay muy pocos ejemplos de resistencia natural a plagas y enfermedades, comparado con los cultivos de grano y forrajeros. Esto probablemente tiene que ver con la dificultad y el tiempo que se necesita para combinar este tipo de control con la obtención de frutos de alta calidad, siendo esto de gran importancia para muchos fruticultores.

Pero tenemos algunos ejemplos importantes de éxito. Hay patrones de cultivos frutales con resistencia al pulgón lanígero del manzano, a la filoxera de la vid y a la podredumbre de las raíces y el pie provocada por *Phytophthora*. También hay patrones de frutales de hueso resistentes a los nemátodos. Además, prácticamente todos los cultivos frutales tienen variedades resistentes, con cierto grado de tolerancia a una o más de una plaga o enfermedad. Ahora existen variedades de manzano resistentes a la roña y variedades de peral resistentes al fuego bacteriano. Se ha conseguido desarrollar variedades de fresas con resistencia a varias enfermedades importantes. Hay otras variedades suficientemente tolerantes a importantes plagas y enfermedades como para llegar a obtener frutos sin manchas, usando únicamente programas de control biológico.

Tratamiento integrado de plagas

El tratamiento integrado de plagas es la combinación de las estrategias y consideraciones anteriormente descritas para que las plagas y enfermedades estén dentro de la rentabilidad del cultivo, sin demasiados costes medioambientales o sociales. La filosofía consiste en no confiar sólo en una sola técnica. Es un concepto en constante evolución y ha sido definido de muchas formas por distintos investigadores que trabajan en distintos países. En la bibliografía tenemos ejemplos de esta gran variedad.

En el campo de la fruticultura, a menudo la puesta en práctica de esta filosofía está limitada por la necesidad de obtener productos de la más alta calidad de forma rentable y destinados a muchos mercados. Teniendo en cuenta esta limitación, el Tratamiento Integrado de Plagas está basado en gran parte en la sabiduría popular sobre el crecimiento de los cultivos, los procesos de infección por enfermedades y el desarrollo de las poblaciones de plagas. La elaboración de un calendario cultivo/plagas debe dar una visión general de todo el sistema (ver Tabla 8.2). Esta tabla del manzano es un ejemplo de este tipo de calendarios, que se pueden realizar para otros cultivos. Relacionando los ciclos de crecimiento del cultivo y de las plagas, se pueden identificar los puntos débiles en los ciclos vitales de estas últimas. Si se enfocan los sistemas de control hacia estos puntos débiles, es probable que sean más eficaces que aplicaciones programadas de antemano de pesticidas.

Si todos estos conocimientos se combinan con el control de la proliferación de plagas por varios métodos y con la medición de factores medioambientales, será más eficaz tomar una decisión sobre el control de la plaga. Actualmente se usan modelos informáticos para ayudar a predecir el inicio de una plaga. Es muy probable que supervisar, predecir y seleccionar entre varias estrategias de control haga cambiar de forma significativa en el futuro la visión del control de plagas. El Manejo Integrado de Plagas es un enfoque que necesita considerablemente más experiencia y sofisticación que el confiar únicamente en hacer aplicaciones programadas. Sin embargo, los beneficios que se obtienen por la reducción de costes, de problemas medioambientales y de utilización de pesticidas, hace que la adopción del Manejo Integrado de Plagas sea imperativa.

Hemos esbozado aquí los procesos involucrados en el desarrollo de un enfoque del control de plagas. En muchas zonas los servicios de consulta públicos o privados disponen de información más específica y detallada.

El control de las malas hierbas en fruticultura

Las malas hierbas son vegetación no deseada, anuales o perennes, que dificultan las operaciones de la plantación o que establecen una competencia no deseada con el cultivo. Los chupones que se desarrollan en el pie del árbol o las sierpes que salen de las raíces, también se consideran vegetación no deseada y pueden ser particularmente difíciles de controlar.

Controlar las malas hierbas es una de las tareas más importantes a las que tiene que enfrentarse el fruticultor. Puede ser relativamente sencillo y muy gratificante si se lleva a cabo con los métodos apropiados y en el momento justo. Si se hace incorrectamente, o en un momento inadecuado, se puede producir una pérdida considerable en la producción.

Las malas hierbas en una plantación tienen los siguientes inconvenientes:

- Compiten con el cultivo por el agua y los nutrientes, y puede que incluso por la luz.
- Pueden dificultar o incluso hacer que sea peligroso andar por la plantación o dificultar el paso de la maquinaria.
- Pueden ser el refugio de insectos, ácaros, enfermedades y roedores.
- Pueden enfriar el ambiente de la plantación, por reducción de la absorción de calor durante el día y por afectar a la aireación del suelo.
- Pueden hacer que la propiedad tenga apariencia descuidada y eso repercute en la reputación del productor.

Sin embargo, hay que conocer también algunas de las ventajas de la presencia de malas hierbas:

- Pueden incorporar materia orgánica al suelo y mejorar su estructura.
- Pueden ralentizar el crecimiento vegetativo y propiciar la lignificación de los árboles en otoño.
- Pueden formar parte de las estrategias de control de insectos y enfermedades ya que en ellas se refugian organismos beneficiosos.

El productor tiene que hacer un balance entre las ventajas y los inconvenientes, en sus circunstancias en particular.

Antes de tratar los sistemas específicos de control de malas hierbas, hay que definir algunos términos de la biología de las malas hierbas y dar una breve introducción sobre los herbicidas y sobre los factores que influyen en su eficacia.

Malas hierbas perennes

A diferencia de las malas hierbas anuales a partir de semillas, las malas hierbas perennes son aquellas que pasan el invierno en algún tipo de estructura subterránea y de ahí salen nuevos brotes incluso aunque la parte aérea esté muerta. Existen varios mecanismos para que esto se lleve a cabo. Los *rizomas* son tallos subterráneos en los que hay yemas axilares que forman nuevos brotes y raíces y de ahí salen nuevas plantas. Algunos ejemplos son: milenrama (*Achillea millefolium*), camizo (rastrera) (*Elytrigia repens*) y el convolvulus (*Calystegia silvatica*). Los estolones son tallos mayoritariamente aéreos pero que pueden enraizar en los nudos. El ranúnculo (*Ranunculus repens*) es un buen ejemplo. Las raíces regeneradas pueden formar nuevos tallos. La romaza (*Rumex obtusifolius*), el cardo de Canadá (de California) (*Cirsium arvense*) y el diente de león (*Taraxacum officinale*) son algunos de los ejemplos de plantas con estolones. Los bulbos son los órganos regeneradores del oxalis (*Oxalis latifolia*) y los rizomas subterráneos son los que hacen que persista la juncia (*Cyperus esculentus*).

Herbicidas

Los herbicidas que se usan en fruticultura se pueden dividir en dos grupos: los de post-emergencia y los de pre-emergencia. No consideramos oportuno enumerar aquí una lista completa de herbicidas ya que la aparición de nuevos productos la dejaría obsoleta enseguida. Por otra parte las normativas locales pueden prohibir el uso de un producto que esté permitido en otras zonas. Sin embargo, la siguiente clasificación puede resultar útil:

1. Herbicidas de post-emergencia: eliminan las malas hierbas por contacto o por traslocación hasta las raíces.

- Traslocación inapreciable, por lo tanto no sirven casi para malas hierbas perennes a no ser que se hagan varias aplicaciones. Algunos ejemplos: paracuat, dicuat.
- Bien traslocados y por lo tanto eficaces contra las malas hierbas perennes. Ejemplos: (i) eliminan casi todas las malas hierbas (por ej., glifosato, amitrol) (ii) específicos, que controlan alguna pero no todas (por ej., asulam que elimina las romazas, la clopiralida que elimina las margaritas y leguminosas, fluazifop-p-butil éster que elimina la hierba).

2. Herbicidas de pre-emergencia: eliminan las semillas en germinación, no tienen efecto o muy poco sobre la vegetación aérea o sobre las malas hierbas perennes. A menudo se aplican junto con herbicidas de post-emergencia. Algunos ejemplos son la simazina, terbacilo, terbumetona/terbutilazina y oxifluorfen.

Dosis

Normalmente los productos químicos vienen con instrucciones sobre la dosis a aplicar

por hectárea y entonces a veces resulta un poco difícil calcular la cantidad que se necesita por tanque. La mejor forma es hacer una prueba con un tanque lleno de agua y así determinar el área cubierta. De esta forma se puede calcular la dosis por tanque. Este método se sigue utilizando aunque las dosis sean muy pequeñas, como por ejemplo en una aplicación con pulverizadores de mochila.

Climatología

Es mejor aplicar los herbicidas de pre-emergencia que eliminan las semillas en germinación, cuando el suelo está húmedo o justo antes de una lluvia suave. Los productos que se aplican sobre malas hierbas ya nacidas son más eficaces si el producto pulverizado no se seca demasiado rápido, es decir que también es mejor aplicarlo en días húmedos o muy pronto por la mañana o tarde por la noche. Si después de aplicar glifosato o amitrol hay una lluvia muy fuerte, disminuye su eficacia. Para que el paracuat/dicuat actúen adecuadamente, hay que aplicarlo 20 minutos antes de una lluvia. Para que hagan efecto se necesita luz, por lo tanto si las malas hierbas están tapadas y no pasa la luz después de aplicar el tratamiento, éstas no se verán afectadas.

Algunas prácticas para el control de la vegetación

Control de las malas hierbas antes del establecimiento de la plantación

Un terreno que no haya sido utilizado previamente para cultivar frutales puede estar infectado por un amplio rango de malas hierbas perennes, especialmente si antes se ha utilizado para pastoreo. Hay que controlar estas malas hierbas antes de establecer la plantación; si no más adelante su control será mucho más difícil y hará perder más tiempo. Este tipo de control antes del establecimiento de la plantación es especialmente importante en el caso de plantaciones de frutales de baya.

Terrenos en pastoreo

Hay que dedicar todo un año para preparar estos suelos para establecer la plantación.

Hay dos formas principales de eliminación de las malas hierbas perennes. La primera consiste en arar durante el invierno y de forma regular desbrozar y gradear a medida que aparecen las malas hierbas durante el siguiente año. Se sacan a la superficie las partes subterráneas de las plantas para que se deshidraten y mueran. Las partes que aún así quedan debajo del suelo, pueden hacer que la planta rebrote formándose nuevos brotes y raíces, pero serán eliminadas las siguientes veces. El laboreo debe pararse un mes antes de la primera helada invernal y cualquier mala hierba perenne que aparezca más adelante debe ser eliminada mediante pulverización con glifosato.

El segundo método consiste en pulverizar en primavera después de la primera brotación con un herbicida sistémico como por ejemplo glifosato o amitrol. De esta forma se elimina toda la vegetación. El productor tiene que esperar entonces 1 ó 2 meses para observar si hay rebrotes y aplicar productos químicos que no fueran utilizados previamente; con amitrol si se usó glifosato y viceversa. Se pueden dejar las malas hierbas anuales. Dos semanas después el terreno está arado y preparado para establecer la plantación el siguiente otoño o invierno. Puede que se necesite más desbroce o gradeo o pasar la fresadora en otoño y que se continúe, si se necesita, pulverizando productos, antes del invierno. El amitrol no debe utilizarse en las seis semanas antes del establecimiento de la plantación; el glifosato no tiene este período de espera.

Tierras que han sido utilizadas para cultivos anuales

Estos terrenos normalmente no tienen malas hierbas perennes. Sin embargo si está infestado de malas hierbas perennes, la forma de tratarla es similar al caso de las tierras en las que había pastoreo. Si no hay malas hierbas perennes, es suficiente con llevar a cabo una preparación normal del terreno en otoño. Si hay una cantidad moderada, habrá que dejar el terreno desde final de verano en reposo. Si el suelo está seco, se puede regar para estimular el crecimiento de las malas hierbas. Cuando éstas ya tienen una altura de 10-20 cm, se pulveriza el amitrol o el glifosato y lo que vuelva a crecer se trata antes de las heladas invernales. Una semana después de la segunda aplicación se puede em-

pezar con la preparación del terreno. El amitrol y el glifosato no habrán matado las malas hierbas en una semana, pero estos productos son absorbidos por la planta y continúan actuando en todas sus partes, incluso aunque se separen la parte aérea y las raíces.

El control de las malas hierbas después del establecimiento de la plantación

Algunas especies de cultivos frutales se plantan bajo films de polietileno negro para controlar las malas hierbas mientras la plantación es joven. Se usan films de polietileno en plantaciones de groselleros comunes, groselleros rojos, groselleros blancos, groselleros espinosos, fresas, vides y de árboles usados como cortavientos, como por ejemplo el chopo y el sauce, cuando se han establecido a partir de estaquillas. Actualmente se recomienda utilizar polietileno negro en plantaciones de arándanos ya que el suelo tiende a compactarse debajo de un mulching plástico y los arándanos no toleran la compactación del suelo. No se debe poner polietileno si antes no se ha llevado a cabo un control exhaustivo de las malas hierbas perennes, ya que después, una vez que las partes subterráneas están tapadas por el polietileno es imposible controlarlas.

Estos films de polietileno se instalan de la siguiente manera. Se ara el terreno con una fresadora y se extiende el polietileno con un equipo especial, que normalmente el fruticultor alquila o toma prestado. Normalmente el polietileno tiene 75 cm de anchura y entre 0,35 y 0,5 mm de grosor. El de más grosor durará varios años. Si se usan estaquillas para establecer la plantación, se pueden clavar directamente a través del polietileno. Si se usan plantones, hay que hacer antes un pequeño corte en cruz, con un cuchillo.

Los fruticultores que no utilicen el polietileno, tienen que buscar otro método de control de las malas hierbas para cuando la plantación es joven.

El primer año pueden necesitar cultivar y arar manualmente estas plántulas. Normalmente en una plantación establecida desde hace por lo menos un año, se recomienda mezclar distintos herbicidas de pre-emergencia. Si las plantas son jóvenes hay que utilizar los herbicidas de contacto con mucho cuidado, tanto si se traslocan por las raíces como si no. Incluso los herbicidas de pre-emergencia, que son productos que evitan la germinación de las semillas, deben usarse con mucha precaución. Esto es especialmente importante en suelos arenosos porque estos productos se lixivian hasta la zona radicular y entonces dañan los árboles o cepas jóvenes.

En el Capítulo 4 se han descrito las prácticas más utilizadas en plantaciones frutales para el mantenimiento del suelo. A continuación recordamos cuáles son:

- Control de las malas hierbas con productos químicos en las líneas y cubiertas vegetales en las calles.
- Control exhaustivo de las malas hierbas en las líneas y en las calles mediante productos químicos o por laboreo (métodos mecánicos).
- Un tercer método cada vez más utilizado en muchos cultivos frutales, ya que los herbicidas están en desuso, es poner un mulching espeso alrededor de las plantas para controlar las malas hierbas. Esta es una práctica empleada desde hace tiempo en plantaciones de arándanos en suelos minerales en las que se usa serrín o corteza.

Controlar las sierpes

Hay muchas formas de tratar este problema. El paracuat se utiliza en árboles adultos para quemar los chupones muy jóvenes y tiernos. También se ha conseguido bastante éxito usando glufosinato en algunos cultivos. Un tratamiento más duradero consiste en aplicar ácido α-naftilacético (ANA) como se describe en el Capítulo 6.

Bibliografía

Beattie, B.B., McGlasson, W B. and Wade, N.L. (1989) *Temperate Fruit, Post-Harvest Diseases*. CSIRO, Canberra.

Bourdot, G.W and Suckling, D.M. (1996) *Pesticide resistance: Prevention and Management*. New Zealand Plant Protection Society.

Croft, B.A. and Hoyt, S.C. (1983) *Integrated Management of Insect Pests of Pome and Stonefruit.* Wiley Interscience, New York.

Dent, D. (1991) *Insect Pest Management.* CAB International, Wallingford, UK.

Fry, W. E. (1982) *Principles of Plant Disease Management.* Academic Press.

Jones, A.L. and Aldwinkle, H.S. (1990) *Compendium of Apple and Pear Diseases.* American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota.

MacHardy, W E. (1996) *Apple Scab.* American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota.

Metcalf, R.L. and Luckman, W.H. (1994) *Introduction to Insect Pest Management,* 3rd edn. Wiley-Interscience, New York.

Ogawa, J.M. (1995) Compendium *of Stonefruit Diseases.* American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota.

Paul, R.E. and Armstrong, J.W (1994) *Insect Pests and Fresh Horticultural Products.* CAB International, Wallingford, UK.

Pearson, R.C. and Goheen, A.C. (1988) *Compendium of Grape Diseases.* American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota.

Persley, D. (1993) *Diseases of Fruit Crops.* Department of Primary Industries, Queensland, Australia.

Scopes, N. and Ledieu, M. (1983) *Pest and Disease Control Handbook.* British Crop Protection Council.

Ware, G.W (1994) *The Pesticide Book,* 4th edn. Thomson Publications.

Whiteside, J.O., Garnsey, S.M. and Timmer, L.W. (1988) *Compendium of Citrus Diseases.* American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota.

Whitson, TD. (ed.) (1996) *Weeds of the West.* The Western Society of Weed Science, Newark, California.

Williams, K.M. (1991) *New Directions in Tree Fruit Pest Management.* Good Fruit Grower Publications, Yakima, Washington.

9
La multiplicación de frutales

Michael Thomas y David Jackson

La multiplicación de árboles, arbustos y cepas es una tarea para especialistas y normalmente la llevan a cabo los viveristas. No obstante, puede haber ocasiones en las que un fruticultor necesite o quiera multiplicar su propio material. En este capítulo se analizan algunos de los principios más importantes de la multiplicación y se describen algunas de las técnicas más habitualmente utilizadas. También se describen las distintas técnicas de sobreinjerto para cambiar la variedad de un árbol ya establecido.

Hay que puntualizar desde un principio que es muy conveniente multiplicar únicamente a partir de planta certificada que sea regularmente analizada para los virus más conocidos. Es muy importante que los cultivos de ciclo largo estén libres de los virus más peligrosos, pero también es importante en plantas de ciclo corto como por ejemplo las fresas. Los virus, las enfermedades bacterianas y las fúngicas sistémicas se pueden transmitir por la multiplicación vegetativa. En el caso de algunos virus ésta es la principal vía de transmisión.

Multiplicación por estaquillado

Muchas de las especies frutales y de frutos secos pueden multiplicarse por estaquillas (ver Tabla 9.1). En algunos casos se han obtenido resultados satisfactorios con más de un tipo de estaquilla dependiendo del momento del año.

Estaquillas de madera dura

Las estaquillas de madera dura se utilizan mucho en la propagación de frutales de hoja caduca. Es relativamente fácil multiplicar los groselleros, los groselleros espinosos, las vides y los ciruelos por este método. Las estaquillas de madera dura de árboles utilizados como cortavientos, como el chopo y el sauce, también enraízan con facilidad. Estas estaquillas se preparan durante el período de reposo, preferiblemente usando trozos de tallos del año anterior.

Las estaquillas de plantas que se multiplican fácilmente de esta forma, se hacen normalmente desde otoño hasta principios de invierno. Se plantan nada más cortarlas en un vivero - en un trozo de tierra protegido, bien drenado, bien regado, dónde permanecen durante un año- o directamente en la plantación en algunos viñedos o en plantaciones de groselleros. Hay que evitar los suelos pedregosos, pesados o de estructura pobre, especialmente si son susceptibles al encharcamiento en invierno. Aunque es preferible plantar las estaquillas lo antes posible en invierno, a menudo el establecimiento de la plantación se prolonga hasta primavera. No se debe dejar que se sequen las estaquillas, especialmente al principio de la primavera y puede ser necesario regarlas.

Suelen medir normalmente 25 a 40 cm de largo. Se clavan a una profundidad igual a la mitad de su longitud, pero en situaciones con riesgo de que se sequen, se clavan en el suelo

Tabla 9.1 Especies de frutales y de frutos secos que se multiplican por estaquillas.

Frutal	*Tipo de estaquilla*[a]	*Época de realización*	*Tratamiento*	*Hormona*[b]	*Observaciones*
Manzanos	De madera dura brotes basales gruesos de madera de poda	Principios de primavera (mejor) o en otoño	Doble herida	Seradix 3	Necesita calor de fondo. Rara vez se usa el estaquillado, el método comercial es por acodos de corte y recalce e injertos de yema
Zarzamoras, híbridos de mora con frambuesa, y otras zarzas	De madera suave se usan los ápices de los brotes	Primavera		Seradix 2	Unidad de nebulización; también se puede hacer a partir de sierpes o acodos de punta
Arándanos azules	De madera dura brotes gruesos De madera suave se usan los ápices de los brotes	Final del invierno-primavera	Doble herida	Seradix 3	
Cítricos	De madera semi-dura se usan los ápices de los brotes	Primavera		Seradix 2	Sobre todo para los limoneros Meyer; en las otras variedades se hacen injertos de yema
Groselleros	De madera dura usar brotes basales gruesos de 30 cm de longitud aproximadamente	Otoño		Seradix 3	Se pueden poner en suelo o también se pueden hacer acodos de corte y recalce
Feijoas	De madera semi-dura estaquillas con tres nudos de la parte baja del arbusto	Principio o final del invierno	Quitar los ápices blandos	Seradix 3	Unidad de nebulización con calor de fondo
Groselleros espinosos	De madera dura brotes basales gruesos	Otoño		Se puede usar Seradix 3	Pueden ponerse en suelo o en una caja de estaquillado con calefacción
Vides	De madera suave tallos finos, cerca de los ápices De madera dura brote grueso	Final de primavera, principio de invierno Otoño, invierno	Quitar los ápices	Seradix 1	Unidad de nebulización o politúneles. Aplicar Captan pulverizado en las estaquillas con hojas. Se pueden poner en una caja de estaquillado o directamente en suelo

(continúa)

Tabla 9.1 *(Continuación).*

Frutal	*Tipo de estaquilla*[a]	*Época de realización*	*Tratamiento*	*Hormona*[b]	*Observaciones*
Kiwis	De madera semidura usar madera del año	Verano	Quitar los ápices	Seradix 3	Preferiblemente con nebulización; se prefiere poner calor de fondo
Moras	De madera dura brotes gruesos de madera del año	Otoño	Doble herida	Seradix 3	Aconsejable poner calor de fondo
Olivos	De madera dura brotes gruesos de madera del año De madera dura estaquillas de punta de 10-15 cm	Otoño Verano	Doble herida Doble herida	Seradix 3 Seradix 3	Necesita calor de fondo Necesita nebulización y calor de fondo
Melocotoneros y nectarinos	De madera dura estaquillas de punta de 12-15 cm	Primavera	Doble herida	Seradix 2	Necesita calor de fondo en una caja de estaquillado. Rara vez se hace, se prefiere hacer injertos de yema
Perales	De madera dura brotes basales gruesos	Otoño	Doble herida	Seradix 3	Necesita calor de fondo en una caja de estaquillado. Raras veces se hace, se prefieren hacer injertos de púa y de yema
Patrones de ciruelo	De madera dura brotes basales gruesos	Otoño	Quitar todas las yemas y dejar dos en la parte superior del patrón	Seradix 3	Se pueden plantar las estaquillas de mirobolán directamente en suelo o poner calor de fondo a 15°C, 3-4 semanas
Patrones de membrillero para perales	De madera dura brotes basales gruesos	Otoño	Quitar todas las yemas y dejar dos en la parte superior del patrón	Seradix 3	Necesita calor de fondo. 15-21°C durante 2-3 semanas
Frambuesos	Chupones de material certificado y sin florecer. Brotes para estaquillas de raíz de madera suave	Invierno Primavera Principio Primavera	Cortar con una longitud de 5 cm. Ápices de los brotes	Seradix 1	Preferiblemente aplicar calor de fondo Preferiblemente en una unidad de nebulización
Árboles cortavientos					
Chopos	De madera dura de brotes largos, gruesos y basales	Desde otoño hasta final de invierno			Se pueden plantar directamente en suelo

(continúa)

Tabla 9.1 *(Continuación).*

Frutal	*Tipo de estaquilla*[a]	*Época de realización*	*Tratamiento*	*Hormona*[b]	*Observaciones*
Sauces	De madera dura de brotes largos, gruesos y basales	Desde otoño hasta final de invierno			Se pueden plantar directamente en suelo

[a] «madera dura» se refiere a las estaquillas de hoja caduca, cogidas en el momento de la caída de las hojas o justo después, es decir cuando están latentes.
[b] Hormonas – el preparado comercial «Seradix» es una formulación en polvo que puede ser sustituida por una solución de ácido indolbutírico en una solución al 50% de agua o alcohol. Seradix 1, 2 y 3 equivalen respectivamente a una concentración de 750, 2.500 y 5.000 ppm de ácido indolbutírico. También existen formulaciones líquidas comerciales. Hay que sumergir las estaquillas en la solución durante 5 segundos.

entre dos tercios y tres cuartos de su longitud (Fig. 9.1). Si no se quiere que luego salgan chupones, es recomendable desyemar las estaquillas, dejando sólo dos yemas en la punta.

Hay que preparar el suelo a conciencia. Si se ha labrado profundamente, se puede clavar la estaquilla sin usar una pala. Después se aplican algunos herbicidas residuales por encima de las plantas para evitar que germinen las semillas de las malas hierbas. Otra forma con la que se han obtenido resultados muy buenos es clavando las estaquillas en un film de polietileno negro que se ha extendido previamente por todo el suelo.

Se pueden emplear varias técnicas para mejorar el enraizamiento de las estaquillas de plantas difíciles de multiplicar (ver Tabla 9.1). A menudo la aplicación de hormonas es beneficiosa. Por ejemplo, se pueden mojar las estaquillas en «Seradix», una formulación en polvo de una hormona auxínica, el ácido indolbutírico. Hay tres tipos de productos con esta base, con distintos grados de concentración, para ser utilizados en función del tipo de estaquilla. También se puede utilizar en formulaciones líquidas con esta misma hormona pero disuelta en alcohol. La «doble herida» consiste en quitar dos astillas finas de la base de la estaquilla para mejorar la absorción de la hormona.

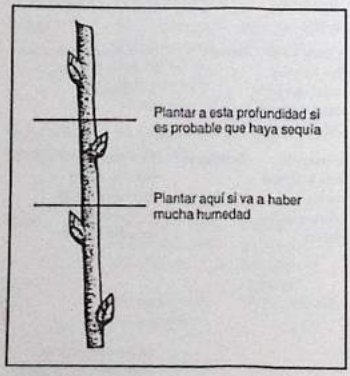


Figura 9.1 Estaquillas de madera dura.

Otro método para mejorar el enraizamiento de las estaquillas de madera dura de especies como el ciruelo, el cerezo y el membrillero, que enraízan más difícilmente, consiste en aumentar la temperatura del medio de propagación, usando calor de fondo. Se ponen unos cables que calientan el suelo (ver Fig. 9.2). El objetivo de este calor de fondo es fomentar el enraizamiento. Es aconsejable mantener la temperatura del suelo entre 15 y 21°C durante 2-4 semanas. Cuando empiezan a salir las primeras raíces, se trasplantan las estaquillas a macetas de tamaño medio. Si no se calientan de forma uniforme o se almacenan durante un tiempo en un almacén calefactado se pueden perder ya que se agotan los carbohidratos.

Selección de las estaquillas de madera dura

El momento óptimo para cortar estaquillas es desde el final del otoño hasta el principio de la primavera. El material que mejor enraíza procede de los brotes del año anterior y lo más cer-

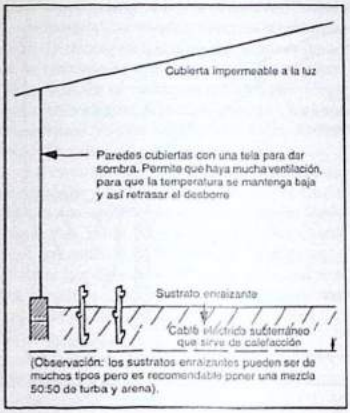


Figura 9.2 Caja de enraizamiento de las estaquillas de madera dura al aire libre.

ca posible de la base de la planta. Las estaquillas gruesas sobreviven mejor que las finas, aunque los brotes finos procedentes de plantas muy podadas serán los que más rápidamente enraícen. Las estaquillas finas sobrevivirán mientras no se deshidraten, pero tampoco se pueden humedecer demasiado. El mayor riesgo es en primavera, cuando están empezando a salir los nuevos brotes. En este momento, las raíces son pequeñas y pueden no ser capaces de absorber la suficiente humedad como para reemplazar la que pierden por las hojas. Si no se dispone de estaquillas gruesas, plantar las estaquillas finas más profundamente o forzar el comienzo del enraizamiento en una cama caliente puede ayudar a superar estas duras condiciones.

La madera del ápice del brote no se debe utilizar para hacer estaquillas si todavía no está suficientemente lignificada[1]. En muchas variedades, se considera que 20-30 cm es una longitud adecuada, pero se pueden usar estaquillas más cortas si es necesario. Con material procedente de arándanos, que tiene tendencia a ser más fino que el de otras plantas, es suficiente con estaquillas más cortas, de 15-20 cm.

Estaquillas de madera suave y de madera semi-dura

Las estaquillas de madera suave son aquellas que se hacen con madera carnosa de nuevo crecimiento, normalmente en primavera (ver Fig. 9.3). Las estaquillas de madera semi-dura se hacen normalmente en verano. Coger estaquillas durante la época de crecimiento requiere tomar más precauciones, ya que la pérdida de hume-

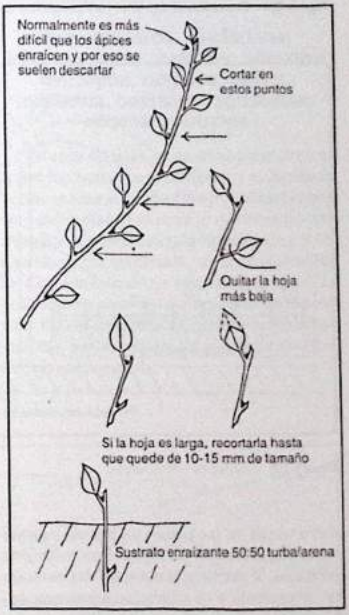


Figura 9.3 Preparación de las estaquillas de madera semi-dura.

[1] Lignificación: formación de paredes celulares secundarias. Se caracteriza por el cambio de color de los brotes, de verde a marrón. Un brote no lignificado es blando y se dobla fácilmente, tiene menos reservas y puede morir tras una helada invernal.

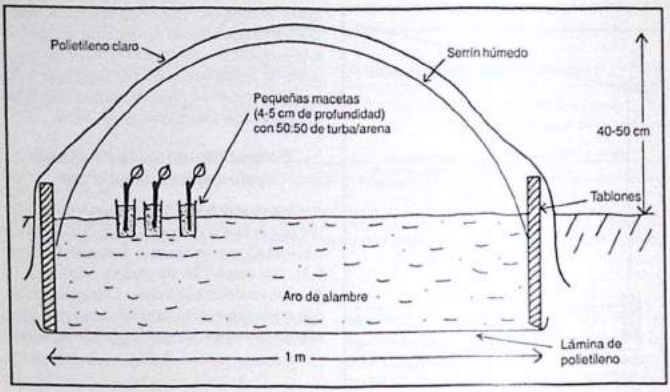


Figura 9.4 Estructura al aire libre para estaquillas de madera suave y semi-dura.

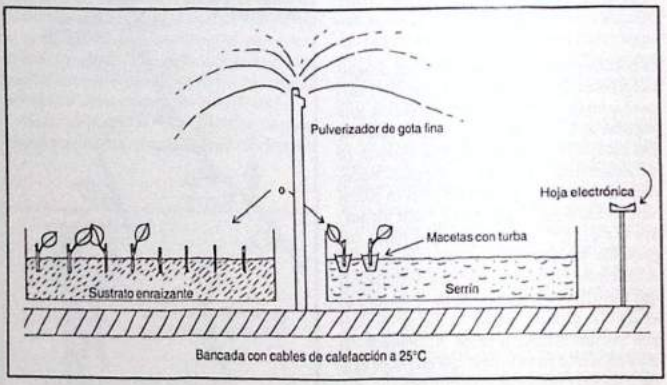


Figura 9.5 Unidad de nebulización.

dad a través de las hojas no se puede reponer hasta que se forman las raíces. Para evitar este problema, se mantiene la humedad alta en la caja de estaquillado y se utiliza frecuentemente calor de fondo. En las Figuras 9.4 y 9.5 se pueden ver dos formas muy comunes de mantener la humedad.

Las estaquillas de madera suave y de madera semi-dura se pueden multiplicar en estructuras de polietileno, llamadas «politúneles» o unidades de nebulización (Fig. 9.4). Este método se suele usar cuando se necesita multiplicar rápidamente las plantas. Por ejemplo, si se introduce una nueva variedad de vid y el viticultor

sólo tiene a su disposición una cantidad limitada de material, se pueden hacer estaquillas de uno o dos nudos de largo, en el período de reposo, se enraízan en una cama caliente y se dejan crecer durante el verano en macetas individuales en invernadero. A medida que salen los brotes, éstos se pueden utilizar para hacer nuevas estaquillas de madera suave con cinco nudos.

La estructura de la Figura 9.4 es más barata de construir y no necesita poner calor de fondo cuando son especies que se multiplican fácilmente (ver Tabla 9.1). La caja de estaquillado tiene que estar en un sitio caliente pero protegido de la luz directa del sol, con una estructura que permita una transmisión de un 50% de luz. Las cajas de estaquillado deben ser de entre 1 y 10 m de largas.

En cuanto se hace una estaquilla es importante meterla en un cubo con una solución con un fungicida (normalmente se usa 0,1% de benomilo) antes de ponerlas en macetas con turba. Las macetas se ponen en las cajas de estaquillado como se ve en la Figura 9.4 y se riega todo el conjunto con 0,1% (1 g L^{-1}) de solución de Captan antes de sellar con polietileno.

No se toca el polietileno durante dos semanas y transcurrido este tiempo se levanta por un lado para observar el desarrollo de las raíces. Si ya hay raíces, se quitan las macetas con turba y se trasplantan las estaquillas a macetas más grandes, de 10-15 cm de diámetro. Se dejan bajo esta estructura y se mantienen húmedas. Si no se ha producido el enraizamiento, se vuelve a poner en su sitio el polietileno.

Las estaquillas de madera semi-dura tienen que ser enraizadas en una unidad de nebulización, puesta normalmente en un invernadero, a una temperatura próxima a 25°C. En la Figura 9.5 se puede ver el sistema de «hoja electrónica» que pone en marcha la unidad de nebulización cuando su superficie se seca. Por lo tanto, se humedece finamente y regularmente la vegetación para prevenir la deshidratación. Cuando enraízan, las plantas se ponen en macetas o se trasplantan como se ha descrito anteriormente.

Multiplicación por semillas

La capacidad de fructificación de plantas obtenidas a partir de semillas está siempre por debajo de la de su planta madre, y por esta razón casi siempre se prefiere la multiplicación vegetativa. Sin embargo, a veces se usan las plantas de semillero como patrones. Los siguientes apartados tienen como objetivo servir de guía para su manipulación.

Melocotoneros, nectarinos, albaricoqueros, cerezos, nísperos del Japón, nogales, pecán, avellanos, castaños, aguacates, cítricos y ciruelos

En estas especies, se puede sembrar directamente la semilla en el semillero y al siguiente verano se hace el injerto. Otra posibilidad es poner las semillas en el exterior cubiertas por serrín hasta que empieza la germinación (Fig. 9.6). Cuando ya han germinado, se pasan al semillero. Con este método, se evita sembrar semillas que luego no germinan y entonces dejan huecos en la fila del semillero. Después de la germinación hay que trasplantar los plantones al semillero lo antes posible.

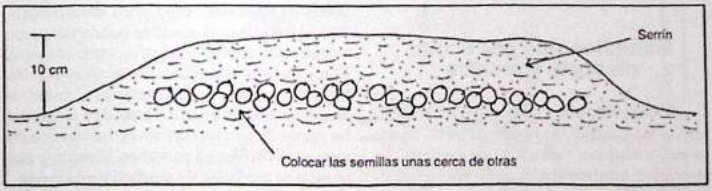


Figura 9.6 Semillero con sustrato de serrín.

En el caso de los melocotoneros y nectarinos, a menudo se emplean semillas de melocotones procedentes de la industria conservera. En general las semillas no transmiten enfermedades víricas a su descendencia. Sin embargo, el PNRSV (prunus necrotic ringspot virus) en melocotoneros y nectarinas, el PDV (prunus dwarf virus) y la enfermedad de sharka se transmiten por semillas. Por lo tanto, cuando hay riesgo de que se produzcan, es importante utilizar semillas certificadas que procedan de árboles sanos.

En el semillero, la distancia entre plantas es de 15-20 cm y la distancia entre filas de 60-80 cm. En la práctica, normalmente la separación la determina la maquinaria que se utiliza para llevar a cabo las labores entre filas. Esto puede también incluir el uso de un rotocultor manual.

Manzanos, perales (europeos y asiáticos), membrilleros, nísperos, kiwis, tamarillos, frutas de la pasión y feijoas

Las semillas de estas plantas son en general más pequeñas y hay que manipularlas con más cuidado. Nada más coger la semilla, normalmente se somete a un proceso de «estratificación». Con este término nos referimos al tratamiento con frío húmedo a las semillas en dormición, sin el cual germinan mal e irregularmente. Con las semillas del grupo anterior, más grandes, la estratificación se lleva a cabo cuando se siembran al aire libre. Si las semillas son más pequeñas, se ponen en una bolsa de plástico sellada con una mezcla a partes iguales de turba y arena húmedas, y se guarda en una nevera durante 2 meses. Después se plantan las semillas en bandejas semillero en un invernadero y se mantiene a unos 15°C. Cuando los plantones miden unos 15 cm, se trasplantan a la zona protegida de la luz para su lignificación. Se plantarán en el vivero al principio de la primavera.

Multiplicación por acodo de corte y recalce

El acodo de corte y recalce se usa para multiplicar los patrones de manzano, peral, cerezo común y distintas variedades de avellano. La separación entre plantas es de 30 cm y entre filas de 1 m, dependiendo del tipo de maquinaria utilizada. Se cubre la superficie con 15 cm de serrín (aporcado). Al llegar cada invierno, se cortan las plantas hasta ras de suelo y los brotes que salen se aporcan parcialmente con suelo o serrín rastrillado del que había en las calles, como puede verse en la Figura 9.7 a-e.

Injertos de yema

Las plantas de semillero, las estaquillas enraizadas, o los patrones estratificados descritos anteriormente, se transforman en un árbol o en una viña de vivero tras injertar la variedad comercial. El injerto es la parte que produce la cosecha y el fruto tendrá las características de la planta madre a partir de la cual se ha hecho el injerto. Los manzanos, los perales (europeos y asiáticos), los membrilleros, los nísperos del Japón, los melocotoneros, los nectarinos, los albaricoqueros, los ciruelos (Japoneses y europeos), los cerezos (común y ácido), los almendros, los cítricos y los aguacates se multiplican muy a menudo por injertos.

En libros especializados de multiplicación se describen muchos tipos de injerto, aquí sólo se van a describir dos formas de injertar.

Injerto en T o en escudete

Al final del verano, el patrón estará creciendo en el vivero y habrá alcanzado el grosor de un lápiz. Desde que medía 30 cm de alto, se le han ido quitando las hojas y las ramas laterales que estaban en los primeros 15 cm de altura. Para poder realizar el injerto, los patrones tienen que estar bien húmedos y así la corteza se separa fácilmente de la madera.

Se cogen yemas de los brotes de ese año, de crecimiento vigoroso, del árbol o de la parte aérea de la variedad que nos interesa. Se quitan las hojas, y se deja un pecíolo de 10 mm en cada nudo. Los brotes o ápices de los brotes de menos de 4 mm de diámetro no sirven, ya que las yemas axilares están muy poco desarrolladas. Para evitar que se sequen, se ponen las yemas en una bolsa de plástico o en un cubo con agua. El injerto tiene que realizarse lo antes posible. Sin embargo, si se necesita retrasar el momento de realización del injerto, se pueden almacenar las yemas durante una semana o más en una nevera, se envuelven en periódico húmedo y todo se mete en una bolsa de plástico bien cerrada.

En la Figura 9.8 se puede ver el proceso del injerto en T o en escudete.

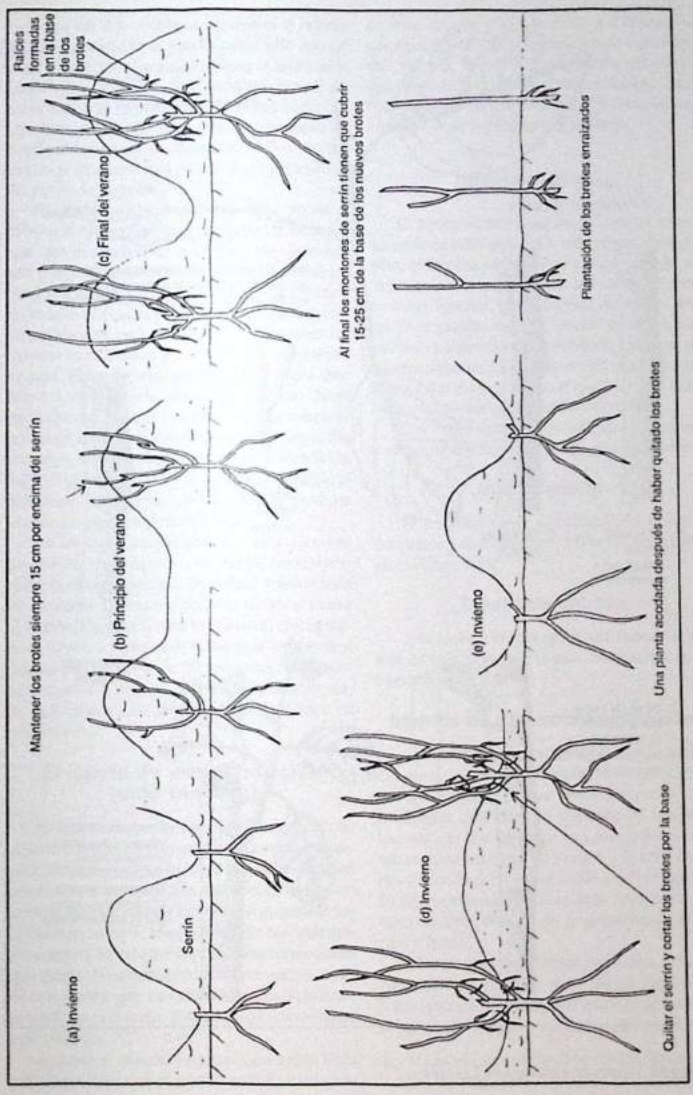


Figura 9.7 Multiplicación por acodado (de corte y recalce).

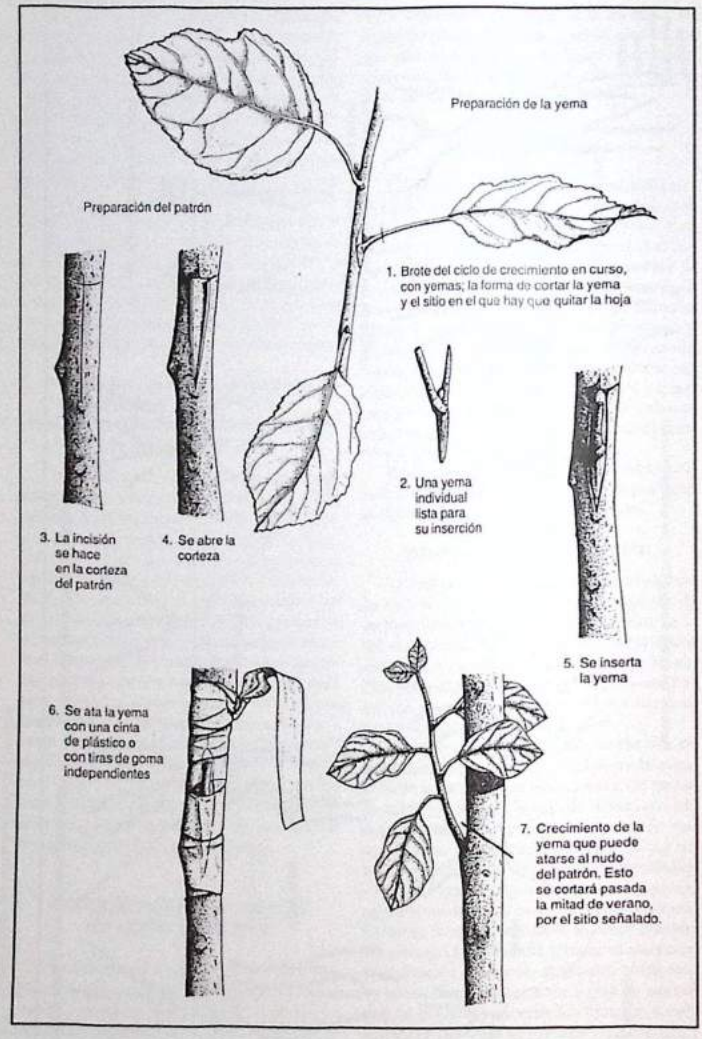


Figura 9.8 Injerto en escudete o en T (de yema).

Si en las dos semanas siguientes al injerto se cae el pecíolo o se puede quitar sólo con un toque, se habrá conseguido realizar el injerto con éxito, habrá prendido. Seis semanas después de haber hecho el injerto, se corta lo que se utilizó para atar el injerto, para que no estrangule al patrón al aumentar de diámetro. Al final del invierno se descabeza el patrón 4 cm por encima del punto de injerto.

En primavera, la yema injertada crecerá y habrá que quitar rápidamente todas las otras yemas que desborren en el patrón. Normalmente esta planta se desarrolla en el vivero durante un año y se trasplanta al terreno definitivo al siguiente invierno o al principio de la primavera. Sin embargo, algunas veces, se plantan los patrones injertados en la finca el primer invierno después de injertar. Estos árboles llamados de «yema durmiente» son bastante adecuados y pueden crecer rápidamente, ya que los daños en las raíces se producen antes de que sean demasiado largas. Sin embargo, durante el primer año en la plantación hay que cuidar mucho estas plantas, igual que si estuvieran en un vivero, porque sino las pérdidas pueden ser muy importantes.

En los casos en los que la «yema durmiente» no se «despierte», se puede reemplazar reinjertando a principio de verano y recortando los patrones 3 semanas después de llevar a cabo el injerto. De esta forma se fuerza el crecimiento de la yema y se puede conseguir formar en el mismo año un brote de 30 cm o más. Esta práctica es posible porque el patrón habrá acumulado suficientes reservas en el ciclo anterior de crecimiento.

El injerto de yema con astilla (chip budding)

El injerto de yema con astilla es un método alternativo que no requiere que la corteza se separe fácilmente. Por lo tanto se puede hacer en primavera o en otoño, o durante el verano en condiciones de sequía cuando no es posible hacer el injerto en T. Hay que atarlo con más cuidado que el injerto en T ya que los cortes tienen que quedar bien cubiertos para prevenir la desecación y para que haya un buen contacto entre el patrón y el injerto. En la Figura 9.9 se ilustra este método.

Aunque el injerto de yema con astilla tarda más en prender que el injerto en T, ha demostrado tener un alto grado de éxito, y a menudo se consigue que el crecimiento sea más vigoroso y más vertical. Se está utilizando cada vez más en muchos árboles frutales y ornamentales. También se puede utilizar para hacer el sobreinjerto, como ya describiremos más adelante.

Injertos de púa

El injerto de púa consiste en insertar un trozo corto de tallo con una o más yemas en el patrón. Normalmente se lleva a cabo al final del invierno o al principio de la primavera y se usa en viñas, cerezos, kiwis, feijoas, tamarillos, frutas de la pasión, nogales, pecán, castaños, macadamia y algunas veces avellanos. Como en los injertos de yema, el ingrediente esencial para que tenga éxito es asegurarse de que las capas cambiales de las dos partes estén en contacto.

Hay varios tipos de injertos, pero sólo se van a describir dos tipos: el lateral y el de cabeza.

Injerto lateral

Es un injerto muy útil cuando los tamaños del patrón y de la púa son similares. Se describe en la Figura 9.10.

Injerto de cabeza

Esta técnica es más apropiada cuando el patrón es más largo que la púa. Se describe en la Figura 9.11.

Injertos de púa sobre estaquillas

Como las estaquillas de algunos patrones de vid enraízan muy fácilmente, es mejor injertar la variedad antes de que enraíce el patrón. Las estaquillas injertadas se obtienen en el vivero haciendo el injerto sobre una estaquilla sin enraizar. Esto hace que se formen a la vez las raíces y el callo del injerto en una única estaquilla. El injerto sobre estaquillas debe hacerse en una zona cubierta, durante un largo período y es barato y fiable.

El injerto se hace desde mediados hasta finales del invierno con varas de vid con un diámetro entre 8 y 12 mm. Después de juntar todo el material, se siguen los siguientes pasos:

1. Hacer una estaquilla de aproximadamente 30 cm de largo con el patrón; se quitan todas

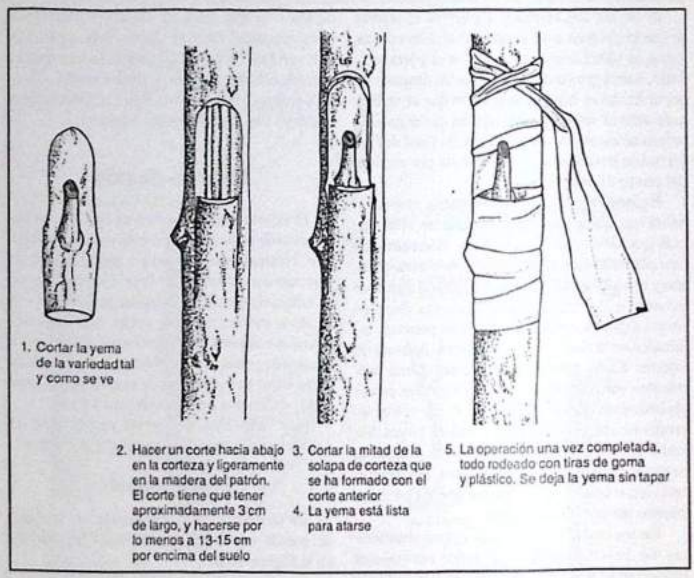


Figura 9.9 Injerto de yema con astilla (Chip budding).

las yemas cortando con un cuchillo, paralelamente al tallo.

2. Cortar una púa con una yema.
3. Injertar en el patrón haciendo un injerto lateral o utilizando una máquina de injertar, que hace un injerto similar (ver Fig. 9.14).
4. Atar el injerto con una cinta de plástico y mojar la púa en una cera líquida (o se utiliza grasa de injerto).
5. Poner en un cubo con agua suficiente como para cubrir el injerto.
6. Cuando se han hecho 50 ó 100 injertos, se atan, se ponen en una bolsa de polietileno y se sella con una goma. La bolsa tiene que estar cerrada herméticamente y entonces no se necesitará rodear las vides con un material de embalaje húmedo, pero los injertos no deben estar secos cuando se meten en la bolsa.
7. Poner en una habitación a 25-30°C hasta que se vea que se ha formado callo entre el patrón y la púa. Las yemas empezarán a hincharse y se empiezan a formar las raíces.
8. No poner a temperaturas altas y sacarlos de la bolsa. Insertar la parte apical injertada durante un segundo en cera de parafina, (que está a una temperatura justo por encima del punto de fusión pero por debajo de 70°C) e inmediatamente después se pone en agua fría.
9. Poner la base sobre un sustrato en una maceta pequeña y aplicar calor de fondo (25°C) dentro de un invernadero en ambiente fresco. En estas condiciones se empezarán a formar las raíces y la yema empezará a desborrar a través de la cera, a medida que se desarrolla (Fig. 9.13).
10. Cuando las raíces ya están bien formadas, hay que poner la maceta a la sombra en un sitio cerrado, hasta que pase el riesgo de heladas primaverales. A partir de entonces

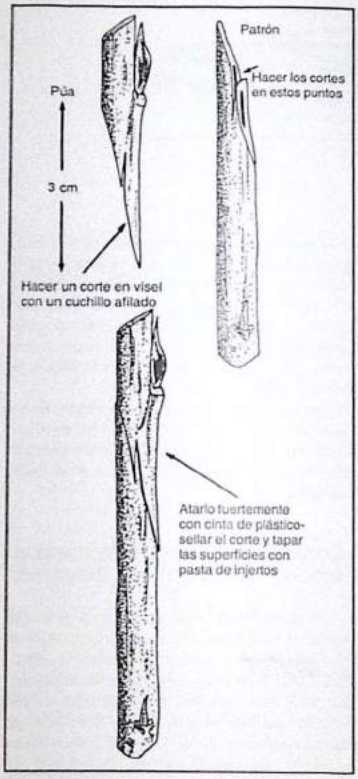


Figura 9.10 Injerto lateral (de púa).

Figura 9.11 Injerto de cabeza (de púa).

se podrán plantar directamente las plantas en el viñedo. Si el crecimiento vegetativo es demasiado vigoroso se pueden recortar dejando sólo dos hojas.

Por otro lado, se puede tener las plantas injertadas en el vivero hasta el momento de la plantación, al siguiente otoño. Esto es recomendable si las condiciones del viñedo no son muy buenas.

Si antes de hacer el injerto se ponen los patrones y las púas a remojo en «Chinosol» se reduce el riesgo de infecciones fúngicas en la bolsa de plástico y mejora el prendimiento del

Figura 9.12 Injerto de púa sobre estaquilla.

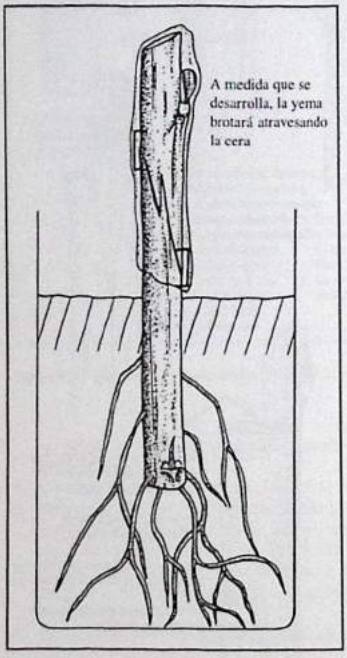


Figura 9.13 Formación de raíces en estaquilla de vid injertada.

injerto. Se debe utilizar siguiendo las instrucciones del envase.

Como ya se ha mencionado anteriormente, existen máquinas de injertar para hacer el injerto sobre estaquillas, que nos evitan el trabajo de preparación del injerto lateral. Existen muchas marcas, entre las cuales una muy famosa es «Omega». Hay otro tipo de máquina, que puede ser construida por un productor con capacidades técnicas, que consiste en unas hojas de sierra circulares puestas en paralelo, unidas a un motor eléctrico (ver Fig. 9.14).

Se meten la púa y el patrón por separado en las hojas en rotación para dejar el borde almenado. Después se meten juntos. Tienen que quedar fuertemente unidos y puede que no se necesite atarlos.

Comentarios generales sobre los injertos de púa y de yema

Es indispensable que el injerto y el patrón puedan quedar bien unidos después de injertar. Esto quiere decir que tienen que ser compatibles. Las plantas muy estrechamente relacionadas y sin virus u otros desequilibrios tienen mayores posibilidades de éxito. Sin embargo, algunas especies estrechamente relacionadas pueden ser incompatibles y por lo tanto es importante comprobar antes su compatibilidad. Si no existen datos, habrá que realizar injertos durante varios años y evaluar su grado de éxito.

Un experto en injertos de púa y de yema puede hacer cientos en un día. Un principiante con las instrucciones de este libro puede tardar una hora en hacer una docena. Puede que un fruticultor no necesite hacer en todo el ciclo más, y además si tiene cuidado al hacerlos no hay ninguna razón por la que no se pueda realizar con éxito. Las siguientes aclaraciones son importantes:

1. Utilizar cuchillos muy afilados. Hay que afilarlos en una piedra de carborundo y para conseguir un filo aún más fino pulir con piel.

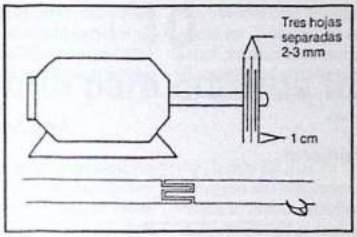


Figura 9.14 Máquina de injertos con sierra en paralelo.

2. Con el injerto en T, nos aseguramos que las capas cambiales están en contacto, pero si se hace injerto de púa, el operario tiene que asegurarse de que las capas cambiales están unidas. En el injerto lateral, es mejor pegar los cambium por los dos lados, pero si el patrón y el injerto no son exactamente del mismo tamaño, hay que asegurarse por lo menos de que un lado está unido.
3. Se necesita material fuerte y sano, de tamaño apropiado. El grosor mínimo de las púas y los patrones para hacer los injertos de púa debe ser normalmente el de un lápiz, así como el de los patrones para los injertos de yema, mientras que algunas de las yemas utilizadas para este tipo de injertos serán algunas veces ligeramente más finas.
4. No dejar que se deshidrate el material, especialmente después de hacer las estaquillas. Esto es particularmente importante cuando se hacen injertos de yema, ya que las yemas en T son pequeñas y se deshidratan rápidamente con las temperaturas altas del verano, que es cuando se lleva a cabo este tipo de injertos.
5. Atarlos fuertemente- normalmente se emplean cintas de goma o de plástico.
6. El material para injertar se recoge a mitad del invierno, cuando todavía está en reposo, se envuelve en periódico húmedo y se guarda en una bolsa cerrada en una nevera (no en un congelador). Hay que vigilarlo de vez en cuando para asegurarse de que no se está deshidratando. El injerto se lleva a cabo en primavera, cuando las yemas de los patrones están hinchándose, usando material para injertar procedente del que se ha almacenado en frío; que por supuesto todavía está en reposo. En algunas plantas, como por ejemplo los cerezos es totalmente indispensable almacenar la madera de la variedad en frío.
7. Etiquetar cuidadosamente, nunca confiar en la memoria: siempre falla.

En los capítulos en los que se describe cada cultivo en particular, se señalan las características especiales de los injertos en cada uno de ellos.

Cambio de la variedad en una plantación ya establecida

Sobreinjerto mediante poda drástica

Se corta el árbol a un 1 m de altura y se dejan cuatro o cinco tocones de las ramas principales. Se utiliza un injerto de púa en cabeza para introducir una variedad que sea compatible y que se supone más conveniente. Se injerta en cada rama y en el tronco principal. Es mejor llevarlo a cabo al principio de la primavera, usando la técnica descrita anteriormente. Normalmente se hacen varios injertos en cada rama y la zona que queda expuesta se sella con pintura o con pasta para injertos.

Sobreinjerto mediante poda suave

Esta técnica consiste en hacer injertos en toda la estructura del árbol. La mayoría de las ramas laterales pequeñas se sustituyen por púas de las nuevas variedades. Con esta técnica se vuelve a

obtener cosecha rápidamente pero requiere mucho esfuerzo. Si en los siguientes ciclos se desarrollan yemas de la variedad anterior, habrá que quitarlas. Se pueden utilizar los injertos de púa, tanto lateral como de cabeza e incluso técnicas de injerto de yemas.

Sobreinjerto

En algunas zonas con climas con riesgos de daños por heladas en árboles adultos, es importante que el tronco y la base de las ramas primarias sean lo más resistente posible a las heladas, tanto el patrón como la variedad productiva. Realizando un sobreinjerto se puede formar un árbol resistente, por ejemplo haciendo un injerto de yema o de púa de la variedad resistente en el patrón y 1 ó 2 años después se sobreinjerta de nuevo mediante una poda drástica la variedad comercial deseada. Esta tarea se puede llevar a cabo en el vivero, pero la segunda operación se suele realizar en la plantación.

Aprovechamiento de las sierpes

En los frambuesos se forman sierpes en las raíces que se pueden arrancar y utilizar para multiplicación. Se pueden poner plantas dedicadas exclusivamente a la obtención de sierpes. Cada invierno se cortan hasta ras de suelo para fomentar la formación de nuevas sierpes. Para llevar a cabo una operación de este tipo siempre hay que utilizar material de alta calidad sanitaria.

Acodo de punta

Durante mucho tiempo, las zarzas se han multiplicado mediante acodos de punta, aunque ahora es más normal formarlas a partir de estaquillas de madera suave. La multiplicación por estaquillas (ver Tabla 9.1) en los dos primeros meses del ciclo reduce en gran medida la propagación del mildiu velloso y el nematodo de las hojas, especialmente si se utilizan patrones de alta calidad.

Para el acodo de punta, se ponen las plantas en camas y cuando las puntas de los brotes entran en contacto con el suelo, empiezan a formarse raíces. El espacio entre plantas madre es de 40 cm, y entre filas de 2 m. En invierno, antes del desborre, se tratan las plantas con un herbicida de contacto mezclado con un herbicida de pre-emergencia. Antes de dirigir el brote hacia el suelo, hay que quitar los 5 cm de suelo superficial en un radio de 15-20 cm. Después de colocar los brotes, se aporca esta zona con 10 cm de serrín. Hay que tener mucho cuidado con los herbicidas de pre-emergencia, para evitar que queden residuos de éstos.

Bibliografía

Hartmann, H.T. Kester, D.E. and Davies, FT. (1990) *Plant Propagation Principles and Practices.* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Lamb, J.G.D. et al. (1975) *Nursery Stock Manual.* Grower Books, London.

McDonald, B. (1986) *Practical Woody Plant Propagation for Nursery Growers.* Timber Press, Porfland, Oregon.

10
Maquinaria para cultivos frutales

William Atkinson y John Dunn

Introducción

Hay una amplia variedad de maquinaria que puede utilizarse en fruticultura. Cada año surgen nuevas máquinas en el mercado, algunas novedosas y otras más clásicas o ya conocidas, con un aspecto renovado. Esto significa que ningún libro puede dedicar un único capítulo, a cubrir de forma completa las características, variaciones e innovaciones en el campo de la maquinaria. Por ello, este capítulo introduce los principios de funcionamiento de la maquinaria más utilizada en fruticultura. Si se quiere conocer más detalles sobre funciones específicas, procesos de calibración, operaciones de mantenimiento y criterios de diseño, se pueden encontrar en los manuales de instrucciones específicos de cada máquina o en la bibliografía incluida al final del capítulo.

Cualquier máquina requiere un operario con un cierto grado de destreza y su rendimiento estará muy influido por la experiencia, actitud y práctica de éste. La maquinaria por sí misma no asegura una producción sin problemas. No debe asumirse la idea de que la máquina más grande o más moderna es la mejor para una plantación. Sólo después de un cuidadoso asesoramiento de los trabajos que necesitan mecanización, seguido si es posible de pruebas con la maquinaria seleccionada en las parcelas de trabajo, se puede proponer cuál es la maquinaria que mejor se adapta a la estructura de las parcelas, a partir de los modelos disponibles y de las características específicas de esta maquinaria.

Necesidades de la maquinaria

La limitación de espacio en este libro nos permite abordar solamente el estudio de las máquinas grandes, sin tener en cuenta las utilizadas en las naves de envasado. Hay muchas otras herramientas, como por ejemplo las sierras y tijeras de poda manuales, las escaleras, las motosierras y las palas que no se han podido mencionar. En la Tabla 10.1 hay un listado de los principales elementos necesarios en las fases iniciales de desarrollo. También serán necesarias algunas herramientas de taller.

En la Tabla 10.2 se enumeran herramientas que muy probablemente se necesitarán para la recolección de la primera cosecha significativa. Existen variaciones según los frutales, por lo que la Tabla tiene un carácter orientativo.

Uso de empresas de servicios agrarios

Muchas de las operaciones que hay que realizar durante las primeras fases de preparación de cualquier terreno son poco frecuentes. Entre estas actividades se incluye el laboreo, hacer drenajes, levantar barreras de protección y/o soporte

Tabla 10.1 Maquinaria necesaria para la fase inicial de establecimiento de la plantación.

Tractor	Toma de fuerza de 20-30 kW, con enganche a los tres puntos, sistema hidráulico de elevación
Remolque	Remolque grande que puede usarse tanto en la plantación como fuera de ella
Remolque suspendido	Suspendido en el enganche a los tres puntos
Fresadora (rotocultor)	Accionada por la toma de fuerza del tractor. Se puede alquilar, si no se piensa hacer laboreo en las calles en los siguientes años
Pulverizador de herbicidas	(i) Aparato de mochila de tracción manual (ii) Tracción mecánica con toma de fuerza y bomba. Lanzas manuales y a veces una pequeña barra horizontal
Pulverizador de pesticidas	Aparato de mochila de tracción manual o pequeña unidad suspendida del tractor
Segadora	Suspendida en el enganche a los tres puntos, accionada por la toma de fuerza del tractor

Tabla 10.2 Maquinaria necesaria para la recolección de la primera cosecha significativa.

Remolques	
Horquilla elevadora enganchada al tractor	Existen varios tipos de horquillas con enganche a los tres puntos. El enganche en la parte delantera del tractor es mucho más complicado y caro que en la parte trasera
Bandejas de fruta	Bandejas de fruta estandarizadas aptas para su manipulación con las horquillas elevadoras
Pulverizador de pesticidas	Se necesita una máquina con suficiente capacidad para enfrentarse con la finca en plena producción

de cultivos, hacer pozos de riego. La compra de los equipos especializados requeridos para estas tareas, a menudo no está justificada económicamente, por el poco trabajo que representa en una sola parcela. Puede ser más rentable contratar los servicios de una empresa especializada en este tipo de trabajos. Hay que reconocer también que poseer y manejar maquinaria especializada requiere experiencia y pericia. Estas empresas de servicios suelen tener más horas de experiencia que la mayoría de los principiantes. Por esta razón debe considerarse seriamente contratar los servicios de una empresa externa especializada para aquellos trabajos durante el establecimiento y también más adelante durante el funcionamiento de la plantación.

Sin embargo hay algunos puntos importantes a considerar a la hora de contratar los servicios de una empresa especializada en instalaciones u obras de carácter agrícola. Deben tenerse en cuenta antes de contratar aleatoriamente cualquier empresa que aparezca en las páginas amarillas o es un anuncio en la prensa local.

1. El gerente de la explotación debe tener una idea clara de los trabajos a realizar y si es posible hacer una estimación de áreas, volúmenes, o tiempo necesario, como base para poder contrastar las facturas del contratista.
2. Para trabajos especializados, el gerente debe buscar referencias de lugares donde el contratista haya trabajado anteriormente y conocer el grado de satisfacción de antiguos clientes.
3. Hay que pedir por lo menos dos presupuestos. Si los trabajos tienen un alto grado de complicación, es conveniente hacer una lista indicando los trabajos requeridos y las mediciones detalladas como base para negociar, antes que intentar recordar conversaciones telefónicas. Se debe tener a mano un duplicado o copia del presupuesto. El presupuesto también debe indicar precios, información de duración de los trabajos y fecha de inicio, ya que es una información básica para el proyecto. Un gerente tiene poca influencia sobre las actuaciones del contratista y esto le puede preocupar o frustrar si espera ser tratado como el único cliente del contratista.
4. Se deben dar instrucciones claras al contratista y sus operarios, una vez que se inicien los trabajos y se disponga de la maquinaria apropiada. No pueden estar leyendo los pensamientos del gerente.

5. Deben realizarse controles y visitas a las obras para asegurarse de que se están llevando a cabo según lo esperado. El día que se inician las obras no puede ser un día de descanso del gerente o el día que va a la ciudad aprovechando que hay otras personas trabajando en la finca.
6. Es necesario prestar mucha atención a la limpieza de la maquinaria del contratista a su llegada a los terrenos de la finca. Malas hierbas o enfermedades indeseables, como por ejemplo la filoxera en la vid, son fácilmente transportadas desde una plantación a otra en las rejas del cultivador o en los arados topo. Sobre todo en zonas de reciente desarrollo, no se conoce la sensibilidad de algunos frutales a los tratamientos hormonales. Cualquier pulverización de herbicidas debe realizarse con maquinaria perfectamente limpia de residuos de anteriores tratamientos hormonales.

Tractores

El componente mecánico principal de la mayoría de los sistemas de mecanización de las plantaciones de frutales es el tractor agrícola. Esta fuente móvil de energía puede fácilmente ser usada para transportar y/o hacer funcionar muchas máquinas, de esta forma se evita que cada máquina tenga su propio motor.

Las características de los tractores agrícolas más valoradas por los agricultores son:

- Su robustez y fiabilidad, particularmente en los tractores diesel.
- Su capacidad de trabajo en condiciones difíciles de tracción desde suelos embarrados hasta suelos arenosos secos.
- La facilidad con la que cogen y transportan cargas o maquinaria enganchada.
- Su maniobrabilidad.
- Permite al operario ver en todo momento dónde está la maquinaria y que está haciendo.

El enganche a los tres puntos y la toma de fuerza (ver Fig. 10.1)

Para poder enganchar a los tractores la multitud de maquinaria disponible, fabricados por diferentes empresas en diferentes países, se han establecido una serie de características estándar en el ámbito mundial. Las más importantes para los fruticultores son:

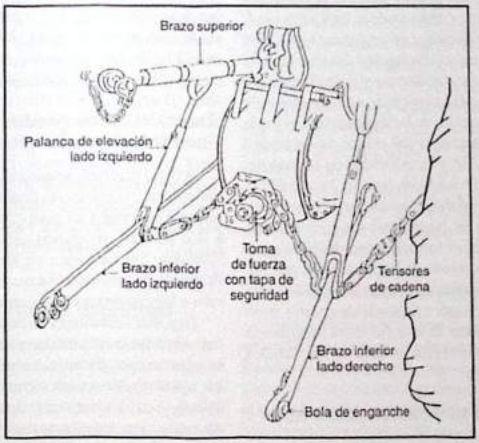


Figura 10.1 Vista de la parte trasera de un tractor estándar con un enganche a los tres puntos y con la toma de fuerza.

1. Los tamaños de las partes del sistema de enganche a los tres puntos
2. La salida de fuerza externa, conocida como Toma de Fuerza (TDF)

Cuando se adquiere un tractor, es importante asegurarse que el sistema de enganche a los tres puntos es de un tamaño estándar, para que enganche con toda la maquinaria estándar, propia o prestada. Los tamaños estándar del enganche a los tres puntos se clasifican como categoría I y categoría II, aunque hay otras pero no se usan normalmente en fruticultura. De forma práctica, estas categorías se refieren al tamaño de los agujeros en las bolas del final de las barras de enganche del tractor y sus correspondientes barras en los aperos por las que se enganchan al tractor. El diámetro de los agujeros de la Categoría I es de 22 mm y el de la categoría II es de 28 mm. La maquinaria enganchada y transportada con el enganche a los tres puntos se llama maquinaria suspendida. La maquinaria con ruedas propias remolcadas por el tractor, se llama maquinaria arrastrada.

Es importante que la toma de fuerza tenga un tamaño estándar; normalmente un tractor de tamaño medio o pequeño tiene una toma con seis dientes, diseñada para girar a 540 revoluciones por minuto (rpm) a una determinada velocidad del motor. Para indicar esta velocidad, el tractor debe disponer de un cuenta revoluciones, a veces llamado tacómetro. En tractores de segunda mano, el tacómetro a menudo está estropeado. Es vital conseguir que funcione de nuevo. Para muchas de las operaciones hay que saber las revoluciones del motor, la velocidad de giro de la TDF y la velocidad de avance del tractor. Intentar adivinar cuál es la velocidad óptima es poco fiable y puede tener como consecuencia que se hagan mal las operaciones, como por ejemplo fumigaciones defectuosas o reparaciones costosas de la maquinaria por llevarla a velocidades incorrectas. El éxito de una plantación de frutales depende de prestar atención a los detalles. El manejo de la maquinaria a la velocidad correcta es uno de los detalles más importantes.

Medida de la potencia del tractor

Los tractores que se usan en fruticultura pueden desarrollar potencias en la Toma de Fuerza en un rango de 10 a 50 kW (1 kW = 1,34 CV). Pueden surgir confusiones cuando se habla de la potencia del motor, que siempre es mayor a la potencia disponible en la toma de fuerza. Hay que conocer la potencia en la TDF, para saber si el tractor será capaz de mover la otra máquina. Para manejar una máquina accionada por la TDF en parcelas con lomas y pendientes, el tractor debe tener suficiente potencia para impulsarse a sí mismo y a la máquina cuando están cuesta arriba y además suministrar suficiente potencia a la TDF para accionar la máquina.

Modelos especiales para cultivos frutales

Aunque a menudo se usan los tractores clásicos, los fabricantes disponen de una amplia gama de tractores para viñedos y frutales de pequeño tamaño, adaptados a las condiciones y necesidades específicas de estos cultivos (Fig. 10.2).

Todos los tractores tienen guardabarros y protectores que reducen los daños a las plantas por las grandes marcas que dejan sus ruedas.

También hay disponibles tractores de cadenas incluso para viñedos. En tierras escalonadas o aterrazadas, la tracción extra de los tractores de cadenas tiene ventajas, pero en comparación con los tractores de ruedas, son mucho más caros, necesitan mayor mantenimiento y son menos versátiles. El aumento de la disponibilidad de numerosos prototipos de tractores de cuatro ruedas ha hecho que los tractores de cadenas sean menos atractivos para muchas fincas.

Tracción a dos ruedas comparada con tracción a las cuatro ruedas

A nivel practico, se puede demostrar que un tractor con tracción a las cuatro ruedas es ligeramente superior a su equivalente con tracción a dos ruedas, si ambos están propiamente lastrados. Sin embargo, en términos generales de gastos de funcionamiento, el tractor de tracción a las cuatro ruedas es más caro.

Hay dos situaciones donde los tractores de tracción a las cuatro ruedas están recomendados en plantaciones frutales. La primera es cuando los frutales están en un terreno alomado o con colinas. Aquí, los tractores con tracción a las cuatro ruedas tienen mejor agarre y controlan mejor la dirección cuando suben las colinas. La segunda es si se van a usar aperos frontales, muy pesados, como por ejemplo una pala cargadora o un

Figura 10.2 Tractores de viñedo y frutales. A la izquierda se ve un tractor estándar de frutales y a la derecha un modelo con tracción a las cuatro ruedas más pequeño, para plantaciones más densas. Tractores como el del medio, muy potentes y con tracción a las cuatro ruedas son cada vez más populares en todo el mundo.

brazo mecánico. Las ruedas delanteras, más grandes en un tractor con tracción a las cuatro ruedas, tienen mejor capacidad de carga y transporte y proveen de tracción adicional.

Lastrado de tractores

La fuerza que un tractor en particular desarrolla, depende en gran medida de la carga de sus ruedas. Cuando usamos máquinas accionadas, la carga en las ruedas puede variarse usando adecuadamente sistemas hidráulicos. Cuando usamos máquinas arrastradas o en las que se necesita poner una carga extra, se puede «lastrar» el tractor. La forma más barata de lastrado consiste en añadir líquido a las ruedas delanteras y traseras, pero no es fácil de ajustar. También existen lastres de hierro desmontables, que permiten un fácil ajuste del lastrado. Los vendedores de tractores y los asesores técnicos nos pueden indicar cómo realizar un correcto lastrado.

Estructuras de seguridad

Las investigaciones detalladas sobre los accidentes en tractores muestran que mucha gente muere en lo que se consideran condiciones sin riesgo o de seguridad. La velocidad, los desniveles, la juventud o la inexperiencia no son necesariamente los requisitos para un desenlace fatal. Muchas muertes se producen cuando el tractor vuelca sobre un lateral o por golpes frontales y traseros. Esto puede ocurrir, por ejemplo, en un lugar llano, en carreteras rectas bordeadas con una zanja o acequia. En la mayoría de los casos de vuelco o golpe, se ha demostrado claramente que las estructuras de seguridad homologadas han evitado muertes y lesiones graves.

Cualquier maniobra con un tractor implica un riesgo de vuelco. En algunos países, los requerimientos legales para la homologación de las estructuras de seguridad excluyen algunas de las operaciones en frutales. Sin embargo, estas excepciones no deben ser vistas como una forma oficial de decir que los trabajos con tractores en frutales son seguros. Aún así, existen operaciones donde las estructuras de seguridad son incompatibles, como por ejemplo cultivos en espaldera.

Siempre que se puede po ,r alguna estructura de seguridad, se debe inc ,ir. Por ahorrarse un poco de dinero, no merece la pena poner en peligro vidas humanas.

Adquisición de un tractor

En resumen, es necesario comprar un tractor con suficiente potencia en la toma de fuerza para las labores que se quieren realizar (ver Tabla 10.1). Debe tener un enganche estándar a los tres puntos, una toma de fuerza estándar y un cuentarrevoluciones o tacómetro. Se puede elegir entre un modelo estándar o un modelo especial, con o sin guardabarros, de tracción a dos o a las cuatro ruedas, con o sin cabina de seguridad.

También hay que analizar cuidadosamente la facilidad de las operaciones de conducción, visibilidad y control de elementos externos.

Teniendo en cuenta estas condiciones, se debe mirar la gama de tractores disponibles en vendedores a una distancia razonable de la plantación. Aparte de durante su fabricación, los tractores necesitan que se les preste atención, aunque no sea para grandes reparaciones, por lo menos para el mantenimiento normal. Si las piezas de recambio necesarias y los servicios especializados de reparación no están disponibles con facilidad, tal vez no puedan completarse a tiempo trabajos básicos y vitales en la plantación, y cualquier ahorro en el precio de venta inicial se convierte en pérdidas en el futuro.

Maquinaria para el laboreo

El objetivo principal del laboreo es matar y enterrar las malas hierbas o restos de cultivos anteriores. Se puede necesitar hacer más laboreo para que el tamaño de las partículas del suelo sea el adecuado para el establecimiento de la plantación del siguiente cultivo o para incorporar fertilizantes o herbicidas. En algunos cultivos frutales en particular, se puede necesitar hacer un laboreo profundo.

Tradicionalmente se usan los arados, los cultivadores y las gradas de discos de diferentes tamaños y combinaciones en la preparación del suelo para la siembra de cultivos anuales. Pero en la mayoría de los cultivos frutales, el laboreo no es una operación anual. Normalmente sólo se necesita preparar el suelo durante la fase de establecimiento de la plantación y la mayoría de las veces se hace con una fresadora.

Fresadoras (rotocultores)

La fresadora es un apero accionado que se engancha a los tres puntos. Consiste en un eje horizontal en el que están enganchadas de forma rígida las cuchillas. Todo esto está cubierto por un carenado metálico. Esta cubierta tiene en la parte trasera una tapa que sirve para regular el grado de pulverización. El rotor gira en la misma dirección que las ruedas del tractor. El giro del rotor corta bloques de tierra impulsándolos hacia atrás y hacia arriba.

Dependiendo de la posición de la tapa, los terrones golpean más o menos contra ésta y son pulverizados o desmenuzados.

Las necesidades de potencia en la toma de fuerza deben estar comprendidas entre 15-25 kW por metro de anchura de la máquina. Los vendedores de maquinaria deben aconsejar en la elección del tamaño adecuado del apero para el tractor que se dispone. Normalmente la anchura de trabajo es de 0,8 metros o más. Este tipo de maquinaria es muy versátil, de ahí su gran popularidad.

Ventajas de una fresadora

1. Robustez
2. Maniobrabilidad
3. Versatilidad
   - Funcionan bajo un amplio rango de condiciones y tipos de suelos
   - Deshacen suelos inalterados en partículas de diversos tamaños desde pulverización fina a desmenuzamiento en tamaño de partícula más grueso
   - Incorpora eficazmente los residuos de cultivos anteriores, malas hierbas y fertilizantes
   - Se puede regular la profundidad de trabajo
   - Se puede controlar desde el tractor para trabajar cerca o bajo las plantas cultivadas.

Regulaciones de la fresadora y pulverización del suelo

Para conseguir una pulverización fina hay que combinar las regulaciones del tractor y de la máquina. En la Tabla 10.3 y en la Figura 10.3 se enumeran estas combinaciones.

Tabla 10.3 Ajustes y regulaciones de la fresadora. Resultados obtenidos en las condiciones del suelo.

	Condiciones de suelo deseadas	
Ajustes	*Tamaño grueso Grandes bloques*	*Tamaño fino Partículas pequeñas*
Velocidad de avance del tractor	Avance rápido	Avance lento
Posición ajustable de la tapa trasera	Levantada	Bajada
Velocidad del rotor	Giro lento	Giro rápido

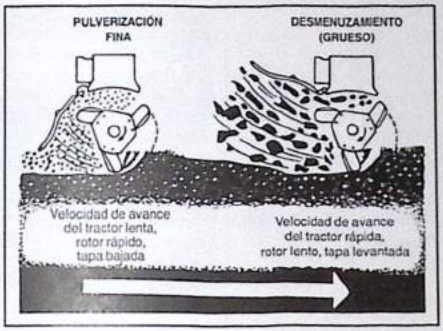


Figura 10.3 Regulaciones de una fresadora.

Cuando se usa la fresadora para la preparación del terreno se puede llegar a abusar de los suelos. Un laboreo excesivo puede dañar la estructura del suelo y en algunos casos iniciar procesos erosivos.

La toma de fuerza debe utilizarse según las recomendaciones de velocidad del fabricante sin tener en cuenta la velocidad de avance del tractor sobre el terreno.

Mantenimiento de la fresadora

Debido a las duras condiciones de trabajo, es esencial un mantenimiento periódico si se quiere alargar la vida útil de la máquina. Esto incluye:

- Engrasado diario
- Control estricto de tuercas y tornillos
- Chequeo de las juntas y componentes de la máquina.

Laboreo de profundidad: Subsolador

Roturación

En algunas zonas hay capas duras, de forma natural o antrópicas a distintas profundidades, pero sin sobrepasar normalmente los 300 mm. Los pases de subsolador están destinados a romper suelas de labor superficiales. En los terrenos que necesitan esta operación, debe realizarse antes de establecer la plantación. En suelos donde se sabe que hay costras duras, no es aconsejable establecer plantaciones de cultivos permanentes. Para las labores con subsolador, se necesita mucha potencia y por lo tanto hay que utilizar tractores grandes. Un subsolador (ver Fig. 10.4) tiene que penetrar al menos 450 mm e incluso más. La potencia requerida aumenta rápidamente a medida que profundizamos más. La profundidad de trabajo debe medirse mientras se está llevando a cabo el trabajo. Algunos escarificadores en tractores de cadenas a menudo tienen profundidades reales de trabajo menores de 300 mm.

Corte de raíces

El laboreo de profundidad también se recomienda para cortar las raíces de barreras vegetales y setos, cada 2-3 años. Un subsolador hará el trabajo en un solo pase, si va cerca y paralelamente a la línea del seto. Si no lo hacemos, las raíces que se expanden desde el borde de los setos compiten seriamente con los cultivos por los nutrientes y el agua.

Drenajes

En terrenos donde los suelos por debajo de la profundidad de cultivo están pobremente drenados, los responsables deben considerar hacer un pase de subsolador y a la vez instalar drenajes en esos puntos. Si no hay drenajes de fondo, las lluvias en suelos subsolados percolan

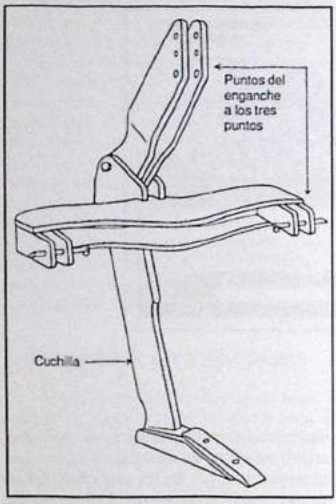


Figura 10.4 Subsolador.

Los fertilizantes orgánicos pueden aplicarse en suelos desnudos usando distribuidores de estiércol. Una vez que el cultivo está establecido, el acceso de esta maquinaria es a menudo imposible y su mecanismo de distribución, el cual implica un lanzamiento del abono de forma indiscriminada en el aire, es poco deseable. La alternativa de la distribución manual es inviable económicamente y desagradable.

Por esta razón muchos cultivos, son abonados con fertilizantes inorgánicos, para lo que existe una amplia gama de máquinas. Dichas máquinas normalmente van enganchadas al tractor y alimentadas por la toma de fuerza. Los dos mecanismos de distribución más habituales son el centrífugo de disco y el de tubo pendular. Ambos proyectan el fertilizante horizontalmente (ver las Figs. 10.5 y 10.6).

La anchura útil de trabajo de estas máquinas puede variarse con los elementos de regulación de la máquina, pero también depende de la densidad y tamaño de partícula del fertilizante distribuido. Para aplicaciones precisas, la abonadora debe ser calibrada para cada tipo de fertilizante, antes de empezar su aplicación en el terreno.

rápidamente hasta la profundidad de laboreo y el agua se acumula, ya que no tiene salida. Entonces los terrenos se saturan. La planificación e instalación de drenajes requiere un asesoramiento profesional y este libro no llega a cubrir los aspectos técnicos de los drenajes. Para su diseño específico, los lectores tienen que contactar con asesores agrícolas de la zona.

Abonadoras

Los fertilizantes utilizados en cultivos frutales pueden dividirse de forma general en dos tipos:

- Los de origen orgánico (por ejemplo abono de aves)
- Los de origen inorgánico (fertilizantes químicos)

Se pueden aplicar pequeñas cantidades de líquido o de preparados solubles de nutrientes en forma de soluciones, mediante pulverización a los cultivos o mediante fertirrigación.

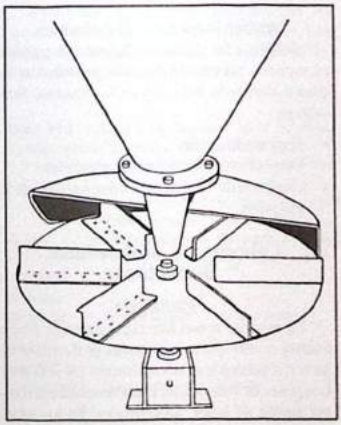


Figura 10.5 Abonadora centrífuga de disco.

Figura 10.6 Abonadora centrífuga pendular.

Abonadora centrífuga de disco

El fertilizante se introduce en el disco giratorio y es expulsado hacia fuera. La distancia de lanzamiento depende de la posición de las paletas. Por eso, hay que mantener horizontal el disco. Por esta razón, no se recomiendan las abonadoras de disco giratorio en zonas alomadas o con pendientes.

Abonadora centrífuga pendular o de tubo oscilante

El fertilizante es distribuido a través de un tubo situado en la parte posterior, que tiene un movimiento de vaivén rápido. Este mecanismo no se ve afectado por las pendientes del suelo, pero la distribución uniforme de la aplicación puede ser seriamente afectada, si el tubo está dañado. Cuando no se está usando, se debe quitar y guardar el tubo en un lugar seguro.

Usando un tubo más corto, puede limitarse la aplicación de fertilizantes a unas bandas a cada lado de la máquina. Esta opción es sobre todo muy útil en plantaciones jóvenes, donde las raíces no han cubierto completamente el suelo, y en plantaciones establecidas donde los riegos están restringidos a una banda estrecha por los micro aspersores o goteros.

Segadoras

La mayoría de las plantaciones de frutales necesitan tener una máquina para cortar la hierba y las malas hierbas. Puede utilizarse para segar en los bordes de parcela cerca de la entrada o puede ser un elemento esencial del mantenimiento de una plantación con cubierta vegetal. Excepto en zonas inaccesibles para los tractores o en parcelas muy pequeñas, las segadoras normalmente se enganchan a los tractores, alimentadas desde la toma de fuerza o desde una bomba hidráulica. La mayoría de las segadoras utilizadas por los fruticultores son de mayales que son más robustas y requieren menos mantenimiento (ver Figs. 10.7 y 10.8). Las segadoras de cuchillas, de tambor o de discos no son recomendables.

Figura 10.7 Segadora de tambor enganchada al tractor y vista de la parte inferior.

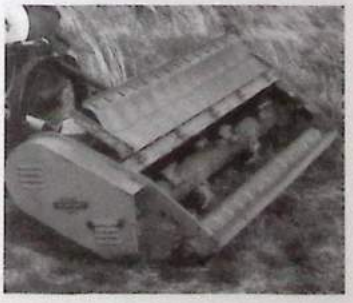


Figura 10.8 Segadora de mayales con la tapa levantada.

El proceso de corte

Ambas segadoras, las de tambor y las de mayales cortan la hierba por impacto, a altas velocidades (45-90 m s^{-1} o 160-320 km h^{-1}). Ninguna de estas máquinas necesita por tanto tener cuchillas con bordes cortantes. Para asegurarse que las cuchillas van a la velocidad correcta, la velocidad de la TDF del tractor tiene que estar en un rango acorde a las especificaciones del fabricante de la segadora, y esto se regula con el tacómetro del tractor.

Si las cuchillas van demasiado despacio no cortan bien y se puede atascar la segadora y si van demasiado rápido se puede dañar el eje de transmisión de la segadora y otros elementos de la máquina. Con las segadoras de mayales, para alcanzar una velocidad alta, hay que aumentar mucho la potencia del tractor y no se mejora de forma sustancial la eficacia del corte.

Segadoras de tambor

Estas máquinas tienen uno o más tambores de rotación horizontal, enganchados en la parte más baja del final de un eje vertical de transmisión. Muchas segadoras de tipo casero usan el mismo diseño básico. Los requerimientos de potencia están generalmente en el rango de 8-15 kW en la TDF por metro de ancho de corte. Estas segadoras son normalmente más baratas por metro de corte que las segadoras de mayales. Como medida de protección contra piedras u objetos que salgan despedidos, algunas segadoras de tambor tienen el final del eje de su toma de fuerza protegido con discos metálicos. Las cuchillas de corte giran libremente, son reemplazables y se enganchan a la circunferencia de los tambores. Por lo tanto la parte baja del tambor sirve de protección para evitar golpes y obstáculos mientras está en funcionamiento la segadora. Con este método las cuchillas se mantienen fuera del contacto con el suelo. Algunas segadoras mas pesadas pueden ser usadas como desbrozadoras.

Cuando se quiere cortar la hierba de zonas cubiertas por ramas de frutales, se puede dejar sin funcionar un lado de la segadora. Para reducir el riesgo de cortes y daños en los árboles, se han desarrollado segadoras con brazos articulados. Tienen muelles, o brazos neumáticos o hidráulicos, para retraer un brazo con un cabezal de corte independiente, una vez que un sensor ha detectado la cercanía del tronco del árbol. Pero estos sistemas son complicados y caros y en la mayoría de los casos el control de las hierbas que crecen bajo los árboles, se hace actualmente con herbicidas.

Las segadoras de tambor no son especialmente buenas para cortar hierbas de tipo más fibroso en trozos pequeños. Por lo tanto no son interesantes en parcelas en las que hay que cortar los restos de poda y dejarlos de mulching.

Con las segadoras de tambor hay un verdadero peligro por el riesgo de proyección de materiales. Estos pueden salir en cualquier dirección

Segadoras de mayales

Estas máquinas tienen un eje horizontal a lo largo de todo el ancho de corte. Articuladas a éste, hay unas cuchillas pivotantes que se doblan hacia dentro cuando encuentran un obstáculo. El eje de transmisión en estas segadoras gira en sentido contrario a las ruedas del tractor. Las cuchillas se desplazan hacia arriba y hacia abajo en la vegetación, por ello cortan la hierba y la lanzan hacia la parte de arriba del eje y sale fuera por la parte trasera de la máquina. Cualquier otro material, como por ejemplo restos de poda, al pasar por la máquina son troceados varias veces por las diferentes cuchillas y son reducidos a pequeños trozos válidos para dejarlos en el suelo como mulching.

La potencia necesaria en esta segadora es del orden de 25 kW m^{-1} (por m de anchura de corte), considerablemente más alta que en una segadora de tambor. Estos altos requerimientos de potencia se deben al movimiento rápido de los mayales.

Es importante que estas máquinas no funcionen a velocidades más altas de las recomendadas por el fabricante, ya que necesitarán más potencia y no se observará ninguna mejora en el proceso.

El material cortado es conducido por los mayales en un arco vertical, que se puede fácilmente dirigir hacia abajo con estructuras metálicas en la parte trasera de la máquina. De esta forma se reduce el riesgo de que el material sea expulsado como un proyectil. Aunque no son completamente seguras, se prefieren las segadoras de mayales a las de tambor, sobre todo cuando es probable que haya gente en los bordes de la parcela.

Todas las segadoras son peligrosas por sí mismas. Para llevar a cabo la operación de forma segura, hay que seguir las siguientes recomendaciones:

- No hacer ajustes o intentar limpiar cualquier obstrucción en la segadora hasta que la TDF esté desenganchada, el motor parado y las cuchillas hayan dejado de moverse.
- Asegurarse de que tal y como se ha diseñado el embrague patine cuando la máquina encuentre un obstáculo grande.

Maquinaria de pulverización

La pulverización es la aplicación de un producto químico sobre el suelo y las plantas. Normalmente se mezcla el producto en un elemento base, que habitualmente es agua. Este líquido pulverizado es lanzado en el área de trabajo en forma de pequeñas gotas por una máquina pulverizadora. La cobertura depende en gran medida de la elección y funcionamiento del pulverizador.

Pulverizadores de productos químicos

La mayoría de los productos químicos aplicados de forma de pulverizada pueden clasificarse en dos grupos:

- *Grupo 1, herbicidas* para matar malas hierbas y plantas no deseadas.
- *Grupo 2, fungicidas e insecticidas* para el control de plagas y enfermedades

No hay que caer en la tentación de querer ahorrar dinero teniendo un solo equipo para aplicar productos químicos de ambos grupos. No se debe menospreciar el peligro de aplicar de forma accidental herbicidas que hayan quedado en el equipo como restos, de aplicaciones anteriores. Los pulverizadores deben limpiarse, etiquetarse y nunca utilizarse para la aplicación de varios productos distintos.

Los nutrientes y los reguladores de crecimiento también deben aplicarse mediante pulverización. Estos productos no deben aplicarse con un pulverizador de herbicidas.

Hay que tener en cuenta que muchos productos químicos son muy tóxicos para el hombre y deben guardarse bajo llave, preferiblemente en un almacén diferente. Siempre que se haga una pulverización hay que llevar equipos de protección, los más apropiados para la clase de producto químico que se esté aplicando.

Modos de acción de los productos químicos

También se pueden clasificar los productos químicos pulverizados en función de su modo de acción como de contacto o como sistémicos. Esto tiene una influencia importante sobre el método elegido para su aplicación.

Los productos de contacto sólo son efectivos si el producto químico y la plaga objetivo están en contacto directo. Por lo tanto es necesario hacer una cobertura completa y total de la planta.

Por el contrario, un producto sistémico es capaz de introducirse en la savia de la planta y distribuirse por toda ésta. Por lo tanto basta con aplicar en parte de la zona superficial de la planta. Una cobertura completa, aunque no es perjudicial, no mejorara el resultado.

Formulaciones químicas

Los productos químicos también se pueden clasificar por sus propiedades físicas. La siguiente lista de tipos de productos abarca las formulaciones más comunes:

- *Concentrados acuosos*. Los concentrados acuosos son soluciones concentradas del producto con una base de agua.
- *Concentrados emulsionantes*. Son líquidos aceitosos que se dispersan uniformemente en el agua.
- *Floculantes*. Consiste en una fina mezcla de partículas sólidas en un líquido formando una suspensión estable.
- *Polvos mojables*. Son polvos secos del producto químico que se disuelven en agua. Para asegurar una distribución uniforme de este tipo de producto es necesario que esté siempre bien mezclado. Esto se consigue mediante el agitador del pulverizador.

Las propiedades físicas de los concentrados químicos tienen una gran influencia en la mezcla y la consiguiente agitación que cada producto requiere.

Siempre leer cuidadosamente las etiquetas antes de usar cualquier material para pulverización.

Dosis de tratamiento

En la Tabla 10.4 se dan las dosis de tratamiento más habituales en litros por hectárea (L ha^{-1}).

Cada una de estas técnicas tiene ventajas y desventajas. Ninguna técnica realiza toda las pulverizaciones con la misma calidad. Hay que tener en cuenta la densidad de la vegetación, la forma y el tamaño de las plantas a tratar y el tipo de producto químico.

Pulverizaciones de gran volumen

Se consigue una cobertura total de las plantas a tratar y se observa un goteo de pequeñas gotas. Los volúmenes de pulverización son grandes, con cada tanque se cubre menos área que si se utilizan técnicas de bajo volumen. Esto significa que hay que rellenar los tanques con mayor frecuencia.

Pulverizaciones de bajo volumen

No siempre se necesita una cobertura total para un control rentable. Suele ser adecuado pulverizar bajos volúmenes o pulverizaciones concentradas. Las pérdidas serán muy pequeñas, luego se malgastará menos producto. El operario tiene que ser más cuidadoso calibrando la máquina, midiendo la cantidad de producto y conduciendo que cuando se trabaja con grandes volúmenes. Las gotas más pequeñas del pulverizado pueden causar problemas en terrenos adyacentes por la deriva de las mismas. Con las técnicas de bajo volumen los árboles densos o altos como los cítricos, o aquéllos con cortezas poco permeables como el kiwi, no son protegidos eficazmente por este método contra algunas plagas y enfermedades. Para muchos otros cultivos, ambas técnicas pueden usarse alternativamente dependiendo del momento y del problema que queremos controlar.

Tabla 10.4 Volúmenes de pulverización.

	Para aplicar a:	
	Plantas de crecimiento lento	*Árboles y cepas*
Alto volumen	Más de 600 L ha^{-1}	Más de 1.000 L ha^{-1}
Bajo volumen	50-200 L ha^{-1}	200-500 L ha^{-1}
Ultra bajo volumen	Menos de 5 L ha^{-1}	Menos de 50 L ha^{-1}

Las pulverizaciones de ultra bajo volumen

Los sistemas de pulverización de ultra bajo volumen dependen de la formación de gotas, que deben ser en la medida de lo posible todas del mismo tamaño. Se necesita habilidad en el manejo y operación para asegurar la eficacia de este sistema.

La formación de las gotas de pulverización

Las gotas se forman:

1. Forzando el paso del líquido a través de un agujero pequeño de una boquilla sometida a una presión entre media y alta, produciéndose una atomización hidráulica (ver Figs. desde 10.9 a 10.11).
2. Introduciendo líquido a baja presión en una corriente de aire a gran velocidad, produciendo una atomización neumática.
3. Introduciendo un líquido a baja presión en un pulverizador centrífugo desde el que la fuerza centrífuga expulsa el líquido hacia fuera. Estos pulverizadores centrífugos son la base de muchos equipos pulverizadores.

La *atomización hidráulica* por toberas es el método más habitual de formación de gotas, y produce una gama amplia de tamaños de gota. Las gotas grandes tienden a ser proyectadas más lejos, a ser menos desviadas por el viento y se evaporan más lentamente que las pequeñas. Sin embargo las gotas más pequeñas dan una cobertura más efectiva. La proporción de gotas pequeñas que se forma depende de la presión de entrada del líquido en la tobera.

La *atomización neumática* se emplea habitualmente en equipos nebulizadores o atomizadores de mochila. El tamaño de las gotas es pequeño, y por lo tanto la deriva puede ser un

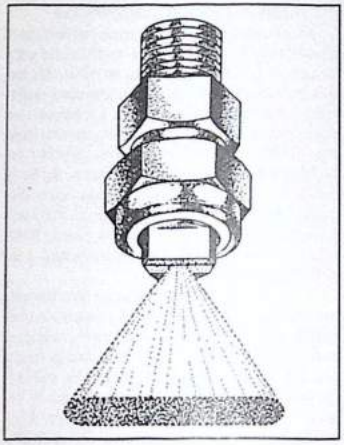


Figura 10.9 Boquilla de pulverización de ranura o chorro plano.

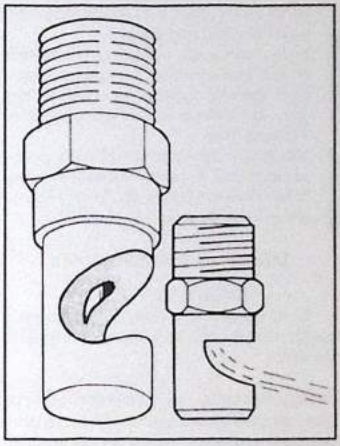


Figura 10.11 Boquilla de pulverización de espejo.

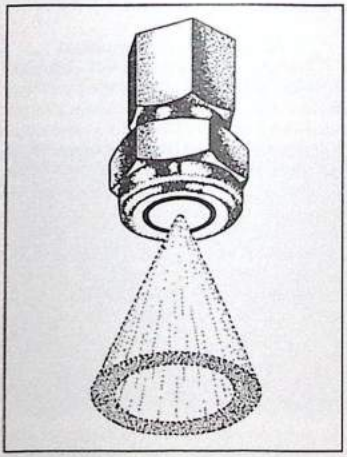


Figura 10.10 Boquilla de pulverización de turbulencia o chorro cónico.

problema grave. Se introduce el líquido a baja presión en la corriente de aire a alta velocidad, sin pasar a través de una boquilla. Estos nebulizadores son muy diferentes de los pulverizadores neumáticos de los que se habla más adelante.

Los pulverizadores centrífugos son unos equipos de formación de gotas relativamente nuevos. Normalmente son sistemas de ultra bajo volumen. El rango de tamaño de gota es más estrecho y se necesita menos producto para la formación de las gotas que con otros métodos. Los pulverizadores centrífugos disponibles actualmente son más complejos y caros que las toberas hidráulicas convencionales.

Hay varios puntos importantes sobre el manejo de los pulverizadores:

- La mayoría de los vientos provocarán la deriva de los productos poniendo en peligro los cultivos, las personas y los animales cercanos. Los operarios tienen que estar atentos a esto. Sin embargo en algunas ocasiones, una suave brisa en la dirección adecuada

puede aprovecharse para transportar las gotas en una dirección segura.

No se recomienda trabajar en condiciones de muy baja humedad. Las gotas se evaporarán antes de alcanzar sus objetivos. Hay que evitar trabajar en días secos, calurosos y al mediodía.

Tampoco es aconsejable trabajar a presiones más altas de las recomendadas porque se incrementa el peligro de deriva y de evaporación de las gotas más pequeñas.

Máquinas pulverizadoras

Aparatos de mochila

Estos equipos se utilizan habitualmente y pueden ser de tracción manual o de tracción mecánica.

TRACCIÓN MANUAL. Estas unidades forman las gotas por una atomización hidráulica y funcionan a bajas presiones. Se forman una gran proporción de gotas grandes, por lo que los problemas de deriva deberían ser mínimos. Sin embargo cuando se aplican herbicidas cerca de cultivos sensibles, como por ejemplo barreras de protección cuando son jóvenes, se debe poner una cubierta protectora en la punta de la lanza y mantener las presiones lo más bajas posibles. Normalmente las mochilas de tracción manual se utilizan para pulverizaciones de alto volumen. Hay diferentes marcas con una amplia gama de boquillas disponibles. La capacidad de los tanques varía normalmente entre 15 y 20 litros, por lo que hay que rellenarlos frecuentemente y el área cubierta por hora es pequeña. Una operación prolongada puede llegar a ser muy cansada.

TRACCIÓN MECÁNICA. La mayoría de las mochilas con tracción mecánica forman las gotas mediante atomización neumática y las gotas que se forman son pequeñas, por lo que el riesgo de deriva es considerable. No se debe usar este tipo de equipos para la aplicación de herbicidas en cultivos frutales, pero son muy útiles para pulverizaciones de bajo volumen de fungicidas e insecticidas. Sin embargo la capacidad de los tanques es más pequeña, por lo que estas máquinas se adaptan mejor a plantaciones jóvenes de pequeños frutales de baya.

Pulverizadores suspendidos

En muchas situaciones se usan pulverizadores suspendidos con boquillas hidráulicas para formar las gotas. Por ejemplo tenemos las barras horizontales de pulverización para malas hierbas y cultivos de baja altura, las barras verticales para la pulverización de frutales en baya en espalderas, y el de barra fija para árboles, arbustos y viñedos. Los pulverizadores de barra fija tienen boquillas hidráulicas especiales dispuestas en un arco, para proyectar el producto pulverizado hacia arriba y hacia fuera. Estas máquinas son una alternativa más barata a las pulverizadoras neumáticas.

En la Figura 10.12 se pueden ver los elementos principales de un pulverizador con boquillas hidráulicas. Estas máquinas se manejan normalmente desde un tractor con toma de fuerza y se pueden suspender o arrastrar. Los pulverizadores de herbicidas normalmente tienen boquillas de chorro plano o de espejo (ver Figs. 10.9 y 10.11). A bajas presiones (70-300 kPa, 10-44 psi) para las que están diseñadas, el número de gotas finas que pueden causar problemas de deriva es pequeño. Las boquillas de chorro cónico (ver Fig. 10.10) son más apropiadas para pulverizadores de fungicidas e insecticidas. Éstas operan en rangos de presiones de 300-2.500 kPa (40-350 psi).

Pulverizadores neumáticos

Los pulverizadores neumáticos están especialmente diseñados para trabajar en cultivos hortícolas. Tienen elementos similares a los pulverizadores de barra fija, pero añadiendo un ventilador que desvía grandes volúmenes de aire cuando pasan por las toberas (ver Fig. 10.13). Estas toberas son las que forman las gotas, que a su vez son expulsadas por la corriente de aire del ventilador hasta el cultivo.

El caudal del ventilador no debe ser menor de 850 $m^3 min^{-1}$ y la velocidad de salida del aire debe ser del orden de 35 $m s^{-1}$. Los pulverizadores neumáticos requieren grandes potencias, de 20-35 kW, debido a las grandes demandas del ventilador.

Para que la pulverización neumática sea efectiva debe cumplir dos condiciones:

1. Debe renovar todo el aire dentro del árbol con el aire del pulverizador. Para esto, el pulverizador no debe desplazarse demasiado rápido.

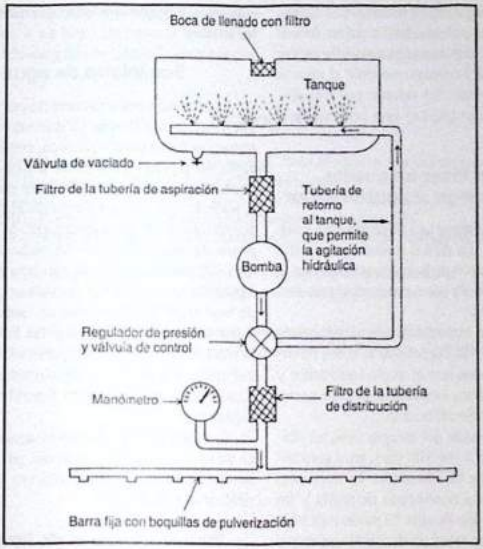


Figura 10.12 Elementos básicos de un pulverizador hidráulico.

2. El líquido pulverizado debe ser inyectado en la corriente de aire, para que las gotas se depositen uniformemente en el árbol. Para conseguir esto, deben colocarse las toberas más apropiadas.

Figura 10.13 Pulverizador neumático arrastrado, en funcionamiento. El ventilador dirige grandes volúmenes de aire con producto pulverizado al cultivo.

Bombas

En general, las barras de pulverización para herbicidas necesitan bombas de baja presión. Las bombas de bajas revoluciones, de paletas o de rodillos son las más adecuadas. Las altas presiones necesarias en las boquillas de chorro cónico implican la utilización de bombas de pistón-membrana o de pistón en estos pulverizadores. La potencia requerida en la toma de fuerza es normalmente menor a 10 kW. Las bombas deben ser seleccionadas para que desarrollen las presiones adecuadas a los caudales requeridos.

Actualmente muchos pulverizadores en tractores tienen una tubería de retorno desde la bomba al tanque para producir una agitación de la mezcla a pulverizar. Es un método sim-

ple y actualmente es más usado que la agitación mecánica por paletas. Las bombas deben ser de gran potencia para asegurar que la agitación sea adecuada, haciendo retornar al menos un 10% del volumen del tanque por minuto, además del volumen que hay que suministrar a las boquillas.

Puntos a tener en cuenta a la hora de elegir un pulverizador

1. El tanque debe tener una base redonda y sin obstrucciones. Es difícil realizar adecuadamente la agitación de los polvos mojables si los tanques son de base cuadrada o con formas irregulares.
2. El tanque debe estar fabricado con materiales resistentes a la corrosión. Los dos materiales más usados son el acero inoxidable y la fibra de vidrio, también conocido como plástico de vidrio reforzado.
3. La boca de llenado del tanque tiene un diámetro superior a los 300 mm, para garantizar que se hace rápidamente. Es necesario llenarlo con una membrana de rejilla y un tapón con entrada de aire. El punto más bajo del tanque debe tener un desagüe mejor que un tapón. Hay que poner una escala graduada visible desde el asiento del tractor.
4. La potencia necesaria para el funcionamiento del pulverizador, así como para arrastrar el tanque lleno, no debe ser superior a la que el tractor es capaz de suministrar.

Calibración

Todos los pulverizadores tienen que estar calibrados periódicamente para comprobar que su dosis de aplicación es correcta. La velocidad de desgaste de las boquillas puede ser rápida, particularmente si se usan con polvos mojables. Si las boquillas están desgastadas se puede producir una pulverización excesiva. Los horticultores tienen que consultar los manuales de instrucciones para un correcto manejo de cada máquina en particular. Si no se tiene algún manual, también se puede conseguir información en la bibliografía del final del capítulo. Después de la recalibración del equipo, hay que comprobar la correcta pulverización de las gotas, particularmente en el centro y la parte superior de las plantas. Para recomendaciones químicas especiales y dosis de aplicación en plantaciones concretas, hay que consultar a asesores agrícolas locales.

Suministro de agua

Es esencial para una correcta pulverización que el agua esté limpia ya que tanto la contaminación física como química, reducen la eficacia de algunos productos a pulverizar. Se necesita un suministro abundante de agua para conseguir una rápida recarga en el llenado del pulverizador. Si la red municipal de agua o los pozos de abastecimiento no están accesibles, será útil poner un tanque elevado de almacenamiento para acumular agua de un suministro de bajo volumen. Este tanque tiene que estar cubierto y sus salidas protegidas para prevenir la entrada de polvo y otras partículas en el pulverizador. Para rellenar rápidamente el pulverizador usar una manguera flexible y de gran diámetro.

Si es posible, esta fuente de agua debe estar en un sitio céntrico de la parcela, para reducir el tiempo de desplazamiento cada vez que hay que rellenar el pulverizador.

Vertido de aguas de limpieza de pulverizadores y envases de productos químicos

La naturaleza peligrosa de los productos químicos no debe ser menospreciada. Esto nos lleva a la cuestión de cómo deshacerse con seguridad de los sobrantes de producto y de las aguas de lavado de la maquinaria. La contaminación de los suelos y de las aguas subterráneas es una probabilidad real si se echan cerca de zanjas o tanques profundos.

La técnica más segura es elegir un trozo de terreno nivelado de unos 10 m² donde echar los herbicidas y pesticidas sin miedo a afectar a cultivos o a contaminar las aguas. Para mayor seguridad este terreno debe vallarse y más o menos cada 4 años se debe cambiar de terreno.

Los envases vacíos de productos químicos deben también ser eliminados y nunca reutilizados para otros fines. Deben enjuagarse abundantemente y las aguas de lavado vertidas al trozo de terreno destinado a ello. Los cartones, las cajas y los envases de plástico deben ser quemados. Los humos que se producen pueden contener productos químicos tóxicos y no deben ser inhalados. Los envases metálicos una vez en-

juagados deben aplastarse para reducir su volumen, tirarlos a un hoyo de basuras y cubrirlos con suelo. Muchos países tienen leyes y regulaciones específicas para la gestión de residuos químicos y los fruticultores ante todo deben conocer primero su legislación local.

Bibliografía

Balls, R.C. (1985) *Horticultural Engineering Technology: Field Machinery.* Macmillan, London.

Bell, B. (1996) *Farm Machinery,* 4th edn. Farming Press, Swindon.

Bell, B. and Cousins, S. (1991) *Machinery for Horticulture.* Farming Press, Swindon.

Culpin, C. (1981) *Farm Machinery,* 10th edn. Granada Publishing, St Albans, UK.

Farmer's Weekly (1984) *Farm Workshop and Maintenance,* 3rd edn. Collins Professional and Technical Books, London.

Hawker, M.F.J. and Keenlyside, J.F (1985) *Horticultural Machinery. Longman,* London.

Kepner, R.A. and Bainer, R. (1978) *Principles of Farm Machinery,* 3rd edn. The AVI Publishing Co., Westport, Connecticut.

Lovegrove, H.T (1968) *Crop Production Equipment.* Hutchinson Educational, London.

Matthews, G.A. and Hislop, E.C. (1993) *Application Technology for Crop Protection.* CAB International, Wallingford, UK.

11
Frutales de hueso

Norman Looney y David Jackson

El término frutales de hueso se refiere a cada una de las cientos de especies frutales pertenecientes al género *Prunus*. Entre los frutales de hueso se incluyen los albaricoqueros, los cerezos, los melocotoneros, los ciruelos, los almendros y algunos híbridos interespecíficos nuevos como el plumcot. Algunos de estos cultivos están representados por varias especies, por ejemplo, los cerezos comunes (*P. avium*) y los cerezos ácidos (*P. cerasus*). Hay varias especies comerciales de ciruelos, las más importantes son los ciruelos europeos (*P. domestica*) y los ciruelos japoneses (*P. salicina*).

Excepto en las almendras y algunos albaricoques, donde lo que se consume es la semilla, la parte comestible de los frutales de hueso son los tejidos carnosos del exocarpo y el mesocarpo, que envuelven al endocarpo coriáceo (el hueso). Este hueso contiene una única semilla y si ésta aborta, casi nunca continúa el desarrollo del fruto. El término botánico empleado para describir este tipo de frutos es drupa.

Muchas especies de *Prunus* son compatibles para injertar, factor muy importante en fruticultura. Se utiliza para adaptar algunos cultivos a una gran variedad de tipos y condiciones de suelo.

Albaricoqueros

La especie de albaricoquero más difundida en el comercio internacional, *P. armeniaca*, es originaria de China y Asia Central y Occidental. Además, más o menos en el año 100 a.C. se introdujo en la zona del Mediterráneo y evolucionó el mercado de fruta fresca y de industria, muy popular en los países occidentales. Documentos históricos parecen indicar que alcanzó el norte de Europa antes del año 1.500 d.C. Los ingleses lo llamaron «abricock» o «apricock» (probablemente derivada del latín *praecoquus*, que significa frutas de maduración temprana). Se cultivaba en la cara sur de los muros o en invernaderos, e incluso después de siglos de mejora y selección, sigue sin haber variedades comerciales de albaricoqueros bien adaptadas a climas marítimos fríos.

Para ilustrar el potencial del albaricoquero, podemos considerar el papel que tiene hoy en día en algunas zonas de China. En las mesetas de loess al norte de China, uno de los lugares de origen del albaricoquero, se plantan variedades adaptadas a esas zonas en laderas con pendientes muy pronunciadas, en un sistema estable cultivos/bosque, compuesto de muchas variedades diferentes. El objetivo es controlar la erosión del suelo y proporcionar: (i) fruta para consumo en fresco, para industria, para secado o para alimentación animal, (ii) semillas para consumo en fresco o como fuente para la fabricación de aceite para cosméticos o productos alimenticios saludables y (iii) huesos y madera para calefacción.

La producción mundial se ha mantenido bastante estable durante los años 90 alrededor

de 2,0-2,5 Mt al año. Turquía con una producción media de 250.000 t por año, ha sido el primer productor mundial durante los últimos años, siendo también Pakistán, Irán, España, Italia, Francia, Marruecos y Estados Unidos importantes países productores. En 1997 había sesenta y tres países productores de albaricoques, pero casi la mitad de la producción total mundial proviene de países próximos al Mar Mediterráneo. El albaricoquero se cultiva con más éxito en zonas con veranos cálidos y secos y donde la transición de invierno a primavera es de tipo continental. Si se alcanzan temperaturas cálidas demasiado pronto en primavera, pueden provocar el desborre y aumentar la sensibilidad a las heladas primaverales.

Algunos mejoradores piensan que la gran diversidad genética de los albaricoqueros originarios de China, del norte y centro de Asia y de países como Irán, Turquía y Siria, contribuirán al desarrollo de variedades comerciales adaptadas a un mayor rango de climas. Esta teoría está respaldada por el hecho de que casi todas las variedades importantes actualmente pertenecen al «grupo europeo», uno de los cinco grupos ecofisiológicos reconocidos a *P. armeniaca*. Se cree que este grupo se ha originado como consecuencia de algunas introducciones en Europa, procedentes de Armenia y de otros países de Oriente Medio durante los últimos 2.000 años.

Muchas variedades de albaricoquero son sensibles a su entorno. Por esta razón, las regiones productoras más importantes dependen de un pequeño número de variedades adaptadas localmente. A menudo la adaptación climática es el factor primordial que determina que variedades se cultivan, aunque también se seleccionan en función de la tolerancia a las plagas y enfermedades presentes en las diferentes regiones (ver Tabla 11.1) o de los diferentes tipos de usos. Pocas variedades son aptas tanto para consumo en fresco como para industria. Además, algunos productos procesados se asocian con variedades específicas. La fruta para consumo en fresco debe tener buena apariencia, tamaño medio-grande, buen sabor, tolerancia razonable al russeting y conservar la buena calidad después de su manipulación, almacenamiento, transporte en barco y venta.

P. mume y *P. ansu*, dos especies muy cercanas al albaricoquero, también se cultivan para su consumo. Éstos se desarrollan mejor en ambientes húmedos y son especialmente importantes en China, Japón y Corea. *P. mume* fue introducido en Japón desde China hace 2000 años. *P. ansu*, albaricoquero japonés, también se cree que es originario de China.

P. mume es muy valorado por los colores blancos, rosas y rojos de sus flores en primavera. Sólo en los últimos siglos el consumo de sus frutos ha adquirido importancia. La fruta astringente no es apropiada para su consumo en fresco, pero los albaricoques secos «umi-boshi» y el licor «umi-shu» se considera que contribuyen de forma esencial a una dieta sana en el Japón actual. En Japón, la superficie cultivada de *P. mume* es de 20.000 ha. El albaricoquero japonés, localmente llamado «anzu», es un cultivo secundario que se planta junto a manzanos. Sus frutos son más grandes que los de *P. mume*, pero su alto grado de acidez hace que no sean aptos para su consumo en fresco. «Anzu» se utiliza para fabricar mermeladas y siropes.

Puntos clave

Elección del emplazamiento

Aunque los albaricoqueros toleran bastante bien las bajas temperaturas invernales, la producción comercial de albaricoques se da generalmente en zonas climáticas donde el riesgo de heladas primaverales no es muy alto y donde los veranos secos y cálidos reducen la presencia de enfermedades. Hay regiones con estas características en todos los continentes, repartidas por un amplio rango de latitudes. En las latitudes más altas, la elección del emplazamiento es especialmente importante para minimizar los daños por heladas primaverales. La elección de un terreno con pendiente y con una buena aireación reduce el riesgo de daños por helada. El desborre de las yemas en primavera se retrasa en las parcelas orientadas al norte (en el hemisferio norte) o cuando se encuentran junto a grandes volúmenes de agua.

A bajas latitudes, la falta de horas frío puede ser una limitación. En estos casos, las zonas a mayor altitud pueden ser mejores. El albaricoquero prefiere los suelos margo-limosos o arenosos, profundos y con buena aireación, aunque si se elige cuidadosamente el patrón, se puede obtener una buena productividad en suelos pesados y húmedos.

Tabla 11.1 Albaricoqueros.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombres comunes Albaricoquero, albaricoquero «mume», albaricoquero japonés («anzu»)	*Necesidades de temperatura* Fruto de zona templada. Prefiere el clima mediterráneo o continental.	*Multiplicación* Por injerto de yema a finales de verano. La mayoría de los patrones son francos.
Nombre botánico *Prunus armeniaca*	*Tolerancia a heladas* Son un problema porque la floración es temprana. Se producirán daños en las yemas turgentes a –4°C, daños en las flores a –2°C y en los frutos pequeños a –1°C.	*Patrones* Normalmente se emplean patrones francos de albaricoquero o melocotonero. En suelos encharcados y pesados se recomienda el ciruelo mirobolán.
Nombre botánico de especies relacionadas *Prunus mume P. ansu* (albaricoquero japonés)	*Resistencia a las bajas temperaturas* Las yemas florales en estado de latencia pueden soportar temperaturas de hasta –25°C y las yemas vegetativas y la madera de hasta –35°C.	*Marco de plantación* Normalmente se plantan con marco real de 5-6 m, pero cada vez se están haciendo más populares los sistemas con marco rectangular o en espaldera.
Porte y tipo de planta Árboles de 4-5 m de altura, copa de 4-5 m de diámetro en la base, redondeada y en forma de arbusto.	*Necesidades hídricas* Requiere una humedad adecuada durante la fase de crecimiento para producir un cultivo rentable comercialmente.	*Poda y formación* Estos árboles se adaptan bien a formas en vaso o en eje central. Es necesario podar para fomentar el crecimiento anual, pero en zonas propensas al plomo de los frutales (*Chondrostereum purpureum*) o gomosis (*Botryosphaeria* sp.), hay que podar nada más terminar la recolección o en invierno. Se recomienda hacer el menor número de cortes posibles y sellarlos. En zonas con problemas por chancros bacterianos (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* o *P. syringae* pv. *morsprunorum*) hay que podar a principios de verano.
Sexualidad Hermafrodita	*Tolerancia al encharcamiento* Los patrones de melocotonero y albaricoquero son poco tolerantes al encharcamiento.	*Aclareo* La eliminación de flores con desecantes como el tiosulfato de amonio parece dar buenos resultados, aunque puede ser arriesgado en zonas con riesgos de heladas. El aclareo manual, antes del endurecimiento del hueso, se hace dejando dos frutos por chifona y un fruto cada 8 cm de madera de un año. Eliminar los frutos de menor tamaño.
Polinización Principalmente autofecundación y excepcionalmente polinización entomófila.	*Tolerancia a la sequía* De moderada a buena.	*Laboreo* Cubierta vegetal en las calles y herbicidas o laboreo en las líneas.
Yemas florales Laterales, se desarrollan en la madera de un año o en chifonas sobre madera más vieja. Generalmente, se forman dos yemas laterales, cada una con una flor, alrededor de una yema vegetativa. En las chifonas, hay un gran número de yemas florales agrupadas. Las flores tienen 5 pétalos, 5 sépalos, numerosos estambres y un carpelo simple. La diferenciación floral se produce a final de verano.	*Tolerancia a la humedad* Los albaricoqueros se dan mejor en áreas secas, especialmente con pocas lluvias en los períodos de floración y maduración. Una lluvia próxima al momento de la recolección puede producir grandes pérdidas, por el craqueado y la podredumbre de los frutos. Ver el apartado de los cerezos. «Mume» y «anzu» son más tolerantes a altas humedades y lluvias estacionales.	*Entrada en producción* 2-3 años. *Plena producción* 5-6 años.
Desarrollo del fruto Drupa con una curva de crecimiento en S doble. El endurecimiento del hueso se produce en la segunda etapa de crecimiento del fruto y éste no está unido a la pulpa.	*Tolerancia al viento* Moderada. *Características edáficas* Como las floraciones son tempranas, se valoran espe-	*Rendimientos esperados* 2 años: 5 t ha^{-1} 4 años: 10 t ha^{-1} 6 años: 20 t ha^{-1}, pero depende mucho de la variedad. *Vida productiva* 25-40 años. Menos en zonas con problemas de enfermedades. *Almacenamiento* Se pueden almacenar entre 0 y –1°C durante 1-2 semanas. La refrigeración antes y durante el transporte prolonga la vida de los frutos. El almacenamiento en atmósfera controlada no da buenos resultados.

(*continúa*)

Tabla 11.1 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Desborre Principios de primavera *Floración* Las yemas florales son las primeras en abrirse. Las yemas vegetativas se abren bastantes días después. *Maduración* La mayoría de las variedades maduran de principio a mitad de verano dependiendo de la latitud.	cialmente los emplazamientos sin riesgos de heladas. *Necesidades de suelo* Prefieren los suelos buenos y profundos. Evitar áreas encharcadas. *Exigencias en nutrientes* Demanda moderada de nutrientes, el nitrógeno se considera muy importante para producir buenas cosechas. Ver Capítulo 7.	*Métodos de recolección* Manual. La fruta aguanta 1-2 semanas si se recoge cuando cambia de color verde a blanco-amarillento. El mejor sabor se obtiene si el fruto madura en el árbol. *Principales enfermedades* El tizón de las flores (*Pseudomonas syringae*) puede ser un problema grave en primaveras húmedas y estos patógenos pueden causar también chancros bacterianos. La podredumbre de las raíces (*Monilinia* sp.) en recolección (y también en floración) puede ser un gran problema. El cribado del melocotonero (*Wilsonomyces carpophila*), también conocida como mal de la munición, es una enfermedad grave en muchas zonas de producción. Las siguientes enfermedades son importantes a nivel local: el chancro perenne (*Leucostoma cincta*), eutypa o gomosis (*Eutypa lata*), la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *pruni*), antracnosis (*Glomerella singulata*) y la enfermedad de sharka *Principales plagas* Comparado con otros cultivos frutales, el albaricoquero tiene relativamente pocas plagas de insectos y ácaros. Aún así, los que se enumeran a continuación pueden ser problemáticos en algunas zonas y épocas: la anarsia de los melocotoneros (*Anarsia lineatella*), el barrenillo (*Scolytus rugulosus*), el barrenador del melocotonero (*Synanthedon exitiosa*), los ácaros (varias especies), cócidos (*Parthenolecanium corni*) y los pulgones (varias especies).

Variedades y polinización

Aunque hay cientos de variedades importantes de albaricoquero, sólo unas pocas son importantes en más de un país o región. Por ejemplo, muy pocas de las variedades que se dan en Italia, lo hacen en Francia. Esto indica que las variedades de albaricoquero son muy sensibles al emplazamiento y están estrechamente relacionadas con las demandas específicas del mercado. Se deben tener en cuenta los consejos de la gente de la zona, acerca de las variedades más apropiadas, antes de establecer la plantación. Relativamente pocas variedades para consumo en fresco son aptas para su transporte en barco largas distancias y pocas de las empleadas para industria tienen aptitudes para consumo en fresco.

La polinización en los albaricoqueros no suele ser problemática, ya que la mayoría de las variedades son autofértiles. Con éstas, aún con una población pequeña de insectos, el cuajado será adecuado. Sin embargo, hay algunas excepciones importantes como el caso de Sundrop, una variedad importante en Nueva Zelanda, que necesita variedades e insectos polinizadores.

Poda y formación

Los albaricoqueros generalmente se han formado en vaso igual que los melocotoneros. El árbol adulto tiene de cuatro a seis ramas estructurales principales y un número suficiente de ramas laterales para asegurar una completa cobertura vegetal. Es necesario realizar podas anuales para controlar el tamaño y la forma del árbol, y mantener el rendimiento y la calidad de los frutos. Sin embargo, como el albaricoquero produce frutos tanto en brotes de un año como en chifonas sobre madera más vieja, las podas anuales son diferentes a las del melocotonero.

Aún así, se puede lograr una gran regulación de la cosecha eliminando o recortando los brotes de un año.

Algunas variedades, como por ejemplo Tilton, son propensas a la becería. Esto se puede evitar con un buen aporte de nutrientes, podas de renovación de la madera y con el aclareo de frutos, al principio del período de crecimiento.

Plagas y enfermedades

La piel del albaricoque es muy sensible a plagas y enfermedades. Los frutos con manchas o motas en la piel reducen el valor de la cosecha. Estas manchas pueden ser originadas por ataques tempranos de tizón, el ácaro rojo europeo, el cribado del melocotonero y la mancha bacteriana (ver Tabla 11.1). El oídio también puede producir manchas en la piel.

La podredumbre de los frutos durante la recolección provoca en muchas regiones grandes pérdidas de rendimiento. Este patógeno también ataca en floración, provocando el marchitamiento de las flores y necrosis de las ramas jóvenes. Un fallo en el control de estas infecciones en floración provocará serias pérdidas más adelante. Para mantener estos problemas bajo control se deben realizar pulverizaciones precisas.

Cada región productora en el mundo tiene su propio grupo de plagas de insectos y de ácaros del albaricoquero. Muchas de estas plagas también afectan al melocotonero y a otros frutales de hueso. El ácaro rojo europeo suele ser problemático en la mayoría de los árboles frutales. La anarsia del melocotonero y el taladro de los frutales son lepidópteros que atacan tanto al melocotonero como al albaricoquero. Los arrolladores y los gusanos de los frutales atacan a muchas especies frutales y pueden ser un problema al principio del ciclo vegetativo. El pulgón verde del melocotonero es un problema muy habitual en muchas regiones. Hay que consultar las recomendaciones locales sobre materiales y procedimientos de control de estas plagas.

Regulación de la cosecha

Muchas variedades de albaricoquero tienen producciones muy altas, por lo que es necesario hacer aclareo manual al principio de la etapa de crecimiento vegetativo, si se quiere obtener un fruto con un tamaño y una calidad que cubran las expectativas del mercado. Generalmente, el aclareo se comienza durante el período de floración, donde se eliminan una parte de las flores con desecantes químicos o a mano. Lo más común, es eliminar los frutos jóvenes entre 30-45 días después de la floración.

Recolección y manipulación

Los albaricoques adquieren una excelente calidad si se dejan madurar en el árbol, aunque

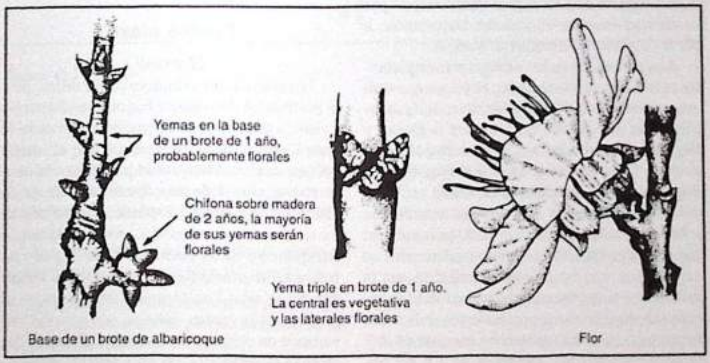


Figura 11.1 Albaricoquero.

por razones prácticas esto no se hace muy a menudo. Tanto los albaricoques para consumo en fresco como para industria se recogen a mano y se seleccionan en las primeras etapas de maduración. El color de la pulpa y el de la piel son indicadores de la madurez de recolección, así como el tamaño y la forma del fruto. Los albaricoques se pueden almacenar en frío (0°C) durante 2-3 semanas para permitir su comercialización y procesado.

Los albaricoques para secar se recogen mucho más maduros que para el mercado de fruta fresca y en muchas regiones se separan del árbol mediante vibrado. Se parten por la mitad y se les quita el hueso, manual o mecánicamente. Estas dos mitades se extienden en bandejas, que se colocan en estanterías dentro de una nave en la que se quema azufre durante 6-7 horas para conservar el fruto y su color. Después las bandejas se colocan en el suelo de los invernaderos, durante 3-5 días o al sol si el clima es cálido.

Cerezos

Se conocen más de 100 especies y al menos 1.500 variedades de cerezo. El cerezo es originario de una u otra forma de todos los países con climas templados del hemisferio norte, pero las variedades comerciales actuales son probablemente originarias del Cáucaso, entre los mares Negro y Caspio. Se han hallado menciones al cerezo en documentos históricos muy antiguos y todavía hoy se siguen descubriendo por casualidad muchas variedades importantes, a partir de plantas obtenidas de semilla.

Los parentales de los cerezos más importantes en la fruticultura moderna, se piensa que eran «razas» mencionadas en la literatura antigua inglesa con el nombre de Mazzard o Geans y Bigarreaux (cerezos modernos; *P. avium*) y Kentish (Amarelles) y Morellos (por ej., dos especies de cerezo ácido; *P. cerasus*).

Es difícil obtener e interpretar estadísticas sobre la producción de cerezas, porque gran parte de la producción se vende en mercados no controlados. Las estimaciones realizadas por la FAO sobre la producción mundial total (de cerezo común y ácido conjuntamente) indica que la producción se ha mantenido bastante estable durante los años 90, alrededor de 1,6-1,7 Mt, pero las nuevas plantaciones de cerezo común que se han llevado a cabo durante los años 90, pronto se traducirán en un incremento significativo de la producción mundial. Actualmente hay 55 países que informan a la FAO sobre sus estadísticas de producción de cerezas.

En las estadísticas de la producción mundial de la última década se puede ver la creciente popularidad de la cereza común, si se observa la producción total o la media durante el período 1990-1998. Turquía ocupa el primer lugar con una producción media anual de 172.000 t, Alemania el segundo lugar con 168.000 t y en tercer lugar se encuentra Estados Unidos con 143.000 t. Otros países que se encuentran a la cabeza son Irán, Polonia, Italia, Francia y España. La producción en Alemania ha sido bastante inestable y en los últimos años ha caído por debajo de la de Irán. Los valores medios de producción en el período 1996-1998 sitúan a Turquía en primer lugar con 312.000 t, seguida de Estados Unidos con 300.000 t e Irán con 226.000 t. El incremento de la producción en Turquía, Estados Unidos e Irán es un reflejo de las plantaciones a gran escala de cerezo realizadas en estos países.

Las cerezas comunes se consumen principalmente en fresco, aunque hay una amplia gama de productos procesados, desde zumos y mermeladas, en conserva y secas hasta cerezas caramelizadas (por ej., glasé) y guindas marrasquino, a menudo recogidas antes de alcanzar una coloración total. Generalmente las cerezas ácidas se usan más para industria.

Puntos clave

General

Los cerezos son un cultivo caro y difícil, pero la posibilidad de obtener buenos rendimientos a cambio de la inversión, gracias al mercado de fruta fresca continúa incrementando el interés por este cultivo. Mientras el interés por la cereza común para industria decae lentamente, la obtención de mejores variedades, las mejoras en los sistemas de recolección, almacenamiento y transporte en barco permiten llevar las cerezas frescas a los principales centros urbanos alrededor del mundo. Las cerezas ácidas, aunque su producción es menos costosa, son casi exclusivamente un cultivo para industria. El precio que se paga al productor un año determinado está estrechamente relacionado con la cantidad de

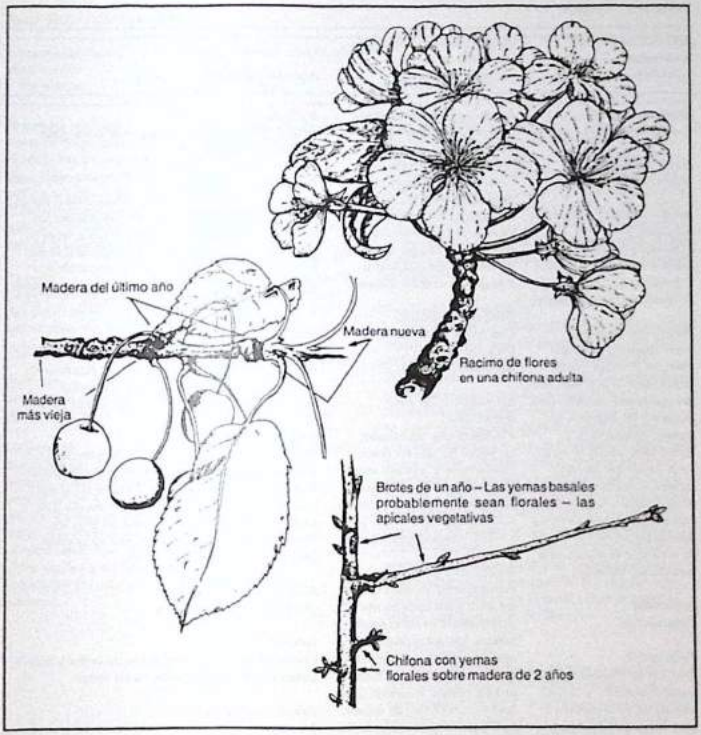


Figura 11.2 Cerezo.

producto procesado acumulado de años anteriores. Las grandes producciones en Europa Central y del Este han conducido a un exceso de producto almacenado en los últimos años en todo el mundo.

Los siguientes puntos se refieren principalmente al cerezo (ver también la Tabla 11.2):

- Son particularmente atractivos para los pájaros, especialmente porque son unos de los primeros frutos en madurar.
- La polinización y el cuajado pueden ser problemáticos. Muchas variedades son autoincompatibles; un ambiente húmedo en floración puede reducir drásticamente el cuajado.
- Una lluvia durante o próxima a la recolección puede inducir el agrietado de los frutos.
- Son sensibles a enfermedades difíciles de controlar, como el chancro bacteriano y el plomo de los frutales.
- Los costes de laboreo son altos y la recolección manual exige mucho esfuerzo. Este problema es mayor en los árboles de gran tamaño. La recolección se debe realizar en un corto período de tiempo. El principal obje-

Tabla 11.2 Cerezos.

Aspectos botánicos, anatómicos y fisiológicos	*Requerimientos climáticos, geográficos, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombres comunes Cerezo común, cerezo ácido. *Nombre botánico* *P. avium P. cerasus.* *Nombre botánico de especies relacionadas* *P. mahaleb* (cerezo de Santa Lucía o cerezo de Mahoma) *P. fruticosa* (ground cherry) *P. tomentosa* (Nanking cherry) *Porte y tipo de planta* Porte arbustivo en estado silvestre, *P. avium* puede crecer hasta 20 m o más. Son necesarias podas anuales para mantener los árboles a un tamaño manejable. Los brotes individuales se ramifican menos que en otros frutales de hueso y el árbol tiene tendencia natural a ser más abierto. *P. cerasus* forma árboles pequeños y en forma de arbusto, con tendencia al crecimiento pendular. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* *P. avium* generalmente es autoincompatible, y la elección de los polinizadores es muy importante (ver puntos clave). Un cuajado pobre puede ser un problema y contribuir a obtener unos bajos rendimientos. *P. cerasus* es generalmente autofértil aunque con excepciones importantes. *Yemas florales* Son laterales y terminales en brotes de un año y en las chifonas sobre madera más vieja. Las yemas florales están separadas y contienen tres o más flores. Las flores tienen 5 sépalos, 5 pétalos, un carpelo y numerosos estambres.	*Necesidades de temperatura* Prefieren los climas templados, aunque toleran un amplio rango de temperaturas. No se desarrollan correctamente en zonas cálidas y húmedas o con inviernos cálidos. El cerezo necesita más horas de frío que el melocotonero y los cerezos ácidos más que los cerezos comunes. *Tolerancia a heladas* Con yemas hinchadas o en floración hasta –3°C, con frutos pequeños, –2°C. *Resistencia a las bajas temperaturas* Absolutamente aclimatado, las yemas florales del cerezo común pueden soportar temperaturas de –30°C y los tejidos del xilema –35°C. En el cerezo ácido, dichos valores son –35°C y –40°C respectivamente. *Necesidades hídricas* Para mantener un buen tamaño del fruto y una cosecha anual, es importante evitar el estrés hídrico. Las necesidades de agua para ambas especies son similares a las de otros frutales de hoja caduca, aunque el fruto madure a mediados de verano. La reducción del tamaño de los frutos, se debe al estrés hídrico. *Tolerancia a la sequía* Moderada. Mayor para el cerezo común. *Tolerancia a la humedad* Pobre en el cerezo común. La lluvia durante la floración reduce el cuajado y aumenta el riesgo de enfermedades. Si es durante o justo antes de la maduración provoca el agrietado de los frutos en el cerezo común. *Tolerancia al viento* Moderada.	*Multiplicación* Generalmente por injerto de púa o de yema sobre patrones clonales o francos. *Patrones* La selección Mazzard es la más utilizada en el cerezo común, especialmente cuando las condiciones son favorables. El ciruelo de Mahoma se usa a veces y puede dar como resultado árboles pequeños; es más resistente a la sequía, aunque es incompatible con algunas variedades. Los patrones enanizantes se están comenzando a utilizar para cerezo común. *Marco de plantación* La separación entre líneas en cerezo común suele ser de 5-6 m y entre árboles de unos 3 m, dependiendo del patrón y del sistema de poda y formación empleados. El cerezo ácido necesita menos espacio. *Poda y formación* Normalmente se forman en vaso; después de formar la estructura deseada, se necesitan pequeñas podas de detalle. Renovaciones periódicas de las ramas ayudan a mantener un fruto de buen tamaño. Los sistemas en espaldera como Tatura trellis y los sistemas de alta densidad en eje central se están haciendo cada vez más populares. *Aclareo* No es factible ni beneficioso. *Laboreo* Generalmente cubierta vegetal en las calles y control químico de las malas hierbas en las líneas. *Entrada en producción* 3-4 años *Plena producción* 7-10 años *Rendimientos esperados* 4 años: 2 t ha^{-1} 6 años: 5 t ha^{-1} 8 años: 10 t ha^{-1} *Vida productiva* 25-35 años. Menos cuando hay enfermedades como el chancro bacteriano o virus transmitidos por el polen. *Métodos de recolección* La recolección mecánica con vibrador es el método más común para las cerezas ácidas, sin embargo la mayoría de las cerezas comunes se recogen a mano dejando los pedúnculos.

(*continúa*)

Tabla 11.2 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, anatómicos y fisiológicos	*Requerimientos climáticos, geográficos, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Desarrollo del fruto Frutos en drupa formando racimos, con un pedúnculo largo. Tiene una curva de crecimiento en S doble. El endurecimiento del endocarpo se produce durante la segunda fase. *Desborre* Después del albaricoquero, pero por lo general, antes que los ciruelos y los melocotoneros. *Floración* Las flores se abren un poco antes que las hojas. *Maduración* Son los frutales de hueso más precoces, la mayoría maduran antes de mitad de verano, pero las nuevas variedades tardías, han alargado la campaña anual. Los cerezos ácidos tienden a madurar después que los cerezos comunes.	*Características edáficas* Preferiblemente suelos sin pendiente. *Necesidades de suelo* El más particular de todos los frutales de hueso. Se da bien en margas ricas y profundas. El patrón Mazzard tiene una tolerancia moderada al encharcamiento y se desarrolla peor en suelos ligeros. El patrón de ciruelo de Mahoma se desarrolla mejor en suelos más ligeros y mejor drenados. *Exigencias en nutrientes* Necesita un gran aporte de nutrientes y responde muy bien a los aportes de nitrógeno. Ver Capítulo 7.	*Almacenamiento* Cerezas comunes: Se recomienda realizar la recolección rápidamente. Se pueden almacenar hasta 3 semanas a 0°C. La utilización de cajas estancas de polietileno, aumenta el tiempo de almacenamiento. Se puede conservar en atmósfera controlada, con 3-10% de O_2 y 10-12% de CO_2. Hay un interés creciente en los envases con atmósfera modificada. Cerezas ácidas: el procesado se debe realizar inmediatamente después de la recolección. *Principales enfermedades* La mancha foliar del cerezo (*Blumeriella jaapii*) es una enfermedad grave tanto en Europa como en Norteamérica. El cerezo ácido es más susceptible. El chancro bacteriano (*Pseudomonas* sp.) es un problema en todo el mundo y es más grave en el cerezo común. La podredumbre (*Monilinia fruticola* y *M. laxa*) destruye tanto las flores como los frutos. Las cerezas ácidas son algo más resistentes. El plomo de los frutales (*Chondrostereum purpureum*) es una enfermedad fúngica particularmente grave en Nueva Zelanda, Chile y Francia. La verticilosis es provocada por el hongo del suelo *Verticillium* sp. y es necesario fumigar si los cerezos se plantan después de otros cultivos susceptibles como tomates, fresas, etc. El cerezo es susceptible a una gran cantidad de virus y enfermedades víricas transmitidas por el polen o por vectores entomófilos. Es esencial el uso de material vegetal certificado libre de virus. *Principales plagas* Las plagas más importantes del cerezo son varias especies de la mosca de la cereza (*Rhagoletis* sp.), varias especies de arrolladores o cacoecias de frutales (*Archips* sp. y *Pandemis* sp.) y el pulgón negro del cerezo (*Myzus cerasi*). Los ácaros tetraníquidos pueden incrementar el nivel de daños y la babosilla del peral (*Caliroa cerasi*) se está convirtiendo en una plaga importante en muchas regiones.

tivo es conseguir que los frutos lleguen al mercado en buenas condiciones.

Aunque la poda no se considera una operación fundamental en el proceso productivo de los cerezos, es cada vez más evidente que es una garantía prestar más atención a esta práctica.

Variedades y polinizadores

CEREZO COMÚN: Hay cientos de variedades de cerezo común, pero en cada país o región predominan solamente dos o tres variedades. Normalmente esto tiene su explicación y está relacionado con las preferencias de los consumidores a lo largo de la historia (por ej., la popularidad del Bing Sweet Cherry en Norteamérica), aunque también hay otras causas importantes impuestas por el mercado. Como los cerezos más precoces son generalmente los que dan mayores rendimientos unitarios, las variedades precoces son las que predominan en latitudes más bajas. Por el contrario, en el oeste de Canadá y en

Noruega utilizan la estrategia contraria, ya que prefieren las variedades de maduración más tardía, ya que son de mayor calidad y porque no existe competencia de las regiones productoras en zonas con climas más cálidos. Australia, Chile y Nueva Zelanda exportan cerezas al hemisferio norte durante la época de Navidad y Año Nuevo. Aquí las consideraciones más importantes son la época de maduración, la aptitud para su transporte en largas distancias y la calidad de los frutos deseada por cada mercado. Por ejemplo las cerezas comunes de pulpa blanca o amarilla han sido tradicionalmente muy apreciadas por los consumidores japoneses.

Así que, aunque en este apartado se podría incluir una larga lista de variedades, es mucho más importante saber que la variedad elegida para plantar debe poseer algún aspecto diferenciador que la haga ventajosa en el mercado. La mejor forma de obtener esta información es a través de los productores experimentados e innovadores, envasadores y transportistas de cada región o país en particular.

Sin embargo, hay serios problemas a la hora de producir y comercializar la cereza, claramente relacionados con la variedad. Algunas variedades con frutos muy atractivos, grandes y de alta calidad no se pueden cultivar de forma rentable porque el cuajado es deficiente y la cosecha pobre. Otros tienen tendencia a la aparición de trastornos en el fruto después de su almacenamiento y transporte en barco. Hay una gran cantidad de variedades sensibles al craqueo de los frutos por lluvia y a otras enfermedades como la podredumbre de los frutos (*Monilia fruticola*), la mancha foliar del cerezo (*Blumeriella jaapii*) o los chancros bacterianos (*Pseudomonas* spp.). Desgraciadamente, todavía se está buscando una variedad de cerezo atractiva comercialmente y resistente en campo a las principales plagas y enfermedades.

Aunque durante los últimos 50-100 años prácticamente todas las variedades importantes de cerezo han surgido por casualidad, a partir de plantas obtenidas de semilla, las variedades modernas se han obtenido a partir de programas de mejora. Cuando se elige una nueva variedad, las principales consideraciones a tener en cuenta son la mejora del tamaño del fruto y su calidad, pero con las variedades más tardías, también ha habido importantes avances en la productividad, precocidad, estabilidad de la cosecha (vía variedades autofértiles), y aumento del período de comercialización. Algunas variedades nuevas son significativamente menos propensas al craqueo y otras parecen particularmente bien adaptadas al transporte en barco hasta mercados a grandes distancias.

Con la aparición de variedades autofértiles (que no requieren polinización cruzada), el tema de la polinización es menos problemático. Estas variedades polinizan de forma efectiva al resto de cerezos comunes. Sin embargo, es importante comprender que no todas las combinaciones posibles entre variedades autoestériles (estas variedades se siguen utilizando mucho) son compatibles. Se deben plantar variedades que se sabe que producen polen compatible con la variedad principal.

CEREZO ÁCIDO: una sola variedad, Montmorency, acapara prácticamente toda la producción de Norteamérica. Esta antigua variedad francesa ha demostrado adaptarse bien tanto a la recolección mecánica como a la eliminación mecanizada de los huesos. Además, Montmorency, una cereza ácida del tipo Amarela, con zumo transparente y sabor característico, es muy conocida por los consumidores americanos de tartas de cereza. Por eso, como la industria norteamericana está totalmente dirigida a la producción eficiente de fruta para relleno de tartas, es poco probable que se rompa el predominio de Montmorency.

Por comparación con el caso anterior, la situación de la cereza ácida en Europa es completamente excedentario. Se piensa que *P. cerasus* ha surgido por hibridación natural entre *P. avium* (cerezo común) y *P. fruticosa* (ground cherry), y a lo largo de Europa se pueden encontrar cerezos ácidos que claramente se parecen a una u otra de estas especies parentales. Los cerezos ácidos más importantes en Europa pertenecen al grupo de variedades clasificadas como tipo Morellos con un zumo de rojo a rojo oscuro. Algunas de estas variedades se usan para elaborar productos procesados muy específicos (por ej., Stevnsbär y Kelleris que se usan en Dinamarca para producir zumos y vino), pero otras, como Schattenmorelle, se cultiva para elaborar una gran cantidad de productos.

Poda y formación

CEREZO COMÚN: Los árboles productivos tienen tendencia a producir yemas florales cerca

de la base de los nuevos brotes (generalmente en los cuatro o cinco primeros nudos) y yemas vegetativas en la zona apical del brote. Las chifonas se forman en la madera más vieja. Por eso, recortando los brotes de un año no se eliminan muchas yemas florales. La dominancia apical es muy fuerte en el cerezo y a menudo son necesarios dichos recortes para estimular el desarrollo de ramas laterales y para controlar la altura del árbol.

Los cerezos se han plantado tradicionalmente en marco real, separados 6 m o más, para favorecer el desarrollo de los árboles formados en vaso. Sin embargo, los cultivos en espaldera con árboles en eje-central o sus modificaciones pueden tener éxito, especialmente si se utilizan patrones enanizantes para controlar el vigor.

Para formar la estructura fructífera en eje central, después de plantar, se despunta la rama principal de un árbol vigoroso obtenido en vivero, preferiblemente ramificado. Durante los siguientes tres años, se seleccionan diez ramas laterales y cada una de ellas se despunta de nuevo cada año para asegurar el desarrollo de chifonas y ramas sublaterales. De este modo se incrementa el área fructífera potencial. Sin embargo, se debe tener en cuenta que una poda excesiva retrasará la entrada en producción. Se pueden colocar las ramas con cañas de separación o usar sistemas en espaldera para obtener la forma deseada con menos poda.

Una vez formada la estructura, hay que reducir la poda al mínimo imprescindible para mantener el equilibrio entre producción y crecimiento, a la vez que se garantiza una adecuada densidad de masa vegetal y que todas las partes de la planta son accesibles para realizar la recolección. Las chifonas se mantienen productivas durante muchos años y sólo es necesario renovar las ramas viejas cuando se observe un descenso de la productividad o del tamaño del fruto.

La época de poda es crítica en zonas expuestas a infecciones por chancros bacterianos y por el plomo de los frutales. Las mejores épocas para realizar la poda y así evitar estas enfermedades son justo antes o después del desborre o durante el período de crecimiento estival. Sin embargo si durante varios años se poda en verano, esto puede conducir a una reducción del vigor del árbol. Por otro lado, la poda de invierno, revigoriza el árbol, lo que explica el mayor tamaño medio de los frutos obtenidos en las regiones donde predomina esta práctica.

CEREZO ÁCIDO: Muestra bastante menos dominancia apical que el cerezo común, y sin hacer podas anuales, se desarrolla en forma arbustiva con un crecimiento pendular. Puede haber una cantidad excesiva de madera muerta y muchas ramas con ángulos de inserción pequeños. Si la luz no penetra bien en todas las zonas del árbol, se reduce la calidad de los frutos y además no se pueden recolectar por vareo. La recogida de los frutos es especialmente difícil en las ramas pendulares largas.

Un sistema de conducción bien adaptado a la recolección mecánica y a la producción de fruta de buena calidad es el eje central modificado. Estos árboles tienen de seis a ocho ramas principales que salen del tronco. Estas ramas se seleccionan durante los primeros 2 ó 3 años en la parcela, y durante este tiempo es importante mantener la dominancia del eje central. Esto se consigue eliminando las ramas laterales por debajo del ápice que amenazan con sobrepasar al eje central. Cuando el árbol se hace adulto y alcanza la plena producción, se puede eliminar el eje central y quizás una o dos ramas principales de la parte baja que sombrean el interior del árbol.

A lo largo de la vida productiva del árbol será necesario realizar pequeñas podas anuales para evitar la madera ciega y para asegurar que hay bastantes brotes vigorosos nuevos para mantener un nivel adecuado de yemas florales.

Recolección y manipulación

CEREZO COMÚN: Las cerezas no maduran después de la recolección, simplemente experimentan senescencia. Por esa razón, se recolectan cuando el estado de madurez (generalmente se evalúa por el color del fruto) cubre las exigencias del mercado. Las cerezas comunes para consumo en fresco (así como las que se usan para elaborar cerezas marrasquino o caramelizadas) se recolectan con pedúnculos y antes de alcanzar el color de plena madurez. Curiosamente, el estado del pedúnculo (color, turgencia) se usa en los canales de distribución para evaluar el estado de la fruta, aunque esta relación no es muy estrecha. Las cerezas destinadas a conserva, helados o a la fabricación de zumos y mermeladas, a veces se recogen mecánicamente sin pedúnculos. Las ce-

rezas para industria (excepto para cerezas marrasquino) se recolectan cuando han alcanzado la madurez total. Para obtener una producción de cereza de calidad normalmente es necesario aplicar fungicidas antes de la cosecha.

Para la recolección se usan una gran variedad de contenedores, desde pequeños cubos con un gancho para colgarlos del árbol, hasta cajas que se pueden colgar por medio de unas correas de los hombros de la persona que recoge las cerezas. La clasificación de los frutos dependiendo de su calidad, se puede hacer a la vez que se recogen las cerezas y se echan en las cajas (por ej., envasado en campo), o después en una nave de envasado. Además de clasificar, hacer grupos y separar por tamaños son operaciones importantes en la mayoría de las naves de procesado. Es esencial retirar rápidamente los frutos del calor del campo y conservar en frío si se quiere prolongar la vida en almacén de la fruta (ver Capítulo 6).

Las cerezas se envasan en pequeñas cajas de madera o de cartón en función de las preferencias del mercado. Las frutas son normalmente empaquetadas sin seleccionar en cajas, pero para líneas de empaquetado especiales se necesitan embases específicos (véase Capítulo 6). La colocación a mano de las frutas es cada día más rara.

Melocotoneros y nectarinos

A pesar de su nombre botánico (*Prunus persica*), el melocotonero es originario de China y no de Persia. Sin embargo, ya se cultivaba en Oriente Medio mucho antes de ser introducido en Europa, probablemente llegó a la zona del actual Irán antes del año 100 a.C. En China, ya se mencionaba en poemas del siglo X a.C.

Las nectarinas son melocotones sin pelusa en la piel, característica definida por un gen recesivo simple, que también está asociado con otros rasgos importantes para el fruticultor, como el aumento de la sensibilidad a plagas. La mayoría de los melocotones y nectarinas tienen la pulpa amarilla, pero también han sido siempre muy bien valoradas las variedades de pulpa blanca. Las características de pulpa amarilla o blanca, esta última más aromática, están definidas por dos genes, uno dominante y otro recesivo. También hay melocotones de pulpa roja.

Otra característica de gran importancia para su comercialización es el hecho de que el hueso esté muy pegado o más separado de la pulpa durante la maduración (hueso pegado frente a hueso suelto). La mayoría de los melocotones importantes para industria son del tipo de hueso pegado, aún cuando están maduros. Por otro lado, la mayoría de los melocotones y nectarinas para consumo en fresco son del tipo de hueso libre y tienen la pulpa tierna y jugosa cuando alcanzan la madurez total. Algunos melocotones de hueso libre también son procesados para hacer rellenos de tartas y otros productos.

La producción mundial de melocotones y nectarinas (las estadísticas de la FAO no hacen diferencia entre estos dos cultivos) es de alrededor de 11 Mt. Aunque en las estadísticas hay más de 70 países citados como productores, hay dos zonas predominantes de cultivo: los países de la cuenca mediterránea producen cerca del 40% total y China, Japón y Corea juntos producen otro 30%. Considerando únicamente la producción por países, China es de largo el mayor productor, con una producción anual de aproximadamente 3 Mt.; Italia es el segundo con 1,4 Mt y Estados Unidos el tercero con 1,3 Mt. España, Francia y Grecia son los mayores productores europeos. Chile, Sudáfrica y Australia son los principales productores del hemisferio sur.

Aunque los melocotones son un cultivo muy importante para industria en California, Grecia, Australia y Sudáfrica, la mayoría de las plantaciones producen fruta para consumo en fresco. De hecho, el incremento de la producción durante los últimos años se puede explicar por el creciente comercio internacional de melocotones y nectarinas para consumo en fresco. Las variedades mejoradas han contribuido de forma importante a este crecimiento, ya que tienen una época de recolección más larga y están adaptadas específicamente a cada región y mercado.

Las variedades de melocotón que se cultivan para industria, es decir en forma de mitades, rebanadas o fruta para cocktail embotelladas o enlatadas, son principalmente de pulpa dura y pegada al hueso. Esta fruta se recoge, se pela mecánicamente y se deshuesan con sistemas muy eficientes. Los melocotones empleados para secar o para fabricar helados son variedades de hueso libre que se recolectan cuando han alcanzado el grado máximo de madurez, para que el contenido en azúcar sea máximo.

Normalmente los melocotones y las nectarinas cultivados para consumo en fresco pertene-

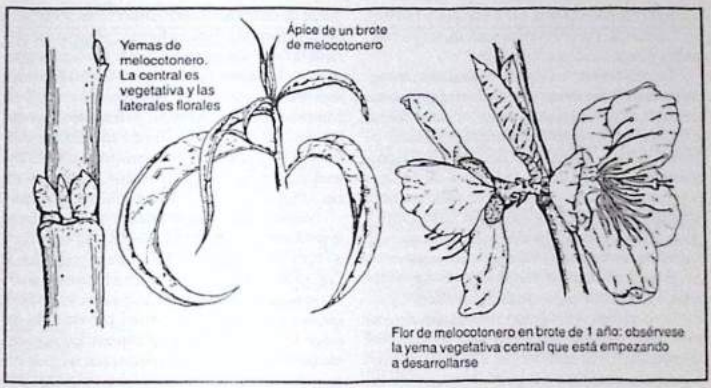


Figura 11.3 Melocotonero (las flores y brotes de nectarino tienen un aspecto similar).

cen al grupo de hueso libre (aunque parece que hay importantes diferencias entre las distintas variedades) y casi siempre tienen una pulpa tierna y jugosa cuando alcanzan la madurez de consumo. Se recogen del árbol cuando todavía están duros, pero con la expectativa de que maduren rápidamente una vez que se saquen de la cámara frigorífica. En California y en otros países de clima mediterráneo, utilizando un gran número de variedades con diferentes épocas de maduración, se consigue un período de recolección de más de 4 meses y que haya suministro de fruta al mercado durante al menos 5 meses.

Puntos clave

Variedades y polinización

Hay muchos programas de multiplicación de melocotones y nectarinas en marcha por todo el mundo y cada año se introducen nuevas variedades mejoradas en el mercado de fruta fresca. Esta disponibilidad de nuevo material vegetal, unido al hecho de que los melocotoneros y los nectarinos tienen una vida productiva relativamente corta, ha hecho que haya una constante renovación del conjunto de variedades empleadas. En el estado de California, por ejemplo, la producción anual de nectarinas asciende a 225.000 t y está compuesta por más de 100 variedades. Ninguna de ellas era conocida hace 30 años. En todas partes se da la misma situación. Obviamente, es muy importante que los fruticultores estén al día de estos cambios.

La mayoría de los últimos avances en la mejora se han dado principalmente en las variedades para consumo en fresco, donde en las últimas décadas, se ha mejorado sustancialmente la productividad, la apariencia y la aptitud para su manipulación y su transporte en barco. Ahora hay familias de variedades donde las diferencias entre las distintas variedades son pequeñas, simplemente en la época de maduración. Esto permite el transporte en barco durante muchos meses de un producto altamente uniforme.

Se ha prestado menos atención a la obtención de nuevas variedades de melocotón para industria. El melocotonero ideal para producir frutos para enlatar es un árbol altamente productivo, con frutos de pulpa dura, textura fina y que no se ponga marrón, con un color atractivo y hueso pequeño, redondeado y que no se parte. La tecnología de recolección mecánica exige que en un día concreto haya un cierto número de frutos maduros. También hay que asegurarse de que la introducción de variedades resistentes a las principales plagas y enfermedades vaya ser bien recibida por la industria. En cada país productor de melocotones para industria hay una o dos variedades que dominan la producción. Por

ejemplo, Golden Queen en Australia y Halford en California. Parece que las variedades ya existentes tienen mucha aceptación.

La mayoría de las nuevas variedades de melocotonero y nectarino están adaptadas a zonas geográficas y climáticas bastante limitadas, lo que explica el gran número de variedades usadas en todo el mundo. Además, se han hecho pocos progresos en la introducción de resistencia a plagas y enfermedades en variedades de melocotonero y nectarino ampliamente adaptadas. Por ejemplo, aunque se ha conseguido resistencia a la mancha bacteriana de las hojas (*Xanthomonas campestris* pv. *pruni*), en algunas variedades de melocotonero, hay muchas cepas de esta enfermedad y todavía no se han conseguido resistencias de amplio espectro. Se sabe que hay diferencias importantes en la sensibilidad a la lepra del melocotonero, al oídio y a la podredumbre entre las distintas variedades pero, hasta la fecha, no hay ninguna totalmente resistente.

Con raras excepciones, los melocotoneros son autofértiles y se pueden plantar en bloques uniformes sin polinizadores. Aunque normalmente son polinizados entomófilamente, no requieren la introducción de abejas para obtener una buena cosecha.

Plagas y enfermedades

Además de todas las plagas mencionadas en la Tabla 11.3, los nemátodos parásitos de las plantas pueden ser muy peligrosos en algunas partes del mundo. Transmiten enfermedades víricas importantes, reducen la eficiencia de las raíces y generalmente debilitan el árbol. Se aconseja realizar una fumigación de pre-plantación. En algunas regiones es muy corriente el empleo de patrones resistentes a nemátodos.

Hay muchas enfermedades importantes tanto en melocotonero y nectarino así como en sus frutos. Afortunadamente, no todas están presentes en todas las regiones productoras. Algunas de estas enfermedades pueden causar la muerte del árbol. El plomo de los frutales (*Chondrostereum purpureum*), el chancro bacteriano (*Pseudomonas syringae*) la armillaria y la podredumbre de las raíces y del pie por *Phytophthora* son buenos ejemplos. Entre las enfermedades importantes de las flores, la vegetación y el fruto se incluyen el marchitamiento de las flores en la primavera y la podredumbre de los frutos durante el período de maduración, ambas causadas por *Monilinia* sp. fungi. Este patógeno es difícil de controlar, especialmente en zonas con climas húmedos. Una enfermedad parecida durante la floración, es causada por el chancro bacteriano. La lepra del melocotonero (*Taphrina deformans*), aunque es relativamente fácil de controlar, puede producir daños tanto en las hojas como en el fruto. El cribado del melocotonero (*Wilsonomyces carpophila*), también conocido como mal de la munición, puede provocar daños en los frutos y matar brotes y yemas.

Varios virus o enfermedades víricas reducen la productividad del árbol y la calidad del fruto y a veces pueden conducir a la muerte del árbol. Los virus más importantes en el melocotonero son el mosaico amarillo de las yemas, el PNRSV (prunus necrotic ringspot virus) y el virus del enrollamiento de las hojas del cerezo. Estas enfermedades pueden ser contagiadas por un gran número de organismos, cuya biología puede ser muy compleja. La adquisición de árboles libres de virus y la eliminación de los árboles infectados son las principales vías para evitar y controlar las enfermedades víricas. Otras enfermedades del melocotonero son la mancha bacteriana de las hojas (*X. campestris* pv. *pruni*), roña (*Cladosporium carpofilum*) y el oídio (*Sphaerotheca pannoca* y *Podosphaera tridactyla*). El mildíu es especialmente problemático en el nectarino.

Poda y formación

Se emplea una gran variedad de sistemas de plantación y formación en los melocotoneros de todo el mundo. Donde la expectativa de vida productiva del árbol es de 20 o más años es normal encontrarlos formados en vaso y con un marco de plantación de 7 × 7 m. Sin embargo, cada vez son más habituales las plantaciones más densas en espaldera (ver Tabla 11.3 y Fig. 11.4).

En los casos en los que se sabe que enfermedades como el chancro bacteriano o el plomo de los frutales van a reducir la vida útil de los árboles, es normal plantar los árboles a mayor densidad y formarlos de tal forma que entren antes en producción. En estos casos, la poda que se hace es mínima y cuando es absolutamente necesaria. Hay que prestar especial cuidado con la época de realización, para minimizar la entrada de enfermedades.

Es importante saber que los melocotones se desarrollan sobre madera nueva, que a menudo la floración es muy abundante y el cuajado muy alto, por lo que hay que hacer aclareo manual. Para evitar esta situación, en la que los árboles

Tabla 11.3 Melocotoneros y nectarinos.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombres comunes Melocotoneros y nectarinos. *Nombre botánico* *Prunus persica.* *Porte y tipo de planta* Árbol redondeado con porte arbustivo, de 4-6 m de altura y 3-5 m de diámetro. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* Todas las variedades importantes son autofértiles o polinizadas entomófila o anemófilamente. Normalmente no es necesario poner abejas. En floración es preferible el clima seco. *Yemas florales* Laterales sobre brotes de un año. Normalmente se forman dos yemas florales a los lados y una vegetativa en el centro. La flor tiene 5 sépalos, 5 pétalos, un carpelo simple, numerosos estambres y es sésil. *Desarrollo del fruto* El cuajado natural es generalmente excesivo y requiere la realización cuidadosa de aclareo manual. Los melocotones son frutos en drupa y muestran una curva de crecimiento en S doble. El endurecimiento del hueso se produce durante la fase de engrosamiento celular (2ª etapa del crecimiento del fruto). Los melocotones tienen una piel vellosa y las nectarinas no tienen pelos. La pulpa es de color blanco o amarillo y existen algunas variedades de pulpa roja. Los melocotones pueden tener el hueso y la pulpa sueltos, semiunidos o totalmente unidos.	*Necesidades de temperatura* Zonas templadas, pero el crecimiento es mejor y se forman frutos de mayor calidad en zonas con veranos cálidos. *Resistencia a heladas* Puede ser un problema debido a la floración temprana: –4°C pueden provocar daños durante el desborre, –3°C durante la floración y –1°C cuando los frutos son pequeños. *Resistencia a las bajas temperaturas* Es uno de los frutales de hueso con menor resistencia, aunque las yemas en estado de latencia pueden soportar hasta –20°C y la corteza hasta –25°C. *Necesidades hídricas* Necesita grandes aportes de agua, especialmente durante el engrosamiento de los frutos (3ª etapa). Si se reduce el riego después de la cosecha, ayuda a controlar el vigor de las plantas. *Tolerancia al encharcamiento* Evitar zonas sin buen drenaje; los patrones de melocotonero no son tolerantes al encharcamiento. *Tolerancia a la sequía* Moderada. *Tolerancia a la humedad* El tizón bacteriano y la podredumbre marrón pueden causar graves problemas en zonas húmedas. Las nectarinas, en particular, son propensas al craqueado si se producen fuertes lluvias cerca de la recolección. Ver anotaciones de los cerezos. *Tolerancia al viento* Moderada. *Características edáficas* Preferiblemente parcelas llanas o con ligeras pendientes. Las	*Multiplicación* El método más utilizado es el injerto de yema. En algunos casos se ha conseguido realizar con éxito multiplicación por estaquillas, pero no es una práctica habitual. *Patrones* Los más comunes son los patrones francos de melocotonero, pero se considera importante la procedencia de las semillas para comprobar la compatibilidad del injerto y la resistencia al frío. Algunos patrones francos (por ej., Nemaguard) son resistentes a los nemátodos, otros proporcionan algo de control del vigor del árbol. *Marco de plantación* Tradicionalmente plantado en marco real de 6 m. Actualmente se plantan mucho más juntos en setos o espalderas. Ver más adelante. *Poda y formación* Los árboles tienen porte arbustivo y se adaptan bien a sistemas en vaso. Sin embargo, se pueden formar en eje central, en plantaciones en seto. La nueva técnica más utilizada consiste en separar los árboles 2-3 m en líneas separadas 4,5-5 m, y formarlos en eje central. Las operaciones anuales de poda ayudan a asegurar el desarrollo de nuevos brotes a lo largo de las ramas que forman la estructura del árbol. Los brotes de un año se recortan antes del desborre y se eliminan completamente después de la cosecha. En las zonas donde hay problemas por el plomo de los frutales y los chancros bacterianos, hay que podar después de la recolección pero antes de la caída de las hojas. Es conveniente realizar podas en verano para exponer los frutos a la luz directa del sol y eliminar los brotes suculentos. *Aclareo* El aclareo de flores y frutos se realiza de forma manual y generalmente es la labor más cara en la producción de melocotones. La realización de aclareos tempranos incrementa el tamaño de los frutos. *Laboreo* El sistema de mantenimiento del suelo más empleado consiste en mantener las calles con cubierta vegetal y las líneas de árboles libres de malas hierbas. Sin embargo, el laboreo de primavera en las calles para incorporar los restos de poda y los frutos momificados que han quedado en el suelo después de la recolección se considera una práctica sanitaria esencial. Esta práctica se combina con el uso de cobertura vegetal permanente. *Entrada en producción* 1-2 años para cultivos de alta densidad, si no 2-3 años. *Plena producción* 4-6 años, antes en plantaciones más densas. *Rendimientos esperados* Varía según la región, la variedad y el manejo. Con un marco de plantación grande: 2 años: 5 t ha^{-1} 4 años: 20 t ha^{-1} 6 años: 40 t ha^{-1} Con un marco de plantación más denso: 1 año: 5 t ha^{-1} 3 años: 20 t ha^{-1} 4-5 años: 40 t ha^{-1}

(*continúa*)

Tabla 11.3 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Desborre Principios de primavera, 3 semanas antes que en los manzanos. *Floración* Las primeras yemas en brotar son las florales, las vegetativas lo hacen algunos días después. *Maduración* Las variedades más precoces maduran de principios a mediados de verano, las más tardías a principios de otoño.	pendientes soleadas adelantan la floración y la maduración. Los árboles en zonas sombreadas están menos expuestos a las heladas primaverales. *Necesidades de suelo* Preferiblemente suelos ligeros bien drenados, donde se pueda mantener un nivel adecuado de humedad. Evitar los suelos arcillosos pesados. *Exigencias en nutrientes* Es una práctica común realizar aplicaciones foliares de microelementos. Se debe controlar el vigor de las plantas para conseguir un fruto de buen tamaño y un crecimiento adecuado de los brotes laterales. Ver anotaciones del Capítulo 7.	*Vida productiva* 10-20 años dependiendo de la sensibilidad a las enfermedades endémicas de la zona. *Métodos de recolección* Manual si es para consumo en fresco. Si se van a destinar a industria, la recolección se puede realizar mecánicamente. *Almacenamiento* Si se conservan a bajas temperaturas después de la recolección, se facilita el transporte y la comercialización. En almacenamiento refrigerado a 0°C, los melocotones pueden aguantar hasta 5 semanas. El almacenamiento en atmósfera controlada con 1% de O_2 y 5% de CO_2 prolonga el tiempo de conservación. *Principales enfermedades* Hay muchas enfermedades que afectan al melocotón y la nectarina. El conocimiento de la epidemiología y el control de las enfermedades más importantes en cada zona es una pieza clave para producir con éxito. Algunas de estas enfermedades se mencionan en el texto. Consultar los boletines locales para obtener información más detallada sobre el control de estas enfermedades. *Principales plagas* La anarsia del melocotonero (*Anarsia lineatella*) causa daños directamente en los melocotones y nectarinas y en los ápices de los brotes. La polilla oriental del melocotonero (*Grapholita molesta*) causa daños similares. Otras larvas de polillas dañan las hojas y los frutos del melocotonero, incluidas muchas especies de gusanos de los frutales y arrolladores. La larva del barrenador del melocotonero (*Synanthedon exitiosa*) puede anillar los árboles jóvenes en la base del tronco. El pulgón verde del melocotonero (*Myzus persicae*) puede ser especialmente dañino para las nectarinas, así como las infecciones en floración y post-floración del trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*). Muchos de los chinches como *Lygus hesperus* y *L. lineolaris* pueden producir deformaciones en los frutos jóvenes. Muchas especies de ácaros se alimentan de los melocotoneros.

crecen mucho y sólo se obtiene producción en los extremos de las ramas, el manejo del árbol debe asegurar cada año la formación de nueva madera fructífera a lo largo de toda las ramas estructurales. La poda entonces se convierte en una herramienta importante para distribuir la fruta a lo largo de las ramas principales y para reducir el nivel de aclareo necesario. Hay dos formas de conseguir esto: (i) reducir el número de brotes de un año al mínimo necesario para obtener una buena cosecha; o (ii) dejar más brotes, pero recortar cada uno a la mitad de su tamaño original. Cada uno de estos sistemas tiene ventajas y desventajas.

Recolección y manipulación

Una proporción creciente de la producción de melocotones y nectarinas se destina a merca-

Figura 11.4 Plantación de melocotoneros en eje central.

dos situados a grandes distancias del lugar de producción. Por lo tanto, todas las cuestiones relativas a la producción de frutos de alta calidad, sin golpes y que lleguen a los consumidores en buenas condiciones, son aplicables a este cultivo. La mayoría de los comentarios hechos sobre la manipulación y comercialización de las cerezas comunes son aplicables a los melocotones y las nectarinas destinados al mercado de productos frescos.

Es muy importante hacer la recolección de forma cuidadosa, en el momento justo de madurez. Los recolectores deben estar bien preparados y llevar guantes de tela. Un fruto que ha alcanzado la madurez total, no puede ser manipulado sin sufrir daños y llegará deteriorado al consumidor. Por otro lado, un fruto excesivamente inmaduro no tiene buen color, no desarrollará una buena calidad cuando madure y el rendimiento será menor, ya que el peso del fruto aumenta rápidamente los días previos a la recolección.

Lo que se pretende es recoger el fruto en un estado de madurez en función de la situación del mercado: en madurez gustativa si los mercados de destino están próximos al lugar de producción; unos días antes si la fruta se destina a mercados más lejanos. Incluso la fruta destinada a mercados al otro lado del océano, tiene que haber empezado a desarrollar un color amarillo (o blanco) y la pulpa debe haber comenzado a ablandarse.

Hay que refrigerar la fruta tan pronto como sea posible después de la recolección y mantenerla en condiciones de alta humedad y temperaturas justo por encima del punto de congelación, hasta que llegue al consumidor. Las bajas temperaturas son la mejor forma de combatir las enfermedades de post-cosecha y otros desórdenes. Sin embargo, hay algunas variedades que desarrollan un desequilibrio producido por el frío, también llamado harinosidad, si permanecen durante largos períodos a temperaturas entre 2 y 10°C. Estos desórdenes son más comunes con variedades tardías. No se recomienda conservar los melocotones refrigerados durante más de 3 semanas.

Generalmente la clasificación de la fruta según las exigencias del mercado se realiza en naves de envasado con equipos apropiados para manipular frutos tiernos. La mayoría de los golpes en los frutos se producen durante el proceso de clasificación.

Ciruelos

Hay dos especies importantes de ciruelos en fruticultura comercial: los ciruelos europeos (*P. domestica*) y los ciruelos japoneses (*P. sali-*

cina). La importancia de los ciruelos *P. salicina* en China (ver más abajo) y su presencia cada vez mayor en el mercado internacional como un producto de alto valor, nos indica que actualmente pueden ser tan importantes como los ciruelos europeos a nivel mundial.

El ciruelo europeo se ha cultivado en Europa desde hace 2000 años y no procede de un único parental silvestre; *P. domestica* parece ser un híbrido complejo. El ciruelo japonés fue introducido en los países occidentales desde Japón, aunque probablemente sea originario de China. Necesita veranos cálidos y no se cultiva en las zonas más frías de Europa, donde se obtiene gran parte de la producción mundial de ciruelas.

Hay otras muchas especies de ciruelo originarias de América, Europa y Asia, pero sólo unas pocas han alcanzado valor comercial. Damsons y Bullaces, *P. domestica* subespecie *insititia*, son ácidas y se utilizan solamente para tartas y mermeladas. El mirobolán, *P. cerasifera*, tiene mayor importancia como patrón.

Las estadísticas de Naciones Unidas (FAO) indican que la producción mundial de ciruelas (todas las especies juntas) se ha incrementado espectacularmente durante los años 90 y actualmente ronda los 8 Mt. El número de países que informan de su producción y con los que se elaboran estas estadísticas asciende a 78. China es de lejos el mayor productor, con cerca de 2,6 Mt, seguida de Estados Unidos (0,8 Mt), y los países de la antigua Yugoslavia y Rumanía con una producción cercana a 0,6 Mt.

Puntos clave

Variedades y polinización

Tanto los ciruelos europeos como los japoneses tienen frutos con gran variedad de formas, colores, tamaños y calidades. Si se añaden las variedades menos cultivadas a la gran cantidad de especies de ciruelos americanos, está claro que el ciruelo es el cultivo frutal de hueso con mayor número de variedades. Esta diversidad debería ser explotada económicamente en los países ricos, donde los consumidores están cada vez más interesados en las frutas novedosas y sus derivados. Además debería aumentar el número de cruces interespecíficos, como es el caso del mirobolán (*P. salicina* × *P. armeniaca*) y su importancia comercial.

Figura 11.5 Ciruelo.

Generalmente se llama ciruelas pasas (por ej., D'Agen, o pasa francesa) a las ciruelas moradas con forma ovalada usadas para secar, enlatar y para fabricar brandy, pero también se llama ciruelas pasas a algunas variedades de *P. domestica*, aunque pocas veces alcancen el contenido en azúcar necesario para un secado eficiente sin eliminar el hueso (definición general de ciruela pasa). La ciruela pasa italiana es un buen ejemplo. Otras clases de ciruelas europeas usadas para consumo en fresco o en conserva, mermeladas, jaleas o gelatinas son:

- Ciruelas claudias de alta calidad para consumo en fresco y para enlatado; generalmente redondeada, dulce y de color entre amarillo y verde.
- Ciruelas amarillas tipo huevo, redondeadas, con piel y pulpa de color entre rojo y amarillo, usadas generalmente para enlatado.
- Ciruelas grandes ovaladas azules o rojas del tipo Lombard o Victoria. Victoria es la variedad de ciruela más cultivada en el norte de Europa. La variedad President es más popular en Norteamérica. Solamente se emplean para consumo en fresco.

Las ciruelas japonesas, *P. salicina*, tienen colores y formas más variadas. Muchas varie-

dades tienen forma acorazonada con el cáliz puntiagudo, pero otras son redondeadas o de aspecto plano. Santa Rosa, una ciruela de color rojo brillante y redondeada, con pulpa amarilla, desarrollada a principios de siglo por Luther Burbank, es desde hace mucho tiempo la favorita de la industria californiana. Sin embargo, está siendo superada por una serie de variedades que alargan la temporada de producción para transportar en barco la fruta fresca, a mercados a grandes distancias. Algunas de estas variedades son más blandas y de color de rojo a negro cuando maduran. La variedad Friar es de este tipo.

Ya que en regiones más cálidas se están estableciendo plantaciones de ciruelos, las necesidades de frío pueden ser un criterio de selección importante. Una gran cantidad de las variedades nuevas tiene unas necesidades de frío bajas y están adaptadas a regiones con inviernos cálidos.

Las necesidades de polinización en los ciruelos son muy variables y a menudo bastante complicadas. Algunas variedades son autofértiles, pero otras requieren polinizadores bastante específicos. Los viveros deberían aportar esta información sobre las variedades que comercializan. Si es vital realizar polinización cruzada para obtener una buena cosecha habrá que plantar filas alternativas de ambas variedades.

También es importante la utilización de polinizadores adecuados. La flor del ciruelo no es muy vistosa para las abejas, por lo que se necesita poner un gran número de colmenas (de tres a cinco por hectárea). Cuando se planifica una plantación de ciruelos es aconsejable asegurarse de que no existen en las proximidades otros cultivos cuya floración sea simultánea y sus flores compitan con las del ciruelo.

Poda y formación

Hasta el momento, no se han establecido con éxito plantaciones intensivas de ciruelos formados en eje central, como en el caso de los melocotoneros y nectarinos. Por lo tanto se recomienda formar los árboles en vaso.

Se puede aplicar el método básico de formación en vaso descrito en el Capítulo 5. Los ciruelos europeos producen la mayoría de los frutos sobre chifonas laterales de 5-10 cm de longitud y se recomienda renovar cada 5-6 años las ramas sobre las que se desarrollan éstas. Los ciruelos japoneses fructifican sobre los brotes laterales de un año, por lo que se requiere una poda anual abundante (de un tercio a la mitad) de la madera nueva. Si al año siguiente hay que hacer mucho aclareo, posiblemente el grado de poda haya sido insuficiente.

Los árboles de algunas variedades de ciruelos japoneses son bastante débiles y por esto, a menudo se emplea un sistema de formación en estructuras de espaldera con dos o tres alambres. Algunos fruticultores están empezando a considerar la posibilidad de cultivar un mayor número de variedades en espaldera, especialmente para obtener ciruelas de alta calidad para exportación. La desventaja de este método es que se ha visto que a veces se incrementa la incidencia del plomo de los frutales, porque se permite la entrada de esporas a través de pequeñas heridas producidas por el roce con los alambres.

Plagas y enfermedades

Como se indica en la Tabla 11.4, las ciruelas y las ciruelas pasas son huéspedes de un gran número de enfermedades importantes. Afortunadamente, se han seleccionado las variedades para que sean resistentes a una o más de estas enfermedades y a lo largo de los años las variedades cultivadas en cada región presentan estas diferencias. La enfermedad de sharka es un factor limitante en la producción de ciruelas en Europa y hay que realizar grandes esfuerzos para evitar su transmisión a otras partes del mundo. Sin embargo, esta enfermedad es menos dañina para algunas variedades, lo que permite que la industria europea subsista.

En general las plagas del ciruelo son las mismas que las de otros frutales de hueso. Sin embargo, hay plagas del ciruelo que provocan grandes daños en algunas regiones del mundo, pero no en otras. Por ejemplo, la oruga de los cítricos (*Xylomyges curialis*) causa graves daños a los ciruelos japoneses en California, pero no está considerada como una plaga del ciruelo en otras partes del mundo. Las estrategias modernas de control se centran en la caracterización de las plagas y el uso de agentes de control biológico y otras opciones de control de plagas menos dañinas cuando sean necesarias. Es importante que el fruticultor conozca todas las opciones disponibles para el control de plagas.

Tabla 11.4 Ciruelos.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Ciruelo y pruno. *Nombre botánico* *Prunus salicina* (ciruelo japonés) *P. domestica* (ciruelo europeo y pruno). *Nombres botánicos de especies relacionadas* *Prunus domestica insititia* (ciruelo San Julián) *P. cerasifera* (ciruelo mirobolán). *Porte y tipo de planta* Vigorosa, especialmente *P. domestica*. Árbol con forma arbustiva de 4–8 m de altura y 4-5 m de diámetro. *Sexualidad* Hermafrodita *Polinización* Muchos ciruelos requieren polinización cruzada, de lo que habrá que informarse bien antes de establecer la plantación. Es esencial tener en cuenta los períodos de floración de los polinizadores y su compatibilidad cruzada. Por lo general el néctar es pobre en azúcares y otras flores fuera de la plantación pueden competir con las del ciruelo por las abejas. *Yemas florales* Todas las yemas se forman en madera del año anterior o en chifonas sobre madera más vieja. Las yemas florales y las vegetativas están separadas. Las yemas florales del ciruelo europeo tienen 1-3 flores, las del japonés 2-5 flores con pedúnculos largos. Las flores tienen 5 sépalos, 5 pétalos, un carpelo simple y numerosos estambres.	*Necesidades de temperatura* Generalmente los ciruelos europeos crecen en países y regiones más fríos, aunque hay excepciones. Las ciruelas para secar se cultivan principalmente en áreas con temperaturas cálidas, como California y el sur de Francia. *Tolerancia a heladas* De –4°C a –5°C se producen daños en las yemas hinchadas, de –2°C a –3°C en floración y a –1°C cuando los frutos son pequeños. Debido a que el ciruelo europeo florece después que el melocotonero, por lo general sufre menos daños que el ciruelo japonés. *Resistencia a las bajas temperaturas* Hay grandes variaciones de unas variedades a otras, pero por lo general el ciruelo japonés tiene una resistencia similar a la del melocotonero, mientras que el ciruelo europeo se encuentra en un rango parecido al del cerezo ácido. *Necesidades hídricas* Mantener siempre el suelo húmedo, especialmente durante la última etapa de crecimiento. *Tolerancia al encharcamiento* Moderada a buena. Los ciruelos europeos son más tolerantes a la asfixia radicular que otros ciruelos. *Tolerancia a la sequía* Moderada. *Tolerancia a la humedad* Se cultiva bien tanto en climas desérticos como húmedos, pero las enfermedades y los problemas en el cuajado son menos graves en las regiones más secas.	*Multiplicación* Injerto de yema sobre patrón franco de *P. cerasifera* (mirobolán) o clonal de Marianna 2624 (híbrido del ciruelo mirobolán). A menudo los ciruelos japoneses se injertan sobre patrón franco de melocotonero si estamos en suelos bien drenados. *Patrones* Ver más arriba. Algunas especies de *Prunus* de Norteamérica se usan en los viveros de planta certificada para reducir el tamaño de los árboles de viveros de venta al público. *Marco de plantación* Normalmente se planta en marco real de 6 m. También se pueden realizar plantaciones de mayor densidad, si se controla el vigor de los árboles y además cada vez son más comunes los cultivos en setos, especialmente con variedades de ciruelo japonés con una tendencia muy marcada al crecimiento vertical. *Poda y formación* Generalmente se cultivan en forma de vaso. Tanto la poda de detalle como la extensiva no son tan importantes como en otros frutales de hueso. Algunas variedades de *P. salicina* pueden adaptarse a sistemas en espaldera como el *Tatura trellis*. Se pueden formar chupones y brotes muy vigorosos, que será necesario eliminar cada año. *Aclareo* Algunos ciruelos tienen más problemas por bajo cuajado que por exceso de éste, pero otros requieren aclareo para asegurar un buen tamaño de frutos y un buen rendimiento. *Laboreo* Mantener cubierta vegetal en las calles y aplicar herbicidas en las líneas para controlar las malas hierbas. *Entrada en producción* 3-4 años. Plena producción 7-9 años *Rendimientos esperados* 3 años: 3 t ha^{-1} 6 años: 9 t ha^{-1} 9 años: 18 t ha^{-1} *Vida productiva* 25-35 años, menos en zonas con problemas por los chancros bacterianos o el plomo de los frutales *Métodos de recolección* Recolección manual para consumo en fresco. Se suelen emplear vibradores mecánicos con las ciruelas pasas que se van a secar.

(*continúa*)

Tabla 11.4 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Desarrollo del fruto Drupa, con una curva de crecimiento en S doble. El endurecimiento del hueso se produce durante la fase de engrosamiento celular en el ciclo del crecimiento del fruto. La mayoría de los huesos del ciruelo japonés están firmemente unidos a la pulpa. Por lo general en el ciruelo europeo están separados. La pulpa tiene colores desde amarillo hasta rojo oscuro en ambas especies. *Desborre* La mayoría de los ciruelos japoneses desborran a principios de primavera; otros, incluyendo la mayoría de los europeos lo hacen 1-2 semanas más tarde. *Floración* Las yemas florales se abren antes, las vegetativas unos días más tarde. *Maduración* Variable, alguno de estos frutos son los que primero se observan cualquier año.	*Tolerancia al viento* Moderada. *Características edáficas* Preferiblemente parcelas llanas. *Necesidades de suelo* Los ciruelos europeos toleran los suelos arcillosos pesados mejor que la mayoría de los frutales. El ciruelo japonés es menos tolerante a este tipo de suelos. Sin embargo, los suelos margosos profundos y bien drenados son los mejores para ambos tipos. *Exigencias en nutrientes* Necesita menos nitrógeno que otros frutales de hueso, pero una buena nutrición favorece la obtención de fruta de calidad y un buen rendimiento. Ver las recomendaciones del Capítulo 7.	*Almacenamiento* La mayoría se venden en mercados de productos frescos. Se pueden almacenar de 2 a 4 semanas a 0°C. También se utiliza almacenamiento en atmósfera controlada con 2% de O_2 y 2-8% de CO_2 *Principales enfermedades* El plomo de los frutales (*Chondrostereum purpureum*) y el chancro bacteriano (*Pseudomonas syringae*) son enfermedades importantes en algunos países pero no en otros. El tizón de las flores en primavera y la podredumbre de los frutos en el período de maduración, ambos causados por el hongo *Monilinia* sp., son difíciles de controlar, especialmente en climas húmedos. La mancha bacteriana es la enfermedad más importante en algunas de las nuevas variedades de ciruelos japoneses, obtenidas en California pero plantadas también en otras regiones húmedas. La escaldadura (*Xylella fastidiosa*) es la enfermedad más dañina en los ciruelos japoneses del sureste de los Estados Unidos. La enfermedad de sharka es una enfermedad vírica muy importante de los ciruelos en Europa. *Principales plagas* Los ciruelos europeos y los prunos en general son atacados por menos plagas que otros cultivos frutales. Aún así, hay muchas especies de arrolladores y orugas que pueden provocar daños tanto en las hojas como en los frutos. La anarsia del melocotonero (*Anarsia lineatella*) provoca daños en los ciruelos cultivados en California y el barrenador del melocotonero (*Synanthedon exitiosa*) es dañino en muchas otras regiones de Norteamérica. Muchas especies de ácaros eriófidos son comunes en los ciruelos, pero sus efectos en el árbol y el cultivo son menores. Los pulgones, el chape del cerezo y las cochinillas se dan en parcelas pobremente pulverizadas.

Recolección y manipulación.

Las consideraciones hechas para melocotones y nectarinas también son válidas para las ciruelas. Las ciruelas para consumo en fresco se recogen a mano y en varias veces. Sólo las ciruelas pasas francesas para secar se cosechan con vibrador.

Las ciruelas japonesas se suelen almacenar hasta 5 semanas a 0°C mientras se distribuyen a los diferentes mercados. Las ciruelas europeas son menos tolerantes a un largo almacenamiento en frío. Las ciruelas italianas, por ejemplo, no se deben almacenar durante más de 2-3 semanas.

Bibliografía

Childers, N.F (1975) *The Peach*. Rutgers University, Horticultural Publications, New Jersey.

Childers, N.E (1995) *Modern Fruit Science*, 10th edn. Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

Hardenburg, R.E., Watada, A.E. and Wang, C.Y. (1986) *The* Commercial Storage *of* Fruits, *Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*. USDA Handbook 66, Washington, DC.

Janick, J. and Moore, J.N. (1996) Fruit Breeding, Vol. 1, *Tree and Tropical Fruits*. John Wiley & Sons, New York.

Larue, J.H. and Johnson, R.S. (1989) *Peaches, Plums* and *Nectarines*. Cooperative Extension, University of California, Publication 3331.

Ogata, J.M. et al. (1995) *Compendium of Stone Fruit Diseases*. APS Press, American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota.

Quamme, H.A., Layne, R.E.C. and Ronald, WG. (1982) Relationship of supercooling to cold hardiness and the northern distribution of several cultivated and native *Prunus* species and hybrids. *Canadian Journal of Plant Science* 62, 137-148.

Webster, A.D. and Looney, N.E. (1996) *Cherries: Crop Physiology, Production and Uses*. CAB International, Wallingford, UK.

12
Frutales de pepita

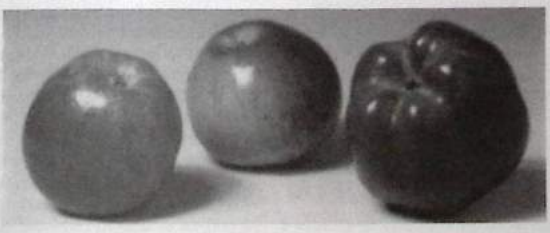
David Jackson y John Palmer

Los frutales de pepita son un grupo de especies, cuyos frutos tienen una morfología característica y son comercializables. Los frutales de pepita (Familia Rosacea; subfamilia Pomoideae) tienen frutos en pomo, que se caracterizan por la unión del ovario con el receptáculo. Tienen cinco carpelos plurisemillados, formados a partir de tejidos del mesocarpo y del exocarpo. Botánicamente hablando, la pulpa se considera médula por dentro de la línea del corazón y tejido cortical por fuera de la línea del corazón. Los botánicos consideran que el fruto en pomo es un tallo modificado.

El manzano (*Malus* spp.), el peral (*Pyrus* spp.) y el membrillero (*Cydonia* spp.) son especies de esta familia, importantes en fruticultura, pero dentro de este grupo también hay un cierto número de especies con frutos con apariencia de bayas. Dentro de éstas últimas están el guillomo (*Amelanchier* spp.), el espino (*Crataegus* spp.) y el serbal (*Sorbus* spp.). En este capítulo sólo se va a hablar de los manzanos y los perales.

Manzanos

Por muchas zonas de Europa, en la región Caúcasa y en Asia Central (por ejemplo en Kazakhstan) y en China se pueden encontrar manzanos silvestres. Generalmente se considera que los manzanos cultivados provienen de híbridos complejos de muchas especies silvestres de *Malus*. El nombre botánico del manzano común ha variado entre *Malus pumila*, *Malus domestica* o *Malus sylvestris*, aunque ahora normalmente se le nombra como *M. domestica* Borkh.



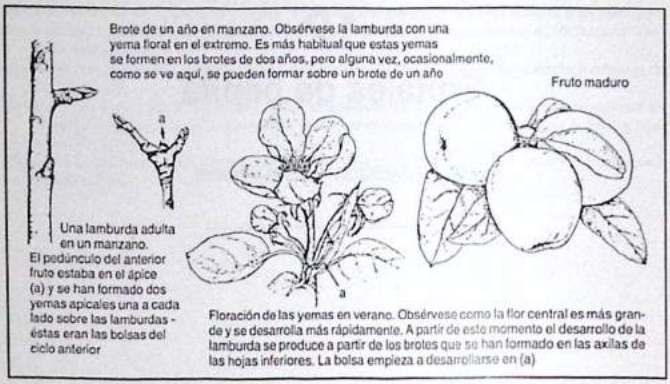


Figura 12.1 Manzanos.

Durante mucho tiempo se ha asociado al manzano con la civilización occidental –probablemente ya se cultivaba en Grecia en el año 600 a.C.– pero también se han encontrado restos de manzanos en excavaciones realizadas en zonas lacustres prehistóricas del norte de Italia y de Suiza.

Los manzanos son el cultivo frutal más importante del mundo después de las naranjas, los plátanos y las uvas. La producción mundial estimada en 1998 fue de 56 millones de toneladas, siendo China, Estados Unidos, Francia, Italia y Turquía los principales productores. Ahora China produce alrededor de un tercio de la producción mundial de manzanas, después de las plantaciones a gran escala llevadas a cabo en los años 80 y 90. En general, los manzanos se cultivan en condiciones moderadas de frío o calor, en latitudes de 35 a 55°, en las que tienen suficiente frío en invierno. Las regiones adecuadas para el cultivo de manzanos se han extendido, gracias a la utilización de variedades con bajas necesidades en frío y de productos químicos que interrumpen la dormición, como por ejemplo DNOC y más recientemente, la cianamida de hidrógeno (Dormex®).

La mayoría de las manzanas se destinan a consumo en fresco, a pesar de que su utilización principal en algunas regiones es para zumo y sidra, para rellenar tartas y otros productos. La duración de las manzanas almacenadas después de la recolección puede ser larga, si se almacenan refrigeradas y en condiciones de atmósfera controlada. El almacenamiento durante largo tiempo de algunas variedades ha permitido disponer de manzanas durante todo el año en algunas zonas del mundo.

Puntos clave

Variedades

Aunque hay varios miles de variedades cultivadas de forma comercial, la tendencia actual es reducir el abanico y concentrarse en un número más pequeño de manzanas comercializables con una textura y un sabor que esté ampliamente aceptado. A mitad de los años 80, el 76% de la producción de los Estados Unidos se basaba en cinco variedades (Delicious, Golden Delicious, McIntosh, Belleza de Roma y Jonathan). Actualmente, algunas de estas variedades son menos importantes que algunas nuevas, pero las cinco más importantes hoy en día también representan la mayor parte de la producción. En muchas partes del mundo se están reemplazando rápidamente las antiguas variedades. En Nueva Zelanda, por ejemplo, las variedades Braeburn, Royal Gala y Fuji componían en 1988 sólo el 17% de la pro-

ducción cosechada, pero en 1995 representaban un 65% de la producción total. Productores en el ámbito mundial están buscando nuevas variedades de alta calidad y a menudo se introducen con muchas esperanzas variedades cultivadas o seleccionadas en zonas distintas de sus lugares de origen. Por ejemplo, en 1968 se obtuvo en el estado de Nueva York la variedad Jonagold, pero en los años 80 se plantó mucho en el Noroeste de Europa. Hay una renovación continua de variedades; en la Tabla 12.2 hay una selección de las principales razas y de nuevas variedades. Aunque la mayoría de las variedades más comunes hoy en día son de piel lisa, de color verde, roja o con motas rojizas, las variedades con russeting en todo el fruto o sólo en parte todavía tienen un sitio en algunos mercados, por ejemplo la Boskoop en los Países Bajos. Sin embargo es importante señalar que a no ser que piel con russeting sea una característica de la variedad, normalmente esto degrada el fruto de categoría.

VARIEDADES MEJORADAS. Productores y científicos están constantemente buscando mejores variedades que las ya existentes. En Estados Unidos son muy habituales las variedades de tipo lamburda. Son variedades comunes con entrenudos más cortos y con tendencia a formar lamburdas en lugar de ramas laterales vigorosas. Por lo tanto, producen más en los primeros años y normalmente se pueden plantar más juntas que si se utiliza la variedad estándar. Como las variedades de tipo lamburda pueden volver a comportarse como las de crecimiento estándar, es importante seleccionar madera con yemas que demuestren tener claramente la forma de crecimiento deseada en los árboles adultos.

Con muchas de las variedades rojas o con motas rojizas lo que se busca son variedades que tengan un color más intenso o un patrón de coloración. Por ejemplo ya existen variedades mejoradas de Jonagold, Fuji y Gala, cuyos frutos tienen un color más intenso. Como en el caso de las variedades tipo lamburda, las de color rojo pueden volver a su color original. Por lo tanto es muy importante asegurarse que la madera procede de árboles que todavía siguen teniendo las características mejoradas. En las variedades de piel lisa que son propensas al russeting, por ejemplo Golden Delicious, se han seleccionado un cierto número de clones que son menos susceptibles a este desequilibrio.

PREFERENCIAS LOCALES. Es importante recordar que no todas las manzanas se dan bien en todas las zonas de cultivo. Por ejemplo, Granny Smith y Fuji son básicamente de ciclo largo, de climas cálidos y no pueden cultivarse con éxito en zonas con climas fríos o donde el período de crecimiento es corto. La variedad Delicious no es adecuada para climas húmedos, por su susceptibilidad a la pudrición por hongos y al chancro europeo, mientras que Cox Orange Pippin tiene mejor sabor y una piel con mejor textura si se cultiva en climas frescos marítimos. Se debe recurrir a la sabiduría local antes de elegir una variedad.

PRESENCIA DE VIRUS EN EL MATERIAL VEGETAL. Actualmente la mayoría de las variedades más habituales se pueden obtener libres de los virus más conocidos. Estos árboles tendrán mayores rendimientos o la cosecha será de mayor calidad, pero también tienden a ser más vigorosos. Por esta razón necesitan ser plantados más separados unos de otros o injertados en patrones enanizantes.

ELECCIÓN. No se debe menospreciar la elección de la variedad más adecuada. Puede suponer la diferencia entre el éxito económico y el fracaso. A continuación se dan algunos consejos para tomar la decisión:

- *Conocer el mercado objetivo.* Asegurarse de que la variedad escogida actualmente tiene buenos precios, pero también tener en cuenta las tendencias en los precios o en los tipos de plantaciones. Las variedades elegidas pueden variar en función del mercado de destino, por ejemplo venta en la plantación, mercados locales o de exportación.
- *Diversificar el riesgo.* Utilizar distintas variedades con épocas de recolección diferentes para distribuir el riesgo, las necesidades de laboreo y el riesgo financiero.
- *Elegir las mejores variedades.* Hay que familiarizarse con las nuevas razas disponibles de las variedades estándar y plantar la mejor.
- *Elegir un vivero fiable.* Los árboles de viveros profesionales normalmente son mejores que los que proceden de viveros familiares.
- *Buscar consejo a la hora de hacer la selección.* Hay que tener en cuenta la sabiduría local sobre la idoneidad de una variedad o una raza en la zona escogida.

Tabla 12.1 Manzanos.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Necesidades climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Manzano. *Nombre botánico* *Malus domestica Borkh.* *Nombres botánicos de especies relacionadas* *Malus baccata* *Malus × floribunda* *M. micromalus M. robusta* *M. prunifolia.* *Porte y tipo de planta* Entre 1,5 y 7 m de altura, dependiendo del patrón. En condiciones naturales, la forma varía desde copa redondeada hasta piramidal. Diámetro en la base entre 1 y 4,5 m. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* Algunas variedades son parcialmente autofértiles, pero en general la polinización cruzada mejora el cuajado. Todos los árboles productivos deben tener un polinizador como máximo a una distancia igual a dos veces la separación entre líneas, para que se produzca la polinización entomófila. *Yemas florales* Se forman en los extremos de los brotes o en lamburdas formadas sobre madera de dos años o más vieja. En algunas variedades también son fructíferas las yemas laterales sobre brotes de un año. Las yemas son mixtas, con 5 a 8 flores y un número similar de hojas. Muy frecuentemente, la flor central es más grande y más temprana y se llama flor principal. Las flores tienen 5 sépalos, 5 pétalos, 5 pistilos y alrededor de 20 estambres. *Desborre* Al principio de la primavera, 1-2 semanas después que	*Necesidades de temperatura* Necesita inviernos fríos. Los árboles cultivados en zonas con inviernos suaves, tienen una floración tardía y muy larga. Los daños por heladas invernales se producen a temperaturas por debajo de –20°C. Algunas variedades, como Granny Smith, se da mejor en zonas más cálidas, otras como Red Delicious y Cox Orange Pippin tendrán mejor forma, sabor y color en climas más fríos. Hay una serie de variedades con pocas necesidades de frío más adecuadas para zonas más cálidas. *Tolerancia a heladas* Las flores y los frutos pequeños sufrirán daños o morirán con temperaturas inferiores a –2°C una vez que ya se ha abierto la inflorescencia. *Necesidades hídricas* La falta de agua reduce el rendimiento, pero un exceso de riego o de lluvia puede hacer que el fruto se conserve mal almacenado. Hay que mantener un aporte adecuado de agua con riego en las zonas secas. *Tolerancia al encharcamiento* Moderada, depende del patrón. *Tolerancia a la sequía* Moderada. *Tolerancia a la humedad* Moderada. Las enfermedades como la roña y el chancro *Nectria* son más graves si hay humedad alta. *Tolerancia al viento* En plantaciones jóvenes, en zonas con fuertes vientos, es aconsejable poner protecciones. En algunas zonas, se pueden quitar más adelante, cuando el árbol mide 3 m o más y él mismo ejerce de protección. *Características edáficas* Tolera muchos tipos de suelos.	*Multiplicación* Injerto de yema o de púa sobre una serie de patrones que se obtienen normalmente por acodos de corte y recalce o a veces a partir de estaquillas de madera dura. Se ha conseguido multiplicar rápidamente y con éxito algunos patrones por micropropagación, aunque esta técnica sólo debe utilizarse antes de hacer nuevos acodos, y no multiplicando directamente sobre patrones obtenidos por cultivos de tejidos. *Patrones* Se utiliza una amplia gama de patrones. Algunos son: Muy enanizantes: M.27, P.22 Enanizantes: M.9, Mark, M.26, B.9 Semi enanizantes: MM.106, M.7 Estándar: Northern Spy, M.793 Grande: MM.115, M.25, Robusta 5. *Marco de plantación* Para plantaciones semi-intensivas, separación entre líneas 4,5 y 5,0 m y 2,8 y 4,3 m entre árboles, dependiendo del vigor de la variedad, del patrón, pero también del emplazamiento. En plantaciones intensivas sobre M9 se ponen con un marco de 1-1,7 × 3-3,5 m. *Poda y formación* El sistema en eje central, semi-intensivo, con el marco de plantación descrito anteriormente es común en climas cálidos. Muchos de los sistemas intensivos que se pusieron en un principio en Europa, se están poniendo en otras zonas del mundo donde los patrones enanizantes no sufren daños por el frío. *Aclareo* Aclareo manual, cuando el fruto tiene 2 cm de diámetro; también se usan productos químicos, principalmente carbaril y ANA (ver Capítulo 6). *Laboreo* Principalmente herbicidas en las líneas de árboles y cubierta vegetal segada en las calles. *Entrada en producción* Intensivo: 1-2 años Semi-intensivo: 2-3 años. *Plena producción* Intensivo: 5-8 años Semi-intensivo: 8-10 años. *Rendimientos esperados* Dependen mucho de la combinación elegida variedad/patrón y del emplazamiento, pero a continuación se dan algunas indicaciones: Intensivo 3 años: 20 t ha^{-1} 5 años: 40 t ha^{-1} 8 años: 50-70 t ha^{-1} Semi-intensivo 4 años: 10 t ha^{-1}

(*continúa*)

Tabla 12.1 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Necesidades climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
la mayoría de los frutales de hueso. *Floración* Primavera. *Desarrollo del fruto* El crecimiento del fruto sigue una curva en S simple. El crecimiento del brote es a partir de una yema vegetativa terminal o lateral. Tras el crecimiento de la nueva lamburda que va a florecer, se forma una bolsa en la axila de una de las hojas basales de la lamburda. *Maduración* Variable en función de la variedad. Generalmente después de los frutales de hueso, pero antes que las vides o el kiwi.	Hay que evitar los muy pesados, con arcillas mojadas, a no ser que se puedan mejorar la estructura y el drenaje. *Exigencias en nutrientes* El mejor rango de pH es entre 5,5 y 6,5 pero en algunas circunstancias se puede aceptar entre 4,5 y 8,0. Aportar nutrientes pero evitar un exceso de fertilizantes nitrogenados que favorecen el crecimiento vegetativo en exceso y reducen la calidad para almacenar y el color en las variedades rojas o rojizas. Se pueden seguir las recomendaciones del Capítulo 7 sobre la fertilización, después de haber corregido cualquier deficiencia.	6 años: 30 t ha^{-1} 10 años: 50-70 t ha^{-1} *Vida productiva* Hasta 40 años, aunque a menudo antes de tiempo se reemplazan por variedades mejor pagadas. *Métodos de recolección* Manual en cestos. La recolección mecánica sólo es posible en producción para industria (por ej., para sidra). *Almacenamiento* Se mantienen bien en almacenes refrigerados y con atmósfera controlada, pero hay muchas diferencias entre las distintas variedades. *Principales plagas y enfermedades* Roña del manzano, oídio, gusano de la manzana y la pera, y el ácaro rojo.

Patrones y sistemas de crecimiento

Los métodos más comunes de crecimiento y formación se han descrito en el Capítulo 5 y los detalles para el caso de los manzanos se pueden ver en la Tabla 12.1.

Los árboles sobre patrones clonales tienen ventajas frente a los árboles sobre patrones francos. Entre estas ventajas están la uniformidad, el vigor predecible, la precocidad y la resistencia a plagas y enfermedades transmitidas por el suelo. Los patrones clonales de manzano enumerados en la Tabla 12.1 son bien conocidos en la industria viverista, pero hay que tener en cuenta que están continuamente apareciendo nuevos patrones. Además, como con las nuevas variedades, también se seleccionan nuevas razas de los patrones ya existentes.

Los patrones más conocidos de manzano son las series Malling (prefijo M) y las series Malling Merton (prefijo MM). Las primeras series Malling surgieron en Europa y se clasificaron en 16 tipos diferentes en East Malling. Mediante cruces, se obtuvieron más tarde la Merton y la Malling Merton, con resistencia al pulgón lanígero del manzano. También hubo algunos que se añadieron a las series Malling y que no tenían resistencia al pulgón lanígero como por ejemplo el M.26 y M.27. También han surgido patrones de manzano de programas de mejora en la antigua Unión Soviética (las series Budagovsky, normalmente llamadas por el prefijo B), en Polonia (con el prefijo P), en Michigan (con el prefijo MAC) y más recientemente de un programa de mejora en la Universidad Cornell (las series Cornell Geneva, llamadas normalmente CG o más recientemente G). La mejora de patrones ha continuado en East Malling y ahora se nombran con el prefijo AR.

Polinización, cuajado y aclareo

En zonas en las que se suele plantar un abanico de variedades, y donde el clima es en general favorable, el cuajado rara vez será un problema grave. En estas condiciones se pueden poner bloques de cuatro líneas con una misma variedad con sistemas intensivos o semi-intensivos. En zonas más frías, donde la polinización y la fertilización pueden ser más problemáticas, a menudo se plantan dentro de una línea variedades específicamente para polinizar. Estas va-

Tabla 12.2 Selección de variedades de manzano.

Nombre	*Maduración*	*Vigor del árbol*	*Comentarios*
Gravenstein	Temprana.	Muy vigoroso.	En muchas zonas hay disponibles razas rojas de buena calidad. Tienen tendencia a la becería. Como el tallo es corto, hacer aclareo y dejar una o dos inflorescencias. Muy sensible al oídio.
Cox Orange Pippin	Desde principio a mitad de ciclo en climas cálidos, desde mitad de ciclo a final en zonas más frías.	Moderadamente vigoroso.	Es una variedad muy importante en el Noroeste de Europa, no muy habitual en América del Norte. Nueva Zelanda es el único productor de Cox del hemisferio sur. Sensible al oídio, al picado amargo, la podredumbre del pie por *Phytophthora* y al russeting del fruto. Tiene tendencia a la becería.
Royal Gala	A mitad de ciclo.	Moderadamente vigoroso.	Manzana de buena calidad, de tamaño pequeño-medio, de dos colores. Mucha demanda en el resto del mundo por una variedad de Nueva Zelanda de alto rendimiento.
Golden Delicious	Desde mitad de ciclo hasta final.	Débil.	En la actualidad ya no se planta, pero todavía tiene un sitio muy importante en los mercados mundiales. Es sensible al russeting (fisiológico) en algunas zonas y al virus russet ring.
Red Delicious	Desde mitad de ciclo hasta final.	Muchas de las razas son vigorosas. La Oregon Red es débil y la Red Chief es muy débil	Las razas tipo lamburda y muy coloreadas han reemplazado de calle a la tradicional manzana Delicious. Los frutos largos, coronados y rojos brillantes son especialmente apreciados en América del Norte. Este tipo es más fácil de cultivar en zonas con otoños frescos, por ejemplo en el Estado de Washington (Estados Unidos).
Jonagold	Desde mitad de ciclo hasta final.	Vigoroso.	Variedad muy fructífera, triploide y de dos colores, con frutos de buena calidad. En Europa hay muchas razas rojas disponibles.
Braeburn	Tardía.	Débil.	Variedad de Nueva Zelanda con frutos de gran tamaño y con una buena relación azúcar/ácido. Sensible a la becería, al oídio y al picado amargo. Ahora existen algunas razas rojas.
Fuji	Tardía.	Moderadamente vigoroso.	Manzana Japonesa grande, roja, dulce, poco ácida, cada vez más popular en Europa. Sensible al ablandamiento y al russeting del fruto.
Granny Smith	Muy tardía.	Vigoroso.	Manzana procedente de Australia, muy verde, apta para consumir en fresco o para cocinar. Variedad de alto rendimiento. Los frutos son sensibles al escaldado en el almacén, si se cosechan demasiado pronto y al picado si no se tratan con nitrato de calcio. También son sensibles al oídio.

riedades polinizadoras tienen que tener polen compatible y su período de floración tiene que coincidir con el de la variedad principal. Las variedades ornamentales de manzano, que florecen todos los años muy abundantemente, incluso después de haberlas podado, se utilizan

mucho en algunas zonas. Los manzanos triploides, como el Gravenstein y Jonagold, exigen ser sometidos a polinización cruzada, ya que su polen tiene muy baja viabilidad. Además, no sirven como polinizadores de otras variedades.

Golden Delicious, Gala y Braeburn tienen muy buen polen y son muy eficaces como polinizadoras de otras variedades. Los fruticultores que tengan problemas con la polinización, deben además de plantar variedades polinizadoras, poner dos colmenas de abejas por cada hectárea.

El tamaño del fruto es de suma importancia y el fruticultor tiene que intentar conseguir la máxima cantidad de frutos con los tamaños deseados. Entre los diferentes métodos para conseguir esto, se puede podar para renovar constantemente la madera fructífera, regular el tamaño y la distribución de la cosecha gracias al aclareo de flores o de los frutos cuando son pequeños, suministrar los nutrientes adecuados de forma equilibrada, evitando la competencia con las malas hierbas y con el resto de vegetación y suministrar suficiente agua para evitar las situaciones de estrés hídrico.

En realidad, como el control de las malas hierbas, el suministro de agua y nutrientes y la poda adecuada son prácticas habituales, la herramienta extra, crítica para controlar el tamaño del fruto es el aclareo. Es difícil decir hasta que nivel hacer el aclareo, porque depende mucho de la variedad, de su forma de producir y del tamaño objetivo del fruto. En el Capítulo 6 se han descrito varias formas de hacerlo y algunos productos químicos que se pueden utilizar. Hay que tener en cuenta que algunas variedades se auto-aclarean parcialmente y por lo tanto requieren menos intervención humana. Granny Smith es una variedad de este tipo.

Otra de las razones por las que se hace aclareo, es para reducir el riesgo de becería, fenómeno en el que se alterna un año con muy buen rendimiento, con el siguiente de muy bajo rendimiento. La mayoría de las variedades de manzano con mucha tendencia a la becería ya no se cultivan con fines comerciales. Sin embargo, algunos de los manzanos comercializables son moderadamente susceptibles a ello. Podemos citar como ejemplos las variedades Cox Orange Pippin, Braeburn, Fuji y las de tipo lamburda de la Golden Delicious. Como ya se ha visto en el Capítulo 6, el aclareo químico reduce la becería de estas variedades de manzano.

Sistemas de formación

Existen muchos sistemas de formación. Varios de ellos se han descrito en el Capítulo 5, entre los que se incluyen los sistemas semi-intensivos e intensivos en eje central, y varios sistemas de espalderas como el de en forma de Y y en forma de V. Los árboles con varios ejes y en forma de vaso, plantados con densidades muy bajas, no son habituales en las plantaciones con fines comerciales.

Como ya se vio anteriormente (ver Capítulo 5), el eje central se puede adaptar para tener el tamaño de árbol y la densidad de plantación deseada. Si se ponen árboles más grandes y más separados, tienden a entrar en producción más tarde, pero es más barato establecer la plantación. El sistema semi-intensivo es más caro de establecer, pero entra en producción antes y es más fácil hacer los tratamientos, podar y cosechar y puede necesitar maquinaria y tractores especializados. Por lo tanto, todavía existe debate sobre cual es el tamaño de árbol y la densidad de plantación más adecuados. Probablemente es más importante la manera en la que se dirige la plantación. Los puntos clave son elegir la variedad adecuada y llevar de forma razonable la plantación.

Recolección y almacenamiento

En el Capítulo 6, se ha hablado de la recolección. La Tabla 12.3 nos da información sobre las temperaturas y atmósferas más apropiadas para el almacenamiento en aire y en atmósfera controlada de las manzanas. Hay que señalar que estas condiciones cambian mucho de una región a otra, por lo que es importante preguntar a la gente de la zona. Por ejemplo, las manzanas McIntosh que se cultivan en el oeste de Canadá se conservan bien con niveles bajos de oxígeno, un 1,5% en atmósfera controlada. Las que se cultivan en Ontario tienen problemas por falta de oxígeno si el nivel es inferior al 2,5%.

Vale la pena reiterar que un factor decisivo para que no se estropeen las manzanas almacenadas es el tiempo que están en el suelo antes de meterlas en el almacén refrigerado. Un retraso de un día puede repercutir en varios días perdidos en la duración de las manzanas almacenadas.

Las manzanas almacenadas pueden sufrir muchos desequilibrios, que limitan su potencialidad de almacenamiento durante largos perío-

Tabla 12.3 Temperaturas y atmósferas controladas para almacenamiento de manzanas.

			Atmósferas controladas (AC)	
Variedad	*Capacidad de almacenamiento*	*Temperatura recomendada (°C)*	*% Oxígeno*	*% Dióxido de carbono*
Razas de Gravenstein	Corto plazo	2-3	No se hace	No se hace
Cox Orange Pippin	3 meses	3	–	–
	AC 4-6 meses	3	1,5-2	2
Royal Gala	3 meses	0,5	–	–
	AC 4-6 meses	0,5	1,5-2	2
Golden Delicious	3-4 meses	0,5	–	–
	AC 5-9 meses	0,5	1-2	2
Red Delicious	3-4 meses	0,5	–	–
	AC 5-9 meses	0,5	0,7-2	2
Jonagold	4-5 meses	0,5	–	–
	AC 5-9 meses	0,5	1-2	2
Braeburn	4-5 meses	0,5	–	–
	AC 6-8 meses	0,5	3	1
Fuji	4-5 meses	0,5	–	–
	AC 5-9 meses	0,5	1-2	2
Granny Smith	4-5 meses	0,5	–	–
	AC 6-8 meses	0,5	1-2	2

dos. No es posible mencionarlos todos aquí, pero a continuación se van a mencionar los más significativos. Se recomienda al lector buscar más información en la bibliografía.

PICADO AMARGO. Aparecen pequeñas manchas marrones en la pulpa, normalmente justo por debajo de la piel en el final del cáliz del fruto, y pueden formarse depresiones circulares marrones o marrones verdosas en la piel del fruto. El picado puede desarrollarse se desarrolla cuando las manzanas todavía están en el árbol, pero puede que no se detecte hasta después de un tiempo almacenado en frío; entonces se le llama picado amargo. El picado es más habitual en Cox Orange Pippin pero también se da en muchas otras variedades; Braeburn y Granny Smith son de las más sensibles. El picado es más grave en manzanas grandes en árboles con poca carga, en árboles jóvenes, o con crecimiento vegetativo tardío. En general el picado también es un problema más serio en condiciones de calor y sequedad. Se debe a deficiencias localizadas de calcio que es un elemento muy inmóvil. Se puede reducir por múltiples tratamientos con nitrato de calcio o cloruro de calcio aplicados durante el ciclo de crecimiento y formulaciones con sales de calcio aplicadas tras la recolección (normalmente cloruro de calcio). Es interesante saber que el desarrollo del picado amargo después de la recolección se reduce a menudo gracias al almacenamiento en atmósfera controlada.

PUDRICIÓN DEL CENTRO. Este desequilibrio afecta a la pulpa de la zona del corazón entre los carpelos y luego se extiende por toda la manzana. Es más habitual en fruta ya recolectada,

porque está completamente madura. Se desconoce su causa, pero parece que está relacionada con la presencia de semillas. Si se destruyen las semillas por irradiación, no se desarrolla. (Este método de control no tiene aceptación comercial).

OSCURECIMIENTO INTERNO. El primer síntoma de este desequilibrio es una coloración marrón y una textura arenosa de la pulpa. Después los frutos se reblandecen, se golpean fácilmente y tienen un aspecto blando y acuoso. La mayoría de las variedades desarrollarán tarde o temprano este desequilibrio, aunque algunas como Red Delicious son muy resistentes. El riesgo de desequilibrio aumenta si se almacenan los frutos a bajas temperaturas, si se cosechan demasiado maduros o si se hace una fertilización excesiva de nitrógeno. La susceptibilidad se incrementa si una vez cosechados los frutos, se retrasa su almacenamiento. Además los frutos grandes son particularmente sensibles a este desequilibrio. Normalmente es difícil distinguir entre el oscurecimiento interno y la pudrición del centro una vez que están bien desarrollados, pero en sus estados iniciales son bastante diferentes. La pudrición del centro se desarrolla desde el centro y avanza hacia el exterior mientras que el oscurecimiento interno hace lo contrario. El oscurecimiento interno es probablemente uno de los desequilibrios más graves que limitan el almacenamiento prolongado de las manzanas. Los tratamientos de calcio que se hacen para reducir el picado amargo también ayudan a reducir el oscurecimiento interno.

ESCALDADO SUPERFICIAL. La piel de las manzanas afectadas se pone marrón, gris-verdosa o casi negra, una vez que se saca el fruto del almacén. La superficie puede tener ligeras depresiones o arrugarse, pero normalmente la pulpa por debajo no está afectada. El escaldado es más grave en frutos recolectados tempranamente, en frutos con alto contenido en nitrógeno, en expuestos a altas temperaturas antes de la recolección y en frutos almacenados con humedad relativa alta. Granny Smith y Red Delicious son muy sensibles. Al principio se usaban embalajes engrasados para reducir el escaldado en Granny Smith, pero se puede usar la difenilamina (DPA) en los embalajes o como un baño después de la recolección, y la etoxiquina como baño pero no en los embalajes de papel. Los tratamientos a base de baños tienen más éxito que los embalajes de papel. En todo el mundo se están investigando alternativas a la difenilamina y la etoxiquina. Un planteamiento prometedor consiste en reducir el nivel de oxígeno en los almacenamientos en atmósfera controlada hasta el nivel más bajo posible, sin dañar los frutos. En British Columbia se están almacenando las manzanas Delicious con un 0,7% de oxígeno.

ARRUGAMIENTO. Esto puede producirse en cualquier manzana, pero algunas variedades como Golden Delicious y Braeburn son muy sensibles. Además se acentúa si se recogen tardíamente y si se almacenan a baja humedad.

DESEQUILIBRIOS FÚNGICOS. Éstos se pueden ver en la superficie del fruto, normalmente en forma de manchas grises-marrones, y a medida que se desarrollan el fruto se reblandece. A menudo, los hongos invaden los tejidos del fruto, desarrollando los desequilibrios fisiológicos mencionados anteriormente. Si la higiene en la plantación no es buena y no se controlan bien las enfermedades, se acentúan estos problemas en el almacenamiento.

Plagas y enfermedades

No vamos a intentar nombrar todas las plagas y enfermedades que afectan a los manzanos y/o los frutos en todas las regiones de todos los países. Existen registros de las plagas y enfermedades que pueden afectar a la producción de manzanos en el mundo. Algunas de las plagas más importantes se citan a continuación. Con algunas excepciones, estas mismas plagas y enfermedades son importantes en el peral.

En el Capítulo 8 se han esbozado los principios básicos del control de plagas y en el caso de plagas y enfermedades más específicas se remite al lector a la bibliografía del final del capítulo y a la información local sobre la disponibilidad de insecticidas, fungicidas y antibióticos. En todas las regiones frutícolas hay una tendencia a la reducción del uso de insecticidas considerados peligrosos para el medioambiente de la plantación, para los que aplican los tratamientos y para los consumidores. Esto se puede conseguir monito-

rizando bien las plagas, determinando cuidadosamente los períodos de infección de las enfermedades, la puesta de huevos, o los períodos de incubación, usando productos químicos de bajo riesgo o dependiendo cada vez más de las estrategias de control biológico.

INSECTOS LEPIDOPTERA. Muchas mariposas dejan sus huevos en las flores, hojas y frutos del manzano, y eso tiene como resultado daños por masticación del fruto por las orugas o larvas. El gusano de la manzana (*Laspeyresia pomonella*) es uno de los más peligrosos ya que la larva se mete dentro del fruto para comerse el corazón y las semillas, dejándolo inservible para su comercialización.

INSECTOS HEMIPTERA. Muy frecuentemente los pulgones atacan los brotes jóvenes en crecimiento, se alimentan del floema y reducen el vigor vegetativo. El pulgón lanígero del manzano (*Eriosoma lanigerum*) se caracteriza por estar recubierto de hilos pegajosos, blancos y con aspecto de cera. En algunas zonas del mundo, como por ejemplo Australasia y Sudáfrica, el pulgón lanígero del manzano puede llegar hasta el sistema radicular de los árboles. La utilización de patrones resistentes como las series de Malling Merton y de Merton pueden prevenir que más tarde se produzcan este tipo de daños, pero no pueden hacer que la parte aérea se haga resistente. Las cochinillas y los cóccidos son otros Hemiptera chupadores de savia que causan graves daños. Si no se controlan, las poblaciones de estos insectos pueden incrementarse muy rápidamente causando daños muy graves en el árbol y disminuyendo la calidad del fruto.

ÁCARO ROJO EUROPEO (*PANONYCHUS ULMI*). Estos pequeños ácaros chupan el contenido de las células de las hojas. El resultado es que ésta tiene un aspecto moteado. En los casos de infección grave, todas las hojas acaban poniéndose marrones y se caen antes de tiempo. Hay varias generaciones al año, siendo la primera la que sale de los huevos que han invernado. Los métodos de control actuales se basan mucho en la utilización del ácaro depredador (*Typhlodromas* sp.) y de productos químicos cuando se necesiten. Pero éste es uno de los muchos ácaros que pueden atacar a los manzanos y a los perales por todo el mundo.

ROÑA O MOTEADO DEL MANZANO (*VENTURIA INAEQUALIS*). La roña o sarna del manzano (como se conoce en Australasia) es una enfermedad que ataca a las hojas, los brotes, los sépalos y el fruto. Las lesiones en las hojas jóvenes y en el fruto son pequeñas manchas marrones o verdes. A medida que el fruto infectado crece, las manchas se vuelven marrones y con una textura como corcho, lo que supone una considerable pérdida económica. La roña del manzano es grave en las zonas con primaveras húmedas y frescas. La enfermedad pasa el invierno en las hojas y frutos infectados en el suelo de la plantación y las ascosporas son liberadas en la primavera. Como se sabe que el momento de la infección está relacionado con las temperaturas y la humedad de las hojas, se pueden limitar las aplicaciones a los momentos de infección.

OÍDIO DEL MANZANO (*PODOSPHAERA LEUCOTRICHA*). Este organismo puede infectar a las hojas, las flores y los frutos del manzano. En las hojas, la enfermedad empieza como unas pequeñas manchas blancas de esporas y micelio que se extienden hasta cubrir toda la hoja, debilitando seriamente el crecimiento de los brotes. Las infecciones tempranas en los frutos pueden tener como resultado el russeting de éste. La enfermedad pasa el invierno en las yemas infectadas que se abren en primavera y producen brotes blancos infectados.

FUEGO BACTERIANO (*ERWINIA AMYLOVERA*). Esta enfermedad bacteriana tiene su origen en América del Norte, se expandió a muchas regiones del mundo de cultivo de frutales en pomo, frecuentemente a través de árboles infectados o madera injertada. En la actualidad, aquellos países que no tienen esta enfermedad, tienen regulaciones muy estrictas de cuarentena para prevenir su entrada. Esta enfermedad puede afectar a las flores y a los brotes jóvenes en crecimiento, y se expande muy rápidamente en los tejidos leñosos del árbol. El tejido enfermo parece quemado –de ahí el nombre de la enfermedad– y en condiciones húmedas se forman unas pequeñas gotas de exudado de la bacteria. Aunque normalmente los perales europeos son mucho más sensibles a esta enfermedad, también puede causar graves pérdidas en los manzanos. Las condiciones de calor y humedad favorecen el desarrollo de esta enfermedad.

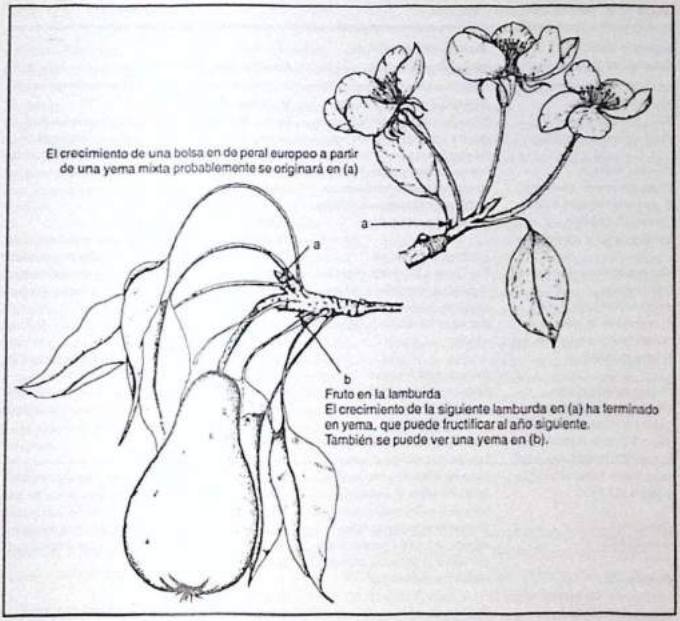


Figura 12.2 Perales.

PODREDUMBRE DE LAS RAÍCES Y EL PIE (*PHYTOPHTHORA* SPP.). Se trata de una enfermedad principalmente transmitida por el suelo, que puede causar la muerte de los manzanos. Se asocia a condiciones de humedad en la zona radicular, particularmente en otoño y primavera. Los síntomas en la parte aérea son una cubierta vegetal pobre en primavera, con hojas pequeñas y amarillentas. La elección del patrón adecuado puede disminuir las pérdidas de árboles. Por ejemplo, los patrones M.9 y Mark son menos sensibles que el MM.106. Otros tratamientos para reducir esta enfermedad consisten en evitar los suelos que drenen mal, prever drenajes en el suelo y plantar los árboles en caballones.

ENFERMEDAD ESPECÍFICA DE LOS MANZANOS REPLANTADOS. Esta enfermedad aparece cuando se replantan manzanos en terrenos en los que anteriormente hubo manzanos y perales. Los árboles plantados de nuevo crecen débilmente, en algunos casos sólo durante los primeros años, en otros casos durante períodos mucho más largos. Se han identificado varias enfermedades y nematodos transmitidos por el suelo como posibles causantes de este problema, pero no se sabe a ciencia cierta cual es el o los organismos verdaderamente causantes. Este problema se puede evitar plantando los árboles en terrenos en los que no se han plantado manzanos o perales recientemente, o controlándolo a través de una fumigación antes de la plantación con un biocida de amplio espectro como el cloropicrin. En algunos casos, este problema se puede controlar, si durante la plantación, en el hoyo del árbol, se ponen macetas con compost, con un

Tabla 12.4 Perales europeos y asiáticos.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Necesidades climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Peral (Peral europeo) Peral asiático o «nashi». *Nombre botánico* *Pyrus communis* (europeo) *P. pyrifolia*; algunas veces llamado *P. serotina* (peral asiático o «nashi»). *Nombre botánico de especies relacionadas* *Pyrus betulaefolia* y *P. calleryana* se utilizan a veces como patrones para los perales asiáticos. *Porte y tipo de planta* Generalmente más grandes que los manzanos, 5-8 m de alto y 3-5 m de diámetro en la base. En condiciones naturales tienen forma cilíndrica o piramidal. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* La mayoría auto-incompatibles, la elección de los polinizadores es crítica. Polinizados por vía entomófila, especialmente por abejas. *Yemas florales* Se forman en los extremos de los brotes o en las lamburdas formadas sobre madera de dos años o más vieja. De forma ocasional, las yemas laterales sobre brotes de madera de un año son fructíferas. Las yemas son mixtas, con 5-8 flores y un número similar de hojas. Las flores tienen 5 sépalos, 5 pétalos, 5 pistilos y alrededor de 20 estambres. *Desborre* En primavera, normalmente después que los frutales de hueso y antes que los manzanos.	*Necesidades de temperatura* Necesita inviernos frescos, pero pueden producirse daños por heladas invernales si las temperaturas son muy bajas. Una floración muy larga puede ser un problema en las zonas con bajos requerimientos en frío. *Tolerancia a heladas* Las flores y los frutos pequeños se dañan o mueren con temperaturas por debajo de –2°C una vez que ya se ha abierto la inflorescencia. *Necesidades hídricas* Mantener el suelo suficientemente húmedo. *Tolerancia al encharcamiento* Los perales europeos sobre patrones francos y los perales asiáticos sobre *P. betulaefolia* toleran bien los suelos húmedos. Los perales europeos sobre membrillero o los perales asiáticos sobre *P. pyrifolia* necesitan suelos bien drenados. *Tolerancia a la sequía* Moderada. *Tolerancia a la humedad* Moderada. *Tolerancia al viento* Perales europeos; moderada y parecida a la de los manzanos, excepto en las variedades en los que el fruto se marca fácilmente, por ejemplo, Comice, Cascade. Los perales asiáticos necesitan algo más de protección. *Características edáficas* Prefieren los suelos llanos, no elegir terrenos con bolsas de aire frío o sin drenar. *Necesidades de suelo* Los perales europeos toleran muchos tipos de suelos si se plantan sobre patrones francos. Son menos tolerantes si es sobre membrillero, en cuyo caso pre-	*Multiplicación* Injerto de yema a mitad o final del verano sobre patrones francos o sobre patrones de membrillero multiplicados por acodos de corte y recalce o sobre patrones clonales de *Pyrus* multiplicados por estaquillas. *Patrones* Perales europeos- normalmente patrones francos de Buen Cristiano William's o sobre patrones clonales de membrillero. Perales asiáticos- principalmente patrones francos *de P. pyrifolia*, *P. betulaefolia* y *P. calleryana* en suelos pobres. *Marco de plantación* Los árboles en eje central sobre patrones francos se ponen con marcos de 5-6 m × 3-4 m o sobre membrillero a 4-5 m × 2-4 m. Los perales asiáticos deben formarse en el sistema Lincoln o en el sistema Tatura-trellis. *Poda y formación* Se siguen formando libres sin eje o en eje central, particularmente si están sobre membrilleros. Se hace muy habitualmente poda de renovación. Los perales asiáticos se podan de forma similar, pero algunas veces se podan más para favorecer los frutos de gran tamaño. *Aclareo* El aclareo químico es menos eficaz que en los manzanos y rara vez se utiliza. Cuando se quiere un fruto de buen tamaño, se hace aclareo manual. En general, sólo los perales europeos con frutos pequeños, como el Winter Nelis necesitan aclareo. Los perales asiáticos necesitan aclareo; ver puntos clave. *Laboreo* Normalmente se pone cubierta vegetal en las calles y se pulveriza con herbicidas en las líneas. *Entrada en producción* Sobre patrones francos: 5-6 años Sobre membrillero: 3-4 años *Plena producción* Sobre patrones francos: 10+ años Sobre membrillero: 6-8 años *Rendimientos esperados* Sobre patrones francos: 5 años: 8 t ha^{-1} 7 años: 20 t ha^{-1} 10 años: 50-80 t ha^{-1}. *Vida productiva* Los perales tienen a menudo una vida muy larga, 40-80 años. Hay muchos menos cambios de variedades en los perales si se compara con los manzanos.

(*continúa*)

Tabla 12.4 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Necesidades climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Floración Un poco antes que los manzanos, después que la mayoría de los frutales de hueso. Los perales asiáticos florecen unos pocos días antes que los europeos. *Desarrollo del fruto* El fruto sigue una curva en S. Los nuevos brotes salen de las yemas vegetativas terminales o laterales. El desarrollo de la lamburda continúa por la bolsa en la axila de una o más de las hojas basales de ésta. *Madaración* Rango similar al de los manzanos.	fieren suelos no calcáreos. Los perales asiáticos injertados sobre *P. betulaefolia* son tolerantes a los suelos pesados, en suelos más ligeros o más fértiles se utiliza el *P. pyrifolia*. *Exigencias en nutrientes* El mejor rango de pH es 5,5-6,5, pero en algunas circunstancias pueden crecer en rangos de pH entre 4,5 y 8,0. Aportar nutrientes pero evitar un exceso de fertilizantes nitrogenados que favorecen el crecimiento vegetativo, reducen la calidad para almacenar y a veces reducen la iniciación de las yemas florales. Para las recomendaciones generales consultar el Capítulo 7.	*Métodos de recolección* Recolección manual en cestos. Los perales europeos se cosechan a menudo por líneas, mientras que los perales asiáticos normalmente se cosechan de forma selectiva. *Almacenamiento* Muchas de las variedades de peral europeo se conservan bien en almacenamientos refrigerados a –0,5°C o en almacenes con atmósfera controlada. Algunas, como la Comice, necesita estar un tiempo almacenada en frío para forzar la maduración. Los perales asiáticos se almacenan a 0°C. *Principales plagas y enfermedades* Perales europeos: roña del peral, fuego bacteriano, gusano del peral, arrolladores, ácaros, cóccidos, psila del peral. Los perales asiáticos son sensibles a los mismos desequilibrios y atraen especialmente a los pájaros.

fertilizante rico en fósforo y se fertirriga a continuación. A menudo, los viveros usan tierra fresca para cada árbol.

Finalmente es necesario hacer una vez más algún comentario sobre los virus y micoplasmas. Se sabe que algunos afectan negativamente a los rendimientos de los manzanos y a la calidad de los frutos. La utilización de madera certificada libre de virus es la mejor manera de evitar estas enfermedades.

Perales europeos y asiáticos

El peral europeo proviene del *Pyrus communis*, una especie originaria de las zonas de Europa con clima templado y del oeste de Asia. Parece que el peral se ha seleccionado y mejorado desde tiempos prehistóricos. Plíneo menciona 39 variedades conocidas por los Romanos, y siempre ha sido una de las frutas favoritas en Italia. Muchas de las variedades actuales se originaron en Europa hace más de 100 años, particularmente en Francia y Bélgica. Buen Cristiano William's (sinónimo Bartlett), la variedad principal para industria, se cultivaba en Inglaterra antes de 1800. La producción mundial de perales estimada en 1994/95 era de 5 millones de toneladas, siendo los principales productores Italia, Estados Unidos y España.

En el este de Asia, los perales provienen de otra especie silvestre, *Pyrus pyrifolia*, que es endémica del Japón y de las zonas del sur de China y Corea. Comparadas con las peras europeas, las asiáticas tienen formas más redondeadas, con una piel más atrayente y una pulpa más fresca, pero con menos sabor a pera. Una vez maduras, tienen una vida más larga en los puntos de venta en los mercados. Las variedades de perales asiáticos han sido seleccionadas en Japón, China y Corea, aunque en la actualidad los perales japoneses o «nashi», se conocen mucho fuera de esta zona.

Los perales siempre han tenido tendencia a ser el hermano pobre de los manzanos. A pesar del hecho que una pera europea bien madura es deliciosa, es mucho más difícil que tengan un aspecto atractivo para el consumidor cuando alcanzan la madurez gustativa. Las peras asiáticas son relativamente nuevas en los mercados occidentales y todavía tienen que ganar aceptación.

Tabla 12.5 Variedades y polinizadores de los perales europeos y asiáticos.

Variedad	*Polinizador adecuado*	*Comentarios*
Perales europeos en orden de maduración		
Clapps Favourite (CF)	B. Bosc, Conferencia, WBC, W. Nelis.	Muy temprana; útil únicamente para los mercados locales
William's Buen Cristiano (WBC), también llamada Bartlett	W. Nelis, B. Bosc, PT, CF. Se formarán frutos partenocárpicos, si las temperaturas son lo suficientemente altas después de la floración.	Principal pera para conserva. Su corta vida en almacenamiento es lo que hace que no tenga valor para su consumo en fresco, pero hace que la fruta sea de muy buena calidad.
Conferencia	WBC, B. Bosc, Comicio.	Tamaño medio, fruto con russeting en algunas zonas, buena capacidad de almacenamiento, ampliamente cultivada en Europa.
Packham Triumph.	WBC, B. Bosc.	Variedad de alto rendimiento pero en zonas frías el fruto puede tener una forma irregular o huesuda. Se almacena bien.
Beurre Bosc (B. Bosc)	WBC, B. Bosc.	Pera grande, de buena calidad, con russeting. Árbol más bien débil, de crecimiento desgarbado.
Decana del Comicio	B. Bosc, WBC, W. Nelis.	De sabor excelente, pero difícil de cultivar. El fruto enseguida se marca en el árbol y al cogerlo. Hay una raza totalmente moteada, Taylor Gold, que madura un poco después que su parental.
Winter Nelis (W. Nelis)	B. Bosc, Conferencia, WBC.	Winter Nelis (y Winter Cole) sólo se conocen en Australia y Nueva Zelanda.
Perales asiáticos en orden de maduración		
Shinsu	Probablemente Shinseiki.	Es una variedad temprana. Presenta russeting, es dulce y de tamaño entre pequeño y medio. Buena calidad para, consumo en fresco pero no se conserva bien.
Shinseiki	Autofértil.	Ciclo parecido al de Konsui, su valor principal es como polinizador. El fruto es amarillo, de tamaño medio, de pulpa dura. De piel fina, dulce y con una calidad media para consumo en fresco.
Kosui	Shinseiki.	Un poco más tardía que Shinsui. Fruto de color entre verde pálido y amarillo con russeting marrón dorado por encima. Es dulce, de buena calidad, de tamaño moderado, se almacena bastante bien pero la piel es sensible.
Hosui	Kosui, Shinseiki.	Con russeting por todo el fruto. Es la más grande de las cuatro variedades. Tiene buen sabor, dulce, tierna, crujiente y jugosa y generalmente de excelente calidad. Se conserva bien.
Nijisseiki (siglo XX)	Autofértil, utilizar Kosui o Shinseiki si el cuajado no se produce bien.	Esta era la principal variedad de ciclo medio, pero en Japón ahora se tiende más a Kosui y Hosui. Es de tamaño pequeño-medio, con una piel amarilla clara. Necesita mucho aclareo ya que el cuajado es muy abundante. Se conserva bien y es de calidad media-buena para consumo en fresco.

Puntos clave

Las plantaciones cada vez más pequeñas de perales europeos en los últimos 30 años, excepto en América del Sur, han hecho que disminuya de forma general la disponibilidad de muchas de las variedades más habituales anteriormente. Los perales normalmente tardan en entrar en producción y fuera de Europa, todavía no se ha extendido el uso del patrón enanizante, ni los sistemas de cultivo intensivo para tratar este problema. La aceptación de los perales europeos en algunas zonas del mundo sigue siendo limitada, ya que es difícil presentar al consumidor un fruto listo para su consumo. Aunque al principio de los años 80 se incrementó el interés en Occidente por las peras frescas asiáticas, todavía no se ha convertido en el fruto principal de los mercados de fuera de Asia.

Variedades y polinización

En la Tabla 12.5 se dan ejemplos de variedades y polinizadores adecuados para los perales europeos y asiáticos. Aunque la mayoría de las peras europeas son verdes o marrones, también existen variedades con la piel de color rojo. Algunas de estas son mutaciones de variedades ya existentes, como por ejemplo Red Clapp Favourite, Crimson Gen Comice y Red Bartlett, aunque algunas como Cascade son variedades originariamente con la piel roja. Por razones todavía desconocidas, los perales rojos tienden a ser menos vigorosos que los verdes. Las manchas en el fruto se ven más claramente sobre fondo rojo. También hay un cierto número de peras que tienen un tono rojizo, como por ejemplo Florelle y dos surgidas recientemente en Sudáfrica, Flamingo y Rosemarie.

Aclareo

Los perales europeos no necesitan aclareo, pero hay otros que necesitan que esta operación se haga con especial atención. Por ejemplo, los perales Bartlett que crecen a altas latitudes, no alcanzarán la calidad adecuada para su comercialización, a no ser que se reduzca sustanciosamente la carga. En los perales asiáticos cuajan muchos frutos y se necesita sin lugar a dudas hacer aclareo para conseguir frutos del tamaño deseado. El grado de aclareo es difícil de predecir, pero en base a la limitada experiencia y a observaciones llevadas a cabo en Japón, se sugiere que en árboles con marcos de plantación de 2 × 5 m se dejen unos 250 frutos por árbol. Los productores del «nashi» japonés hacen dos aclareos: uno cuando el fruto tiene un diámetro de 1,3 cm y otro 6-8 semanas después. Normalmente el fruto que está en el centro del racimo se deja.

Patrones

Fuera de Europa, los perales europeos se han cultivado tradicionalmente sobre patrones francos, ya que se quería fomentar el vigor del árbol y de esta forma se llegaba a tener árboles de 6-8 m o más. Esta tradición se desarrolló porque los pies clonales de membrillero (*Cydonia oblonga*) que se utilizaban en Europa eran menos eficaces en zonas con climas no marítimos y también se ha visto que no son adecuados en muchas zonas. Además, en muchas variedades de peral sobre patrones de membrillero se produce incompatibilidad del injerto. Si se hace un sobreinjerto con una variedad compatible como Beurre Hardy, ya no se tiene ese problema, pero encarece el árbol.

Desgraciadamente, se ha visto que sólo unos pocos patrones enanizantes de *Pyrus* son eficaces y están disponibles comercialmente, aunque esta situación puede cambiar en muy poco tiempo. Hay un interés creciente en América del Norte y del Sur en una serie de patrones clonales que provienen de cruces entre Old Home y Farmingdale (OH × F), resistentes al fuego bacteriano y la enfermedad del decaimiento del peral. Algunos de estos clones también permiten un control de moderado a alto del vigor y dan árboles precoces y productivos. OH × F.87 está considerado como uno de los más prometedores en esta serie. Recientemente, ha surgido del cruce entre Old Home × Bonne Louise, llevado a cabo en Geisenheim, Alemania, un posible patrón de peral, llamado Pyrodwarf. Es enanizante y productivo pero no se ha probado demasiado todavía. Las series BP de Sudáfrica (especialmente BP.1 y BP.3) se han plantado mucho en este país, pero se han probado poco en otros lugares.

Los perales asiáticos se multiplican sobre patrones francos de *Pyrus pyrifolia* o *P. Betulaefolia*. Se obtienen respectivamente, árboles un poco más pequeños o algo más grandes que

los perales europeos sobre patrones francos. Los perales asiáticos no son directamente compatibles al injerto sobre membrillero.

Formación

La formación de algunas variedades de peral en espalderas está justificada ya que se reducen las marcas en la piel muy comunes tanto en los perales europeos como asiáticos en zonas con fuertes vientos. Los perales europeos sobre patrones francos se forman bien en el sistema Lincoln (ver Capítulo 5), que es un sistema de formación muy similar a la pérgola Japonesa. Las peras para exportación deben tener un buen aspecto y ser de la mejor calidad y con estos métodos de formación no se consigue.

La forma en eje central se usa mucho cuando son árboles independientes. En este caso, se recomienda utilizar patrones francos para ambos tipos de perales y un marco de plantación de 2-2,5 × 5-5,5 m. Para perales europeos sobre patrones de membrillero, los marcos de plantación 1,5-2,0 × 4,5-5,0 m son los más adecuados, aunque si se utilizan sistemas de cultivo más intensivos, se pueden poner los plantones a menor distancia, entre 3,5 y 4,0 m.

Bibliografía

Manzanas y Perales

Beers, E., Brunner, J., Willett, M. and Warner, G. (eds) (1993) *Orchard Pest Management. A Resource Book for the Pacific Northwest.* Good Fruit Grower Publications, Yakima, Washington.

Faust, M. (1989) *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees.* John Wiley & Sons, New York.

Jones, A.L. and Aldwinkle, H.S. (eds). (1990) *Compendium of Apple and Pear Diseases.* APS Press, St Paul, Minnesota.

Meheriuk, M., Prange, R.K., Lidster, P.D. and Porritt, S.W. (1994) *Postharvest Disorders of Apples and Pears.* Agriculture Canada, Publication 1737/E, Ottawa, Ontario.

Moore, J.N. and Ballington, J.R. (eds) (1990) *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops. Acta Horticulturae* 290, ISHS, Wageningen.

Snowdon, A.L. (1990) *Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables.* Vol. 1. *General Introduction and Fruits. Wolfe Scientific,* London.

Westwood, M.N. (1993) *Temperate Zone Pomology: Physiology and Culture,* 3rd edn. Timber Press, Portland, Oregon.

Williams, K.M. (ed.) (1991) *New Directions in Tree Fruit Pest Management.* Good Fruit Grower Publications, Yakima, Washington.

Manzanas

Barritt, B.H. (1992) *Intensive Orchard Management.* Good Fruit Grower Publications, Yakima, Washington.

Bultitude, J. (1983) *Apples - a Guide to the Identification of International Varieties.* Macmillan Press, London.

Perales

Wertheim, S.J. (1990) *De Peer.* Proefstation voor de Fruitteelt, Wilhelminadorp, The Netherlands (in Dutch).

White, A.G. (1990) *Nashi -Asian Pear in New Zealand.* DSIR Publishing, Wellington, New Zealand.

van der Zwet, T and Childers, N.F (eds) (1982) *The Pear- Cultivars* to *Marketing.* Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

13
Vides

David Jackson

La vid europea, *Vitis vinifera*, es probablemente originaria de la zona de los montes del Cáucaso, entre el Mar Negro y el Mar Caspio. Esta especie por sí sola, representa la mayoría de la producción de uvas, para vinificación, para secar y de mesa. También hay otras especies, originarias de Norteamérica; algunas de ellas utilizadas para hacer zumos, otras como patrones y un número limitado (a menudo híbridos interespecíficos) para uva de mesa y de vinificación.

El vino, producto final de las uvas, tiene una historia muy larga. Ya lo consumían los Asirios y los Egipcios hace 5.000 años o más. Los primeros marinos mercantes, los fenicios, intercambiaban el vino por otros productos, hace unos 1.000 años y desde entonces en Europa se ha bebido, comerciado y disfrutado con el vino. Cuando los europeos se fueron al Nuevo Mundo, inevitablemente las uvas y el vino llegaron allí. En 1524, Cortez plantó vides en las Américas, en 1652 van Riebeeck en Sudáfrica, y al principio del siglo XIX Busby introdujo las vides en Australia y Nueva Zelanda.

La colonización de América del Norte supuso un paso muy importante en la historia de las vides. Los colonizadores se sorprendieron al encontrar una gran variedad de vides autóctonas en su nueva casa, pero cuando algunas de éstas se introdujeron en Europa, trajeron con ellas muchas plagas y enfermedades desconocidas hasta el momento, siendo la más impor-

Tabla 13.1 Vides.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Vid. *Nombre botánico* *Vitis vinifera* (vid europea). *Nombre botánico de especies relacionadas* *Vitis labrusca* *V. aestivalis V. vulpina* *V. rupestris V. riparia* *V. berlandieri.* *Porte y tipo de planta* Es capaz de tener un crecimiento vigoroso si no se controla. *Sexualidad* *Vinifera* es hermafrodita, y muchas de las especies originariamente americanas son dioicas. *Polinización* No se necesita ni polinización anemófila ni entomófila. Las condiciones de calor y sequedad favorecen la polinización y el cuajado. *Yemas florales* La vid tiene muchas yemas laterales sobre varas del ciclo anterior. La yema que sobrevive al invierno (ver Fig. 13.1) está formada en realidad por tres yemas encerradas en brácteas. La yema principal, la central, normalmente se desarrolla en primavera y forma un brote con dos inflorescencias laterales. Las otras dos yemas normalmente permanecen aletargadas. *Desarrollo del fruto* Curva en S doble. El envero (cambio de color) se produce al principio del crecimiento final del pulgar (estadio III).	*Necesidades de temperatura* Necesita climas cálidos, templados, normalmente una integral térmica de 900°C o más (calculada con temperatura base 10°C). *Tolerancia a heladas* −20°C en dormición, −1°C al principio del desborre, −0,5°C cuando hay flores y frutos. *Necesidades hídricas* Tiene un sistema radicular profundo y unas necesidades hídricas medias. *Tolerancia al encharcamiento* Baja en verano, moderada en invierno. *Tolerancia a la sequía* Buena. Especialmente si la plantación está en suelos profundos. *Tolerancia a la humedad* Baja, se necesita hacer aplicaciones regulares para controlar las enfermedades en climas húmedos. *Tolerancia al viento* De moderada a buena si está en espalderas. *Características edáficas* En zonas más frescas se ponen en pendientes orientadas al sol, para favorecer la acumulación de calor y reducir las heladas. De lo contrario se prefieren terrenos llanos. *Necesidades de suelo* Tolera muchos tipos de suelos, siempre que sean profundos y estén bien drenados. Generalmente se prefieren los suelos ligeros y aquéllos con menor fertilidad, que permiten controlar más fácilmente la cubierta vegetal. *Exigencias en nutrientes* Si se abona en exceso, sobre todo con nitrógeno, se pueden producir problemas en el vigor, particularmente en zonas húmedas.	*Multiplicación* En los sitios en los que la phylloxera y los nemátodos no son problemáticos, se pueden hacer estaquillas: normalmente de madera dura o de madera suave si se quiere multiplicar rápidamente. Si no se hacen injertos en campo o injertos de púa sobre estaquillas de patrones resistentes. *Patrones* Hay muchas plantas seleccionadas, la mayoría de las cuales proceden de cruces entre *Vitis rupestris*, *V. riparia* y *V. berlandieri*. Pueden aportar alguna o todas las siguientes características: resistencia a la phylloxera y/o a los nemátodos, alguna forma de control del tamaño del fruto. También la precocidad entendida como rapidez en alcanzar la madurez, tolerancia a la sequía, a la humedad, a los suelos ácidos o alcalinos y a algunas deficiencias en nutrientes, aunque en menor medida que en los patrones de manzanos. A pesar de todas estas ventajas, se utilizan estaquillas cuando no hay filoxera y nemátodos. La mejor formar de elegir el patrón más adecuado es pedir consejo a la gente de la zona. *Marco de plantación* Normalmente se separan las líneas entre 2,7 y 3,0 m, y las plantas entre 1,0 y 2,0 m, dependiendo del tipo de suelo, de los patrones y del clima. Muchos viñedos tradicionales europeos están plantados con marcos reales de 1 m. En estas plantaciones se necesita una maquinaria especializada. Se consigue alguna mejora de la calidad. *Poda y formación* Hay muchos sistemas de formación diferentes, pero posiblemente el preferido es el VSP (vertical shoot positioned), descrito en el Capítulo 5. Las variaciones dependen de las preferencias y las costumbres locales, de los conocimientos y de las tendencias, del clima y del destino final de las uvas. La poda de pulgares y varas es un método alternativo de poda, siendo más común la poda de pulgares en las zonas con climas más cálidos. *Aclareo de frutos* No se necesita en uvas para vinificación, a no ser que haya un exceso de producción; en uvas para mesa cultivadas en invernadero hay que llevar a cabo un aclareo minucioso y si se cultivan al aire libre hay que hacer aclareo pero más moderado. *Laboreo* Normalmente se mantiene el cultivo libre de malas hierbas. A menudo se emplean herbicidas en las líneas. Algunos viticultores usan productos químicos tanto en las líneas como en las calles. *Entrada en producción* En el segundo o tercer ciclo después del establecimiento de la plantación. *Plena producción* En 3-4 ciclos.

(continúa)

Tabla 13.1 *(Continuación).*

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Desborre Normalmente más tardío que en los frutales de hueso, más o menos a la vez que en el manzano. *Floración* 7-9 semanas después. *Maduración* 5-7 meses después del desborre de las yemas, normalmente en otoño.		*Rendimientos esperados* Depende mucho de las variedades y de las zonas. Normalmente (para vinificación): 2 años: 4 t ha^{-1} 3 años: 8-15 t ha^{-1} 4 años: 10-20 t ha^{-1} *Vida productiva* Hasta 40 ó 60 años. Las tendencias del mercado o alguna enfermedad pueden acortar la vida productiva. *Métodos de recolección* En vides para vinificación y para zumo es común que haya máquinas vendimiadoras, en el resto recolección manual. *Almacenamiento* Se pueden almacenar los racimos refrigerados a 1°C de 3 a 6 meses. A veces se fumigan con dióxido de sulfuro. *Principales plagas y enfermedades* Los insectos, los nemátodos, las enfermedades fúngicas y bacterianas, los pájaros y los desórdenes fisiológicos pueden causar problemas. Ver puntos clave.

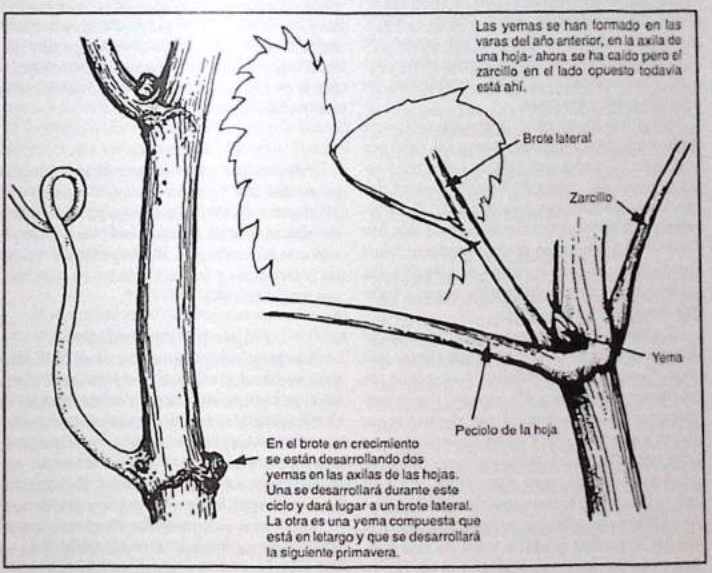


Figura 13.1 A la izquierda: parte de una vara en letargo; a la derecha: formación de yemas en un brote en crecimiento.

tante de ellas la filoxera. Este pulgón de las raíces, devastó extensas zonas de vides *vinifera* que no tenían resistencia. Por esta razón, en muchas zonas, las vides están injertadas sobre patrones de origen americano, resistentes a la filoxera.

La vid, uno de los cultivos más extendidos en todo el mundo, es más común en zonas con climas templados y no se adapta bien a las zonas tropicales y subtropicales. Sin embargo, hay técnicas especiales de cultivo gracias a las cuales se puede cultivar en esas zonas. En países tan cálidos como Tailandia e Indonesia se producen de dos a cuatro cosechas de uvas de mesa al año.

Puntos clave

Exigencias climáticas

La acumulación de calor es en gran medida el factor que determina si en una zona se pueden cultivar o no las vides. Con una integral térmica inferior a 700-900°C, pocas vides madurarán adecuadamente, entre 950 y 1.500°C predominan las uvas de mesa, por encima de 1.500°C se producen uvas de mesa y vinos fuertes; y por encima de 1.950°C predominan las uvas de mesa y las pasas.

Algunas zonas en las que hace suficiente calor en verano, no pueden crecer las vides por culpa de los daños por frío en invierno- muchas zonas del centro de Estados Unidos tienen estas condiciones (continental). Generalmente si la temperatura media del mes más frío es de 0°C o menos, se podrán producir daños por heladas, ya que en climas de este tipo, las temperaturas a menudo pueden llegar a bajar por debajo de –15 o –20°C.

La mayoría de las zonas más prestigiosas de Europa de cultivo de viñedo tienen climas más bien frescos, y no cálidos. Las zonas de Bordeaux, Burgundy y Champagne tienen más fama por los vinos de mesa que algunas zonas del sur de Francia o de España. Sin embargo, se sabe que utilizando la tecnología apropiada, se pueden obtener en zonas más cálidas, vinos de más calidad de lo que era posible antes. Australia y California están demostrando que en zonas cálidas se pueden producir vinos de este tipo. Los vinos fuertes como el jerez y el oporto, se producen en zonas cálidas de España, Portugal y zonas del Nuevo Mundo.

Suelos y nutrición mineral

Las vides toleran muchos tipos de suelos, aunque no se adaptan bien a las condiciones de humedad y frío.

Es mejor cultivar las vides para vinificación o zumo en suelos menos fértiles, ya que si la fertilidad es muy elevada, se favorece el crecimiento vegetativo. Esto tiene como consecuencia un mayor riesgo de incidencia de enfermedades, podas extras en verano y muy probablemente vinos de peor calidad. Los fertilizantes, en particular los nitrogenados, deben emplearse con moderación.

Necesidades hídricas

Las raíces profundas de las vides les permiten sobrevivir en condiciones muy secas, y se sabe que en ocasiones el riego puede afectar negativamente a la calidad del fruto y del vino. En ciertas condiciones esto puede ser cierto, ya que el riego, al igual que la fertilización nitrogenada, favorece el crecimiento vegetativo. Por lo tanto, a menudo se prefiere que las vides sufran un poco de estrés hídrico, ya que ayuda a controlar el vigor de la cepa. Sin embargo, hay muchas excepciones y en muchas regiones en las que la precipitación es baja, no se puede obtener cosecha si no se riega.

Patrones

Hay muchos patrones seleccionados cuyos parentales son *Vitis rupestris*, *V. riparia* y *V. berlandieri*. Es muy importante pedir consejo a los agricultores de la zona sobre cuál es el patrón más adecuado para ésa en particular, ya que las preferencias y las necesidades en cada zona son muy diferentes.

Plagas y enfermedades

Las plagas más importantes son la filoxera y los nemátodos, aunque la elección del patrón adecuado puede eliminar las consecuencias de la infección. Hay muchos insectos que pueden atacar a las vides y la incidencia varía mucho de una zona a otra. Algunos ejemplos son: las orugas de varias especies de polillas, los cócedos, ácaros de varias clases, gorgojos y cochinillas.

Hay varias enfermedades fúngicas que pueden limitar seriamente la productividad de las vides. En condiciones húmedas, hay que prestar especial atención a la botritis. Otras enfermedades como el mildíu algodonoso, la antracnosis y

la excoriosis pueden ser graves en climas húmedos y no suelen aparecer en climas secos. El oídio aparece tanto en climas húmedos como secos. La agalla del pie es la enfermedad bacteriana más grave y normalmente se produce como consecuencia de un daño físico a la parte baja del tronco, a veces por heladas invernales. Muchas enfermedades víricas como el virus de la hoja en abanico, el del enrollamiento de las hojas, el moteado de la uva y el picado del tallo, atacan a la vid y sólo pueden eliminarse por tratamiento con calor en el punto de multiplicación. La forma de asegurarse de que esto no ocurre es comprando material certificado libre de virus.

En muchas zonas los pájaros son el problema más serio. Los daños por pájaros se pueden reducir utilizando una serie de tácticas como por ejemplo disparando, usando mecanismos para asustarlos como tirar petardos, poner reproducciones de halcones y emisores avisando del peligro, o como último recurso poner redes.

También hay un cierto número de desequilibrios fisiológicos que pueden causar problemas. Entre ellos se incluye la necrosis bunchstem, que hace que partes del racimo se marchiten y mueran antes de la floración. En este caso se trata de una respuesta de la planta al estrés producido por una falta de luz, falta de agua o deficiencias en nutrientes. Esta necrosis provoca la muerte de partes del tallo después del envero. Todavía no se conocen exactamente sus causas. Si se produce un cuajado pobre, se puede deber a condiciones de frío y humedad en el momento de la floración, que hace que se reduzca la polinización y la fertilización.

Recolección

El momento en el que hay que hacer la recolección de las uvas de vinificación es un factor muy crítico. Si se cosechan demasiado pronto, las uvas pueden ser demasiado ácidas, si se cosechan demasiado tarde pueden tener poca acidez o un rendimiento bajo por culpa de los daños por los pájaros o por las podredumbres en los racimos. Si se escoge adecuadamente el momento de la recolección, nos aseguramos que la uva tiene unos niveles altos y equilibrados de componentes aromáticos.

Las uvas para vinificación, generalmente cuando maduran tienen entre un 16 y un 24% de azúcar y entre 0,6 y 1% de ácidos. Los valores deseados cambian en función de la zona en la que estemos, de la variedad y del tipo de vino que se quiere. Puede que el enólogo tenga que ajustar el nivel de azúcar y ácidos del mosto de unas uvas recién cogidas hasta alcanzar el nivel óptimo.

Muchas de las uvas para vinificación y para zumos se cosechan mecánicamente. De esta forma se reducen sustancialmente los costes de mano de obra en la recolección. Además, como se puede terminar la recolección en mucho menos tiempo, llegarán más uvas a la bodega o a la planta de transformación con el grado de madurez óptimo.

La obtención de mosto y vino de calidad depende de la utilización de las mejores variedades en función del clima, combinado con una buena gestión, con la determinación del óptimo de maduración, con la utilización de buenas cepas de levaduras, con prestar atención durante la fermentación y con una adecuada maduración del vino.

Las pasas se cosechan y se procesan de distintas formas. Se pueden cosechar a mano y después secarlas, directamente al sol o en estanterías. Para ayudar a que se sequen y para que tengan un color especialmente brillante, se pueden tratar con soluciones alcalinas de aceite antes de secarlas. Las cosechadoras mecánicas golpean demasiado el fruto, por lo que no son eficientes para obtener uvas para secar, pero si se podan los sarmientos y se deja que los racimos se sequen en la planta, sí que se pueden utilizar estas cosechadoras.

Variedades principales

UVAS DE VINIFICACIÓN. El requerimiento esencial para las uvas de vinificación es que tengan un mosto con una composición adecuada, que produzca un buen vino; el aspecto externo de las uvas tiene muy poca importancia. Se utilizan menos de 30 variedades, todas ellas de *V. vinifera* para producir los vinos clásicos de calidad de todo el mundo. Aparte, hay cientos de variedades utilizadas en cierto grado para vinificación; algunas de éstas son especies americanas y otras son híbridos entre especies americanas y *V. vinifera*. Algunos ejemplos de variedades importantes de uvas para vinificación son:

- Tintas: Pinot Noir, Merlot, Cabernet Sauvignon, Shiraz (Syrah) y Garnacha;

- Blancas: Müller Thurgau, Chasselas, Chardonnay, Riesling, Semillon, Sauvignon blanc, Chenin blanc y Palomino.

UVAS DE ZUMO. Sobre todo en Estados Unidos, las uvas para zumo son un producto con bastante mercado. La variedad Concord representa el 90% de la producción. Esta variedad, junto con otras como Niágara e Iona, derivan principalmente de *Vitis labrusca*.

PASAS. Estas uvas son variedades de *V. vinifera*. Algunos ejemplos de variedades apirenas son la Sultana (sinónimos: Sultanina, Thompson apirena) y Currants (sinónimos: Zante, Zante Currant, Negra Corinto) y entre las variedades con pepitas están Muscat Gordo Blanco (Muscat, Moscatel). Las pasas necesitan una integral térmica por encima de 1.950°C para que su cultivo sea rentable económicamente.

UVAS DE MESA. Las uvas de mesa se producen de forma más rentable en zonas con climas cálidos o templados. Se necesita que tengan buen aspecto, un tamaño grande y una piel fina, todo ello combinado con una buena textura y un buen sabor. Las uvas apirenas son una ventaja, pero a menudo son demasiado pequeñas. Si se hacen tratamientos con ácido giberélico se puede conseguir que uvas apirenas pequeñas como la Sultana, adquieran un tamaño aceptable.

Bibliografía

Coombe, B.G. and Dry, P.R. (1988) *Viticulture*, Vol. 1, *Resources in Australia*. WineTitles, Adelaide.

Coombe, B.G. and Dry, P.R. (1992) *Viticulture*, Vol. 2, *Practices*. WineTitles, Adelaide.

Gladstones, J. (1992) *Viticulture and Environment*. WineTitles, Adelaide.

Jackson, D. (1997) *Monographs in Cool Climate Viticulture*, Vol. 1, *Pruning and Training*. Lincoln University Press, Christchurch, New Zealand.

Jackson, D. and Schuster, D. (1995) *The Production of Grapes and Wine in Cool Climates*, 4th edn. Lincoln University Press, Christchurch, New Zealand.

Jackson, R.S. (1994) *Wine Science, Principles and Applications*. Academic Press, San Diego, California.

Mullins, M.G., Bouquet, A. and Williams, L.E. (1992) Biology *of* the *Grapevine*. Cambridge University Press, Cambridge.

Robinson, J. (1994) (ed.) *The Oxford Companion to Wine*. Oxford University Press, Oxford.

Smart, R.E. and Robinson, M.D. (1991) *Sunlight into Wine: a Handbook for Winegrape Canopy Management*. WineTitles, Adelaide.

Winkler, A.J., Cook, J.A., Hliewer, W.M. and Lider, L.A. (1974) *General Viticulture*. University of California Press, Berkeley, California.

14
Frutales en baya

Graham Thiele

Los arándanos y otras especies de *Vaccinium*

El género *Vaccinium* está formado por más de 100 especies de arbustos y árboles pequeños, de hoja caduca y de hoja perenne. Muchos de ellos tienen una considerable importancia económica, particularmente en América del Norte, donde los arándanos azules y los arándanos comunes se cultivan en terrenos ácidos, muchos de los cuales si no serían bastante áridos.

El arándano alto del norte (tipo highbush) *Vaccinium corymbosum* (2-3 m) es la especie cultivada más común en América del Norte (ver Tabla 14.1). El testimonio más antiguo sobre un arándano tipo highbush es de la zona este de Estados Unidos, de alrededor de 1765. Otras especies cultivadas de arándanos son el arándano tipo highbush del sureste *V. atrococcum* y *V. australe*; el arándano rabbiteye *V. ashei*; el arándano lowbush *V. angustifolium*; el arándano «*sourtop*» o Canadiense *V. myrtilloides*, y el arándano «dry land» *V. hursutum* (el «huckleberry») y *V. vacillans*.

Otras especies dignas de mención son el arándano común *V. myrtillus*; el arándano rojo *V. vitis-idaea*, de bajo crecimiento (15-30 cm), de hoja perenne con tallos trepadores, que se encuentra a menudo silvestre en Europa y en Escandinavia; y el arándano americano *V. macrocarpon*, también un arbusto trepador de hoja perenne con brotes verticales, cultivado de forma muy extensa cerca de ambas costas de Estados Unidos en los llamados «cranberry bogs».

Es difícil saber con exactitud las cifras de la producción mundial porque mucha gente coge arándanos en zonas silvestres. Por ejemplo, algunas zonas del este de Europa y de Escandinavia tienen muchos arándanos rojos (*V. vitis-idaea*), arándanos europeos (*V. oxycoccus*), arándanos comunes (*V. myrtillus*) y arándanos de los pantanos (*V. uliginosum*) que crecen de forma natural y silvestre.

América del Norte domina la producción mundial de arándanos, con una producción estimada de 128.000 t. En la última década la producción ha aumentado alrededor de un 25%, y la superficie cultivada ronda las 80.000 ha. El arándano silvestre (lowbush) acapara más de un 60% de esta área. Las plantaciones de arándanos tipo del sur y rabbiteye se han duplicado en la última década, pero el arándano highbush sigue dominando las plantaciones comerciales (aproximadamente un 25% de las 80.000 ha). El rendimiento medio de las plantaciones de arándano tipo highbush es de 6 t ha^{-1}, en las de tipo rabbiteye 7 t ha^{-1}, y en las tipo lowbush (silvestres) 2 t ha^{-1}. De todos los arándanos cultivados el tipo highbush representa el 70% de la producción total.

El arándano tipo highbush del sur es un nuevo híbrido interespecífico tetraploide de *V. corymbosum* con bajas necesidades en horas

Tabla 14.1 Arándanos y otras especies *Vaccinium*.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Arándano tipo highbush. *Nombre botánico* *V. corymbosum.* *Nombre botánico de especies relacionadas* *V. angustifolium* (lowbush) *V. ashei* (arándano rabbiteye) *V. myrtillus* (arándano europeo) *V. vitis-idaea* (arándano rojo) *V. macrocarpon* (arándano americano). *Porte y tipo de planta* Perennifolia y leñosa. De tamaño muy variable. Híbrida muy fácilmente con el arándano lowberry. Normalmente de 1 a 4 m de altura y 2 m de ancho. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* Aunque es parcialmente autofértil, los rendimientos han aumentado mucho gracias a la polinización cruzada, sobre todo cuando se plantan las variedades en bloques. *Yemas florales* Los frutos se forman sobre las yemas del crecimiento del ciclo anterior. *Desarrollo del fruto* Curva de crecimiento en doble S. En el envero, una baya puede aumentar su volumen un 25%. El tamaño del fruto depende del número de semillas. *Desborre* Al principio de la primavera. *Floración* Varía mucho, desde primavera hasta principio de	*Necesidades de temperatura* Crece en la mayoría de las zonas templadas incluso en zonas templadas cálidas donde no se cumplan las necesidades en horas frío. El tipo lowbush es más tolerante al frío que el tipo highbush, y el tipo rabitteye más tolerante al calor. *Tolerancia a heladas* Las heladas primaverales tardías reducen el rendimiento. Rara vez las heladas echan a perder el cultivo por completo y por lo tanto no es habitual protegerlo contra las heladas. *Necesidades hídricas* El riego es muy necesario. Es una planta con un sistema radicular muy superficial. *Tolerancia al encharcamiento* No crece bien en suelos húmedos, mal aireados. Las raíces finas y fibrosas prefieren los suelos húmedos, con alto contenido en turba o en otro tipo de materia orgánica. *Tolerancia a la sequía* No tolera los suelos encharcados ni los suelos muy secos. *Tolerancia a la humedad* Prefiere mucha insolación. En condiciones de humedad, las enfermedades fúngicas pueden causar problemas. *Tolerancia al viento* Es imprescindible poner protección en zonas con vientos muy fuertes. *Características edáficas* En zonas mal protegidas, puede que las flores no sean azules brillantes. Prefieren los terrenos llanos. Para minimizar los riesgos de heladas, hay que evitar las zonas con mala aireación. *Necesidades de suelo* Son imprescindibles los suelos ácidos (4,0-5,0) y mejor con turbas.	*Multiplicación* Normalmente a partir de estaquillas cortadas en invierno. Se pueden obtener plantas en nebulizadores a partir de estaquillas de madera suave. Las estaquillas de un año de edad enraizadas son menos caras, pero se prefiere utilizar material de dos años de edad para establecer la plantación. *Patrones* No se usan. *Marco de plantación* 2,5-3,0 m entre líneas; 0,9-1,2 m entre plantas. *Poda y formación* Las flores nacen en los ápices del crecimiento del ciclo anterior. Hay que quitar los brotes muy verticales y podar para equilibrar el crecimiento vegetativo con la producción. Siempre que se pueda, quitar la madera vieja. *Aclareo* No se necesita. *Laboreo* Los arándanos tienen un sistema radicular muy superficial y hay que hacer un laboreo mínimo. En suelos con humedad adecuada, se pueden controlar las malas hierbas en las líneas con productos químicos. También son beneficiosos los mulchings de serrín o corteza. *Entrada en producción* En plantas de 3 años de edad ya empieza a haber algún fruto pero se necesita ante todo que se forme un arbusto sólido. *Plena producción* 6-7 años. *Rendimientos esperados* Tercer año: 0,25 t ha^{-1}. Variaciones entre el tipo highbush y rabbiteye (rendimientos ligeramente más altos) Cuarto año: 1,5 t ha^{-1} Quinto año: 3,0 t ha^{-1} Sexto año: 7 t ha^{-1} Rendimiento del lowbush: 2 t ha^{-1}. *Vida productiva* 20-30 años. *Métodos de recolección* Se sigue recogiendo manualmente cuando es para consumo como postre, pero en Estados Unidos también es muy habitual la recolección mecanizada

(*continúa*)

Tabla 14.1 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
verano, dependiendo de la variedad y de la zona. *Maduración* Desde principio de verano hasta principio de otoño	También se adaptan a suelos arenosos con el rango de pH recomendado, siempre que se mantenga la humedad del suelo en niveles altos. Es útil añadir materia orgánica como por ejemplo serrín. Las raíces de los arándanos no pueden penetrar en suelos demasiado compactados. *Exigencias en nutrientes* Responden a las aplicaciones de nitrógeno, pero no se deben aplicar cantidades excesivas (ver texto). Las concentraciones estándar (%) en un análisis foliar son: N: 1,80-2,10 P: 0,12-0,40 K: 0,35-0,65 Ca: 0,40-0,80 Mg: 0,12-0,25	cuando es para industria. En el caso de frutos para postre es muy importante seleccionar los que se cogen. Las bayas continúan creciendo durante los 3-6 días siguientes al envero. Se pueden utilizar varas manuales para sacudir el arbusto *Almacenamiento* Se pueden guardar en canastos durante 10-14 días a 1-2°C. Se conserva en almacén durante más tiempo que otros frutos en baya. *Principales plagas y enfermedades* Las plagas y las enfermedades no son demasiado problemáticas. Se pueden necesitar medidas de control para botritis y arrolladores. Los pájaros son el problema más grave y en pequeñas plantaciones se necesita poner redes. Las infecciones de phytophthora en las raíces se producen en suelos encharcados y demasiado pesados.

frío. Se está plantando en zonas de Estados Unidos, Nueva Zelanda y Australia, con inviernos suaves, subtropicales donde producen frutos tempranos para mercados selectos.

Las áreas cultivadas en otros países y continentes son pequeñas al lado de las de América del Norte. Por ejemplo, Australasia tiene 700 ha, Alemania 600 ha y Japón 200 ha. El consumo per cápita en América del Norte es de 170 g año^{-1} mientras que en Australasia es de aproximadamente 45 g año^{-1}.

Puntos clave

Variedades y multiplicación

En la mayoría de las plantaciones comerciales en la zona este de Estados Unidos, sólo hay unas pocas variedades como Bluecrop (34%), Jersey y Croatan.

Unos de los problemas más difíciles de resolver en la industria del arándano es que muchas de las variedades desarrolladas no han tenido unos rendimientos estables una vez que se han puesto en cultivo. Esto a pesar de la mejora de la productividad obtenida en investigaciones a menor escala. Se piensa que las plantaciones de grandes bloques con fines comerciales está planteando problemas en la polinización cruzada. Earliblue y Coville son ejemplos de este fenómeno.

Se está produciendo algo similar en el caso de las plantaciones de tipo rabbiteye.

Durante muchos años se ha tenido mucho interés en mezclar la información genética del highbush (tetraploide) y del rabbiteye (hexaploide). La generación F_1 es pentaploide con un polen relativamente poco fértil, pero el retroeruzamiento se ha realizado con éxito. La información genética del género *Vaccinium* es amplia y ofrece a los multiplicadores una variedad muy grande de material. En consecuencia, en América del Norte se han creado nuevos híbridos, pero todos ellos tienen que ser ensayados en plantaciones comerciales en las condiciones predominantes de los diferentes países. Por lo tanto entre los objetivos de la mejora vegetal, se incluye la incorporación de tolerancia al frío con o sin requerimiento de horas frío, la maduración temprana, de medio ciclo o tardía, los altos rendimientos, la calidad alta de los frutos y la resistencia a plagas y enfermedades.

La variedad O'Neil es un ejemplo de variedad tipo highbush del sur apta para la recolección mecánica. Esta variedad también ha res-

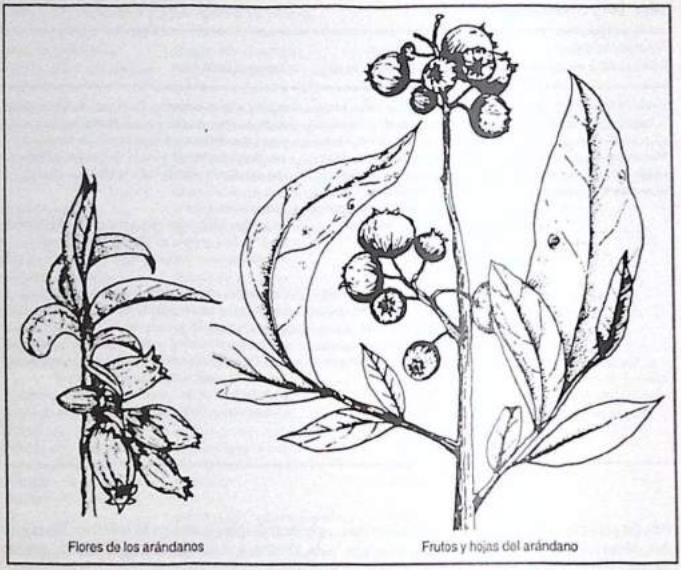


Figura 14.1 Arándanos.

pondido bien al despuntado mecánico. Sharpblue es la variedad tipo highbush del sur más utilizada en el sur de Estados Unidos y también en Australia.

Aparte de Bluecrop y Jersey, las variedades tipo highbush Weymouth y Croatan están entre las más utilizadas, junto con Elliott, Dube, Bluejay y Nelson que también están ganando aceptación. Tifblue es la variedad tipo rabitteye más extensamente cultivada (40%), seguida de Climax y Brightwell.

La Brigitta, una variedad tipo highbush seleccionada, además de Rose y Denise son las preferidas en el sur de Australia. Con las variedades tipo highbush de fructificación temprana Puru, Nui y Reka, desarrolladas en Nueva Zelanda, junto con Maru y Rahi, dos variedades tipo rabbiteye de maduración tardía, se ha conseguido alargar la temporada de recolección un total de 7 semanas.

Suelos y sistemas de plantación

Aunque el hábitat natural de las especies de *Vaccinium* son los suelos de turbas pantanosas de baja fertilidad, con pH bajos, también se ha conseguido cultivar arándanos en otros sustratos en países con áreas pequeñas de turberas. En Europa, por ejemplo en Alemania y en los Países Bajos hay muchas plantaciones de arándanos en suelos minerales.

El pH en suelos minerales puede reducirse con mulching orgánicos como por ejemplo serrín o con gallinaza u otros estiércoles de origen animal. La utilización de sulfato de amonio también ayuda a crear o mantener las condiciones ácidas del suelo. Para conseguir esto, se puede aplicar azufre en el suelo antes de realizar la plantación. Para bajar el pH de 6,5 a 5,5 probablemente se necesiten alrededor de 100-250 kg de azufre por hectárea. En suelos con mayor contenido en arcilla, habrá que echar las dosis más altas, en suelos arenosos las más bajas.

Las dosis de fertilizantes deben estar basadas en los resultados de los análisis de suelo y foliares. En el caso de arbustos adultos, unas dosis de 10-20 kg ha^{-1} de P y 20-30 kg ha^{-1} de K son suficientes para el mantenimiento de la plantación. La dosis de nitrógeno a aplicar al año, debe rondar los 30-40 kg ha^{-1}, dependiendo del tipo de suelo y de la edad de los arbustos. En suelos minerales, en verano hay que aplicar 20 kg ha^{-1} más, en una aplicación única o fraccionada. El momento en el que el cultivo necesita más nitrógeno es en el momento de la maduración. El número de flores, el cuajado, el tamaño de los frutos y el rendimiento, se reducen si hay alguna deficiencia en nitrógeno. Es preferible aplicar el nitrógeno en otras formas que no sean nitratos. Algunas veces las turberas son suelos con deficiencias en magnesio y las dosis básicas que se aplican tienen que aportar unos 20 kg ha^{-1} de magnesio, en forma de sulfato de magnesio. Es probable que los pH altos induzcan deficiencias en hierro.

Se ha demostrado claramente la importancia del hongo micorriza ericoide sobre el crecimiento y el rendimiento de los arándanos. Este hongo está presente de forma natural en muchos suelos de turbera (pero no en todos) y no en muchos suelos minerales. Se piensa que este hongo micorrizado incrementa la fijación del nitrógeno y el fósforo y puede descomponer el nitrógeno orgánico del suelo hasta una forma asimilable por los cultivos de *Vaccinium* spp. Las investigaciones sugieren que la infección por micorrizas en las raíces es particularmente beneficiosa en suelos con pH elevados y que puede incrementar el rendimiento hasta en un 20%. Se necesita investigar más profundamente el papel exacto de estas micorrizas ericoides en la fijación de nutrientes y en el metabolismo y también su interrelación con las enfermedades radiculares de transmisión por el suelo.

Los arándanos cultivados en turberas se plantan a menudo en caballones de 25-50 cm para prevenir las inundaciones después de una lluvia o de un riego. Si los suelos son más ligeros y tienen buen drenaje, no se necesita hacer esto. Los sistemas de plantación de las variedades de tipo highbush y rabbiteye varían mucho, pero en general se prefiere espaciar poco las plantas. Los marcos de plantación recomendados son de 0,9-1,2 m entre plantas y 2,5-3,0 m entre líneas, dependiendo del tipo de suelo, del vigor de la variedad, y de si esa parcela se cosecha mecánicamente o no. Si se deja menos espacio entre plantas, después de varios años, se forma un seto y se puede necesitar hacer aclareo cuando la plantación ya es adulta. También se consigue obtener beneficios antes y se rentabilizan las redes contra pájaros, que son muy caras. La densidad de plantación suele variar entre 1.600 y 4.500 arbustos ha^{-1} con un valor medio de 2.500.

Es muy importante que el arbusto adquiera rápidamente el tamaño adecuado para obtener pronto buenos rendimientos; esto significa que en los primeros momentos tras la plantación hay que cuidar las prácticas culturales. Para controlar las malas hierbas y aumentar la retención de humedad, algunos agricultores ponen un mulching plástico en el momento de la plantación. Si no se ponen mulchings, se emplean productos químicos para controlar las malas hierbas en las líneas. Normalmente, no se suelen aplicar hasta que las plantas tienen dos años de edad, y después se suele aplicar una mezcla de dicuat o glifosato con simazina o terbacil.

Plagas y enfermedades

Gran parte de los esfuerzos en el campo de la mejora vegetal en arándanos han ido enfocados a conseguir resistencia a enfermedades. La roya del tallo (*Botryosphaeria dothidea*) se ha convertido en una de las enfermedades más graves tanto en los arándanos tipo highbush como en los rabbiteye de América del Norte. De las variedades existentes por el momento, conocidas como resistentes, sólo Morrow demuestra tener una resistencia que la hace rentable. Parece que surgen nuevas cepas de la roya del tallo en cuanto se desarrollan variedades resistentes.

El chancro del tallo (*Botryosphaeria corticis*) ataca gravemente a variedades tipo highbush de maduración temprana como Weymouth y variedades tipo rabbiteye como Tifblue y Climax. Se han desarrollado algunas variedades resistentes como Reveille y Bladen.

La enfermedad más peligrosa que afecta a los arándanos es un micoplasma. Hasta el momento no se ha encontrado ninguna planta con resistencia y las medidas de control se centran en el vector cicándula. Otras enfermedades importantes son el momificado de las bayas (*Monilinia vaccinii-corymbosi*), la roña de las ramas, la podredumbre del fruto (*Phomopsis vaccinii*) y la botritis (*Botrytis cinerea*). Los sue-

los mal drenados favorecen la podredumbre de la raíz (*Phytophthora cactorum*).

Si se quiere obtener una producción de bayas de alta calidad para su consumo en fresco, es imprescindible, sobre todo en pequeñas plantaciones, controlar los pájaros con redes.

Groselleros y groselleros espinosos

Las variedades de groselleros negros que se cultivan actualmente con fines comerciales derivan de un parental silvestre, *Ribes nigrum*, que se extiende desde Europa hasta el Himalaya. El género *Ribes* tiene alrededor de 150 especies de arbustos de hoja perenne y de hoja caduca originarios en su mayoría de zonas frescas y templadas del hemisferio norte. Los groselleros rojos y blancos también proceden de Europa, normalmente se dice que son *Ribes sativum*, aunque algunas veces erróneamente se dice que son *Ribes rubrum*. Las variedades de *R. rubrum* se cultivan en Escandinavia para aprovechar sus frutos y se conocen como las grosellas rojas nórdicas.

La variedad cultivada de grosellero espinoso, *Ribes grossularia*, también de este género, es un arbusto espinoso de hoja caduca y natural de las zonas montañosas de Europa y del norte de África.

En los últimos años, los mejoradores de plantas han cruzado con éxito variedades seleccionadas de *R. nigrum* con *R. grossularia*, obteniendo una descendencia con muchas características diferentes. Un ejemplo es la «jostaberry», un arbusto espinoso con grosellas negras del tamaño de las de un grosellero espinoso y las hojas también parecidas a las de este arbusto. El «worcesterberry» es un híbrido natural entre un grosellero negro y un grosellero espinoso y crece silvestre en América del Norte.

La producción mundial de grosellas y grosellas espinosas es de 780.000 t (1998) y los mayores productores son Rusia, Polonia y Alemania.

Puntos clave: groselleros negros

Variedades y mejora

Se están llevando a cabo programas de mejora vegetal en los países líderes en la produc-

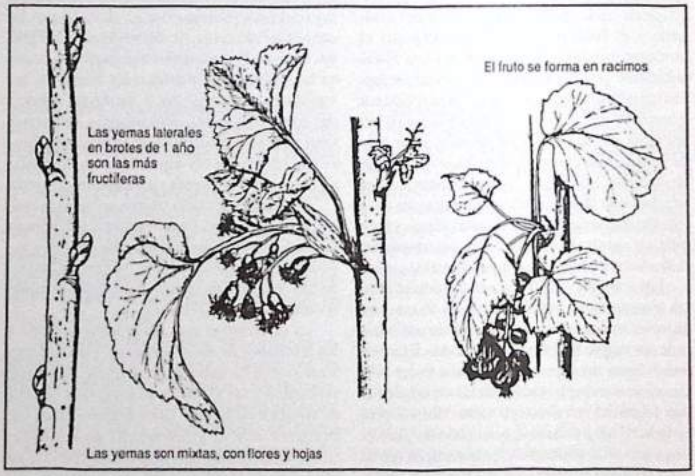


Figura 14.2 Groselleros negros.

Tabla 14.2 Groselleros negros.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Grosellero negro. *Nombre botánico* *Ribes nigrum.* *Nombre botánico de especies relacionadas* *R. grossularia* (grosellero espinoso) *R. sativum* (groselleros rojos y blancos). *Porte y tipo de planta* Arbusto de 2 m de altura y de anchura. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* Autofértil, pero si hace mal tiempo la polinización cruzada mejora el cuajado. Se recomienda poner colmenas de abejas. *Yemas florales* Yemas mixtas formadas lateralmente en los brotes del año anterior. Hay algunos brotes cortos fructíferos sobre madera más vieja. Cada yema produce un racimo de frutos. La mayoría de los frutos se forman en madera joven en el caso de los groselleros negros, pero en madera más vieja en los groselleros rojos y blancos. *Desarrollo del fruto* Curva de crecimiento en S doble. *Desborre* Al principio de la primavera. *Floración* En primavera. *Maduración* A mitad de verano, antes o después dependiendo del clima.	*Necesidades de temperatura* Necesitan un clima templado. Se necesitan días cortos para que se produzca la inducción floral. Se requieren muchas horas frío para romper la dormición. *Tolerancia a heladas* Tolera –20°C en dormición, –2 a –3°C con yema en estado uva, –0,5 a 1°C en flor o con fruto joven. Rara vez se toman medidas específicas de control contra las heladas. *Necesidades hídricas* Normalmente es imprescindible el riego. *Tolerancia al encharcamiento* Tolera suelos más pesados que el resto de frutales, pero le afecta mucho el mal drenaje. *Tolerancia a la sequía* Es necesaria agua para que las estaquillas enraícen y para que el fruto se desarrolle adecuadamente. La sequía afecta mucho al crecimiento y fructificación del siguiente ciclo. *Tolerancia a la humedad* La incidencia de enfermedades como *Botrytis* es máxima en condiciones de alta humedad. La mancha foliar puede ser problemática cuando llueve mucho. *Tolerancia al viento* El viento afecta al crecimiento de la planta y a la producción. Pero es más tolerante que *Rubus* spp. *Características edáficas* Si el terreno es muy ondulado se dificulta la recolección mecanizada. Las pendientes suaves permiten la aireación del suelo y reducen los riesgos de heladas. *Necesidades de suelo* Tolerante a muchos tipos de suelos, siempre que haya buen riego y un buen drenaje. Son preferibles los suelos profundos, fértiles, con un pH entre 6,0 y 6,5, pero nunca por debajo de 5,5. *Exigencias en nutrientes* Muy variable en función de la cantidad de nutrientes en el suelo. Los resultados de un análisis foliar llevado a cabo después de la recolección en % son: N: 2-3,5 P: 0,3-0,8 K: 2-4,0 Ca: 2-3,5 Mg: 0,3-0,5 Normalmente las dosis recomendadas son de 5 kg de N por tonelada de cosecha y hectárea, 5 kg t^{-1} ha^{-1} de K y 3 kg t^{-1} ha^{-1} de P. Un exceso de nitrógeno favorece el crecimiento vegetativo. A veces las aplicaciones de nitrógeno se dividen a lo largo del ciclo de crecimiento.	*Multiplicación* Normalmente con estaquillas de madera dura. El método moderno es plantar las estaquillas de 20-45 cm de largo, in situ, en invierno. *Patrones* No se necesitan. *Marco de plantación* 2,5 m entre líneas, 15-30 cm entre plantas. *Poda y formación* Quitar los brotes gruesos, dejando los brotes de 1 año de edad. *Aclareo* No se necesita. *Laboreo* Si se hace laboreo, sólo a 5-10 cm de profundidad, porque las raíces son fibrosas y muy superficiales. Cada vez se pone en más plantaciones cubiertas vegetales de hierba/césped de trébol en las calles, si hay suficiente riego. En las líneas, en una banda de 0,5-1 m de ancho se aplican productos químicos para controlar las malas hierbas. Plantar las estaquillas a través del polietileno negro ayuda a controlar las malas hierbas y a retener la humedad en el suelo. *Entrada en producción* 15-18 meses después del establecimiento de la plantación con estaquillas. *Plena producción* 4-5 años. *Rendimientos esperados* Segundo año: 0,5-2 t ha^{-1} Tercer año: 2-5 t ha^{-1} Cuarto año: 4-8 t ha^{-1} *Vida productiva* Dependiendo de la técnica de poda, la vida productiva puede llegar a ser de 15-20 años. *Métodos de recolección* Se utiliza la recolección mecanizada. En regiones pequeñas, venta en los puntos de producción y autoservicio. *Almacenamiento* Las ventas en fresco son insignificantes, normalmente se vende congelado. *Principales plagas y enfermedades* Pulgones, ácaros, el gorgojo de la raíz, la sesia del grosellero, botritis, la mancha foliar y mildiú.

ción de grosellas negras. Dos de las variedades principales que se cultivan en Polonia son Roodknop y Ojebyu. Titania es la preferida en Alemania para recolección mecánica, pero resulta demasiado vigorosa. Ceres es una variedad relativamente nueva, con buenos rendimientos y resistencia al mildíu. Hedda, Ben, Sarak y Ben Lomond son otras variedades con buenos resultados.

Cuajado

Aunque son intrínsecamente auto-fértiles, algunas variedades fructifican mejor si se hace polinización cruzada. Normalmente se recomienda poner cuatro o cinco colmenas de abejas por hectárea, pero parece que las necesidades varían en función del momento. Hay que intentar eliminar o minimizar otras fuentes alternativas de néctar durante el período de polinización. No hay un sistema de plantación recomendado, pero en los casos en los que la fructificación es problemática, se recomienda alternar de variedad cada cuatro o seis líneas.

Sistemas de plantación

El sistema de plantación para los groselleros negros ha cambiado de forma drástica desde que existe la recolección mecanizada. Se ha pasado de marcos reales de 2 m, diseñados para la recolección manual y laboreo en ambas direcciones, a distancias de 30 cm entre plantas y 2,8-3 m entre líneas, dependiendo de la maquinaria que se emplee.

Se plantan *in situ* las estaquillas de 20-45 cm de longitud, enterrando entre la mitad y dos tercios. Más de un 90% de la plantación enraíza, sobre todo cuando se pone un mulching de plástico negro antes de colocar las estaquillas. Este mulching retiene la humedad del suelo y controla el crecimiento de las malas hierbas.

El plástico se extiende con una máquina sobre el suelo, que debe estar bien preparado y sin malas hierbas perennes. Algunas plantaciones de groselleros negros se han establecido directamente sobre tierras de pastoreo, pulverizando herbicidas sobre las líneas y extendiendo el plástico sobre las zonas tratadas. Se clavan directamente las estaquillas atravesando el plástico. Se puede prescindir de poner este plástico, si durante la plantación se coloca el sistema de riego y si las malas hierbas no representan un problema.

El factor clave a la hora de tomar las decisiones sobre cómo establecer la plantación radica en que durante los primeros años se forme buena madera fructífera. Si se ponen muy juntas las plantas se favorece el crecimiento vertical, lo que tiene como consecuencia que la base de la planta sea muy pequeña y así se asegura que se reducen las pérdidas por caídas de bayas desde las plataformas de recogida, en el caso de que se coseche mecánicamente. Con este sistema se necesita poca mano de obra y las podas son pequeñas o innecesarias. Después de 5 ó 6 años de cultivo, se renuevan los arbustos cortándolos a 10 cm del suelo. Este sistema se conoce como cultivo a corto plazo. Para reducir la incidencia del plomo de los frutales, *Stereum purpureum*, es mejor hacer ese corte tan drástico durante el período de crecimiento, poco después de haber terminado la recolección. (Ver también las observaciones del Capítulo 5, «Poda y Formación»).

Plagas y enfermedades

La reversión, una enfermedad vírica que provoca la esterilidad de las flores, puede reducir de forma importante el rendimiento y está considerada como la enfermedad más grave para este cultivo en Europa. La transmite el ácaro de la agalla de las grosellas negras, *Cecidophyopsis ribis*, y hay que establecer un programa de control con aplicaciones constantes, apartando los arbustos infectados. Este ácaro es también el responsable de la hinchazón de las yemas. Las yemas florales o vegetativas infectadas abortan.

La larva del taladro del grosellero, *Synanthedon tipuliformis*, cava túneles en el centro de la médula de los brotes jóvenes. Aunque puede reducir el rendimiento por daños en las yemas en los puntos de entrada y por debilitamiento de las ramas provocando roturas, el principal problema es su efecto sobre el crecimiento y enraizamiento de estaquillas hechas con material infectado.

Otras plagas que producen daños son el pulgón de la grosella, *Hyperomyzus lactucae*, la araña roja común, *Tetranychus urticae* y la enfermedad de la mancha foliar, *Mycosphaerella ribis*. La cochinilla *Pseudococcus obscurus*, el gorgojo de la raíz *Otiorhynchus salcatus*, también pueden ser problemáticos.

Calidad del zumo y momento de la recolección

Las grosellas negras tienen uno de los niveles más altos de ácido ascórbico (Vitamina C). Debido al alto valor nutritivo del zumo de grosella, no nos sorprende que se estén llevando a cabo muchas investigaciones para determinar los factores que influyen en la cantidad de ácido ascórbico que se forma. El momento en que se cosecha, la variedad, el clima, el suelo, los fertilizantes y otras prácticas culturales tienen una clara influencia en los contenidos bioquímicos del fruto. En ensayos realizados se ha visto que el nivel de ácido ascórbico puede variar entre 100 y 400 mg 100 g^{-1}, en función del momento y de la variedad.

Por otro lado, parece que las empresas transformadoras dan más importancia a indicadores de calidad del zumo, como por ejemplo el color y el contenido en azúcar. Desafortunadamente, el contenido en azúcar, medido por los grados Brix, es difícil de determinar en campo de forma precisa con los refractómetros. También es difícil utilizar patrones de color para determinar de forma precisa el mejor momento para la recolección. Como el tamaño del fruto aumenta rápidamente en los últimos 7-10 días antes del momento óptimo de la recolección, la mejor forma de asegurarse que se cosecha en el momento adecuado es controlando el crecimiento del fruto.

Puntos clave: grosellas rojas y blancas

A pesar de que son menos conocidas que las grosellas negras, son frutos muy comunes en algunas zonas de Europa. Se usan para mezclar en mermeladas y con zumos de otros frutos para hacer bebidas o comida sana.

La forma de crecimiento del *Ribes sativum* es más rastrero que el de los groselleros negros. La diferencia más significativa es que fructifica sobre brotes cortos de madera de 2 o más años, mientras que los groselleros negros lo hacen sobre todo en madera de 1 año. Esto significa que hay que dejar más madera vieja en los arbustos de groselleros rojos para obtener buenos rendimientos. También se está convirtiendo en norma poner más juntos los groselleros rojos y blancos aunque no tan cerca como los groselleros negros. Normalmente el marco de plantación es de 0,5-1 m entre plantas y 2,5 m entre líneas, dependiendo del método de formación. Para permitir la recolección con zancudos, en algunos países se han puesto unas estructuras ligeras para permitir formar los arbustos en espaldera o en seto.

Puntos clave: groselleros espinosos

El grosellero espinoso se planta menos que el grosellero común en plantaciones comerciales, a lo mejor por su naturaleza espinosa. Es uno de los primeros frutos que madura en primavera. El pastel de grosellas espinosas era muy conocido y un postre muy popular al principio del siglo XX, pero actualmente las fresas con nata son un postre más común en primavera. Se prefieren otros frutos en baya para hacer mermeladas, gelatinas y zumos. La demanda mundial de grosellas espinosas es menor que la de otros frutos en baya.

Los intentos de modernización del cultivo con fines comerciales se han centrado en reducir el marco de plantación (30-40 cm entre plantas) y en el desarrollo de arbustos con un pie de 15-30 cm de altura (ver a continuación) para que las ramas no estén por el suelo y permitir la recolección mecanizada. En algunos países de Europa se ha desarrollado un sistema de formación en espaldera con alambres y postes. Gracias a la reducción de la distancia entre plantas, se han conseguido mejores rendimientos en la recolección mecanizada, hasta un 85%, en variedades como White Smith y Lady Delaware.

Para formar un arbusto de este tipo es necesario usar estaquillas de madera dura de 30-40 cm de longitud, con todas las yemas, quitando las tres o cuatro apicales. Otro método que se está probando, consiste en aprovechar la incompatibilidad de las especies *Ribes* e injertar variedades de groselleros espinosos como Farmers Glory en patrones del grosellero sanguíneo, *Ribes sanguineum*.

Las prácticas culturales y el control de plagas y enfermedades en los groselleros espinosos son similares a las de los groselleros negros, pero el mildíu americano del grosellero espinoso (*Sphaeroteca mors-uvae*) es un problema grave en algunas zonas.

La grosella espinosa tiene una vida más larga en los puntos de venta que otros frutos en baya y se transporta bien.

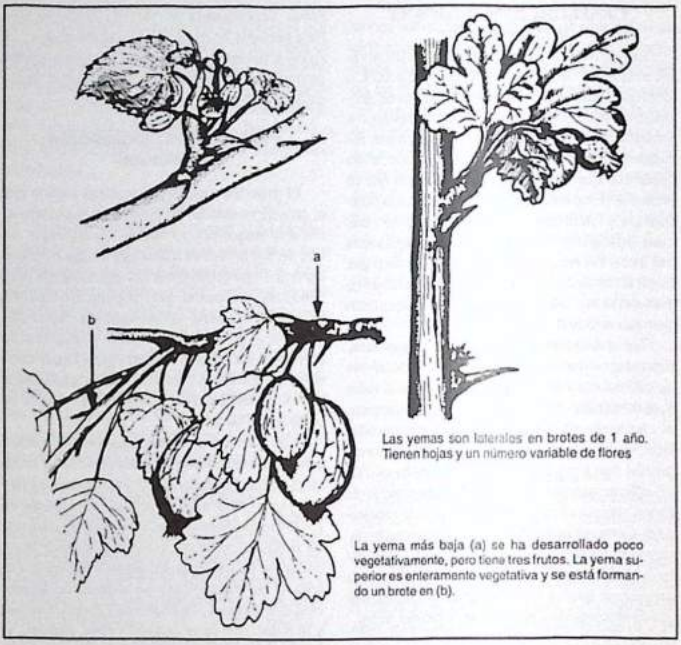


Figura 14.3 Groselleros espinosos.

Frambuesos y zarzas

El género *Rubus* abarca los frambuesos, las zarzamoras y las zarzas. Los frambuesos, subgénero *Idaeobatus*, se distinguen de las zarzamoras, subgénero *Eubatus*, porque el fruto una vez maduro se separa bien del receptáculo.

El frambueso europeo *Rubus idaeus*, es una de las 400 especies de este género, y se ha encontrado en muchos países europeos y en el continente norteamericano. Hay dos especies relacionadas, *R. occidentalis*, de fruto blanco o amarillo y *R. strigosus* de fruto rojo claro y a veces de color blanco y amarillo, que han formado la base del material genético para el desarrollo de muchas variedades americanas de frambuesos.

El frambueso con mayor importancia a nivel comercial es caduco perenne con tallos bianuales, con varas verticales formadas el primer año de crecimiento y ramas laterales fructíferas en el segundo año sobre éstas, cuando las varas ya son de dos años (ver Tabla 14.4). Sin embargo, hay frambuesos que fructifican en otoño sobre las varas de ese año. Estos frambuesos de otoño son cada vez más plantados en jardines particulares y están buscando un sitio dentro de la producción con fines comerciales. La posibilidad de mecanizar más el cultivo, es una ventaja competitiva para estos frambuesos de otoño y está haciendo que los investigadores orienten la mejora hacia variedades de este tipo.

La producción mundial de frambuesas en 1998 era de 300.000 t, siendo Rusia, Polonia y

Tabla 14.3 Groselleros espinosos.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Grosellero espinoso. *Nombre botánico* *Ribes grossularia.* *Nombre botánico de especies relacionadas* *R. nigrum* (grosellero negro) *R. sativum* (groselleros rojos y blancos). *Porte y tipo de planta* Arbusto leñoso de 1 m de alto, ramas verticales y muy frecuentemente con espinas. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* Autofértil pero si durante la floración hace mal tiempo, la polinización cruzada incrementa el cuajado. *Yemas florales* Yemas mixtas laterales formadas sobre madera del año anterior y en brotes cortos sobre madera más vieja. *Desarrollo del fruto* Doble S. *Desborre* Al principio de la primavera. *Floración* 4-6 semanas después del desborre. *Maduración* 8 semanas después de la floración, es decir al principio de verano. Hay que recolectarlas antes de que estén maduras si se van a usar para cocinar.	*Necesidades de temperatura* Necesitan climas templados, necesidades parecidas a las de los groselleros negros. *Tolerancia a heladas* Si la floración es temprana, aumenta la sensibilidad a las heladas primaverales tardías. Sin embargo, raras veces se toman precauciones contra las heladas y no se suelen producir grandes pérdidas. *Necesidades hídricas* Moderadas - ver la tolerancia a la sequía. *Tolerancia al encharcamiento* Más tolerante a los excesos de agua que los frambuesos y parecido a los groselleros negros. *Tolerancia a la sequía* Moderadamente buena. Si el fruto madura pronto se evita la época principal de sequía en verano. Los largos períodos de sequía afectan al desarrollo y crecimiento de las yemas florales. *Tolerancia a la humedad* No muy afectado si la humedad es muy alta. Si en el momento de la maduración llueve mucho, los frutos son propensos a agrietarse. *Tolerancia al viento* Tolerante, excepto las ramas jóvenes que pueden romperse. Los daños en los frutos por viento se producen por los golpes de las espinas contra el fruto. *Características edáficas* No hay exigencias específicas. *Necesidades de suelo* Tolera muchos tipos de suelos. El mejor rango de pH es 6,0-6,5. *Exigencias en nutrientes* Similares a las de los groselleros negros. Los groselleros espinosos necesitan mucho potasio.	*Multiplicación* Por estaquillas de madera dura. El enraizamiento puede ser más lento que en el caso de los groselleros negros, sobre todo si se usan estaquillas muy largas para producción semiestándar. Enraizan mejor si se dejan sólo dos o tres yemas por encima del nivel del suelo. *Patrones* No se necesitan. *Marco de plantación* 2,5-3 m entre líneas, 0,5-2 m entre plantas. *Poda y formación* Hay que podar para eliminar la madera vieja y débil y para favorecer el nuevo crecimiento. Dejar las yemas hacia arriba en las variedades pendulares para evitar el contacto de la madera fructífera con el suelo. *Aclareo* No se necesita. *Laboreo* Sistema radicular superficial. Hay que evitar el laboreo muy profundo. Es habitual poner cubiertas vegetales de hierba/céspedes de trébol, en los casos en que hay suficiente riego. Control químico de las malas hierbas en las líneas. *Entrada en producción* En el segundo año después de hacer las estaquillas. *Plena producción* Tercer o cuarto año. *Rendimientos esperados* Segundo año: 2,5 t ha^{-1} Tercer año: 5,0 t ha^{-1} Cuarto año: 7,0 t ha^{-1} *Vida productiva* 15-20 años. *Métodos de recolección* Todavía se recoge casi todo manualmente. Si está formado en seto, con los tallos verticales, se pueden utilizar vibradores mecánicos, pero se corre el riesgo de que las espinas dañen los frutos. Normalmente se cosecha cuando todavía están verdes y no se deja que madurea, para que la piel no se ponga de color amarillo o rojo. *Almacenamiento* Se pueden congelar, pero se pueden agrietar con esta reducción tan rápida de las temperaturas. Se pueden almacenar a temperatura ambiente durante 2 semanas. Se venden principalmente frescas. *Principales plagas y enfermedades* *Botrytis* sp., antracnosis, la mancha foliar (mildiu americano del grosellero espinoso). El plomo de los frutales y la verticilosis pueden producir pérdidas en plantas. Los ácaros, cóccidos y pulgones algunas veces causan algunos problemas.

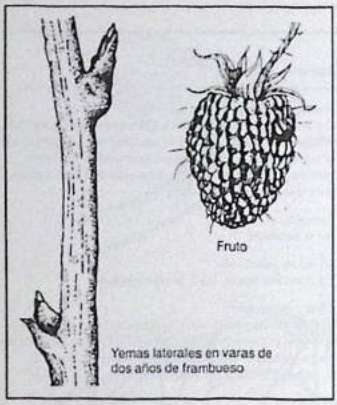


Figura 14.4 Frambuesos.

los países de la Península Balcánica los principales productores.

Los cultivos frutales conocidos comúnmente como zarzas, normalmente se diferencian de los frambuesos en que sus tallos son más bien rastreros y no verticales (Tabla 14.5). Como los frambuesos, normalmente tienen tallos bianuales. Como ya dice su nombre común, las zarzas tienen más espinas que la mayoría de las variedades de frambuesos, pero varía mucho, hay plantas sin ninguna espina u otras muy espinosas.

Smoothstem y Thornfree son dos variedades muy conocidas de zarzamoras. Estas variedades, y algunas otras como Georgia Thornless, Black Satin y Dirkson Thornless, son genéticamente sin espinas a causa de un gen recesivo. Éstas pueden multiplicarse sin temor a perder la característica de ausencia de espinas. De forma ocasional, esta característica es resultado de una quimera, y las plantas que se multiplican a partir de raíces tienen espinas. Algunos ejemplos de variedades de este tipo son: la zarzamora Thornless Evergreen, la zarzamora Waldo y Thornless Loganberry y Youngberry. Se pueden multiplicar por cultivos de tejidos y así se evita ese problema.

Las zarzas también pueden variar en su naturaleza caduca. La zarzamora perenne es la zarza más cultivada en Estados Unidos, en los estados de Washington y Oregon. Los tipos de zarzamoras perennes tienen varas que duran más de dos años y cada año se forman nuevas varas laterales.

La hibridación es muy común entre las distintas especies de *Rubus* y por lo tanto no se conoce con exactitud el origen exacto de muchas de las plantas cultivadas. Es muy probable que muchas de las zarzamoras que se cultivan provengan de las siguientes zarzamoras silvestres originarias de Inglaterra o Escocia: *Rubus laciniatus*, zarzamora cutleaved o parsley-leaved, y *R. schlectendalii*, un tipo de zarzamora con frutos grandes y que normalmente se encuentra en los setos de los bordes de las carreteras. Es probable que la zarzamora americana, *R. ursinus vitifolius*, sea una de los parentales, junto con la zarza de Logan de frutos grandes y rojos.

El híbrido de mora con frambuesa (boysenberry), con sus frutos grandes, dulces y negros, se ha hecho muy popular en los últimos años. Otras selecciones de híbridos que actualmente se cultivan son el híbrido de mora dulce con mora (youngberry) y «marionberry», ambas procedentes de programas de mejora. Por ejemplo el híbrido de mora dulce con mora (youngberry) desciende de los parentales Phenomenal y

Tabla 14.4 Frambuesos.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Frambueso. *Nombre botánico* *Rubus idaeus.* *Nombre botánico de especies relacionadas* Se han descrito más de 400 especies de *Rubus*, algunas incluso alpinas o árticas, aunque la mayoría son de zonas templadas. El *Rubus idaeus* es el frambueso europeo, pero muchos de los frambuesos cultivados derivan de *Rubus occidentalis* (frambueso negro), *Rubus strigosus* (frambueso de América del Norte) y *Rubus neglectus* (frambueso púrpura). *Porte y tipo de planta* Varas bianuales. Normalmente las del primer año son las vegetativas y las del segundo año son las fructíferas. Interés en variedades que fructifican en otoño sobre las del primer año. Planta de 1,5-3 m de altura. La anchura de las plantas depende en gran medida de qué varas se desarrollan el primer año a partir de yemas de raíces adventicias. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* Las abejas ayudan a que el cuajado sea alto. *Yemas florales* La inducción floral tiene lugar a finales de verano principio de otoño del ciclo anterior a la obtención de producción. Las yemas en las varas del primer año forman los brotes fructíferos laterales la siguiente primavera. *Desarrollo del fruto* Fruto compuesto que es un conjunto de drupas. Hay tres	*Necesidades de temperatura* Plantas de clima templado con necesidad de horas frío. No se dan bien en climas tropicales y subtropicales. *Tolerancia a heladas* Soportan –20°C en invierno si la madera ha lignificado, pero durante la floración y cuando el fruto es pequeño son sensibles a los daños por heladas a –2°C. Aún así no es habitual que se produzcan pérdidas por heladas y no se suelen poner protecciones contra las mismas. *Necesidades hídricas* Necesita un aporte regular de agua durante el ciclo de crecimiento. *Tolerancia al encharcamiento* Las raíces son sensibles a la mala aireación del suelo. Hay que evitar los suelos mal aireados. *Tolerancia a la sequía* Los suelos secos limitan el crecimiento de las varas del primer año e influyen en el tamaño del fruto. *Tolerancia a la humedad* Sensible a la infección por *Botrytis* durante la maduración del fruto. En zonas muy húmedas las enfermedades fúngicas en las varas pueden causar algunos problemas. *Tolerancia al viento* Los vientos secos y cálidos durante la maduración del fruto reducen la cosecha. Las ramas laterales fructíferas tienen tendencia a quebrarse. El viento puede afectar al crecimiento de las varas del primer año. *Características edáficas* No importantes a no ser que afecten a la recolección mecanizada. Se recomiendan pendientes < 10° si se va a recolectar mecánicamente. *Necesidades de suelo* Los suelos más idóneos son los profundos, margo arenosos, con suficiente humus, con buena capacidad de retención de agua y bien drenados. Hay que evitar los suelos	*Multiplicación* Normalmente se multiplican poniendo sierpes en un vivero. Es posible obtener material más rápidamente utilizando estaquillas de raíz. Gracias a los cultivos de tejidos están apareciendo muchas variedades nuevas. *Patrones* No aplicable. *Marco de plantación* En setos. 2,5-3 m entre líneas, dependiendo de los equipos; dejar 20 varas por metro en la línea, después de podar. *Poda y formación* Hay que quitar las varas del segundo año después de la fructificación y todas las varas del primer año que sobren. Normalmente se forman en setos que se mantienen con 40 cm de espesor. Hay otros métodos alternativos de desarrollo para permitir la recolección mecanizada y para variedades que producen en otoño. Es necesario utilizar estructuras de soporte; postes y alambres (ver Capítulo 5). *Aclareo* No se necesita. *Laboreo* Sistema radicular superficial. Hay que evitar el laboreo a más de 10 cm de profundidad. Es habitual poner cubiertas vegetales de hierba o trébol en las calles y control químico de las malas hierbas en la base de las varas. *Entrada en producción* En el segundo año. *Plena producción* Tercer o cuarto año. *Rendimientos esperados* Segundo año: 2 t ha^{-1} Tercer año: 6-12 t ha^{-1} Cuarto año: 7,5-15 t ha^{-1} *Vida productiva* 10-15 años. *Métodos de recolección* La recolección manual es lenta y cara. La recolección mecanizada se utiliza cada vez más para frutos destinados a industria. *Almacenamiento* Las bayas frescas se conservan durante varios días a 0-1°C. Normalmente se congelan en bloques

(*continúa*)

Tabla 14.4 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
fases de crecimiento (doble S). *Desborre* En primavera. *Floración* 3-4 semanas después del desborre. *Maduración* 8 semanas después de la floración.	compactos, los subsuelos impermeables. Es preferible algo de acidez, pH entre 5,8 y 6,3. *Exigencias en nutrientes* Las concentraciones estándar óptimas en un análisis foliar (%) son: N: 2,75 P: 0,30 K: 1,50 Ca: 0,6-2,5 Mg: 0,4 Las dosis de fertilizantes se estiman en función de los consumos del cultivo en estos nutrientes, es decir 5 kg de N por tonelada de cosecha, 3 kg t^{-1} de K, 3 kg t^{-1} de P.	o individuales si se quieren almacenar durante un largo período. Las frambuesas para mermeladas se conservan en una solución con dióxido de sulfuro. *Principales plagas y enfermedades* Es primordial el control regular de la «budmoth». *Botrytis cinerea* ataca a las bayas cuando están madurando y en condiciones húmedas. La antracnosis, la marchitez de las varas, el plomo de los frutales, el virus del enanismo del frambueso, el virus del mosaico del frambueso, los arrolladores, los pulgones, los ácaros y los nemátodos de raíz pueden causar problemas.

Austin Mayes. En la actualidad, de todos los híbridos «olallieberry» es muy popular en California y «marionberry» en Oregón.

La zarza europea, *R. caesius* y la zarza americana, *R. canadensis*, de frutos negros, jugosos y ácidos, son también conocidas a nivel comercial.

Puntos clave

Los frutos de las especies del género *Rubus* son un conjunto de drupas cada una con una semilla, cubiertas por un receptáculo en forma de cono. Las zarzas se cosechan cuando el receptáculo todavía está en su sitio, mientras que las zarzamoras se cosechan cuando el receptáculo ya se ha caído. Las especies cultivadas de *Rubus* son autofértiles pero pueden tener frutos muy pequeños y deformados si no cuajan todas las drupas. Si se ponen dos colmenas por hectárea, al inicio de la floración, se consigue un cuajado más equilibrado tanto en las zarzas como en las zarzamoras. Las zarzas florecen más tarde que las zarzamoras y están menos expuestas a las heladas, pero los vientos cálidos y secos pueden reducir el cuajado y el rendimiento de todas las especies *Rubus*.

Multiplicación

Como ya se dijo en el Capítulo 9, normalmente las frambuesas se multiplican cogiendo sierpes de plantas ya formadas. Estos chupones salen de yemas adventicias de las raíces. Como los virus pueden ser un grave problema, es necesario que el material de la planta madre esté sano y puede ser interesante conocer la historia de la zona donde se cogen las sierpes. Normalmente, es preferible comprar el material en viveros en los que se sabe que las camas de siembra de las varas están limpias y no se obtiene cosecha de las plantas. Hay otro método alternativo que es utilizar estaquillas de raíz.

Algunas zarzas, como el híbrido de mora con frambuesa (boysenberry) y el híbrido de mora dulce con mora (youngberry) enraízan fácilmente en el punto en el que el crecimiento apical toca la superficie del suelo. Este es el método de multiplicación más utilizado. Otro método de obtener plantas enraizadas es haciendo una herida en un nudo del tallo, pinzando la parte por debajo de la herida y cubriéndola con un poco de tierra. Si se cogen dos estaquillas de este tipo al principio de la primavera, se obtendrán plantas buenas para establecer la plantación la siguiente primavera. Cualquiera que sea el método empleado, hay que tener mucho cuidado y elegir las plantas que se van a utilizar para la multiplicación durante el período de fructificación, estar seguros de que se están cogiendo plantas libres de virus y otras enfermedades. Esto es particularmente importante en el caso

Tabla 14.5 Las zarzas.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Boysenberry (híbrido de mora con frambuesa), zarza de Logan, youngberry (híbrido de mora dulce con mora), blackberry, marionberry. *Nombre botánico* El subgénero *Eubatus* está formado por una serie de especies e híbridos muy heterogéneos, poliploides, desde diploides hasta dodecaploides. El número de cromosomas es múltiplo de 7. Los boysenberries (híbridos de mora con frambuesa) y los youngberries (híbridos de mora dulce con mora) tienen 49 cromosomas. La mayoría de los *Rubus* spp. son híbridos. En el caso de los boysenberries (híbridos de mora con frambuesa) y las zarzas de Logan no se sabe con certeza quiénes son sus parentales. Las variedades obtenidas más recientemente proceden de programas controlados de mejora, pero a menudo intervienen cruces entre híbridos ya existentes. *Nombre botánico de especies relacionadas* *Rubus idaeus.* *Porte y tipo de planta* Varas bianuales: normalmente las del primer año son vegetativas y las del segundo año son las fructíferas. El vigor varía entre los distintos híbridos pero se pueden formar varas de hasta 4 m de longitud. Pueden ser verticales o semi-verticales (algunas zarzamoras) o pendulares (boysenberries y youngberries). Normalmente tienen espinas, pero también hay híbridos sin espinas que se cultivan (por ej., las zarzamoras Smoothstem y Thornfree, las boysenberries y youngberries Thornless). *Sexualidad, polinización, yemas florales y desarrollo del fruto* Igual que en los frambuesos. *Desborre* En primavera. *Floración* Normalmente entre 4 y 6 semanas después del desborre. La duración de la floración se puede alargar en función	*Necesidades de temperatura* Necesita vernalización. Normalmente crece mejor en climas templados, aunque en algunas regiones subtropicales también se obtienen buenas cosechas, por ej., los boysenberries (híbridos de mora con frambuesa). *Tolerancia a heladas* Soporta −20°C cuando está en dormición. Floración más tardía que los frambuesos, y por eso no sufren daños por heladas en este período. Los brotes jóvenes son sensibles a las heladas. *Necesidades hídricas* Se necesita riego. *Tolerancia al encharcamiento* No tolera los suelos encharcados. *Tolerancia a la sequía* No tolera la sequía o períodos muy largos de baja humedad. Prefiere los suelos con buena capacidad de almacenamiento de agua, cerca de capacidad de campo. *Tolerancia a la humedad* Las bayas son muy sensibles a *Botrytis* durante la maduración. El mildíu algodonoso puede destrozar toda la cosecha, si no se controla en condiciones muy húmedas. *Tolerancia al viento* Muy sensible al viento y no crece bien a no ser que se proteja adecuadamente. *Características edáficas* No son importantes a no ser que afecte a la utilización de la maquinaria. Hay que evitar las pendientes expuestas a vientos desecantes. *Necesidades de suelo* Los suelos más idóneos son los margo limosos profundos, con una alta capacidad de almacenamiento de agua. Soportan los suelos pesados mejor que los frambuesos, pero hay que evitar los subsuelos impermeables. Es preferible los suelos	*Multiplicación* Normalmente por estaquillas o por acodos de punta. Para una rápida multiplicación se pueden usar sierpes o estaquillas de raíz. También se propagan gracias a los cultivos de tejidos. *Patrones* No aplicable. *Marco de plantación* 2–3 m entre líneas, 1–2 m entre plantas. *Poda y formación* Formados en estructuras de 2 m de alto con postes y alambres, con distintas variantes. Métodos en espalderas, o en abanico y cordón. Después de la recolección hay que quitar las varas fructíferas que están tocando el suelo. Antes de formar la estructura hay que quitar las varas del primer año que no se quieran dejar y las débiles. Es mejor dejarlos hasta la mitad del invierno cuando las varas son menos quebradizas (ver Capítulo 5). *Aclareo* No se necesita. *Laboreo* Igual que en los frambuesos. Las cubiertas vegetales de hierba o trébol pueden enmarañar las varas del primer año. Se prefiere el no laboreo y utilización de herbicidas en toda la parcela. *Entrada en producción* En el segundo año. *Plena producción* Tercer o cuarto año. *Rendimientos esperados* Segundo año: 1-2 t ha^{-1} Tercer año: 5-8 t ha^{-1} Cuarto año: 8-25 t ha^{-1} *Vida productiva* 15-20 años. *Métodos de recolección* Los frutos para consumo en fresco se cosechan a mano. En los frutos para industria se utiliza cada vez más la recolección mecanizada. *(continúa)*

Tabla 14.5 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
de la posición de la flor en la inflorescencia y en la vara. Youngberry es 7 días más precoz que boysenberry, que es 3-4 días más precoz que marionberry. *Madaración* De mitad de verano en adelante.	ligeramente ácidos, con pH entre 5,8 y 6,3. *Exigencias en nutrientes* Igual que los frambuesos.	*Almacenamiento* Igual que en los frambuesos. *Principales plagas y enfermedades* Mildiu algodonoso, *Botrytis*, la antracnosis, la marchited de las varas, budmoth del frambueso, los arrolladores, la araña roja el nemátodo de las hojas.

de los híbridos de mora con frambuesa (boysenberries) y los híbridos de mora dulce con mora (youngberries), ya que se pueden producir cambios muy importantes cuando están en campo.

La técnica del cultivo de tejidos cada vez se usa más, sobre todo cuando está presente el virus del enanismo de la frambuesa.

Variedades

Mucha de la investigación que se está llevando a cabo actualmente a nivel mundial en frambuesos, está orientada hacia la mejora vegetal para aumentar el rendimiento y la calidad de los frutos, seleccionar plantas resistentes a plagas y enfermedades, satisfacer las necesidades para que fructifiquen en verano o en otoño

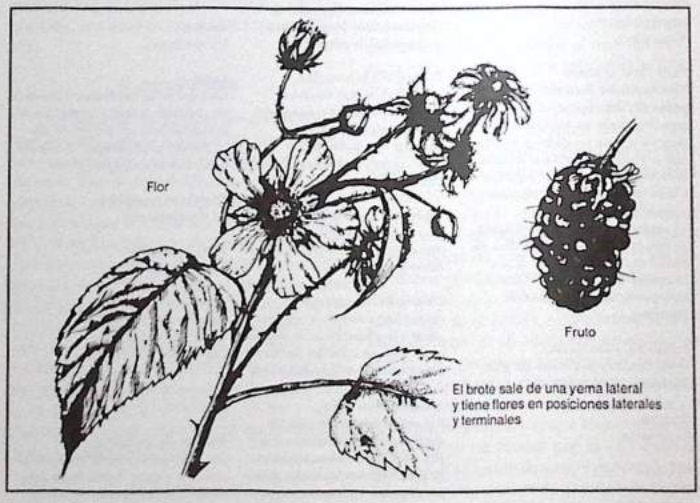


Figura 14.5 Híbrido de mora con frambuesa (boysenberries).

y adaptarse a las distintas variables climáticas como los inviernos duros.

Una de las variedades desarrolladas en el oeste de Canadá, Haida, se caracteriza por su resistencia a los inviernos duros. También se ha utilizado con éxito en zonas de Europa con inviernos muy fríos. Nootka, Skeena, Chilliwack, Comox y Chilcotin son otras variedades desarrolladas en Canadá con éxito. De las variedades desarrolladas durante los años 80, Fairview y Willamette siguen siendo populares en Estados Unidos.

En Alemania y en otras partes de Europa prefieren Glen Prosen y Glen May, desarrolladas en Escocia. En el Centro de Investigación Internacional de East Malling en el Reino Unido, se han obtenido dos variedades muy prometedoras, Malling Leo y Malling Orion.

Cosecha en otoño

Las variedades de frambuesos que fructifican en las varas del primer año, son aquéllas en las que la mayoría de los frutos están en los extremos del crecimiento de ese año y maduran en otoño. Heritage y Southland son dos de las primeras variedades seleccionadas que fructifican sobre las varas del primer año. Algunas más modernas son Autumn Bliss, Fallred, Scepter y September. Heritage parece que está particularmente bien adaptada a climas con otoños largos.

Los frambuesos de cosecha en otoño, se cultivan de forma similar a los que fructifican en verano. La diferencia clave es que todo lo que crece se puede podar y dejar a ras de suelo durante el invierno, en vez de tener que cortar las varas que han fructificado en verano y dejar las varas del primer año para que fructifiquen el siguiente verano. Los frambuesos que fructifican en otoño necesitan un programa de aplicaciones para el control de insectos y hongos parecido al utilizado en plantas que fructifican en verano, a pesar de que haya que tener menos cuidado por si las enfermedades que se han formado en las varas hibernan.

Control del crecimiento

En las plantaciones comerciales de frambuesos y zarzas, el crecimiento de las varas del primer año empieza al principio de la primavera y al llegar el período de recolección, si éstos han crecido en exceso, pueden producirse problemas. Esto es especialmente problemático si se utilizan cosechadoras mecánicas, ya que lo que ha crecido de más puede detener las plataformas de recogida enganchándose con fuerza en la base de la planta. Todavía se siguen utilizando productos químicos como el Reglone (dicuat) que se aplica en la base de las plantas para quemar lo que crece nuevo al principio del ciclo vegetativo. Las varas que salgan después, se dejan crecer para que formen madera fructífera para el siguiente ciclo.

Plagas y enfermedades

Todas las especies de *Rubus* que se cultivan de forma comercial, necesitan un programa de pulverización aplicado de forma regular, aunque el tipo de plagas varía mucho de una zona a otra. Entre las plagas de insectos con más importancia están el gusano de la raíz, *Peria fragariae*, el gorgojo de la raíz, *Brachyrinus avatus*, y el chinche que se come el fruto, *Euschistus conspersus*. El taladrador de las varas del frambueso, *Oberea bimaculata*, el taladrador de la corona de frambuesa, *Bembicia marginata*, la mosca del frambueso, *Monophadnoides geniculatus* y el arrollador de las fresas, *Ancylis comptana fragariae*, son otras plagas importantes de las especies frutales del género *Rubus* en muchos países. Los ácaros pueden aparecer en las hojas en períodos cálidos y secos, haciendo que las hojas se pongan marrones y entonces se reduce su capacidad fotosintética. El ácaro *Phyllocoptes gracilis*, ataca a los frutos de algunas variedades de *Rubus* spp. Los nemátodos que se comen las hojas y las raíces son plagas de las zarzas.

Algunas enfermedades importantes de las zarzas son la podredumbre de los frutos *Botrytis* spp., varios virus como el virus del mosaico del frambueso y el virus del enanismo de la frambuesa y las podredumbres en las raíces por el hongo *Phytophthora* spp. La verticilosis causada por una infección fúngica en las raíces y tallos y la agalla de la corona por *Agrobacterium tumefaciens* pueden reducir el rendimiento de las plantaciones de zarzas.

Una de las preocupaciones de los mejoradores vegetales es desarrollar resistencia a estas plagas y enfermedades. Actualmente se presta mucha atención a estas plagas y enfermedades:

- Podredumbre del fruto *Botrytis* spp.
- Podredumbre de la raíz *Phytophthora*.

Tabla 14.6 Fresas.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Fresa. *Nombre botánico* *Fragaria × ananassa.* *Nombre botánico de especies relacionadas* *Fragaria vesca* (fresales) *F. virginiana F. moschata.* *Porte y tipo de planta* Planta herbácea perenne, de 15-20 cm de altura, 20-40 cm de anchura. El tallo principal es corto y se llama corona. Produce estolones hasta a una distancia de 1,5 m. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* Autofértil, pero aconsejable también poner abejas. *Yemas florales* Formadas en las yemas axilares de la corona de la planta. Necesitan días cortos para estimular la floración – estas fresas florecen una sola vez al año, en primavera. Muchas de las nuevas variedades son de día neutro o imperecederas y producen más de una cosecha al año. *Desarrollo del fruto* Curva en S. El tamaño del fruto en el momento de la madurez depende de su posición en la inflorescencia, es decir si están en primera posición, segunda o tercera. Los frutos situados en la primera posición son los más grandes. *Desborre* El primer signo de crecimiento se observa 2-3 semanas antes de la floración.	*Necesidades de temperatura* Se cultiva por todo el mundo a temperaturas muy distintas, pero necesita un período de frío para romper la dormición. Las temperaturas muy altas (30°C) pueden provocar daños. Es importante elegir la variedad que mejor se adapta a las temperaturas y a la longitud del día. *Tolerancia a heladas* Soporta de −15°C a −20°C, mientras está en dormición. Las flores y los frutos jóvenes sufren daños entre −1°C y −3°C. A menudo se cultiva bajo túneles de plástico para contrarrestar las bajas temperaturas primaverales. Aún así, la mayoría se cultivan sin poner protecciones contra las heladas. *Necesidades hídricas* Normalmente se necesita riego. El estrés hídrico afecta mucho a la calidad y al tamaño de las bayas. *Tolerancia al encharcamiento* No tolera los suelos mal drenados. Muy sensible al tizón rojo (*Phytophthora fragariae*) en suelos encharcados. *Tolerancia a la sequía* Pobre, necesita que haya una buena capacidad de almacenamiento de agua o dar buenos riegos para mantener el crecimiento y asegurar que el fruto sea del tamaño adecuado. *Tolerancia a la humedad* Muy susceptible durante la maduración a botritis si hay mucha humedad. *Tolerancia al viento* Es esencial poner protección. El fruto se puede deformar si durante la floración hay fuertes vientos, que afecten a la polinización. Reducción muy marcada del crecimiento de la planta y del rendimiento en zonas mal protegidas. *Características edáficas* Si la producción es temprana es útil poner la plantación en pendiente orientada al sol. *Necesidades de suelo* Hay que evitar los suelos pesados, mal drenados y los suelos ligeros, pedregosos. Es preferible los suelos de textura margo limosa friable con buena capacidad de almacenamiento de agua.	*Multiplicación* Separando los estolones adventicios enraizados de la planta madre. Cada vez más interés en la propagación meristemática para obtener rápidamente nuevas variedades. *Patrones* No se necesita. *Marco de plantación* Ver los puntos clave. Depende del sistema de cultivo y de otros factores. *Poda y formación* En las zonas de producción es necesario limitar el crecimiento de los estolones manualmente o mediante herbicidas como por ej. el dicuat. Es aconsejable, durante el invierno quitar las hojas viejas si se quieren conservar esas plantas más años. *Aclareo* No se necesita. *Laboreo* Normalmente se cultivan en caballones de 10-15 cm de alto y 0,8-1 m de ancho en el centro. Se pueden cubrir los caballones con plástico, extendido con una máquina. En las calles se usa mulching de paja. No debe haber malas hierbas perennes. *Entrada en producción* Dependiendo del clima, entre 3 y 6 meses después de establecer la plantación. *Plena producción* En climas más fríos, el segundo año se obtiene mayor cosecha. *Rendimientos esperados* Los rendimientos comerciales son de 50 t ha^{-1} en muy buenas condiciones y 30 t ha^{-1} en condiciones normales. *Vida productiva* Tres años. Depende de la zona: en zonas más cálidas 1 año, en zonas más frías hasta 4 años. *Métodos de recolección* A mano dejando el cáliz si se va a consumir en fresco, sin el cáliz si se va a llevar a industria. En algunas zonas de Estados Unidos, se cosechan mecánicamente si son para industria. (*continúa*)

Tabla 14.6 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Floración En zonas cálidas, la floración es al principio de la primavera, especialmente si el cultivo está bajo túneles de polietileno. En zonas más frías, la floración se produce a mitad de primavera. *Maduración* 6 semanas después de la floración, pero depende de la zona y de la temperatura.	*Exigencias en nutrientes* Las concentraciones estándar óptimas en un análisis foliar (%) son: N: 2,6-3,5 P: 0,25-0,35 K: 1,0-2,0 Ca: 0,7-1,5 Mg: 0,25-0,40 No usar cloruros en las formulaciones (por ej., KCl). Las dosis anuales en kg ha^{-1} son: N: 50-100 P: 20-50 K: 80-100 En el caso de hacer fertirrigación, las dosis se dividen a la mitad.	*Almacenamiento* Es un fruto con una intensidad respiratoria muy alta. Se deteriora muy rápidamente si no se le quita el calor del suelo rápidamente. Los frutos sin botritis se conservan entre 7 y 10 días a 1-2°C. *Principales plagas y enfermedades* Los programas de mejora que se llevan a cabo en la actualidad tiene como objetivo desarrollar plantas resistentes a las enfermedades de raíz como *Phytophthora* spp. y *Verticilium* spp. Las enfermedades en frutos y hojas como *Botrytis* spp. y *Colletotrichum* spp. también pueden ser problemáticas.

Figura 14.6 Fresas.

- Lesión en la raíz por nemátodos como el *Pratylenchus penetrans*.
- Virus del mosaico del frambueso (se está desarrollando resistencia a los pulgones vectores de este virus).
- Virus del enanismo de la frambuesa que se transporta en el polen y las semillas.
- Mutaciones somáticas que provocan la harinosidad en el fruto.

Fresas

Las fresas comunes de los jardines tienen un pasado interesante. El parental original parece que puede provenir de *Fragaria virginiana* del este de Norteamérica, de fruto pequeño y aromático y de *Fragaria chiloensis* de la costa oeste de Norte y Sudamérica, de fruto grande.

Hay escritos que dicen que un marinero francés llevó cinco plantas de *F. chiloensis* de Chile a Francia en un viaje que duró 6 meses y se supone que las plantó entre plantas de *F. virginiana*. De las semillas obtenidas por polinización cruzada entre estas especies, se seleccionó el «Fraisier-ananos» o fresa piña al que se llamó *Fragaria* × *ananassa*.

La mayoría de las variedades modernas de fresas de frutos grandes proceden de *F. virginiana* y *F. chiloensis* y de la primera generación de los híbridos entre estas especies. *F. virginiana glauca*, una subespecie de las altas llanuras del oeste de Norteamérica, se ha utilizado como parental para obtener las variedades modernas de día neutro.

La fresa es única entre los cultivos de climas templados. Es una planta herbácea perenne que necesita unas prácticas culturales diferentes a las de las plantas en varas, arbustos o árboles (Tabla 14.6). Es la planta que más rápidamente entra en producción desde que se establece la plantación y es el primer fruto que llega a los mercados en primavera.

La producción mundial de fresas ha aumentado drásticamente al final del siglo XX y actualmente ronda los 2,5 millones de toneladas. En cinco países se produce el 70% de la producción mundial. Descendiendo en orden de importancia estos países son: Estados Unidos, España, Japón, Italia y Polonia. La expansión se ha producido en primer lugar en las zonas con inviernos suaves y ahora cerca del 50% de la producción mundial procede de estas zonas. España ha triplicado su producción en la última década a alrededor de 306.000 t año^{-1} (FAO 1998). El desarrollo de las variedades de día neutro ha sido lo que ha hecho que se tienda a producir en zonas más templadas.

Puntos clave

Multiplicación

La multiplicación vegetativa por estolones es el método más habitual. El estolón es una rama rastrera que se forma en la axila de una hoja en la corona. En cada nudo del estolón se forman plantas rastreras, y se empiezan a formar raíces en los puntos en los que el nudo toca el suelo. No es recomendable coger tallos rastreros de camas de fructificación ya que la principal causa del debilitamiento de las plantas en las zonas templadas son el virus de las manchas de las hojas y el virus de la rizadura de las hojas que se pueden transmitir a nuevas zonas de cultivo si se cogen estolones de plantas infectadas.

Los virus en las fresas se transmiten por pulgones. En muchos países ahora hay un sistema de certificación por el cual los viveros obtienen plantas madre libres de virus que se utilizan para multiplicación en semillero.

La micropropagación o cultivo de tejidos, suscita cada vez más interés en los principales países productores, aunque las investigaciones sugieran que las plantas obtenidas por cultivo de tejidos tienen menores rendimientos el primer año que las obtenidas a partir de estolones. Se ha confirmado el efecto negativo de varios microcultivos sobre la estabilidad del genotipo. En algunos países, como por ejemplo Italia, hay normas que limitan el número de microcultivos. Por lo tanto, después de la micropropagación tiene que haber un período de multiplicación en campo. La micropropagación es especialmente importante para obtener nuevas variedades de rápida distribución, libres de virus y que se puedan almacenar y transportar por todo el mundo.

Mejora

Los objetivos de la mejora de la fresa son conseguir bayas de gran tamaño, duras, duraderas en los puntos de venta, resistentes a enfermedades y de alto rendimiento. Además los consumidores quieren frutos de color brillante pero no demasiado oscuros.

La competencia entre plantas es también uno de los puntos en los que se ha centrado la mejora vegetal, teniendo en cuenta los factores que influyen en el crecimiento vegetativo y reproductivo.

En muchos países hay programas de mejora para la obtención de variedades de día corto. Por ejemplo en Israel, se han obtenido variedades de maduración temprana y de día corto adecuadas para zonas de clima templado con pocas unidades frío. Fresno y Senga Precosa han sido útiles para este trabajo. Se han obtenido variedades de maduración tardía muy prometedoras en East Malling, Reino Unido (Pandora), en Bélgica (Vieoda) y en Alemania (Calea). En la Universidad de California y en el Valle del Po en Italia, los programas de mejora están muy enfocados a la obtención de bayas de gran tamaño y a la mejora del rendimiento y se han obtenido buenos resultados. Las bayas de Cesena y Dana, normalmente pesan alrededor de 60 g cada una. Pajaro, Chandler y Elsanta son variedades procedentes de los programas de investigación en California y están ya muy aceptadas. Elsanta es la variedad principalmente cultivada bajo plástico en Bélgica y en los Países Bajos.

Selva es una variedad de día neutro, de fruto grande y duro, muy cultivada. Irvine es otra variedad de día neutro temprana que está dando buenos resultados.

Los programas USDA en Maryland y en Oregón están obteniendo buenos resultados con plantas resistentes al mildíu, a la verticilosis del fresal y a la podredumbre del fruto y de las hojas. En total hay 29 programas de mejora de la fresa por todo el mundo que están produciendo variedades de día corto, de día neutro y con producción todo el año, de acuerdo con las necesidades de cada país.

Recolección, manipulación y fisiología post-recolección

Aunque ha habido muchos intentos para conseguir cultivos de fresas que pudieran ser recolectados mecánicamente, la mayoría se recoge a mano. El coste de la recolección manual ha disminuido gracias al desarrollo de variedades de fruto grande, pero el límite de tamaño para que el público no rechace el fruto es de 60 g. Es muy común las operaciones de autoservicio. Las familias disfrutan recorriendo el país para ir a coger fresas.

La mejor manera de conservar la calidad del fruto es almacenándolo refrigerado poco después de cosecharlo. Pero aún así, la reducción en los niveles de oxígeno y etileno reducen la intensidad respiratoria del fruto. En un almacén con atmósfera controlada se pueden perder sabores y desarrollarse un poco de acidez. A pesar de ello, un corto período de almacenamiento en atmósfera controlada no superior a 3 días ayuda a mantener la calidad del fruto durante el transporte.

Sistemas de cultivo

Hay tres métodos principales de cultivar fresas: el sistema en camas, el sistema en caballones, el sistema bajo plástico.

SISTEMA EN CAMAS. Este sistema normalmente se utiliza cuando las plantas se van a cultivar durante más de un año (2-4 años) y en zonas con inviernos muy duros en los que la corona puede sufrir daños. La densidad de plantación es de 25.000 a 50.000 plantas por hectárea en líneas o en camas y se deja que los estolones crezcan y enraícen y así formen nuevas coronas que fructifiquen los siguientes ciclos. Si inicialmente se ponen más plantas los rendimientos son mayores el primer y segundo año, pero entonces es mucho más difícil el control del crecimiento de los estolones.

SISTEMA EN CABALLONES. Este sistema se usa habitualmente si se quiere una cosecha anual. Se ponen más plantas por hectárea que en el sistema anterior (hasta 120.000 plantas por hectárea). Se elevan las líneas o camas y se tapan con polietileno negro a través del cual se pueden clavar las plantas. Dependiendo del clima y del mercado objetivo, la plantación se puede llevar a cabo en verano (plantas almacenadas en frío) o en invierno (plantas frigo). El método en caballones puede utilizarse en campo abierto o bajo túneles. Los métodos de protección con túneles se utilizan mucho en Europa y Japón, pero rara vez en América.

SISTEMA EN BOLSA. Este método es muy común en el norte de Europa, donde ha sido totalmente necesario buscar alternativas al cultivo *in situ*, ya que algunos productos esterilizantes como el bromuro de metilo y el cloropicrin han sido prohibidos. Es un sistema intensivo y normalmente

se plantan las fresas bajo túneles de plástico o en invernaderos. Aunque se han utilizado cultivos hidropónicos y técnicas de film con nutrientes, el método de cultivo más aceptado es en bolsas usando turba como sustrato.

Las bolsas contienen entre 8 y 12 litros de una mezcla de 80% de turba y 20% de perlita y se suministran los nutrientes por fertirrigación. La densidad de plantación varía entre 12 y 16 plantas por metro cuadrado con las plantas en pies individuales (el método habitual) o en estructuras.

Es posible tener más de una cosecha al año, con un ciclo de 3-5 meses si se emplean plantas almacenadas en frío o plantas frigo dependiendo de la época del año.

Bibliografía

General

Clarke, C.J., Smith, G.S., Prasad, M. and Comforth, I.S. (1986) Fertiliser recommendations for horticultural crops. Ministry of Agriculture and Fisheries, Wellington, New Zealand.

Funt, R.C., Ellis, M.A. and Welty, C. (eds) (1997) *Midwest Small Fruit Pest Management Handbook*. Extension Bulletin 861, Ohio State University.

Vacinium spp.

Clayton-Greene, K.A. (ed.) (1993) 5th International Symposium on *Vaccinium* Culture, Melbourne, Australia. *Acta Horticulturae* No. 346.

Stang, G.E. (ed.) (1988) 4th International Symposium on *Vaccinium* Culture, Michigan, USA. *Acta Horticulturae* No. 241.

Yarborough, D.E. and Smagula, J. (eds) (1996) 6th International Symposium on *Vaccinium culture*, Orono, USA. *Acta Horticulturae* No. 446.

Rubus y *Ribes* spp.

Daubeny, H.A. (ed.) (1989) 5th International Symposium on *Rubus* and *Ribes*, *Vancouver* Canada. *Acta Horticulturae* No. 262.

Ellis, M.A., Converse, R.H., Williams, R.N. and Williamson, B. (eds) (1991) Compendium of *Raspberry and Blackberry Diseases and Pests*. The American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota.

Jennings, D.L. (1988) *Raspberries and Blackberries: Their Breeding, Diseases and* Growth. Academic Press, London.

Smolarz, K. and Zmarlicki, K. (eds) (1993) 6th International Symposium on *Rubus* and *Ribes*, Skierniewice, Poland. Acta *Horticulturae* No. 352.

Fresas

Galleta, G.J. and Maas, J.L. (eds) (1992) 2nd International Strawberry Symposium, Maryland, USA. *Acta Horticulturae* No. 348.

Galleta, G.J., Maas, J.L. and Rosati, P (eds) (1988) 1st International Strawberry Symposium, Cesena, Italy. *Acta Horticulturae* No. 265.

Van der Scheer, H.A., Leiten, F. and Dijkstra, J. (eds) (1997) 3rd International Strawberry Symposium, Veldhoven, The Netherlands. *Acta Horticulturae* No. 439.

15
Cítricos

Michael Morley-Bunker

Se piensa que los cítricos proceden de los trópicos, subtrópicos y de las zonas monzónicas más secas del sureste asiático. En China hay datos que hablan de su utilización y su cultivo en el año 2200 a.C. y el primer libro chino sobre los cítricos apareció en el año 1178 d.C.

Probablemente la expansión de los cítricos cultivados se debe en gran parte a los mercaderes árabes, ya que se piensa que llevaron el cidro, *Citrus medica* desde Asia hasta Oriente Medio y Palestina. Los hebreos utilizan el cidro en sus rituales para la Fiesta de los Tabernáculos. El contacto entre los romanos y Palestina permitió que el cidro se expandiera en la Cuenca Mediterránea. Otros cítricos como la naranja agria y el limonero, siguieron el mismo camino que el cidro. Se piensa que la naranja dulce llegó a Oriente Medio durante las Cruzadas (1099-1291); sin embargo muchos escritores prefieren fechar su llegada a Europa alrededor de 1480.

Los emigrantes europeos y la colonización extendieron los cítricos por América del Sur, América del Norte y el Caribe. Las crónicas dicen que Colón llevó el naranjo dulce, el limonero y el cidro hasta Haití en su segundo viaje (1493). Los conquistadores alemanes llevaron los cítricos al Cabo de Buena Esperanza después de 1652. Sin embargo, se piensa que anteriormente los comerciantes árabes habían introducido los cítricos en el sur del Sahara, mientras comerciaban por la costa este de África hasta Sofala. Esta suposición está muy basada en la presencia de cítricos en la cuenca del río Zambezi.

Las especies de cítricos se hibridan libremente: se han descrito tanto híbridos interespecíficos

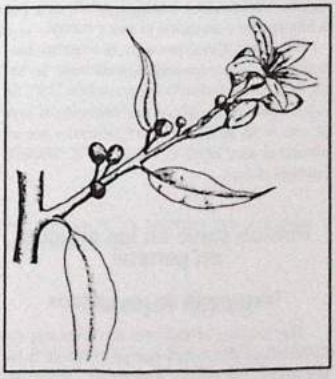


Figura 15.1 Flores en un brote joven de cítrico. Las flores son terminales y/o laterales sobre brotes formados normalmente en primavera. Estos brotes se han formado sobre yemas laterales situadas en la madera del año anterior o como continuación del crecimiento de los brotes cortos.

Figura 15.2 Naranjo trifoliata, *Poncirus trifoliata*, utilizado muy a menudo como patrón. Es de hoja caduca y con una forma muy característica, con tres lóbulos.

como intergenéricos. Como consecuencia de esto, la taxonomía de los cítricos es muy complicada. Esto significa que todavía pueden añadirse nuevos frutos a los que ya se conocen, a causa de la mejora, hibridación y selección antrópica y por la hibridación o mutación al azar y natural.

El pomelo, *Citrus paradisi*, es un cítrico bastante cultivado, cuyo origen es reciente. Se habla de él en las Indias Occidentales en 1750. Se supone que se formó por una mutación al azar de una yema *de C. maxima* (pumelo) o por un híbrido al azar entre *C. maxima* y *C. sinensis* (naranjo dulce).

Puntos clave en los cítricos en general

Taxonomía de los cítricos

Hay muchas selecciones de variedades características de cítricos que proceden de la hibridación, mutación y poliploidía entre especies de cítricos. El origen y parentesco entre estas selecciones de cítricos no están claros. Como consecuencia, es difícil agruparlos y clasificarlos. Tanaka (1961) identificó 157 especies, mientras que Swingle (1943) sólo describió 16 especies. Éste último dividió el género *Citrus* en dos subgéneros, *Papeda* y *Eucitrus*. En el subgénero *Eucitrus* están todas las especies de frutos comestibles. Algunas de las especies de cítricos e híbridos están enumerados en la Tabla 15.1.

Poliembrionía

Muchas especies de cítricos se caracterizan por tener varios embriones en una única semilla. Sólo uno de estos embriones proviene de la fusión de los gametos sexuales. Los otros embriones se han formado en el tejido nucelar y se llaman embriones nucelares. El tejido nucelar es totalmente de origen materno y por lo tanto estos embriones y las plantas que se puedan formar a partir de ellos tienen una información genética idéntica a la de la planta madre. Gracias a esto se pueden obtener poblaciones clonales a partir de semillas, en las que por supuesto estará el embrión sexual y la plántula resultante se puede identificar y apartar. El crecimiento de los brotes nucelares en las camas de siembra suele ser uniforme y si se apartan plantas anormales o no vigorosas, casi con certeza el 100% es población clonal.

Normalmente la obtención de poblaciones clonales a partir de semillas está restringida a la producción de patrones que sean compatibles con las variedades existentes. De esta manera a veces se consigue mejorar las raíces de algunos clones. Algunas de las plantas que no producen semillas poliembriónicas son el limonero Meyer, el mandarino clementino y *C. maxima*.

Elección del material vegetal

Para que una plantación de cítricos se establezca con éxito, como en cualquier plantación, es necesario utilizar material vegetal que esté sano y escogido para que se adapte bien a las condiciones de crecimiento. También hay que tener en cuenta las exigencias impuestas por el mercado. Las necesidades de los cítricos en cuanto a temperaturas pueden verse desde dos puntos de vista: la resistencia al frío en invierno y la resistencia a los veranos frescos (ver Tabla 15.2).

Patrones

Hay varios patrones de cítricos que se pueden utilizar, así como otros cítricos emparen-

Tabla 15.1 Nombres botánicos y comunes de algunas especies de *Citrus* y sus descendientes; adaptado de *Hortus III*.

Nombre botánico	*Nombre común*	*Ejemplo(s) de variedad(es)*
C. aurantifolia	Lima	Mexican (sin. West Indian)
C. aurantium	Naranjo amargo	
C. limon	Limonero	Eureka, Lisbon
C. maxima	Pumelo	
C. medica	Cidro	Etrog
Citrus × *paradisi*	Pomelo	Marsh
C. reticulata	Mandarino	Clementina
C. unshiu	Satsuma	Okitsu
C. sinensis	Naranjo dulce	Valencia
Citrus × *tangelo*	Tangelo	Seminole
Poncirus trifoliata	Naranjo trifoliata	

Tabla 15.2 Tolerancia de algunos cultivos de *Citrus* y patrones, a los veranos frescos y a los inviernos fríos.

	Inviernos fríos	*Veranos frescos*
Mayor tolerancia	Naranjo trifoliata	Naranjo trifoliata
	Mandarino Tangelo	Limonero Mandarino Limonero Meyer
	Naranjo dulce Limonero Meyer	Tangelo
	Limonero	Naranjo dulce
	Lima	Lima
Mayor sensibilidad	Pomelo	Pomelo

tados que no se cultivan, como el naranjo trifoliata, *Poncirus trifoliata*. El naranjo Trifoliata tiene buena resistencia al frío, por su naturaleza de árbol de hoja caduca, así como tolerancia a suelos relativamente pesados. También se elige el naranjo Trifoliata por sus efectos sobre el crecimiento del árbol y porque se obtienen frutos de buena calidad y con buen rendimiento. A diferencia de éste, el patrón de limonero rugoso tiene poca resistencia al frío, necesita suelos ligeros y los árboles que se forman son vigorosos, grandes y con muy buenos rendimientos. Sin embargo, el fruto tiende a ser de mala calidad. En la Tabla 15.3 se describen algunos de los patrones más utilizados y sus características.

Naranjos dulces

El naranjo dulce, *Citrus sinensis*, muy probablemente procede del centro de China y del noreste de la India y no llegó a la Cuenca Mediterránea hasta un poco después que el limonero, a lo mejor en el siglo XV. Cristóbal Colón llevó semillas a Haití (1493) y el árbol se expandió por las Indias Occidentales, por América del Sur, América Central y América del Norte.

Hay tres grupos principales de variedades de naranjos dulces:

- *Grupo de las naranjas comunes o redondas*– de entre los cuales la variedad más importante es la Valencia.
- *Grupo Navel*– el más plantado y más importante a escala comercial es el Washington Navel. No tiene semillas y suele formar un segundo fruto pegado al fruto principal por el ápice (ombligo).
- *Grupo de las pigmentadas o sanguíneas*– necesitan noches frescas para adquirir una buena coloración. De sabor son excelentes. Sin embargo son menos importantes que las dos categorías anteriores.

La naranja dulce se utiliza para postre. Se le puede extraer el zumo y comercializarlo de distintas formas, por ejemplo envasado, congelado, concentrado y deshidratado.

Los principales productores son Brasil, Estados Unidos y México.

Tabla 15.3 Características de los patrones más utilizados en cítricos.

	Naranjo trifoliata	*Limonero rugoso*	*Naranjo dulce*	*Naranjo amargo*	*Mandarina Cleopatra*	*Citrange Troyer*
Resistencia al invierno	Buena	Pobre	Media	Media	Buena	Media-buena
Vigor y tamaño del árbol	Vigor medio, árbol más pequeño de lo normal	Muy vigoroso, árbol grande	Vigor medio, árbol de tamaño medio	Vigor medio, árbol de tamaño normal	Crecimiento lento pero temprano. Vigor medio, árbol de tamaño normal	Árbol de tamaño medio-grande, vigoroso
Calidad del fruto y producción	Precoz, buenos rendimientos, fruto de alta calidad pero ligeramente pequeño	Alto rendimiento, fruto de baja calidad y de tamaño grande	Buen rendimiento, fruto de alta calidad y tamaño grande	Buen rendimiento, fruto ligeramente pequeño	Buen rendimiento, fruto ligeramente pequeño	Altos rendimientos, fruto de buena calidad, fruto grande
Tolerancia a los suelos pesados	Buena, excepto en los suelos demasiado calcáreos	Pobre, mejor en suelos arenosos	Media. Prefiere los suelos limosos y bien drenados	Buena	Buena	Buena
Tolerancia a las enfermedades radiculares	Buena	Pobre	Pobre. Susceptible a la podredumbre de la raíz	Buena	Pobre	Buena
Tolerancia a los virus	Tolera la tristeza de los cítricos, es sensible a la exocortis	Tolera la tristeza de los cítricos y la exocortis	Tolera la tristeza de los cítricos y la exocortis Es sensible a la psoriasis	Tolera la exocortis y la psoriasis, muy sensible a la tristeza de los cítricos	Tolera la tristeza de los cítricos, sensible a la exocortis	Tolera la tristeza de los cítricos, sensible a la exocortis

Tabla 15.4 Naranjos dulces.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Naranjo dulce. *Nombre botánico* *Citrus sinensis.* *Nombre botánico de especies relacionadas* Ver Tabla 15.1. *Porte y tipo de planta* Árbol de hoja perenne, pequeño, de hasta 10 m. En las plantaciones se limita su tamaño entre 3 y 7 m. *Sexualidad* Normalmente hermafrodita. *Polinización* Normalmente entomófila. Es factible la polinización cruzada y la autopolinización. Algunas variedades no producen polen viable y entonces se forman frutos partenocárpicos, si no hay polinización cruzada, por ejemplo, en las Navel. Algunas como las Valencia tienen muy pocas semillas. *Yemas florales* La diferenciación de las yemas se produce a mitad de verano, la inducción floral justo antes del período de crecimiento de final de la primavera. *Desarrollo del fruto* Curva en S. *Desborre* De hoja perenne, o sea que no hay desborre como tal. Normalmente hay dos períodos de crecimiento por año.	*Necesidades de temperatura* La planta puede desarrollarse entre 13 y 40°C. Las temperaturas medias de los meses de verano deben estar por encima de los 15,5°C. Muchos crecen en latitudes entre 23,5 y 40°. *Tolerancia a heladas* Si no está en crecimiento puede tolerar hasta –5°C (algo de endurecimiento en los meses de invierno). Si está en crecimiento, se producen daños graves a 0°C. *Necesidades hídricas* Se necesita una pluviometría bien distribuida, de 850 mm aproximadamente. *Tolerancia al encharcamiento* Pobre –ver también la tolerancia a la humedad– muy sensible al encharcamiento. *Tolerancia a la sequía* Depende del patrón pero en general media. *Tolerancia a la humedad* Media– se cultiva desde en zonas húmedas de Brasil y Florida hasta en zonas mediterráneas de California y Australia. No se adapta a las condiciones muy húmedas de los Trópicos, ya que la calidad de la piel es baja y la incidencia de las enfermedades es más alta. *Tolerancia al viento* Media, se recomienda poner barreras de protección en zonas expuestas a fuertes vientos. *Características edáficas* En zonas frías se ponen en pendiente y en barrancos para facilitar la aireación y se orientan las plantaciones al Ecuador. Si no, se prefieren los terrenos llanos. *Necesidades de suelo* Preferencia por los suelos ligeros y bien drenados. La elección del patrón se debe hacer teniendo en cuenta el tipo de suelo. El rango preferido de pH va de 5 a 8.	*Multiplicación* Es normal hacer injertos de yema y de púa con las variedades seleccionadas sobre patrones francos. Los patrones francos deben ser certificados si se utilizan semillas nucelares. *Patrones* Variados, ver Tabla 15.3. *Marco de plantación* Tradicionalmente en marco real de 3-5 m, pero los últimos ensayos indican que se puede reducir la distancia entre plantas hasta dejarla en 1,3 m. *Poda y formación* De forma natural el árbol tiene un aspecto redondeado. Durante los primeros años hay que podar para formar la estructura. Los árboles que ya estén produciendo frutos se deben podar poco a poco, pero hay que quitarles la madera muertas y los brotes suculentos. En el momento de la recolección se pueden cortar las ramas fructíferas para que se forme un nuevo brote lateral. Más adelante se puede necesitar una poda más fuerte, si se quiere mantener el tamaño del árbol. A veces se hace poda mecánica para formar los setos. *Aclareo* Normalmente no se hace. *Laboreo* Normalmente suelo completamente desnudo, limpio (herbicidas o laboreo). Si la humedad del suelo es adecuada, se pueden utilizar abonos en verde o cubiertas vegetales. Hay que mantener limpia la base del árbol. *Entrada en producción* Rendimientos bajos el tercer año. *Plena producción* Depende mucho del clima y del patrón, a menudo no se alcanza hasta 8-12 ciclos después del establecimiento de la plantación. *Rendimientos esperados* 3-4 años: 2,5-5 t ha^{-1} 8-12 años: 20-40 t ha^{-1} *Vida productiva* 20- 30 años. *Métodos de recolección* Se recogen a mano después de haber comprobado el contenido en azúcar. Hay que cogerlas con cuidado (con guantes). Si se desprenden o se cortan del árbol, hay que hacerlo cerca del pedúnculo. Pero si se quita el pedúnculo del fruto se favorece la podredumbre.

(*continúa*)

Tabla 15.4 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Floración Puede prolongarse durante una larga temporada; el período principal de floración se produce en primavera; principio de verano. *Maduración* Desde mitad de invierno hasta final de verano, dependiendo de la variedad.	*Exigencias en nutrientes* Cada vez se usa más el análisis foliar para determinar las necesidades en elementos minerales. Necesitan mucho nitrógeno. Se aplica fraccionadamente, dos tercios en invierno y un tercio al final de verano. Las dosis tienen que estar en función de la edad, vigor del árbol y tipo de suelo. En el caso de un árbol adulto, las dosis recomendadas son: N: 0,40 kg P: 0,45 kg K: 0,25 kg	*Almacenamiento* Se pueden conservar los frutos de 3 a 10 semanas a temperaturas frescas y con ventilación. Se puede usar etileno para desverdizar el fruto. *Principales plagas y enfermedades* Hay muchas plagas y enfermedades que pueden afectar a este cultivo, por ejemplo, el pulgón negro, los cóccidos, los arrolladores, las cochinillas, los trips, la podredumbre marrón, y la podredumbre de la raíz y del pie. También hay numerosas enfermedades víricas como por ejemplo, la tristeza de los cítricos y el virus exocortis. Esto es importante saberlo a la hora de elegir el patrón (ver Tabla 15.3). Además en algunas regiones en especial puede haber problemas con algunas enfermedades específicas.

Puntos clave

Fructificación y recolección

Las variedades se clasifican en función del tipo de maduración: temprana, media o tardía. Si se utilizan varias variedades se puede obtener cosecha durante 6 meses al año.

Normalmente no hay problemas en el cuajado. Algunas variedades como Washington Navel tienen frutos partenocárpicos. La formación de flores se puede alargar durante casi todo el año, sobre lo que va creciendo nuevo. Sin embargo, el período más normal de floración es cuando en primavera se produce el crecimiento intenso.

Los frutos no alcanzan la madurez si se han cortado del árbol. Sin embargo, el color de la piel si puede cambiar de verde claro a naranja.

Cuando se cosecha, hay que tener cuidado de no golpear o arañar la cáscara, y para ello se debe llevar guantes. Se puede cortar o arrancar el fruto del árbol. Hay que dejar un trozo de pedúnculo en el fruto, si no es más sensible a las podredumbres. Se pueden arrancar los frutos o varear el árbol, si se asegura que éste no va a sufrir daños, que no se le va a quitar el pedúnculo y no se va a desgarrar la piel. Si se corta el fruto con tijeras, también es factible, cortar todo el brote con la carga hasta el siguiente brote lateral más cercano y más nuevo. A menudo, ésta es toda la poda que se necesita llevar a cabo en árboles ya adultos.

Después de la cosecha, se lavan los frutos y a veces también se enceran. Se clasifican según el tamaño y los que están por debajo del estándar se ponen en categorías inferiores o se rechazan. Se pueden almacenar los frutos a corto plazo, en lugares bien ventilados y con temperaturas frescas (por debajo de 15°C). Si se quieren almacenar durante varios meses, se necesitan temperaturas de 3-8°C y una humedad relativa del 85-90%.

Forma general de cultivo

Los frutos de mejor calidad se obtienen en zonas con veranos cálidos y secos, dónde se dispone de riego para asegurar el crecimiento y desarrollo de los frutos. Los déficits de agua pueden ser un grave problema en estas condiciones y el riego tiene que compensar la demanda extra debida a la competencia entre árboles o si no hay que cortar parte de la vegetación. El laboreo de forma regular no tiene porque ser un buen método de control del crecimiento de las malas hierbas y las cubiertas vegetales, ya que en un suelo húmedo continuamente expuesto disminuyen los niveles de humedad del suelo y de materia orgánica. Se pueden utilizar abonos en verde, cubiertas vegetales y céspedes permanentes para mantener la humedad del suelo.

El control de plagas y enfermedades obliga a que se seleccione con cuidado el material vegetal antes de establecer la plantación. Las plan-

tas deben estar libres de virus y micoplasmas. Los árboles jóvenes deben proceder de viveros y no tener patógenos conocidos que se transmitan por el suelo. Hay que controlar en las plantaciones los vectores de las enfermedades.

Variedades

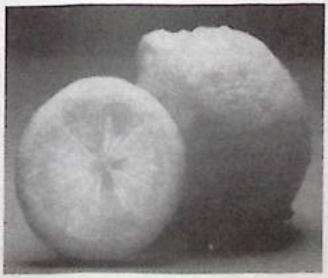
Hay muchas variedades disponibles entre las que se pueden citar:

- *Redondas*. (i) Hamlin–cultivo pesado, temprano (otoño-mitad de invierno), de baja calidad, principalmente destinado a zumo. (ii) Valencia–producción de moderada a alta, tardía (final del invierno y primavera), excelente calidad.
- *Navel*. Washington Navel– de media estación, rendimientos más bajos que la Valencia, no buena para zonas con temperaturas altas, especialmente por la noche. Se adapta a los climas mediterráneos. Hay razas mejoradas disponibles.
- *Pigmentados*. Hay muchas variedades, por ejemplo Tardocco, Sanguinello, Moro. Necesitan climas mediterráneos.

Limoneros

Los limoneros, las limas, los cidros y las limas Rangpur son un grupo que se denomina como cítricos de fruto ácido.

El limonero se destina sobre todo a zumos y a preparados alimenticios y no se vende en grandes volúmenes como fruta fresca. Es originario del sureste de Asia y ya era conocido por los árabes en el siglo X. Es muy parecido al cidro.



El limonero se cultivaba en Europa en los tiempos de las exploraciones de América del Sur. Muy poco después se llevó a las Indias Occidentales y a América del Sur.

A pesar de que los limoneros son resistentes a los veranos frescos, son muy sensibles a las variaciones muy extremas y súbitas de temperatura. El endurecimiento del tejido vegetal no se induce fácilmente y esto es probablemente la causa de la pérdida de resistencia a las condiciones extremas (Tabla 15.5). Parece que los mejores climas para el cultivo del limonero son los secos con veranos calurosos. La producción mundial de limoneros y limas es de 9 millones de toneladas (1998), siendo México el principal país productor seguido de India y Estados Unidos.

La lima (*Citrus aurantifolia*) es originaria de áreas tropicales y tiende a ser cultivada sólo en zonas tropicales y subtropicales cálidas ya que es el cítrico menos resistente al frío. Las limas se dividen en dos grupos: las limas no ácidas (o dulces) y otro más importante el de las limas ácidas.

Puntos clave

Material vegetal

Hay muchas variedades de limoneros, aunque no todo a lo que se llama limonero es en realidad un verdadero limonero. El limonero Meyer es muy probablemente un híbrido entre *C. sinensis* y *C. limon*, y está mejor adaptado a zonas frescas que las variedades más estándar como Lisbon y Eureka.

Hay tres grupos de variedades:

1. El grupo Femminello, principalmente cultivado en Italia, que tiene cosecha prácticamente durante todo el año.
2. El grupo Verna cultivado en España, que tiene una época principal de cosecha entre el final del invierno y mitad del verano y otra época más pequeña entre invierno y primavera.
3. El grupo Siciliano, muy popular en California y Australia, cuyas variedades principales son Lisbon y Eureka y que es menos tolerante a las heladas. La época de producción va de invierno a primavera.

No se recomienda para la mayoría de los limoneros, el patrón de naranjo trifoliata, *Poncirus*

Tabla 15.5 Limoneros.

Aspectos fisiológicos, botánicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Limonero. *Nombre botánico* *Citrus limon.* *Nombre botánico de especies relacionadas* Ver Tabla 15.1. *Porte y tipo de planta* Árbol de hoja perenne, pequeño, de hasta 10 m, pero normalmente de entre 3 y 7 m de altura. Ramas con espinas. Crecimiento vigoroso y temprano, en comparación con otras especies de cítricos. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* Normalmente anemófila, la autopolinización y la polinización cruzada son eficaces. Se pueden formar frutos partenocárpicos si tras la polinización se produce la fecundación. *Yemas florales* Ver el naranjo dulce. *Desarrollo del fruto* No hay desborre como tal. Hay tres períodos de crecimiento al año: uno en primavera, otro en verano y el tercero en otoño. Estos períodos de crecimiento son más largos y están menos sincronizados que en el resto de los cítricos. *Floración* Puede prolongarse durante todo el año. La estación principal es en primavera. *Maduración* Se puede ir cosechando frutos durante todo el año, a medida que van madurando. La principal época productiva es entre invierno y primavera.	*Necesidades de temperatura* Ver Tabla 15.4. Los limoneros son más tolerantes que los naranjos dulces a las temperaturas frescas del verano. No toleran los climas tropicales. *Tolerancia a heladas* Los limoneros son uno de los cítricos menos tolerantes a las heladas, con excepción del limonero Meyer. *Necesidades hídricas* Se necesita una pluviometría bien distribuida de 800-950 mm. *Tolerancia al encharcamiento* Pobre: sensible al encharcamiento. Si el contenido en agua es alto, la calidad del fruto y del zumo empeoran. *Tolerancia a la sequía* Varía en función del patrón, pero en general media. La sequía provoca la caída de las hojas y de los frutos y hace que éstos sean pequeños. *Tolerancia a la humedad* No buena. Aumenta la incidencia de las enfermedades, se reduce la calidad del fruto. No se adaptan bien a las condiciones húmedas, sobre todo en las zonas cálidas. *Resistencia al viento* Media, la madera puede ser quebradiza y es probable que se produzcan daños si los vientos son fuertes. *Características edáficas* En zonas frías se hacen plantaciones en pendiente y en barrancos para facilitar la aireación, y se orientan al Ecuador. En algunas zonas es muy aconsejable elegir parcelas que estén protegidas de los vientos predominantes. *Necesidades de suelo* La elección del patrón depende del tipo de suelo. Se prefieren los suelos razonablemente bien drenados, aireados, de 1 m de profundidad. *Exigencias en nutrientes* Ver Tabla 15.4. Los limoneros necesitan más K que otros cítricos. La calidad del fruto puede empeorar si se aplica demasiado nitrógeno.	*Multiplicación* Injerto de yema o de púa de variedades seleccionadas sobre patrones francos. *Patrones* El naranjo trifoliata no se puede utilizar como patrón de Eureka, Villa Franca y Genoa, pero sí de Lisbon y Meyer. El naranjo dulce y el amargo se adaptan bien, así como el limonero rugoso. *Marco de plantación* Tradicionalmente se utilizan marcos reales de entre 3 y 7,5 m; ahora se reduce la distancia entre plantas hasta 1,3- 3,0 m. *Poda y formación* Ver Tabla 15.4. El árbol tiene tendencia a formar brotes largos que se cargan y enmarañan con el peso de la cosecha. Sin embargo es muy costoso hacer una poda de forma regular para mantener la estructura del árbol limpia. A veces se hacen setos y se despunta para mantener el tamaño del árbol. También se recortan las ramas de la parte baja, para facilitar el segado, las aplicaciones fitosanitarias y la ventilación. *Aclareo* No es habitual. *Laboreo* Ver Tabla 15.4. Mantener la superficie del suelo limpia puede servir para reducir los riesgos de heladas. *Entrada en producción* El tercer año se empieza a tener producción, pero con unos rendimientos bajos. *Plena producción* Varía con el clima y los patrones utilizados. El pleno rendimiento se alcanza entre 8 y 12 años después del establecimiento de la plantación. *Rendimientos esperados* 3-4 años: 5-10 t ha^{-1} 8-12 años: 50-70 t ha^{-1}. *Vida productiva* 20 años. *Métodos de recolección* La mayoría de los limones se cogen cuando están completamente amarillos. Si son para exportación, se pueden coger un poco antes, para dejar que durante el transporte alcancen el color deseado. Se puede comprobar el nivel de acidez, pero en un mismo árbol distintos frutos pueden tener niveles muy diferentes. Hay que cogerlos con guantes. Se cortan de los árboles (ver Tabla 15.4). *Almacenamiento* Ver Tabla 15.4 *Principales plagas y enfermedades* Ver Tabla 15.4. Los limoneros son muy susceptibles a muchas enfermedades específicas de los cítricos, por ejemplo, la verrucosis.

trifoliata, ya que es muy sensible a los virus. Normalmente los limoneros se injertan sobre naranjos dulces.

Recolección y conservación

A veces es difícil detectar de forma visual el momento en el que el fruto ya está maduro y entonces es necesario coger muestras de 6 cm de diámetro o más para ver el contenido en zumo y en acidez. El fruto también se conserva guardándolo durante un corto período de tiempo en un sitio bien ventilado a temperatura estable y fresca. Durante este proceso de conservación, se reduce el grosor de la piel y aumenta el porcentaje de contenido en zumo.

A diferencia de esto, si se deja el fruto en el árbol mucho tiempo después de haber alcanzado la madurez, tendrán menos zumo y el endocarpo aumentará de grosor.

Poda de los brotes laterales cargados de frutos

Los limoneros tienen tendencia a fructificar sobre largos brotes laterales. Por lo tanto se suele combinar la recolección con la poda, ya que sobre esos brotes laterales no se volverá a producir ni la floración ni la fructificación. A cambio se puede esperar más floración y más fructificación en los nuevos brotes laterales que se desarrollen después de la recolección. Los podadores están acostumbrados a podar sobre los nuevos brotes en crecimiento y podar el tallo sobre el que está el fruto dejando un trozo.

Al arquearse las ramas por el peso de la cosecha se van superponiendo unas encima de las otras, cubriendo el esqueleto del árbol. En este caso se puede utilizar una técnica de poda que consiste en podar primero las ramas interiores para ir abriendo el esqueleto desde dentro.

Pomelos

El pomelo (*Citrus* × *paradisi*) es probablemente un híbrido entre el pumelo y la naranja dulce y se cree que proviene de las Indias Occidentales. Su tamaño grande y su naturaleza relativamente ácida, hace que sea menos apreciado que las naranjas como fruta fresca, pero se consume fresco y se mezcla con otros frutos para hacer zumos. Necesita más calor que el resto de los cítricos, excepto quizás que el pumelo y la lima, y se encuentra sobre todo en regiones tropicales y subtropicales cálidas húmedas. La producción mundial de pomelos y pumelos es actualmente de 5 millones de toneladas.

Puntos clave

Variedades

Hay dos grupos de variedades de pomelos, las de pulpa blanca y las de pulpa roja.

Duncan y Marsh son las principales variedades de pulpa blanca. Duncan tiene mejor aspecto y mejor calidad, pero tiene el inconveniente de que tiene muchas más semillas que Marsh, que es apirena. Marsh se mantiene mejor en el árbol que Duncan.

Los pomelos de pulpa roja se han desarrollado sobre todo en Estados Unidos durante el siglo XX. Algunas de las variedades más recientes y populares son Ruby Red, Ray Ruby, Flame, Rio Red y Star Ruby. Se ha visto que tiene gran aceptación entre los consumidores.

Pumelos (Citrus maxima syn. C. grandis)

No se describen en este libro porque son más típicos de zonas tropicales. No obstante son de gran importancia en estas zonas y es el parental del pomelo, éste último de aspecto parecido. El pumelo es más grande, menos ácido y menos amargo que el pomelo y por lo tanto más apto

Tabla15.6 Los pomelos.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Pomelo.	*Necesidades de temperatura* Climas tropicales y subtropicales cálidos.	*Multiplicación* Ver Tabla 15.4.
Nombre botánico *Citrus × paradisi.*	*Tolerancia a heladas* Baja.	*Patrones* Ver Tabla 15.3.
Nombre botánico de especies relacionadas y de utilidad Ver Tabla 15.1.	*Necesidades hídricas* Aportes adecuados.	*Marco de plantación* Los pomelos son árboles vigorosos y normalmente se plantan con marcos reales de entre 4 y 7 m.
Porte y tipo de planta Árbol grande y vigoroso con tendencia a ensancharse.	*Tolerancia al encharcamiento* Pobre– producciones bajas en terrenos pesados y encharcados.	*Poda y formación* Se puede limitar la altura mediante la poda.
Sexualidad Normalmente hermafrodita.	*Tolerancia a la sequía* Media.	*Aclareo* No es habitual.
Polinización Autopolinización y polinización cruzada. El fruto puede tener semillas o ser totalmente apireno.	*Tolerancia a la humedad* De media a buena.	*Laboreo* Normalmente se pone cubierta vegetal en las calles.
Yemas florales Formadas en racimos.	*Tolerancia al viento* Media– el árbol normalmente tiene una estructura muy pesada.	*Entrada en producción* Tres o cuatro años.
Desarrollo del fruto Curva en S.	*Características edáficas* Es más fácil de cultivar en terrenos llanos.	*Plena producción* Ver Tabla 15.4.
Desborre Ver Tabla 15.4.	*Necesidades de suelo* Ver Tabla 15.4.	*Rendimientos esperados* 3-4 años: 5-10 t ha^{-1} 8-12 años: 30-60 t ha^{-1}
Floración Ver Tabla 15.4.	*Exigencias en nutrientes* Ver Tabla 15.4.	*Vida productiva* Ver Tabla 15.4.
Maduración Desde final de verano hasta mitad de invierno.		*Métodos de recolección* Ver Tabla 15.4.
		Almacenamiento Ver Tabla 15.4.
		Principales plagas y enfermedades Ver Tabla 15.4.

para su consumo en fresco. La principal zona productora es el sudeste asiático.

Mandarinas y cítricos relacionados

Hay dos divisiones principales en el grupo de las mandarinas– las mandarinas comunes y las satsumas. Los híbridos naturales forman otro grupo, por ejemplo Temple y los híbridos artificiales otro como los tangelos Seminole y Robinson.

La mandarina común procede muy probablemente del Noreste de la India. Sin embargo, todas las formas que existen en la actualidad proceden de una zona geográfica más amplia. La mandarina tiene una relación muy estrecha con China y Japón y es probable que la mandarina satsuma proceda de Japón. Tanto las mandarinas como las satsumas llegaron tarde a Europa y América. Sin embargo, sobre todo las mandarinas

Tabla 15.7 Mandarinas (clementinas) y cítricos relacionados.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Mandarina, Clementina, satsuma, tangelo.	*Necesidades de temperatura* Respuesta intermedia entre el limonero y el naranjo dulce a las temperaturas frías del verano. La calidad y el contenido en azúcar aumenta en los veranos cálidos.	*Multiplicación* Ver Tabla 15.4.
Nombre botánico *Citrus unshiu* (satsuma), *Citrus reticulata* (mandarina).	*Tolerancia a heladas* Son más tolerantes a las heladas que el limonero o el naranjo dulce. El grupo de las mandarinas satsumas es más tolerante a las heladas que el grupo de las mandarinas tangelo.	*Patrones* Ver Tabla 15.1.
Nombre botánico de especies relacionadas Ver tabla del naranjo dulce y no olvidar los híbridos naturales *C. reticulata* × *C. sinensis*– Temple, *C. reticulata* × *C. maxima* – Tangelo.	*Necesidades hídricas* Ver Tabla 15.4.	*Marco de plantación* Variable, dependiendo de la variedad, del patrón y del clima. Si comparamos con otros cítricos, muchos mandarinos forman árboles pequeños. Los marcos de plantación reales de 5 m están disminuyéndose a 2 m, dando paso a marcos rectangulares y disminuciones en la separación entre líneas.
Porte y tipo de planta Árbol de hoja perenne, pequeño de hasta 10 m de alto, pero normalmente entre 2 y 8 m. Algunas veces tiene ramas con espinas. Hay algunas variaciones en las costumbres y en la apariencia, por ejemplo, las mandarinas son más verticales que las satsumas.	*Tolerancia al encharcamiento* Pobre.	*Poda y formación* Ver Tabla 15.4.
Sexualidad Normalmente hermafrodita.	*Tolerancia a la sequía* Ver Tabla 15.4.	*Aclareo* Puede ser necesario, si se quiere evitar los frutos demasiado pequeños y/o la becería.
Polinización Tanto autopolinización como polinización cruzada. Se pueden formar frutos apirenos después del crecimiento de un óvulo débil y abortado, o tras una polinización fallida porque el polen era incompatible. En algunas variedades la planta macho es estéril, y en esos casos hay que fomentar la polinización cruzada. Algunas son de por sí apirenas.	*Tolerancia a la humedad* Ver Tabla 15.4.	*Laboreo* Ver Tabla 15.4
Yemas florales Ver Tabla 15.4.	*Tolerancia al viento* Ver Tabla 15.4.	*Entrada en producción* Rendimientos bajos al principio del tercer año.
Desarrollo del fruto Curva en S. Las mandarinas son más pequeñas que las satsumas y se les quita peor la piel.	*Características edáficas* Ver Tabla 15.4.	*Plena producción* Los rendimientos son casi máximos al pasar 12 años.
Desborre Dos períodos de crecimiento por año.	*Necesidades de suelo* Ver Tabla 15.4.	*Rendimientos esperados* 3-4 años: 2,5-5 t ha^{-1} 8-12 años: 7,5-15 t ha^{-1}
Floración Mayoritariamente en primavera.	*Exigencias en nutrientes* Ver Tabla 15.4.	*Vida productiva* 20 años.
Maduración Mayoritariamente en invierno, se puede alargar plantando distintos tipos.		*Métodos de recolección* Ver Tabla 15.4.
		Almacenamiento Ver Tabla 15.4. Normalmente se conservan peor que las naranjas dulces.
		Principales plagas y enfermedades Ver Tabla 15.4

se cultivan mucho en las zonas subtropicales. La amplia gama de variedades de mandarinas y sus híbridos permiten elegir la que mejor se adapta a las condiciones climáticas. Algunas variedades de mandarinas son particularmente tolerantes al frío y son capaces de desarrollar resistencia al frío.

En algunas mandarinas, lo que atrae a los consumidores es la facilidad de separar la piel, lo que permite pelarlas fácilmente. Dependiendo de la variedad, el fruto puede ser pequeño con gajos pequeños. También puede no tener semillas.

La primera hibridación artificial entre un pumelo y una mandarina se llevó a cabo en 1897 por Webber y Swingle. Se dio el nombre «Tangelo» para describir a los híbridos entre estos dos parentales. Los híbridos tienen características diferentes a las de los parentales, pero ahora se suele atribuir el nombre de tangelo a aquellos que se parecen más a las mandarinas. Los tangelos son de colores fuertes, aromáticos, característicos y muy sabrosos.

China es el mayor productor de mandarinas, siendo España y Japón los siguientes en importancia. La producción mundial actualmente ronda los 17 millones de toneladas.

Puntos clave

Tipos de mandarinas

LAS MANDARINAS COMUNES. Éstas generalmente reciben el nombre botánico de *C. reticulata*, aunque algunas de las que se incluyen en este grupo son más bien híbridos. Si las comparamos con las satsumas, las mandarinas comunes son más pequeñas y tienen la piel más pegada. La Clementina es la mandarina más plantada, tiene buen sabor, pocas semillas y buenos rendimientos, aunque el tamaño puede ser un problema. Se da bien en las zonas mediterráneas. Hay selecciones de clementinas con distintos tipos de frutos y distintas fechas de maduración. Darcy, de menor importancia, se adapta bien a condiciones de calor y humedad.

SATSUMAS. La zona donde más se han desarrollado las satsumas es Japón, donde son el cítrico más cultivado. Es el cítrico más resistente al frío y se da bien en las zonas subtropicales más frescas. Hay muchas selecciones de satsumas que se han obtenido para mejorar la calidad y alargar el período de recolección– en las más tempranas.

HÍBRIDOS DE MANDARINA. Temple y Murcott son híbridos naturales de clementina y naranja dulce (a este cruce se le ha dado el nombre de Tangor). Maduran después de mediados de invierno, y se han hecho selecciones con Temple y Murcott para mejorar las características de cultivo. Se cultivan en Florida y en Sudáfrica.

Los tangelos son híbridos artificiales de *C. reticulata* y *C. maxima* y muchas variedades como Orlando y Minneola son muy comunes y aceptadas en Norteamérica.

Robinson es un cruce entre Tangelo y Clementina. Son frutos muy parecidos a la mandarina común, con una calidad excelente y la mayoría maduran a principios de invierno.

Muchos de éstos y otros híbridos de mandarina exigen polinización cruzada y los agricultores tienen que preguntar en la zona cuáles son los polinizadores más adecuados.

Bibliografía

Davies, F.S. and Albrigo, L.G. (1994) *Citrus*. CAB International, Wallingford, UK.

Ray, R. and Walheim, L. (1980) Citrus: *How to Select, Grow and Enjoy*. HP Books, Tucson, Arizona.

Reuther, W., Webber, H.J. and Batchelor, L.D. (eds) (1967, 1968, 1973) *The Citrus Industry* - in three volumes, revised edition. University of California Press, Division of Agricultural Sciences, Berkeley.

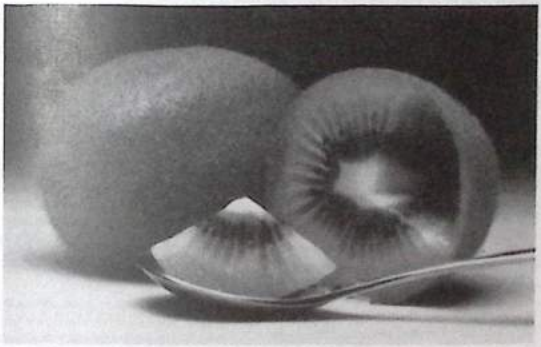
Speigel-Roy, P and Goldschmidt, E.E. (1996) *Biology of Citrus*. Cambridge University Press, Cambridge.

Swingle, WT (1943) The botany of *Citrus* and its wild relatives of orange subfamily (family Rutaceae, subfamily Aurantioideae). In: Webber, H.J. and Batchelor, L.D. (eds) *The Citrus Industry*, pp. 128-474.

Tanaka, T (1961) *Citrologia Semi Centennial Commemoration papers on Citrus studies*. Citrologia Supporting Foundation, Osaka.

16
El kiwi

Michael Morley-Bunker y Peter Lyford



Actinidia deliciosa, el kiwi, al que se llamaba antes grosello espinoso chino, proviene del Valle de Yangtse en China. El género *Actinidia* es originario del este asiático. Se han registrado unas 36 especies, muchas de las cuales se han destinado a la alimentación- por ejemplo *A. arguta*, de fruto más pequeño y sin los pelos de *A. deliciosa*. Los datos encontrados en China sobre *A. arguta*, dicen que ya se consumía como fruto en el 770 d.C. *A. chinensis* está muy extendido en China y es la que más se cultiva de forma silvestre y es más habitual procesarlo que consumirlo fresco.

Robert Fortune, en 1847 cogió algunos ejemplares de *A. deliciosa* de China y se los llevó al Reino Unido. En 1906 se introdujeron en Nueva Zelanda semillas obtenidas en China. Estas plantas de semillero cultivadas por Alexander Allison de Wanganui empezaron a fructificar en 1910 y la descendencia de estas plantas son la base de las variedades que existen actualmente en Nueva Zelanda. En 1924 aproximadamente, partiendo de este material, Hayward Wright de Auckland, puso 40 plantas de semillero y eligió una a la que llamó «Wright's Giant». Esta variedad se renombró como «Hayward» y se ha

Tabla 16.1 El kiwi.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Kiwi, grosellero espinoso chino, Yang-Tao (China). *Nombre botánico* *Actinidia deliciosa.* *Nombre botánico de especies relacionadas* *Actinidia arguta* *Actinidia kolomikta* *Actinidia chinensis.* *Porte y tipo de planta* Enredadera péndula de hoja caduca. De hasta 9 m de alto si se ponen estructuras de soporte. Hojas cordadas grandes, de hasta 20 cm. *Sexualidad* Dioica (pies masculinos y femeninos separados). *Polinización* Polinización entomófila. Se recomienda poner hasta 8 colmenas por hectárea, cuando el 15% de los pies femeninos están empezando a florecer. Los pies masculinos se dispersan por toda la plantación en unas proporciones de entre 1:3 y 1:8. *Yemas florales* Las flores se forman en los primeros seis nudos del crecimiento de ese ciclo, a partir de yemas laterales de las varas del año anterior. Las condiciones del ciclo anterior influyen sobre la capacidad de formación de nuevas flores de la planta es decir si las hojas y las axilas están muy a la sombra, disminuye la floración. *Desarrollo del fruto* En conjunto, el kiwi tiene un crecimiento en S. Adicionalmente algunos brotes cortos se desarrollan poco, y alguna vez se ha visto algún fruto con una curva de crecimiento en triple S.	*Necesidades de temperatura* Necesita un período de crecimiento de 8-9 meses sin heladas. Las necesidades de frío (600-1.100 horas por debajo de 7°C) son imprescindibles para el desarrollo de las flores y un buen desborre. *Tolerancia a heladas* Daños a –2°C sobre el crecimiento de primavera. Daños sobre las partes lignificadas a –8°C, a mitad de invierno, pero más fácilmente dañadas en otoño o en primavera. Las plantas jóvenes pueden morir por las heladas invernales. *Necesidades hídricas* Se han registrado tasas de transpiración de las hojas muy altas. Las necesidades medias de riego son de 5 L m^{-2}. *Tolerancia al encharcamiento* No toleran la asfixia radicular. Si el drenaje es bueno toleran las lluvias intensas. *Tolerancia a la sequía* Tolerancia baja. Es probable que el rendimiento disminuya. *Tolerancia a la humedad* Buena. *Tolerancia al viento* Pobre. Es imprescindible poner buenas protecciones en los emplazamientos con fuertes vientos; los brotes jóvenes se parten y rompen con el viento, se pueden quedar marcas en el fruto. *Características edáficas* En zonas frescas son preferibles las plantaciones en pendientes suaves, con buena aireación y protegidas del viento.	*Multiplicación* Se pueden sembrar plantas de semillero para hacer púas más tarde para injertar. Se siembra la semilla a mitad-finales de primavera. También se pueden utilizar estaquillas con hojas o de raíz. Se pueden hacer injertos en T, lateral, de cabeza (ver puntos clave). *Patrones* Las plantas de semillero Bruno se han utilizado habitualmente como patrones. También se han probado otras variedades y plantas de semillero. En Nueva Zelanda hay ahora disponible un nuevo patrón clonal. *Marco de plantación* Variable en función de la variedad, patrón, espaldera o pérgola. Los marcos de plantación tradicionales eran de 5 m entre líneas y 5,5-8 m entre plantas. Hay una tendencia general a reducir el marco de plantación hasta 3 m, para aumentar los rendimientos. *Poda y formación* Formados en espaldera con postes en T o en pérgola. Se dejan siempre unos brazos sujetos a 1,8-2 m de altura. Los brazos fructíferos temporales se renuevan cada 2-4 años, pero se pueden dejar más tiempo en algunos sistemas en pérgola. Los brotes laterales fructíferos en los brazos temporales se podan en verano, para controlar el vigor de las hojas y evitar que hagan sombra (ver los detalles en el Capítulo 5). *Aclareo* Se puede necesitar si se quiere obtener frutos de buen tamaño, para reducir la tendencia a la becería y para evitar los frutos pequeños anormales, que luego se convierten en frutos deformados. Hay estudios que dicen que el mejor momento para hacer el aclareo es inmediatamente después de la caída de los pétalos. *Laboreo* Se usan herbicidas en las líneas y cubierta vegetal en las calles. Algunas veces, en vez de usar herbicidas se usan segadoras de brazos articulados. *Entrada en producción* La variedad Hayward entre 2 y 4 años después del establecimiento de la plantación, los tipos chinensis 1-2 años. *Plena producción* La variedad Hayward en 7-9 años, antes si se plantan más densos, los tipo chinensis en 4-5 años. *Rendimientos esperados* 3 años: 4 t ha^{-1} 5 años: 12 t ha^{-1} 8 años: 25 t ha^{-1}

(*continúa*)

Tabla 16.1 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Desborre En primavera, un poco antes que los manzanos y las vides. Las yemas empiezan a hincharse 10 días antes del desborre. *Floración* Al final de la primavera. *Maduración* Desde otoño hasta mitad de invierno. Una vez recolectado el fruto, madura bien si hay más de un 6,2% de sólidos solubles. El fruto se conserva mejor si se recolecta con un contenido en sólidos solubles entre un 7 y un 9%. Además también alcanza la madurez gustativa y tiene muy buen sabor.	*Necesidades en suelo* Prefieren los suelos profundos y bien drenados. Es deseable que tenga una buena capacidad de retención de agua para que se desarrollen en verano los brotes y los frutos. *Exigencias en nutrientes* Normalmente se fertiliza muy abundantemente. Se intenta fomentar el vigor de la enredadera y que se cubra todo de vegetación rápidamente. Ahora es muy habitual hacer análisis foliares. Las dosis más normales son 170-220 kg ha^{-1} de N, 30-60 kg ha^{-1} de P, 200-300 kg ha^{-1} de K. Distribuir de forma homogénea alrededor de la planta. Aplicar en primavera, pero añadir un tercio de N a principios de verano. El pH óptimo es 6.	*Vida productiva* Probablemente 30-50 años. *Métodos de recolección* Valorar el nivel de sólidos solubles (por encima de 6.2 %) para establecer el grado de madurez. Recolección manual. *Almacenamiento* La variedad Hayward tiene muy probablemente la vida más larga en almacén y en los puntos de venta de todos los frutos que se comercializan. Los frutos se conservan aproximadamente 9 meses con una humedad relativa entre 0 y 90%. Muy sensible al etileno. No almacenar con frutos que liberen etileno, por ejemplo manzanas. Los frutos que mejor se conservan sin perder calidad, son los que tienen un contenido en sólidos solubles entre un 7 y un 9%. *Principales plagas y enfermedades* La oruga del arrollador, la cochinilla diaspidida, los trips, el chinche, el gorgojo de las raíces, botritis, *Pseudomonas viridiflava*, la podredumbre bacteriana de las flores, *Sclerotinia*, podredumbre de la raíz por Phytophthora.

convertido en la variedad más importante a escala comercial en el mundo.

Puntos clave

Variedades de kiwi

Las variedades que se utilizan actualmente proceden de plantas de semillero, y sus nombres se estandarizaron en Nueva Zelanda en 1958. Hayward se ha convertido en la variedad comercializada más importante y se cultiva principalmente en Italia, Nueva Zelanda, Chile, Estados Unidos, Francia y Japón. Hay variedades más antiguas de *A. deliciosa* como Abbott, Allison y Monty que se cultivan a pequeña escala.

Desde 1980 se han hecho muchos avances en la mejora de variedades y se han obtenido nuevas variedades que han sido ensayadas por investigadores y agricultores en numerosos países. Las variedades del tipo «Hayward» de maduración temprana y sin pelos, se están cultivando en la actualidad y se está ensayando sobre un patrón precoz. Muchas de estas variedades se cultivan sólo a pequeña escala. En la actualidad, Nueva Zelanda está exportando a escala comercial volúmenes grandes de la variedad «Tomua» que madura un mes antes que Hayward. El fruto es de aspecto similar al Hayward pero tiene una vida más corta en almacenamiento.

Se están produciendo volúmenes pequeños de variedades de *Actinidia argata* en varios países. Se trata de un kiwi de fruto pequeño, de piel verde, del que se puede comer todo y tiene una vida muy corta en los puntos de venta, como las uvas y algunos frutos en baya.

Los kiwis tipo *Actinidia chinensis* han sido seleccionados y mejorados en la mayoría de los países productores de kiwis. Nueva Zelanda lidera el desarrollo comercial de las variedades de *chinensis*, con el lanzamiento en 1999 de la nueva variedad de pulpa dorada-amarillenta en los mercados mundiales. Esta variedad se llama ahora Hort16A y está patentada. El fruto es dulce, se cosecha con 12° Brix y cuando madura

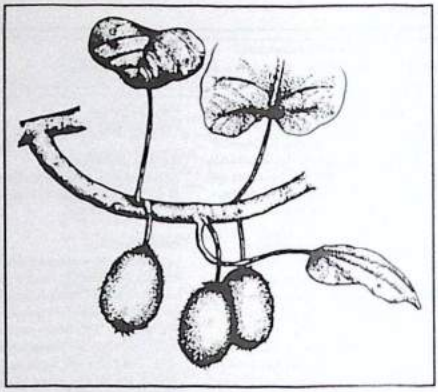


Figura 16.1 El kiwi.

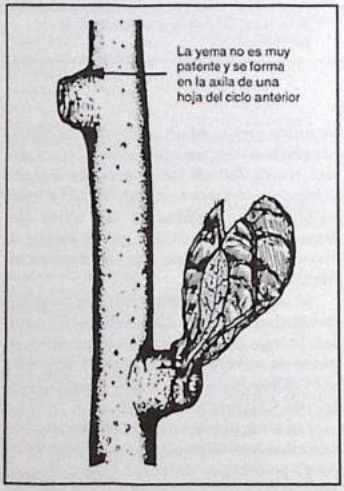


Figura 16.2 Desborre de la yema.

tiene 18-20° Brix. El árbol tipo enredadera es más subtropical que el Hayward; el desborre y la floración se producen 4-5 semanas antes. El tipo enredadera sigue creciendo sin problemas en otoño, a diferencia de la mayoría de tipo *deliciosa* que detienen su crecimiento al final del verano. Se espera que esta variedad y otras del tipo *chinensis* produzcan grandes volúmenes de fruta para comercializarlos durante los primeros años del siglo XXI.

Los mejoradores todavía no han desarrollado un kiwi monoico o hermafrodita que produzca frutos aptos para su comercialización. Se han hecho intentos, todavía sin éxito, de conseguir resistencia a la podredumbre de la raíz y plantas menos vigorosas, para no tener que podar tanto en verano.

Multiplicación y establecimiento de la plantación

El kiwi se multiplica por estaquillas y por injerto de púa. Con las estaquillas se obtienen plantas pequeñas con un sistema radicular más fibroso. Estas estaquillas pueden ser de madera suave, de madera semi-dura o estaquillas de raíz. Las estaquillas de madera suave deben hacerse entre mitad de verano y principio de otoño. Hay que quitar los ápices más blandos del brote de 4 cm de diámetro, situados después de la hoja. En estaquillas de 15-20 cm de largo, se dejan las dos hojas del extremo y se cortan a la mitad para

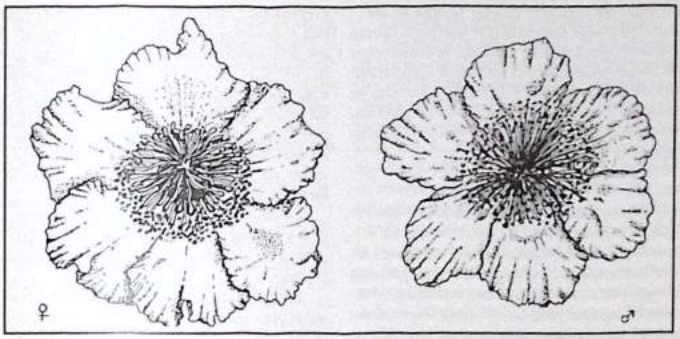


Figura 16.3 Las flores del kiwi, a la izquierda la femenina y a la derecha la masculina. Aunque la femenina tiene estilos por arriba (bulbosa) y filamentos/anteras por debajo, no es posible la autofertilización.

disminuir la pérdida de humedad. Estas estaquillas se cortan justo por debajo de una yema y se tratan con una hormona de enraizamiento antes de plantarlas en un nebulizador con calor latente a 20-25°C. Las raíces empiezan a formarse 3 ó 4 semanas después y hay que trasladar las plantas a una zona protegida para que sigan su desarrollo; y a la siguiente primavera ya se pueden trasplantar al vivero.

Las estaquillas de madera semi-dura también se pueden coger entre mitad de verano y principio de otoño. Tiene que ser de 15-25 cm de largo y hay que quitar todas las hojas excepto la del extremo, que se corta a la mitad. Estas estaquillas se tratan con hormonas de enraizamiento y se ponen en un nebulizador. No necesitan calor latente.

Las estaquillas de raíz se hacen de raíces clasificadas por tamaños, desde 10 a 30 mm de diámetro, que se cortan en trozos de 5 a 10 cm de largo y se colocan horizontalmente en bandejas con un sustrato con drenaje libre. El mejor momento para regenerar brotes a partir de trozos de raíz es en invierno-primavera. Una vez que se forman los brotes, se separan del viejo trozo de raíz, que se tira. Entonces se ponen los brotes en un nebulizador con calor latente a 21-25°C, para que produzcan nuevas raíces.

La extracción de semillas se suele llevar a cabo quitando la pulpa del fruto con la semilla y licuando todo. Si no se pone la licuadora demasiado deprisa y no se deja demasiado tiempo, la semilla debería salir intacta. Se quita la pulpa con un colador y se deja la semilla a secar. Hay que guardar la semilla extraída en una bolsa de polietileno sellada, a una temperatura de 4-5°C durante 2-3 semanas (estratificación) antes de sembrarla, y después, durante la germinación, se varía la temperatura entre 10°C y –2°C. Se puede poner la semilla a remojo en una solución de ácido giberélico (hasta 5.000 ppm durante 20 h). Esto favorece la germinación y puede sustituir a la estratificación y al tratamiento de variación de temperatura.

Los jóvenes plantones de semillero se trasplantan a bandejas de semillero o tubos en cuanto son lo suficientemente grandes. Entonces se colocan en un invernadero o un cobertizo a la sombra refrigerado (sin calor de fondo) antes de ponerlos al aire libre. El trasplante a suelo se suele dejar para primavera. Normalmente se deja crecer las plantas durante un año antes de trasplantarlas al terreno o de hacer el injerto. Muchos fruticultores dejan crecer sus plantones de 1 año de edad durante un año más, para intentar poner la planta lo más alto posible en la espaldera y así poder injertar la púa en la parte superior de la planta.

El injerto se suele llevar a cabo entre final del invierno y primavera, que es el momento más

habitual para trabajar con las plantas de semillero. Se puede hacer tanto el injerto de cabeza como el injerto lateral. Las púas se deben coger de un pie productivo y con buenas características. Hay que guardar las plantas injertadas en un lugar fresco (por ej., en musgo o serrín húmedo) o en una bolsa de polietileno sellada puesta en una nevera a unos 4-5°C.

Polinización y cuajado

Hay dos razones importantes por las que hay que prestar atención a la polinización. En primer lugar, las variedades de kiwi cultivadas actualmente son dioicas y el polen tiene que pasar de una planta masculina a una femenina. En segundo lugar, el tamaño del fruto depende del número de semillas, que a su vez depende de que el polen llegue bien a la planta femenina. Un fruto de buen tamaño de la variedad Hayward tiene alrededor de 1.150 semillas, para las cuales se ha necesitado que se depositaran entre 2.000 y 3.000 granos de polen viable sobre la superficie estigmática. Si la viabilidad del polen es baja, se necesitará aún más polen.

La polinización anemófila no es efectiva en el kiwi y la mayoría de las investigaciones coinciden en decir que sólo los insectos consiguen realizar de forma eficaz esta polinización. Las abejas son los insectos que más se usan de forma comercial, aunque se sabe que se están llevando a cabo ensayos utilizando abejorros. Las abejas de una colmena con varias generaciones de larvas, encuentran muy atrayente el polen de las flores del kiwi. Como en casi todos los otros cultivos, si existen otras fuentes de néctar y polen, como por ejemplo los cítricos y el trébol, los niveles de polinización en el kiwi se reducen.

Hay que distribuir bien los pies masculinos por toda la plantación (ver Capítulo 5, Fig. 5.34). En la mayoría de las plantaciones modernas la relación es 1:5 ó 1:6 de pies masculinos a femeninos.

La flor femenina es receptiva al polen durante 7-9 días después de su apertura. Una flor masculina por sí sola produce polen viable durante dos-tres días después de su apertura. En climas cálidos, el 80-90% del polen es liberado el día que se abre la flor. No obstante, la mayoría de las variedades masculinas que se cultivan de forma comercial tienen flores abriéndose durante 2-3 semanas seguidas. El clon masculino Matua, de floración temprana, hasta ahora muy utilizado, está siendo reemplazado por otros pies masculinos mejorados. Los pies masculinos más utilizados en la actualidad son las series M (M.51, M.52 y M.56) y Chieftain, todas ellas seleccionadas por fruticultores y científicos en Nueva Zelanda. Los fruticultores tienen que probar varios tipos de pies masculinos cuando establecen una nueva plantación, para determinar que variedad se superpone mejor con la Hayward en la floración.

La variedad Tomua, que florece muy pronto y las variedades de *A. chinensis* tienen sus propios pies masculinos que también florecen muy pronto.

Hay una serie de técnicas para distribuir el polen manualmente o mediante máquinas, para asegurarse de que se produce la polinización. Estas técnicas son muy caras si lo comparamos con la utilización de abejas combinadas con pies masculinos bien situados en la plantación. Hay gente que dice que si se combina el aporte extra de polen con la utilización de las abejas, se aumenta el tamaño del fruto, aunque no está completamente comprobado. Se ha visto que puede ser interesante pulverizar una suspensión de polen, los años en los que el ambiente está muy seco en el momento de la polinización.

Factores que influyen en la floración y en el rendimiento del cultivo

El rendimiento del cultivo es el resultado de toda una serie de procesos, especialmente de aquellos que influyen en el desborre y en el número de flores. El kiwi sólo se puede cultivar en zonas en las que no hay heladas a principio de la primavera ni a principio del otoño. La inducción floral se produce entre mitad y final de verano y es favorecida por unos altos niveles de insolación, el buen estado sanitario de la planta y una buena nutrición. El desarrollo de la flor dentro de la yema se produce al final del período de letargo y al principio del período de desborre.

Si durante el invierno no se satisfacen las necesidades en horas frío de la planta, se retrasa el desborre y hay menos flores por brote. Aunque la mayoría de los kiwis se han cultivado en zonas con solo 500 unidades de frío Richardson (= número de horas con temperatura por debajo de 7°C), la mayoría de los observadores piensan que el kiwi necesita unas 700-800 unidades de frío Richardson para que el desborre y el nú-

mero de flores sean adecuados. Si se producen fuertes variaciones de temperatura durante el desborre, también puede disminuir el número de flores. Es muy habitual en zonas de cultivo de kiwis, por todo el mundo, pulverizar productos para estimular el desborre, como la cianamida de hidrógeno, para asegurar el desborre tras un invierno suave.

Algunos factores climáticos como los vientos fuertes, las condiciones de sequedad y un clima demasiado húmedo durante la floración, pueden hacer disminuir seriamente el rendimiento del cultivo. La herramienta principal del fruticultor para asegurarse que llega suficiente luz dentro de la planta para maximizar el volumen actual de cosecha y preparar la floración del siguiente ciclo, es hacer una correcta poda (ver Capítulo 5).

Recolección y almacenamiento

El kiwi se cosecha a mano. El fruto debe desprenderse por la base, dejando el pedúnculo en la planta. A pesar de que el fruto es relativamente duro, hay que manejarlo con cuidado. Si un fruto se golpea, puede empezar a madurar rápidamente.

Normalmente se recogen los frutos en bolsas y después se vacían en cubos, parecidos a los que se utilizan para las manzanas con una capacidad de 15-18 bushels. Pueden recolectarse todos de una vez, pero algunos fruticultores lo hacen en dos veces, dejando hasta el último momento los frutos más pequeños, para ver si crecen algo más. Normalmente se clasifican los frutos en función de su peso y se inspeccionan cuidadosamente. Cualquier fruto que tenga un golpe una forma no deseada pierde categoría, teniendo en cuenta los estándares establecidos por las empresas o industrias.

Los frutos se embalan en distintos tipos de envases. El más habitual es un envase de 10 kg y bandejas de 3 ó 4 kg, con una sola capa de frutos.

Para que el kiwi se conserve satisfactoriamente, hay que cumplir tres condiciones:

- Un rango de temperatura entre -0,5°C y +0,5°C.
- Una humedad relativa del 95%.
- Ausencia de etileno.

También se conservan bien si se almacenan en atmósfera controlada con un 5% de CO_2 y un 2% de O_2.

Control de plagas y enfermedades

Los frutos de alta calidad y de exportación tienen que estar libres de plagas y enfermedades, ser de buen tamaño y buen aspecto. Los programas de pulverización se han diseñado teniendo en cuenta tanto el control a realizar, como la limitación de la cantidad de residuos químicos producidos. Actualmente, se está intentando minimizar el uso de productos siempre que se controlen las plagas y patógenos. Los pulverizadores tienen que ser cuidadosamente calibrados y los productos químicos aplicados en las dosis adecuadas y en los momentos precisos. A continuación se enumeran las plagas y enfermedades más habituales y más peligrosas.

Hay varias especies de arrolladores. Pueden aparecer varias generaciones por año. La segunda generación normalmente aparece durante la floración, pero como en ese momento las abejas están en plena actividad, hay que retrasar la aplicación del tratamiento hasta que las abejas se hayan ido de las zonas más cercanas. Es vital hacer una aplicación inmediatamente después de la floración para controlarlos. Normalmente la oruga se abre camino entre dos superficies, por ejemplo entre dos hojas o entre el fruto y la hoja. La oruga puede dejar marcado el fruto. Lo que hace que sea importante su control es por la presencia de la plaga en sí misma y por las marcas que deja en el fruto, más que porque se reduzca el crecimiento.

La cochinilla diaspidida es también un problema más por la presencia de la plaga o por los restos que quedan de ésta, que por sus efectos sobre el crecimiento de la planta. Hay dos o tres generaciones de cóccidos por año. La primera generación suele aparecer en primavera en la vegetación. Las siguientes generaciones van saliendo a lo largo del resto del ciclo y se meten poco a poco en el fruto. Es mejor controlar el cóccido cuando está invernando o programar las pulverizaciones para hacerlas cuando el insecto es oruga, ya que es el estadio en el que es más sensible a las aplicaciones de productos químicos.

Las enfermedades se pueden dar tanto en la plantación como en el almacén de frutos. Durante el ciclo de cultivo la principal preocupación es la podredumbre de las flores por ataques bacterianos de *Pseudomonas viridiflava*. La yema o partes de la flor se ponen marrones y abortan. El fruto que se forma a partir de flores infectadas no se desarrolla bien y es pequeño.

No se ha demostrado que las pulverizaciones con bactericidas sean particularmente efectivas. Las aplicaciones se hacen al principio del ciclo, antes y después del desborre. Ahora se tienen indicios que sugieren que la infección se produce el verano y otoño anterior. A raíz de estas informaciones, es necesario volver a programar el momento de las aplicaciones. La incidencia de esta enfermedad es irregular, lo que hace que todavía no sea fácil determinar los métodos de control.

Más adelante en el ciclo vegetativo, la sclerotinia (*Sclerotinia sclerotionum*) puede infectar los frutos pequeños o hacer que se sequen los brotes laterales que hayan sido anillados por una infección. Las infecciones se pueden dispersar desde las inflorescencias de flores podridas o desde los restos de plantación que se dejan en el suelo. Las condiciones de humedad y calor favorecen esta enfermedad, que puede infectar a las plantas desde octubre hasta febrero. Los tratamientos de control de botritis también se pueden utilizar para sclerotinia.

Botritis (*Botrytis cinerea*) puede entrar en el fruto por las infecciones de sclerotinia en el momento de la floración o por daños producidos en el fruto durante la cosecha. La botritis provoca pérdidas en el almacenamiento. Puede permanecer latente en el fruto hasta que se producen los cambios en éste, una vez que se almacena y entonces es cuando se vuelve agresivo. Los daños por botritis también se pueden manifestar en el momento de la recolección por tejidos marcados tras una infección. Las condiciones húmedas favorecen la infección por botritis. Una plantación muy densa en espaldera, también favorece las infecciones, por lo que las podas de limpieza ayudan a controlar la botritis. El control químico incluye aplicaciones durante la floración y tratamientos de prevención hasta la recolección, siempre teniendo cuidado de que los residuos no excedan los límites establecidos.

Bibliografía

Sfakiotakis, E. (ed.) (1997) Proceedings of the 3rd International Symposium on Kiwifruit. *Acta Horticulturae* No. 444.

Warrington, I.J. and Western, G.L. (eds) (1990) *Kiwifruit Science and Management*. Ray Richards, Auckland.

17

Frutos subtropicales

17.1 Tamarillos

Michael Morley-Bunker

El tamarillo, *Solanum betaceum*, llamado antiguamente *Cyphomandra betaceae*, proviene de América del Sur y es muy cultivado en las zonas de los Andes, pero las plantaciones no son muy grandes. Se ha cultivado en otras zonas del mundo más por curiosidad que por otra cosa. Nueva Zelanda, en donde se cultiva desde 1890, es uno de los pocos lugares donde hay unos canales comerciales establecidos. Ha sido particularmente útil como fruto subtropical, ya que su época de recolección no coincide con las de muchos otros frutos que se consumen en fresco. Antiguamente se le llamaba árbol tomate.

Muchas de las variedades rojas tienen más bien un sabor típico ácido y fuerte, pero que se

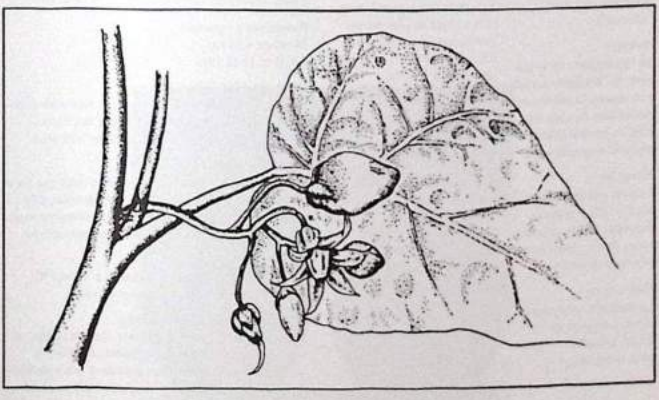


Figura 17.1 Flor y fruto del tamarillo: formados en la axila del brote del año.

Tabla 17.1 Tamarillos.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Tamarillo, árbol tomate. *Nombre botánico* *Solanum betaceum*, sin. *Cyphomandra betacea.* *Nombre botánico de especies relacionadas* El tamarillo es de la familia *Solanaceae* (tomate, patata, etc.). La casana es un fruto muy próximo. *Porte y tipo de planta* Arbusto o pequeño árbol de madera blanda quebradiza, que crece hasta 3-4 m de altura y entre 1 y 3 m de ancho. Tiene hojas grandes, ramas quebradizas y raíces superficiales. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* Se autopoliniza, pero también puede haber polinización cruzada entomófila. *Yemas florales* Se forman en el crecimiento de ese ciclo. *Desarrollo del fruto* Curva en S. *Desborre* No hay desborre de yemas como tal. Mediante la poda o en algunas condiciones particulares de cada estación, se pueden inducir períodos de crecimiento. *Floración* La poda y la época del año pueden influir sobre la floración. La época principal es desde verano hasta principio de otoño. *Maduración* La madurez comercial se alcanza despues de 21-24 semanas de la floración.	*Necesidades de temperatura* Solo se puede cultivar en zonas sin heladas invernales o muy suaves. Crecerá en zonas con una integral térmica de 1.100°C, pero aún mejor si es de 1.500°C o más. *Tolerancia a heladas* Daños graves en la planta con heladas de –2°C. *Necesidades hídricas* Necesita bastante agua. *Tolerancia al encharcamiento* No tolera nada bien el exceso de humedad en el suelo. *Tolerancia a la sequía* Sistema radicular superficial, planta con poca resistencia a las sequías. *Tolerancia a la humedad* Media; la incidencia de las enfermedades se incrementa. *Tolerancia al viento* Muy pobre; débilmente enraizado y anclado, hojas grandes y ramas quebradizas que se pueden romper. *Características edáficas* Especialmente en zonas marginales, poner las parcelas en pendientes orientadas al sol, bien aireadas y bien protegidas del viento y del frío. *Necesidades en suelo* Necesita suelos ligeros, bien drenados. *Exigencias en nutrientes* Recomendaciones generales: aplicaciones fraccionadas en invierno, primavera y al final de verano de NPK por año de: N: 110-170 kg ha^{-1} P: 35-55 kg ha^{-1} K: 50 –100 kg ha^{-1}	*Multiplicación* Poner las plantas de semillero en invernadero después de la mitad del invierno, y sacar fuera en primavera. Usar estaquillas de madera de 1 ó 2 años de edad, sin virus, de 45 cm de largo, 2 cm de espesor. Se plantan en otoño o en primavera en el vivero al aire libre. También se pueden utilizar con éxito técnicas de injerto. *Patrones* Patrones francos y estaquillas seleccionadas. La mayoría de las plantas crecen sobre sus propias raíces. *Marco de plantación* 1,5 m entre plantas y 4,5 m entre líneas. *Poda y formación* Se pueden necesitar postes y espalderas para sujetar la planta. Se fomenta la ramificación a 1,2 m a través del descabezado. Se debe podar el árbol cuando es productivo para eliminar la madera muerta, enferma y con demasiada carga. Se poda para favorecer el crecimiento y para que las flores se distribuyan por la copa. *Aclareo* Normalmente no se hace. *Laboreo* Se suele cultivar aplicando herbicidas en las líneas. En las calles se ponen abonos en verde o cubiertas vegetales de hierba o trébol. *Entrada en producción* 18 meses después del establecimiento de la plantación. *Plena producción* 3 años después del establecimiento de la plantación. *Rendimientos esperados* 18 meses: 6,5 t ha^{-1} 3-4 años: 15-17 t ha^{-1} *Vida productiva* A menudo limitada por el desarrollo de virus- los síntomas son manchas indeseables en la piel del fruto. Normalmente la esperanza de vida es de 7-10 años. *Métodos de recolección* Se cosechan tras evaluar el color: el fruto tiene que ser de un color dado, de forma uniforme, por ejemplo, rojo hasta el cáliz. Cuando el fruto está completamente maduro, el cáliz se pone verde claro o incluso amarillento. *Almacenamiento* El fruto se conserva hasta 12 semanas a 3,5-4,5°C y después dura 7 días en los puntos de venta. *Principales plagas y enfermedades* La oruga de plusia, la mosca blanca, los nematodos, el chinche verde, la marchitez bacteriana, el oídio, la mancha foliar, *Colletotrichum acutatum*, podredumbre de la raíz, varios virus entre los que se incluye el del mosaico del pepino, del mosaico del tamarillo, el del mosaico Arabis.

puede suavizar al hacer compota. Alguna gente come el fruto fresco con una cuchara para coger lo de dentro y no comer la piel que sabe mal. El fruto se puede utilizar para hacer encurtidos, conservas y salsas picantes, y la pulpa se puede usar como aromatizante de postres o mezclarla en gelatinas. Sólo se pueden enlatar las variedades sin pigmento rojo, ya que si son rojas tienen mucha acidez y las latas se oxidan. En general, las variedades amarillas tienen un sabor más suave y son menos fuertes. Los frutos de coloración ámbar tienen una intensidad de sabor intermedia entre los rojos y los amarillos.

Puntos clave

Elección del material de multiplicación

El tamarillo debe multiplicarse por semilla o por estaquilla. Se puede hacer injerto de púa con material seleccionado sobre patrones francos, pero no se hace a escala comercial. Las plantas de semillero, normalmente libres de virus, vienen certificadas pero habrá que hacer una pequeña selección para mantener la uniformidad.

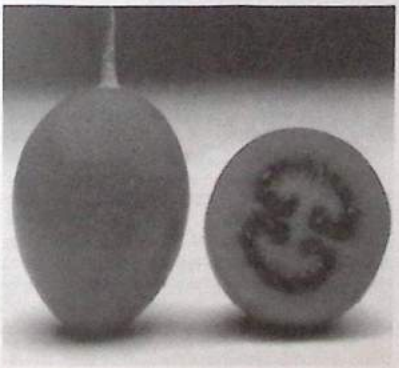
Se escogen estaquillas de plantas con altos rendimientos, con frutos con buenas características, especialmente con un fruto de buen tamaño, sin partes duras, coriáceas, con buen sabor, y sin excesiva astringencia. No hay que utilizar plantas infectadas por virus para hacer estaquillas.

Formación y poda

Las plantas de semillero producirán un único tallo muy largo y vertical. Hay que forzar la ramificación pinzando el tallo principal a una altura de 1-1,2 m. Las estaquillas pueden formar distintos brotes y al elegir uno de ellos, no siempre se va a obtener un tallo vertical. Además, puede que la unión entre la madera vieja de la estaquilla y la de nuevo crecimiento en el nuevo tallo sea débil y propensa a romperse en condiciones de estrés.

Hay que sujetar el extremo con alambres. El tamarillo es particularmente sensible a los daños por viento, por su forma de crecimiento y sus grandes hojas frágiles. La madera se rompe incluso con vientos bastante suaves, ya que los tallos son quebradizos y las hojas también se rompen, ya que son muy grandes. Por estas razones se necesita normalmente poner protecciones, estacas y espalderas.

Las flores y los frutos se forman sobre los brotes del año. Por lo tanto si se deja sin podar, la copa del árbol tendrá cada vez más carga en detrimento de la parte central. Hay que podar las ramas para forzar el crecimiento de nuevas



ramas laterales. La madera que esté muerta, con alguna enfermedad y muy cargada debe cortarse y quitarse. Aunque es posible llevar a cabo la poda y la formación de los setos mecánicamente, si se poda manualmente el fruticultor puede dar forma a la copa del árbol, distribuyendo mejor el crecimiento joven y formando la estructura. Si se tiene cuidado al podar y al controlar las enfermedades, la planta puede estar produciendo durante ocho años.

La poda debe llevarse a cabo entre el principio de la primavera y la mitad del verano, después de la recolección. Cuánto más tarde se pode o más drástica sea la poda, más se retrasará la floración y la maduración del fruto.

Madurez y tratamiento post-recolección

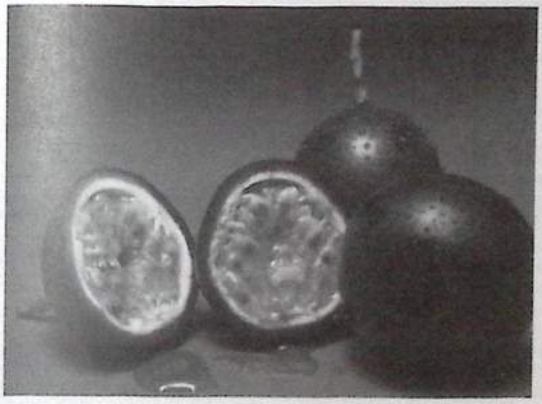
El fruto madura en otoño. Es necesario recoger los frutos de forma regular, sucesivamente. Se pueden coger los frutos con pedúnculo. Después se clasifican por tamaño y por uniformidad de forma, por el color y por la ausencia de manchas. Actualmente, se están investigando tratamientos basados en la utilización de etileno para adelantar la maduración del fruto una vez que se ha recolectado.

Bibliografía

Fletcher, W.A. (1979) *Growing Tamarillos*. Government Printer, Wellington, New Zealand.
Richardson, A. and Patterson, K. (1993) Tamarillo growth and management. *Orchardist of New Zealand* 66, 33-35.
Sale, P (1997) Virus diseases of tamaril)os and passionfruit. *Orchardist of New Zealand* 70, 38-39.
Shaw, J.M.H. (1996) Tree tomatoes cultivated in Britain. *New Plantsman* 3, 67-74.
Vietmeyer, N.D. (1989) *Lost Crops of the Incas*. National Academy Press, Washington, DC.

17.2 Fruta de la Pasión

Michael Morley-Bunker



El género *Passiflora* de la fruta de la pasión, está formado principalmente por plantas trepadoras, con flores normalmente muy vistosas y frutos muy llamativos. *Passiflora edulis* procede de las tierras altas tropicales de América del Sur. En muchas zonas del mundo no se ha cultivado y es endémica de las zonas leñosas de las tierras altas tropicales y subtropicales.

La fruta de la pasión púrpura es la que se cultiva más frecuentemente en el mundo, con fines comerciales, pero en general a pequeña escala en todas partes. También es muy famosa una que es amarilla, cuyo fruto es más grande y con forma más globosa, mientras que el de la fruta de la pasión púrpura es de forma ovoide. En Australia se cultivan de forma comercial los híbridos de ambos tipos. Las investigaciones sobre nuevas hibridaciones entre las numerosas especies *Passiflora* dan esperanzas de que se obtengan algunas plantas nuevas. Los países productores son América del Sur, África, India, muchos países del Sudeste asiático (particularmente Indonesia) y del sur del Pacífico, entre los que se incluye Hawaï, Australia y Nueva Zelanda. El fruto se consume fresco o se aprovecha su pulpa, especialmente en bebidas o como aromatizante.

Figura 17.2 Brote joven en una planta de fruta de la pasión: observar la situación de los zarcillos en las axilas de la hoja.

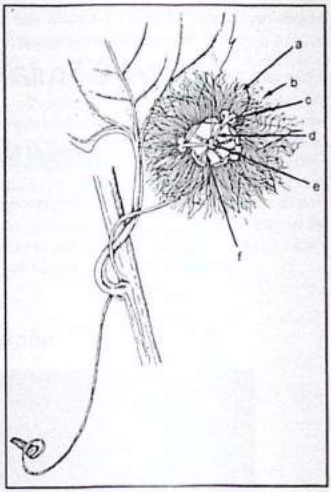


Figura 17.3 Flor de la fruta de la pasión. Es una flor muy vistosa y que se forma lateralmente sobre los brotes en crecimiento durante el verano. Los sépalos (a) son blancos, los pétalos (b) están modificados en finos filamentos de color púrpura en su base. El estigma (c), el estilo (d) y el ovario (e) son verdes y tripartitos, mientras que hay cinco anteras y cinco filamentos (f).

Puntos clave

Problemas con las enfermedades

La fruta de la pasión es susceptible a un amplio rango de enfermedades, lo que hace imprescindible el control de las mismas, mediante productos químicos, seleccionando las variedades más apropiadas y mediante distintas prácticas culturales. Las raíces pueden ser atacadas por hongos del suelo, como por ejemplo *Sclerotinia* y especies del género *Phytophthora*, así como por nemátodos. Aún así, la enfermedad más grave de las que se transmiten por el suelo es el chancro de la corona (especies del género *Fusarium*) que mata las raíces y pudre el cuello de la planta. Se han buscado no con mucho éxito, patrones tolerantes y resistentes. En Sudáfrica y en otros lugares, se ha utilizado la fruta de la pasión amarilla como patrón para la fruta de la pasión púrpura; desafortunadamente no se adapta bien a los climas subtropicales frescos. Como las enfermedades de raíz se forman en el suelo, los fruticultores tienen que moverse a zonas limpias.

Las hojas y los frutos pueden ser infectados por la mancha (*Phytomonas passiflorae*), por el tizón marrón (*Alternaria* spp.) y por la mancha de la hoja por septoria. También hay enfermedades víricas, sobre todo el PWV (*passiflora woodiness virus*), cuyos síntomas son enrollamiento y amarilleamiento de las hojas, roturas de la madera, bultos en el fruto. Se piensa que el vector es un pulgón. Se ha llegado a sugerir que este virus es en realidad el virus del mosaico del pepino.

Se necesita llevar a cabo de forma regular un programa de control de muchas de estas enfermedades. Algunos de los productos químicos eficaces contra estas enfermedades, como por ejemplo los compuestos con cobre, reducen el vigor de la enredadera y su rendimiento.

Espalderas: formación y poda

La planta produce las flores sobre el crecimiento de ese ciclo o lateralmente. Estos tallos laterales tienen zarcillos y por lo tanto tienen

Tabla 17.2 Fruta de la pasión.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Fruta de la pasión, granadilla. *Nombre botánico* *Passiflora edulis* forma *edulis* (fruta de la pasión púrpura) *P. edulis* forma *flavicarpa* (fruta de la pasión amarilla). *Nombre botánico de especies relacionadas* *P. quadrangularis* (granadilla real) *P. mollissima* (curuba) *P. ligularis* (granadilla dulce) *P. caerulea* (granadilla azul) *P. incanata* (maypop). *Porte y tipo de planta* Planta trepadora, vigorosa, semi leñosa, perenne, de más de 15 m de largo. Los tallos tienen zarcillos, las hojas son ovaladas o con tres lóbulos, de aproximadamente 10 x 18 cm. Las flores son muy vistosas (5 cm en sección), solitarias. El fruto es una baya plurisemillada. La semilla está rodeada por un arilo jugoso, con pulpa. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* El cuajado no suele ser problemático. Se ha visto que algunas especies son autoincompatibles. Las abejas y las avispas pueden actuar como agentes polinizadores. A veces se hace polinización manual. *Yemas florales* Los flores se forman en los tallos de ese año. Son flores axilares. No se dispone de información acerca de la iniciación floral. *Desarrollo del fruto* Es un fruto climatérico y por lo tanto liberará etileno. *Desborre* En zonas no tropicales, a veces se produce un solo	*Necesidades de temperatura* Las tierras altas tropicales son su hábitat natural; por lo tanto necesita inviernos frescos y veranos cálidos sin heladas. En zonas con veranos muy calurosos, las plantas tienen una vida productiva más corta. *Tolerancia a heladas* Muy sensible a las heladas. Daños graves a –2°C. *Necesidades hídricas* Necesita una pluviometría bien distribuida, de 750-1.250 mm. *Tolerancia al encharcamiento* Poca tolerancia, con una susceptibilidad cada vez mayor a las enfermedades. *Tolerancia a la sequía* No muy alta ya que las raíces superficiales son fibrosas. Puede que la floración sea pobre y se caigan los frutos; e incluso también que se caigan algunas hojas. *Tolerancia a la humedad* Media; aumenta la susceptibilidad a las enfermedades en el fruto y en las hojas. *Tolerancia al viento* Pobre. Es imprescindible poner protecciones en climas con fuertes vientos para prevenir los daños por roturas y enmarañamiento. El fruto también puede sufrir daños y pueden aparecer manchas. *Características edáficas* En zonas frescas necesita estar en terrenos cálidos, orientados al sol, con buena aireación y protegidos de los vientos fuertes y fríos. *Necesidades de suelo* Se adaptan a una amplia variedad de suelos, excepto	*Multiplicación* En primavera, se siembran las semillas en zonas protegidas y se sacan fuera a mitad de verano, cuando los plantones tienen 20 cm de altura. Estaquillas; usar estaquillas de punta libres de virus, procedentes de brotes laterales después del período de crecimiento. Usar nebulizadores con calor de fondo y sustrato bien drenado. *Patrones* Se utilizan varios patrones para aumentar la tolerancia a las podredumbres de raíz y a los chancros. En las zonas cálidas/calientes se usa la fruta de la pasión amarilla. *Marco de plantación* De 3 a 6 m entre plantas y de 2 a 5 m entre las líneas de espaldera, dependiendo de la maquinaria, del sistema de manejo de la plantación y de la fertilidad del suelo. *Poda y formación* Se forman en espalderas con dos alambres o variaciones de las mismas (ver Fig. 17.4). Se eligen dos o más ejes principales, que se conducen hasta los alambres. Se forma una cortina de ramas laterales fructíferas desde los ejes principales apoyados en los alambres. Cuando esta cortina es demasiado densa, larga y enmarañada, se recortan las ramas laterales dejándolas de 20 cm de largo y se favorece el crecimiento de nuevas ramas laterales. *Aclareo* Normalmente no se hace. *Laboreo* Se eliminan las malas hierbas en las líneas mediante laboreo superficial o herbicidas. En las calles se pone cubierta vegetal o abonos en verde, a no ser que sean muy habituales las épocas de sequía. *Entrada en producción* Entre 15 y 18 meses después del establecimiento de la plantación. *Plena producción* 24 meses después del establecimiento de la plantación. *Rendimientos esperados* 15-18 meses: 1,5-2,5 t ha^{-1} 24 meses: 3-7 t ha^{-1}. Sin embargo en algunas zonas se puede llegar a alcanzar rendimientos de hasta 25 t ha^{-1} *Vida productiva* 3 años en climas tropicales; hasta 8 años en climas subtropicales.

(*continúa*)

Tabla 17.2 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
período de crecimiento en primavera y más adelante puede haber otro u otros dos períodos más. *Floración* Períodos de floración muy largos, durante casi todo el año. *Maduración* Aproximadamente entre 8 y 12 semanas después del cuajado. Principalmente en otoño, también en primavera, pero puede haber frutos en otros momentos.	a los arcillosos muy pesados. Es esencial que haya un buen drenaje y los suelos margo arenosos son los más apropiados. *Exigencias en nutrientes* Hay que aplicarlos teniendo en cuenta la fertilidad del suelo. Se recomienda aplicaciones fraccionadas en primavera y verano. Las dosis anuales aproximadas por hectárea son de 50-200 kg de N, 49 kg de P y 29 kg de K.	*Métodos de recolección* Es muy habitual esperar a que los frutos caigan del árbol y cogerlos del suelo, cada 1-3 días. Hay que coger el fruto del árbol cuando tiene un color intenso. Quitar el perianto (restos de la flor) si está presente. *Almacenamiento* No se dispone de recomendaciones al respecto. Se conserva razonablemente bien a temperatura ambiente. *Principales plagas y enfermedades* La mancha grasienta, el tizón marrón, *Sclerotinia*, *Phytophthora*, la mancha foliar por septoria, el picado amargo, *Cladosporium*, *Fusarium* y otras podredumbres de raíz, PWV (*passiflora woodiness virus*).

tendencia a enredarse unos con otros. La forma más habitual de formar estas plantas, es dejar los tallos fructíferos colgando hacia abajo y formando una cortina sobre la espaldera.

Se han utilizado muchos tipos de espalderas para sujetar esta cortina de tallos fructíferos. La forma más simple es poner un sólo alambre a una altura de 2 m por encima del suelo. Se va dirigiendo la planta hasta este alambre, colgando los tallos laterales de éste (Fig. 17.4). Hay variaciones de este tipo de espaldera, utilizando dos alambres, ya sea poniendo los dos alambres a la misma altura en un poste en T, o poniendo el segundo alambre más bajo, a 1 m del suelo. Los tallos principales se conducen por estos alambres adicionales.

En algunas ocasiones, los tallos laterales fructíferos cuelgan demasiado, son muy gruesos y están muy enredados. En ese momento habrá que hacer una poda de renovación de la cortina de tallos fructíferos. También hay que hacerla en aquellos que estén enfermos, débiles o que ya no produzcan frutos. Hay que cortar el tallo lateral dejando 20 cm para el crecimiento lateral del nuevo tallo (unas dos yemas aproximadamente). Se puede renovar también los tallos principales viejos que están todavía sobre los alambres, cortando sobre un nuevo brote, vigoroso, elegido para sustituir a la rama principal. Algunos fruticultores intentan reducir al máximo el enmarañamiento de los tallos laterales, quitando los zarcillos. Sin embargo, esto supone estar continuamente consumiendo tiempo para llevarlo a cabo. Normalmente la poda de los tallos laterales se lleva a cabo justo antes de que empiece el período de crecimiento en primavera. Hay que sacrificar parte del cultivo colgado en invierno en el momento de la poda.

Bibliografía

Menzel, C.M., Winks, C.W. and Simpson, D.R. (1989) Passionfruit in Queensland, 3. Orchard management. *Queensland Agricultural Journal* 115, 155-164.

Vanderplank, J. (1991) *Passion Flowers and Passion Fruit*. Cassell Publishers, London.

Winks, C.W, Menzel, C.M. and Simpson, D.R. (1988) Passionfruit in Queensland 2. Botany and cultivars. *Queensland Agricultural Journal* 114, 217-224.

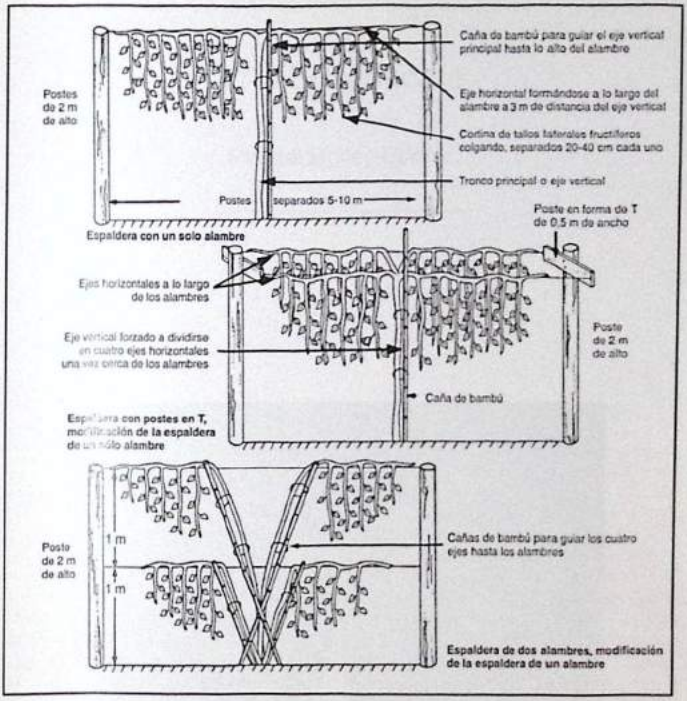
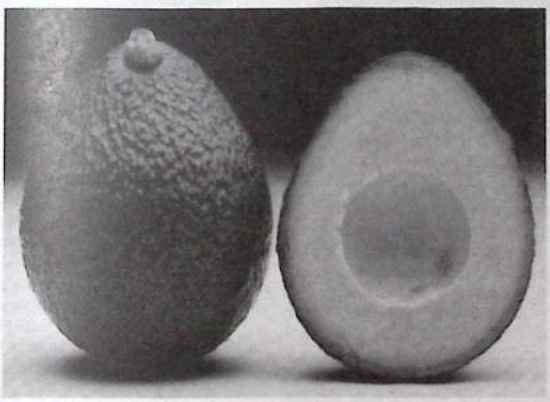


Figura 17.4 Tres tipos de espalderas en fruta de la pasión.

17.3 El aguacate

Michael Morley-Bunker



El aguacate, *Persea americana*, está emparentado con el árbol de la canela, el laurel (*Laurus nobilis*) y el sasafrás. El desarrollo del aguacate ha conducido a la diferenciación de tres razas distintas llamadas mexicana, guatemalteca y antillana. El nombre se refiere más a las necesidades ecológicas que a su origen. Se piensa que la raza antillana se ha desarrollado en las tierras bajas tropicales de América Central.

Los primeros exploradores españoles dejaron constancia de su cultivo desde México a Perú. Desde entonces el cultivo del aguacate se ha expandido por los subtrópicos y los trópicos tanto con fines comerciales como para autoconsumo. Los principales países productores son México, Estados Unidos y la República Dominicana, y la producción anual es de 2 millones de toneladas.

El fruto (Fig. 17.5) tiene una composición química característica: es rico en aceite y vitamina B y pobre en azúcar. Es un componente muy importante de la dieta de América Central.

Figura 17.5 Un fruto de aguacate.

Figura 17.6 Un árbol de aguacate joven.

Puntos clave

Variedades, patrones y preferencias climáticas

Normalmente se describe el material vegetal de aguacate en función de su adaptación climática y su origen. De esta forma hay tres razas de aguacate llamadas mexicana, guatemalteca y antillana. La raza mexicana procede de las tierras altas mexicanas y es la más tolerante al frío. Desafortunadamente, los frutos de árboles de raza mexicana pura son los menos deseados, porque son pequeños, con la piel blanda y semillas grandes. Los híbridos entre distintas razas son más apreciados, por ejemplo, Fuerte y Zutano, híbridos de mexicana × guatemalteca (Tabla 17.4). Los frutos son de tamaño medio y piel lisa. Fuerte tiene algo, resistencia a las heladas.

La raza guatemalteca (las variedades Hayes, Hopkins y Hass tienen muchas características de la raza guatemalteca) es originaria de tierras altas pero no tolera tanto el frío como la raza mexicana. En general, el fruto es grande, de piel gruesa y textura rugosa. El color de la piel puede cambiar de verde a negro una vez que el fruto madura. Las semillas son pequeñas y muy pegadas al fruto.

La raza antillana, a pesar de su nombre, procede de las tierras bajas de América Central. Las plantas con este material genético están adaptadas a condiciones de calor y humedad, típicas de las Antillas. Las variedades de esta raza tienen muy poca o ninguna tolerancia al frío. Los frutos de las variedades antillanas son grandes, de piel lisa, curtida y no tan gruesa como la del fruto guatemalteco. Pollock, Booth y Simmonds son algunos ejemplos de variedades antillanas cultivadas en Florida.

El fruto típico de aguacate tiene forma de pera, con piel lisa, fina, curtida y de color verde apagado. El fruto tiene un alto contenido en aceite, entre 18 y 26% y pesa alrededor de 250-500 g. Sin embargo, algunas variedades no se ajustan a esta imagen. Hass tiene piel negra y es de textura rugosa. El fruto es más ovoide de lo que la gente espera. Los canales de comercialización tienen que intentar dar salida a un producto que puede tener diferentes aspectos. El momento en el que el aguacate puede comercializarse también varía con la variedad. En algunas zonas de producción, hay una gama muy amplia de variedades, gracias a las cuales se puede disponer

Tabla 17.3 Aguacates.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Aguacate. *Nombre botánico* *Persea americana* Hay tres razas, la mexicana, la guatemalteca y la antillana. *Nombre botánico de especies relacionadas* *Laurus nobilis*, el laurel y *Cinnamonum zeylanicum*, el árbol de la canela, ambos de la familia *Lauraceae*. *Porte y tipo de planta* Árbol de hoja perenne grande de 8-20 m de altura, con raíces superficiales y brotes jóvenes suculentos. Ramas estructurales de vigor medio. El tamaño de la hoja es de 10-30 x 5-15 cm. Hay varias inflorescencias (panículas), cada una con centenares de flores, en los ápices de los brotes. Las flores individuales son pequeñas. El fruto es grande, con una sola semilla, en baya carnosa, el grosor, color y textura de la piel son variables; la pulpa es amarillenta con una consistencia mantequillosa cuando madura. *Sexualidad* Hermafrodita, pero la apertura de las flores masculinas y de las flores femeninas se produce en distintos momentos (ver puntos clave). *Polinización* Las abejas son los principales agentes polinizadores. La mayoría de las variedades son autofértiles, aunque la polinización cruzada aporta ventajas. *Yemas florales* El aguacate es becero, la iniciación floral se produce un poco antes de la floración. Las temperaturas frescas (20°C o menos) y uniformes favorecen la formación de las flores. Los días cortos aceleran el desarrollo de las flores, pero reducen su número total. *Desarrollo del fruto* Su composición química es diferente a la mayoría del resto de frutos y	*Necesidades de temperatura* Depende de sus antecedentes genéticos; la raza mexicana tolera mejor el frío, la raza antillana se adapta mejor a los trópicos cálidos y es menos tolerante al frío; la raza guatemalteca tiene un comportamiento intermedio. Los brotes jóvenes, las flores y las yemas durmientes pueden sufrir daños con temperaturas un poco superiores a 0°C. Por lo tanto, se requieren inviernos entre frescos y cálidos y sin heladas y veranos entre cálidos y calurosos. La temperatura mínima media en verano no debe estar por debajo de los 14°C. *Tolerancia a heladas* Muy susceptible a las heladas. Los frutos en el árbol pueden sufrir daños por las heladas invernales. *Necesidades hídricas* Prefieren los suelos bastante húmedos, siempre que haya buen drenaje. *Tolerancia al encharcamiento* Pobre. El exceso de agua aumenta la probabilidad de la muerte de las raíces. *Tolerancia a la sequía* Media. Un déficit de agua muy grande fomenta la caída de los frutos, de las flores y sobre todo de las hojas. *Tolerancia a la humedad* Media. En condiciones muy húmedas la floración se puede ver afectada por infecciones fúngicas y bacterianas. *Tolerancia al viento* Pobre. En climas marginales, se necesitan microclimas cálidos protegidos. El viento rompe las ramas y favorece la caída de las flores y los frutos, ya que los brotes del aguacate son quebradizos.	*Multiplicación* Son habitual los injertos de púa sobre patrones francos. Hay que coger una púa con dos o tres yemas. Se hace un injerto de cabeza o lateral. Hay que tener cuidado para prevenir la desecación. Es posible hacer sobreinjertos en árboles adultos. *Patrones* Hay que escogerlos resistentes al frío y a la podredumbre de las raíces. Las semillas seleccionadas se siembran en semilleros con un sustrato arenoso, bien protegidas y con buen drenaje. Las púas se injertan cuando el patrón mide entre 35 y 40 cm de alto. Si es posible, es mejor utilizar patrones tolerantes a la *Phytophthora* (ver puntos clave). *Marco de plantación* Los aguacates son árboles muy grandes. Es viable plantar a doble densidad y luego eliminar árboles. Cuando los árboles son adultos hay que separarlos entre 8 y 12 m. *Poda y formación* Poda mínima. Quitar las ramas muertas, enfermas, con demasiada carga y excesivamente pobladas puede ser beneficioso. *Aclareo* Normalmente no se hace. *Laboreo* Es muy habitual usar herbicidas en las líneas y cubierta vegetal en las calles. También se puede poner en plantaciones jóvenes mulching o cubiertas vegetales en las líneas. *Entrada en producción* A los 3-6 años. *Plena producción* A los 12-18 años. *Rendimientos esperados* 3-6 años: 1-6 t ha^{-1} 12-18 años: 5-20 t ha^{-1} *Vida productiva* Entre 25 y 35 años. *Métodos de recolección* Cortar del árbol con tijeras dejando un trozo de pedúnculo (0,5-1 cm). La mayoría de los fruticultores confían en su experiencia en cada variedad para determinar el momento más adecuado para la recolección.

(continúa)

Tabla 17.3 *(Continuación).*

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
su forma de desarrollarse también es algo diferente. La división celular se produce poco a poco antes de alcanzar la madurez. El fruto termina de madurar fuera del árbol, con una intensidad respiratoria muy alta justo antes de que la pulpa se ablande. *Desborre* No aplicable; los períodos de crecimiento suelen producirse en primavera y al final del verano. *Floración* Varía en función de la variedad. En zonas con climas frescos la floración se retrasa. La mayoría florecen al final de la primavera. *Maduración* El momento de la madurez varía en función de la variedad y abarca todo el año. Incluso en un mismo árbol distintos frutos pueden madurar en distintos momentos.	*Características edáficas* En climas marginales se necesita calor, parcelas orientadas al sol, buena aireación y un buen drenaje del suelo. *Necesidades de suelo* Son imprescindibles los suelos profundos y bien drenados. En suelos mal drenados y mal aireados se suele producir la muerte de las raíces. Se recomiendan los suelos de textura ligera o media, con al menos 1 m de profundidad. *Exigencias en nutrientes* Dosis de acuerdo con los resultados del análisis foliar y/o de suelo. Es mejor hacer aplicaciones regulares que una sola anual. El exceso de nitrógeno favorece el crecimiento vegetativo frente al de los órganos reproductores.	*Almacenamiento* Hay que conservar el fruto a temperatura ambiente hasta que madura. El fruto puede sufrir daños por bajas temperaturas, incluso aunque éstas ralenticen la respiración y la madurez. Una vez maduros, se almacenan en fresco a 4-5°C; sin embargo la piel del fruto se puede poner marrón incluso a esta temperatura. *Principales plagas y enfermedades* Las podredumbres de la raíz son las principales causas de enfermedad y muerte. Entre éstas está *Phytophthora*, *Armillaria* y *Verticillium*. Los síntomas del virus de la mancha de sol son manchas en los frutos. Las plagas más habituales son la oruga de arrollador, cochinilla diaspidida, los trips y las cochinillas. Los chinches *lygus* pueden provocar la caída de yemas.

de frutos durante prácticamente todo el año. Es necesario hacer en cada zona de producción una selección de las variedades más adaptadas.

Tradicionalmente se utilizaban semillas seleccionadas de pies madre para obtener patrones francos en los que se injertaba la variedad deseada. La utilización de patrones clonales permitía a los fruticultores estandarizar el rendimiento del árbol, controlar su vigor y favorecer que cada año hubiera una cosecha regular y reducir la sensibilidad a los hongos patógenos de raíz, como por ejemplo *Phytophthora* spp. Se han desarrollado métodos para obtener patrones clonales, entre los que se incluye la utilización de patrones de vivero, pero no han aprovechado las ventajas de usar patrones francos. Éstos se evalúan regularmente. Recientemente se ha comprobado la tolerancia del material vegetal a enfermedades de raíz. En el material vegetal ensayado se incluyen selecciones de Duke y Barr Duke, Thomas, Canyon y Martin Grande (un híbrido entre *Persea americana* y *Persea schiedana*). Algunas de las otras características que se han ensayado son la resistencia al frío (Duke 7 tiene fama de ser más resistente al frío que muchas otras) y la capacidad de reducir el vigor (Colin tiene fama de ser más enanizante que otras).

Cuajado y polinización

El funcionamiento y la apertura un poco particular de las flores de aguacate han suscitado mucho interés. Las variedades se clasifican en dos grupos, A y B en función de los esquemas de floración. En ambos grupos la receptividad del estigma es previa a la liberación del polen. Las fases femenina y masculina están separadas por una sola noche cuando la flor se cierra. En las de tipo A, el intervalo de tiempo entre la fase femenina y la masculina es de 24 h, empezando a contar en la mañana del día 1; en las de tipo B es de 12 h empezando a contar en la tarde del día 1 (ver Fig. 17.7).

La polinización cruzada depende de que los esquemas de floración de ambos grupos coincidan: cuando una flor de una variedad del tipo B, está liberando el polen el día 2, una flor del

Tabla 17.4 Características de las principales variedades de aguacate.

Variedad	*Tempo-rada*	*Forma*	*Tamaño en madurez*	*Color*	*Textura de la piel*	*Grosor de la piel*	*Sabor*	*Calidad gustativa*	*Creci-miento del árbol*	*Tipo de flor (ver apartado sobre el cuajado)*	*Floración*	*Comentarios*
Hass	Verano	Ovalada	Medio	Negro	Rugosa	Media-gruesa	Almendrado-fuerte	Excelente	Redondeado	A	Media	La más importante y la más exportada
Zutano	Invierno	Pera	Grande	Verde claro	Lisa	Muy fina	Suave	Media	Vertical	B	Temprana	Tolerante al frío-la primera de la temporada
Fuerte	Final del invierno	Pera	Medio	Verde	Afieltrada	Media	Entre suave y fuerte	Excelente	Abierto	B	Temprana	Muy sensible a las temperaturas durante el cuajado. Cultivo errático
Hayes	Primavera	Ovalada	De medio a grande	Negro	Rugosa	Gruesa	Almendrado-fuerte	Buena	Redondeado	A	Tardía	Cuajado entre Fuerte y Hass
Hopkins	Otoño	Pera	Grande	Verde	Entre lisa y afieltrada	Muy gruesa	Fuerte	Buena	Principal-mente redondeado	A	Tardía	Muy becera Bajando en aceptación
Reed	Final del verano	Redonda	Grande	Verde	Ligera-mente rugosa	Gruesa	Entre suave y fuerte	Buena	Angular	A	Tardía	Cultivo uniforme. Útil como variedad intermedia

tipo A tiene que estar en el día 1, es decir funcionalmente femenina. Si las temperaturas en el momento de la floración son bajas, la separación de un día entre la fase masculina y la femenina se reduce y entonces se puede producir un mayor solape entre las fases.

Enfermedades del aguacate

El mayor problema en las plantaciones de aguacates es la alta susceptibilidad del sistema radicular a la podredumbre de la raíz por phytophthora. Los síntomas incluyen decoloración de las hojas (se ponen verde pálidas y luego amarillas), marchitez, caída de hojas y ausencia de nuevo crecimiento, lo que hace que la planta adquiera un aspecto característico de «cabeza de ciervo». La salud de la planta empeora rápidamente, por eso a veces se le llama «debilitamiento rápido». Ha afectado a las plantaciones de aguacate por todo el mundo y por eso se han sugerido varios métodos de control de esta enfermedad. Lo más probable es que lo más eficaz sea una combinación de varias técnicas. Los suelos con textura entre ligera y media, con buena aireación y sin problemas de drenaje reducen los riesgos de la asfixia radicular y las infecciones del hongo de la podredumbre de la raíz. Los suelos y los patrones seleccionados para establecer la plantación no deben tener antecedentes de ninguna incidencia por *Phytophthora cinnamomi* y sólo se debe utilizar material sano. Hay patrones con algo de resistencia a las infecciones por *Phytophthora* entre plantas seleccionadas de Duke (por ej., Duke 7), de Barr Duke, de Thomas, de Canyon y de Martin Grande.

El empleo de productos químicos para proteger o tratar los sistemas radiculares es problemático en todos los cultivos frutales; en gran parte por el gran volumen de suelo que hay que tratar si todas las raíces del árbol tienen que quedar totalmente expuestas a estos productos. En el caso del aguacate se han desarrollado técnicas que consisten en inyectar el producto en el tronco. Estos productos inyectados en el tronco son translocados hasta el sistema radicular. En Australia y en Sudáfrica se ha inyectado con éxito, Aliette (un alquil fosfato), para curarlos de esta enfermedad. El momento de las inyecciones tiene que coincidir con el inicio del desarrollo de la raíz.

Hay otras enfermedades también problemáticas, como la marchitez por *Verticillium* y la antracnosis. También hay una enfermedad vírica, la mancha de sol, que puede producir malformaciones en el árbol y en el fruto. La mancha de sol puede transmitirse a través de semillas infectadas, al podar y al injertar. Hay que utilizar material libre de virus para la multiplicación. Hay varios hongos que afectan al fruto una vez almacenado, y también puede ser problemática la podredumbre de los ápices de los tallos producida por un conjunto de hongos.

Recolección

El fruto no puede alcanzar la madurez gustativa en el árbol, por lo tanto se cogen los frutos y se terminan de madurar fuera del árbol.

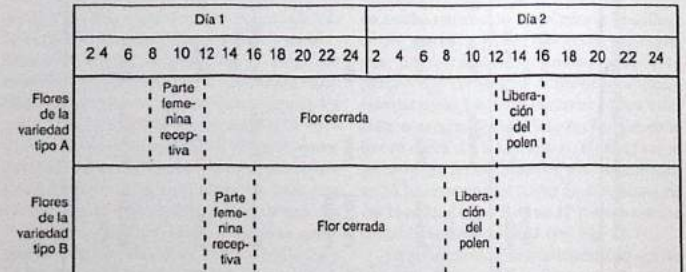


Figura 17.7 Floración dicogámica en el aguacate.

Sólo los frutos maduros son de buena calidad. Es necesario tomar muestras para comprobar si el fruto ya está listo para recolectarlo. Hay que valorar el tamaño y el color, o someterlo a maduración forzada y comprobar su calidad; en California determinan su contenido en aceite. La madurez puede tardar en alcanzarse desde siete días a 27°C hasta 1 mes a 5°C. Sin embargo, las temperaturas bajas no inducen a que el fruto tenga buen sabor y buena calidad interna.

Bibliografía

Gaillard, J.P. and Godefroy, J. (1995) *Avocado*. Macmillan Press, Basingstoke, UK.
Samson, J.A. (1980) *Tropical Fruits*. Longman Group, London.

17.4 Caquis

David Jackson y Michael Morley-Bunker

El caqui, *Diospyros kaki*, pertenece a la familia *Ebenaceae* en la que también se incluye *Diospyros ebenum*, del que se obtiene la madera de ébano. Éste último es originario de Sri Lanka y del Sudeste asiático. Hay aproximadamente 200 especies en el género *Diospyros*. El caqui se cultiva principalmente por su fruto. Otras plantas de la misma familia son el caqui americano, *Diospyros virginiana*, y el palo santo, *Diospyros lotus*. Estas últimas especies son menos productivas, pero se pueden utilizar como patrones para *Diospyros kaki*.

El caqui es originario de China, pero se ha cultivado durante mucho tiempo en Japón. Mu-

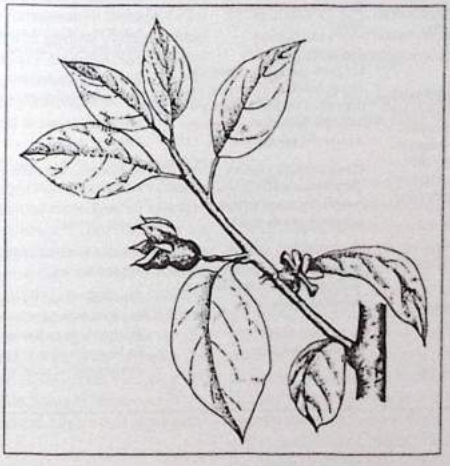


Figura 17.8 Caqui: brote de verano con flores: este brote se ha formado en una yema lateral de una rama formada el ciclo anterior.

Tabla 17.5 Caquis

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Caqui. *Nombre botánico* *Diospyros kaki.* *Nombre botánico de especies relacionadas* *Diospkyros lotus* *Diospkyros virginiana.* *Porte y tipo de planta* Árbol de hoja caduca, de 6 metros de altura o más si no se poda, redondeado y arbustivo. *Sexualidad y polinización* Los árboles de las principales variedades cultivadas comercialmente son dioicos y sólo tienen flores femeninas; algunas son hermafroditas y éstas últimas a menudo se utilizan como polinizadoras. El caquí puede tener frutos partenocárpicos, especialmente si no se produce la polinización, pero los frutos de este tipo tienden a ser más pequeños. Polinización entomófila. *Yemas florales* Son laterales y la producción se forma sobre madera de ese año. Las yemas con brotes florales empiezan su desarrollo muy pronto, antes del desborre y la floración. Los brotes son más fructíferos en climas cálidos. *Desarrollo del fruto* Sigue una curva en S doble. *Floración* Al final de la primavera, principio del verano. *Maduración* Al final del verano, y en otoño	*Necesidades de temperatura* Hay dos tipos de caquis: los astringentes y los no astringentes. Los de tipo astringente se pueden cultivar en zonas en las que actualmente hay vides. Los no astringentes necesitan condiciones más cálidas. *Tolerancia a heladas* En primavera los tallos jóvenes son sensibles a las heladas y las heladas tempranas de otoño pueden causar daños en el fruto. *Necesidades hídricas* No hay que permitir que los árboles se sequen durante el ciclo de crecimiento. *Tolerancia al encharcamiento* Se cultiva en zonas húmedas de Japón, pero no se debe encharcar el suelo. *Tolerancia a la sequía* Pueden soportar bastante bien la sequía, pero entonces habrá menos producción y será de peor calidad. *Tolerancia a la humedad* Buena. *Tolerancia al viento* En zonas con mucho viento, los caquis necesitan protección, ya que si no no se desarrollan bien y el valor del fruto disminuye mucho a causa del golpeo del fruto. *Características edáficas* Prefieren los suelos llanos, en zonas marginales poner en parcelas con pendiente orientada al sol. *Necesidades de suelo* El árbol se desarrolla mejor cuando se planta en suelos profundos de fertilidad media-buena. *Exigencias en nutrientes* Ver los puntos clave.	*Multiplicación* Injerto de yema a final de verano sobre los patrones apropiados. Los caquis no soportan bien los daños en las raíces, por lo que hay que tener mucho cuidado al trasplantar. También se ha tenido éxito utilizando estaquillas de madera suave y de madera dura en cajas de estaquillado con calor. *Patrones* Se emplean plantas de semillero de *Diospyros kaki* para casi todos los caquis. En algunas de las zonas más frías de Japón, se utiliza de forma ocasional el *D. lotus*. En Japón se ha utilizado con éxito el patrón intermedio de la variedad coreana poco vigorosa *Shakokushi* para reducir el tamaño del árbol e incrementar la precocidad. *Marco de plantación* El más habitual en Japón es de 6 × 6 m, aunque cada vez es más habitual ponerlas más juntas. *Poda y formación* Ver los puntos clave. *Aclareo* Hay que hacer aclareo de frutos para permitir a los demás crecer hasta su tamaño máximo. La becería es un problema serio y a veces se recurre al aclareo manual de frutos tempranos o incluso al aclareo manual ese año para favorecer la iniciación floral del siguiente. *Entrada en producción* En buenas condiciones, a los 3 años. *Plena producción* Entre 7 y 10 años. *Rendimientos esperados* 3 años: 2 t ha^{-1} 6 años: 10 t ha^{-1} 9 años: 20 t ha^{-1} *Métodos de recolección y almacenamiento* Ver puntos clave. *Principales plagas y enfermedades* Los tipos de plagas y enfermedades que afectan al caquí varían en función de la zona de cultivo. En los puntos clave se hacen algunos comentarios generales al respecto.

chas de las variaciones del material vegetal fructífero se han obtenido en Japón y en general se cree que las formas no astringentes (la astringencia se aborda más adelante) son originarias

de Japón. El fruto es particularmente apreciado en China, Corea y Japón. Este árbol de hoja caduca también es apreciado por su belleza, especialmente por los colores de las hojas en otoño.

La producción de caquis con fines comerciales, en zonas fuera de Oriente es muy reciente. Hay producción a escala comercial en zonas como Brasil, California, Italia, Israel, Australia y Nueva Zelanda, en las que los veranos son cálidos y en invierno se satisfacen las necesidades en horas-frío como para romper un letargo suave. Los países asiáticos son los principales consumidores de caquis. Las exportaciones desde países como Australia y Nueva Zelanda hasta los mercados asiáticos han provisto a los consumidores de frutos fuera de temporada. La gente de origen chino y japonés, que vive en otras zonas del mundo ha comprado este fruto siempre que les ha sido posible. La aparición de este fruto en estos mercados, ha hecho que poco a poco otros grupos étnicos lo vayan probando.

Puntos clave

Variedades

Los frutos se dividen en tres grupos diferentes, en función de sus características de astringencia. La astringencia del fruto se debe a la presencia de células con taninos en la pulpa. Si los taninos son solubles, al masticar y comer el fruto se rompen las células y se liberan éstos y entonces el fruto se vuelve astringente. Si los taninos se hacen insolubles, por ejemplo por coagulación, entonces no se nota la astringencia.

GRUPO 1. NO ASTRINGENTES – POLINIZACIÓN VARIABLE. La mayoría de los caquis tendrán algunos frutos partenocárpicos, pero en este grupo la característica es que dichos frutos son astringentes y la pulpa es de color claro. Se necesita que la fertilización se haga de forma adecuada, que se forme el máximo número de semillas, para que un fruto con polinización variable no sea astringente y se mantenga duro una vez que alcanza la madurez. La pulpa de los frutos con semillas es marrón rojiza oscura. En este grupo la variedad con más futuro es Nishimura Wase, una variedad temprana, que madura al principio del otoño.

GRUPO 2. NO ASTRINGENTES – POLINIZACIÓN CONSTANTE. Estos caquis no astringentes tienen la pulpa del mismo color tanto si tienen semillas como si no. La mayoría tienen muy poca astringencia, incluso aunque sean partenocárpicos. Las temperaturas durante el crecimiento y desarrollo influyen sobre el grado de astringencia. Los frutos obtenidos en zonas con altas temperaturas en verano no tienen prácticamente nada de astringencia.

Las variedades de maduración temprana (al principio de otoño) con más futuro son Izu, Ichikikei Jiro y Maekawa Jiro. Todos ellos son árboles más débiles y hay que hacer plantaciones más densas. La calidad del fruto y su capacidad de almacenamiento son inferiores a la de otros caquis más tardíos.

Entre los caquis de maduración media-tardía (al final de otoño) podemos citar los siguientes:

- *Matsumoto Wase Fuyu* – muy parecido al Fuyu pero más temprano y puede adaptarse a ciertas condiciones en las que Fuyu no se da bien.
- *Jiro* – una de las variedades principales en Japón, pero ahora está siendo reemplazada por *Maekawa Jiro*.
- *Fuyu* – la variedad más importante en Japón tiene buenos rendimientos, buena calidad y se conserva bien en almacén. Tiene que ser polinizada adecuadamente para que tenga un rendimiento que haga rentable su comercialización.
- *Suraga* – de alta calidad, madura dos semanas más tarde que *Fuyu* y necesita climas suaves.

GRUPO 3. ASTRINGENTES – POLINIZACIÓN CONSTANTE. Este fruto es astringente o amargo hasta que se reblandece; en ese momento es muy difícil transportarlo. Necesitan un tratamiento para quitar la astringencia. El caqui astringente más importante es Hiratanenashi. No necesita ser polinizado para obtener un buen rendimiento y tiene una calidad muy fina. Algunos Japoneses prefieren la textura de las variedades astringentes frente a la de las no astringentes; una vez que se le ha quitado la astringencia. Hiratanenashi madura al mismo tiempo que Fuyu. Hay una raza llamada Compact Hiratanenashi, con las mismas características pero de menor tamaño, lo que permite hacer plantaciones de mayor densidad. Hace poco tiempo se obtuvieron dos

mutaciones de esta variedad, Tonewase y Sugitawase, de maduración más temprana que están siendo evaluadas.

Polinización, cuajado y caída del fruto

La polinización y fertilización aportan grandes ventajas, (excepto en unas pocas variedades, como por ejemplo Hiratanenashi). Entre estas ventajas tenemos la reducción de la astringencia, como en el caso de Nishimura Wase de polinización variable, o la reducción de la caída del fruto y el incremento del tamaño de éste como en la mayoría de las variedades, pero especialmente en Fuyu. Puede ser necesario poner polinizadores en las plantaciones con una relación de un polinizador cada nueve árboles o incluso cada menos (a saber 1:6). Los polinizadores recomendados son Zenjimaru, Akagaki, Gailey y Omiyawase.

Los comportamientos beceros parecen estar relacionados con las reservas de almidón. En un árbol muy cargado de frutos se consumen las reservas de almidón y eso favorece que haya ciclos con un año poca cosecha y al siguiente mucha cosecha. El aclareo de este exceso de frutos puede ayudar a reducir esta tendencia a la becería.

Aunque la caída del fruto se reduce si la polinización es buena, hacer podas también ayuda a permitir la entrada de luz, una nutrición equilibrada y el anillado. El anillado consiste en eliminar una capa de 4 mm de corteza alrededor del tronco del árbol. Esto se lleva a cabo durante la floración: desde finales de primavera hasta verano.

Eliminación de la astringencia

Hay tres tratamientos para quitar el amargor de los caquis astringentes. A veces también se aplican sobre frutos no astringentes, especialmente en los de polinización variable, como Nishimura. Los tres tratamientos son:

1. *Tratamiento con dióxido de carbono.* Es el método preferido pero es poco preciso. En varias regiones japonesas se dan recomendaciones, una de las cuales consiste en tener un contenedor sellado con un 90-96% de CO_2 y un 3% de O_2 a 22°C. Los frutos se ponen en estos contenedores durante 12 horas.
2. *Tratamiento con alcohol después de la recolección.* Se cogen los frutos antes de que estén completamente maduros y entonces se clasifican y colocan en cajas de cartón. Se aplica una solución con 35% de etanol (alcohol etílico) por encima de la capa superior de frutos (180 mL para 15 kg) y se pone un cartón por encima. Se sella la caja y los frutos tardan entre 3 y 4 días en dejar de ser astringentes.
3. *Tratamiento en el árbol con alcohol.* Cuando está empezando el envero, se mete cada fruto de la variedad Hiratenanashi en una bolsa de polietileno (de 0,03 mm de espesor × 10 × 14,5 cm) con 1 mL de alcohol etílico al 40%. Estas bolsas se dejan durante 3 días. Después se corta la bolsa por la mitad para drenar el alcohol y se dejan ahí para indicar que ese fruto ha sido tratado. Se dejan los frutos tratados en el árbol hasta que maduran. La pulpa se pone marrón, pero esto no se considera un inconveniente.

Los frutos que han sido tratados no se conservan tan bien en almacén como los que no lo han sido. Teniendo en cuenta los tratamientos descritos, los frutos que mejor se conservan almacenados son los tratados con CO_2, después los tratados con alcohol etílico en el árbol y por último los tratados con alcohol etílico después de la recolección son los que peor se conservan. Se dice que con los tratamientos con alcohol etílico se obtiene un fruto de mejor calidad.

Necesidades en nutrientes

Los niveles de NPK recomendados para los caquis en Japón varían mucho, en función del tipo de suelo. En la Tabla 17.6 se dan los rangos (kg ha^{-1}) normalmente recomendados en árboles Fuyu ya adultos.

La mayoría del P (90%) y la mitad del N y el K se aplica al final del verano, lo que queda de P se aplica justo antes de la floración y el N y K restantes se aplican en dosis iguales después de la floración y después de la recolección.

Tabla 17.6 Dosis de NPK (kg ha^{-1}) en árboles Fuyu adultos.

Tipo de suelo	*N*	*P*	*K*
Arcilloso	240	150	180
Volcánico	180	150	180
Arenoso	160	80	180

Poda y formación

En Japón, lo más habitual es la formación en forma libre sin eje o en vaso, aunque también se suele usar la formación en eje central algo modificada. Es muy importante formar los primeros años una estructura sólida de ramas, ya que la madera tiene tendencia a ser quebradiza y se rompe fácilmente bajo una gran carga. Hay que evitar las horquillas con ángulos muy cerrados. No es necesario hacer una poda muy fuerte, pero sí es necesario fomentar la entrada de luz en el árbol, ya que favorece el desarrollo de las flores, el cuajado y el desarrollo de frutos con buen color y de buena calidad. El problema de las roturas de las ramas y del golpeo de los frutos por el viento se puede superar usando formas apoyadas como el sistema Lincoln, las espalderas en Y o los sistemas Tatura-trellis o la pérgola. Todas aquellas estructuras que permitan incorporar redes contra pájaros son adecuadas.

Plagas y enfermedades

Las siguientes plagas y enfermedades pueden ser problemáticas en este cultivo: los arrolladores, la mosca de la fruta, el barrenador del limonero, los cóccidos, cochinillas, botritis y el tizón bacteriano. También hay una serie de desórdenes fisiológicos que pueden causar problemas: dehiscencia o cavidad del cáliz, en la que se forma un hueco o cavidad debajo del cáliz. Este desorden es favorecido por dosis altas de compuestos nitrogenados, por los cultivos ligeros, por unos frutos de tamaño excesivo (no excederse en el aclareo) y por las altas temperaturas otoñales. Si la piel tiene manchas negras en el momento de la recolección, ese fruto se aparta. El golpeo de las ramas, los daños al pulverizar, los trips, y unos niveles altos de nitrógeno y potasio acentúan las manchas en el fruto. Con la poda se mejora la circulación del aire y se reduce el golpeo de las ramas. Los pájaros son un serio problema y muchas plantaciones están dentro de redes contra pájaros.

Método de recolección

El fruto se coge cuando tiene un color entre amarillo fuerte y rojo, pero todavía está duro. En el momento de la recolección se necesita un contenido mínimo en sólidos solubles de un 15%. Los frutos no astringentes suelen pesar unos 200 g, pero los astringentes son a menudo ligeramente más pequeños (160-180 g). La recolección se hace en dos veces (como los limones), primero se cortan del árbol y luego se recorta el pedúnculo, hasta dejarlo de 1-2 mm. Normalmente las variedades más importantes se cosechan dos o tres veces durante 1 mes.

Almacenamiento

Los caquis astringentes se conservan durante 4 meses o más a una temperatura entre −1°C y 0°C. El fruto Fuyu, no astringente se almacena a 7°C, pero se conserva durante más de 5

meses si se pone cada fruto individualmente en una bolsa de polietileno a 0°C. Los caquis son sensibles a los daños por frío. En la actualidad, se están llevando a cabo investigaciones para combinar los tratamientos contra infección por enfermedades (como por ejemplo poner los frutos a remojo en agua caliente), con los programas de conservación en almacenamiento.

Bibliografía

George, A.P. and Nissen, R.J. (1985). The persimmon as a subtropical fruit crop. *Queensland Agriculture Journal* May-June. 133-140.

George, A.P., Mowat, A.D., Collins, R.J. and Morley-Bunker, M. (1997). The pattern and control of reproductive development in non-astringent persimmon (*Diospyros kaki* L.): a review. *Scientia Horticulturae* 70, 2-3, 93-122.

Kitagawa, H. and Glucina, P. (1984) *Persimmon Culture in New Zealand.* DSIR Information Series No. 159.

17.5 Feijoas

Michael Morley-Bunker

Pocos países tienen zonas dedicadas al cultivo de feijoas (*Acca sellowiana*). La guayaba (*Psidium guajava*), frutal emparentado, es mucho más importante en todo el mundo. Ambos pertenecen a la familia *Myrtaceae*, que abunda en los trópicos y subtrópicos, con muchas de sus especies originarias de Australia.

La feijoa procede de América del Sur, muy probablemente del sur de Brasil, a una altitud de 1.000 metros. En California, Uruguay y Nueva Zelanda se cultiva con fines comerciales, pero a pequeña escala. Los países del Mar Negro también tienen interés en este cultivo.

El fruto por dentro tiene la carne cremosa y la pulpa gelatinosa. Se puede consumir fresco, mezclado con otros frutos en macedonia, en compota o enlatado, o para hacer mermeladas o zumos.

La feijoa también es apreciada como planta ornamental. El color blanco del envés de las hojas y de los brotes contrasta con el color verde oscuro del haz de las hojas. Además tiene

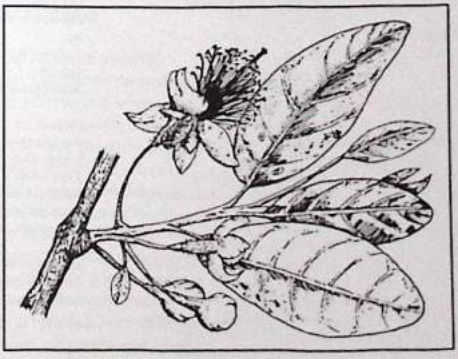


Figura 17.9 Feijoa, brote joven y flores.

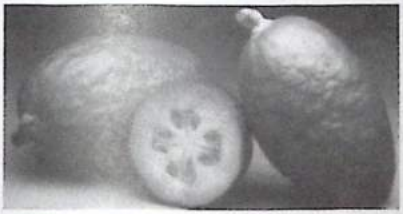
Tabla 17.7 Feijoas.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Feijoa. *Nombre botánico* *Acca sellowiana* (sin. *Feijoa sellowiana*). *Nombre botánico de especies relacionadas* *Psidium guajava* (guayabo), *Psidium cattleianum* (guayabo pequeño), *Myricaria cauliflora* (jaboticaba), todas ellas de la familia Myrtaceae. El eucalipto también está en esta familia. *Porte y tipo de planta* Árbol pequeño o arbusto, de hoja perenne, de 2 a 5 m de altura. Hojas de 3 a 7 cm de longitud, con el haz de color verde fuerte y el envés blanco-afieltrado. Flores muy vistosas, axilares y solitarias. El fruto es una baya ovoide de 4 a 7 cm de longitud, de piel verde oscura, carne cremosa y pulpa gelatinosa. *Sexualidad* Flores hermafroditas pero autoincompatibilidad en algunas variedades. *Polinización* Polinizadas por pájaros e insectos. *Yemas florales* Las yemas florales se forman en las axilas de las hojas, en la base de lo que ha crecido durante ese ciclo. Esas yemas florecen la primavera o el verano del siguiente año. *Crecimiento del fruto* No hay información disponible. *Desborre* Perenne, el período de crecimiento más intenso se produce en primavera.	*Necesidades de temperatura* Aunque a menudo se considera un cultivo subtropical, la feijoa resiste heladas invernales. En climas cálidos y subtropicales se obtiene mayor producción y frutos más grandes. *Tolerancia a heladas* Puede sobrevivir en temperaturas de hasta –11°C. Las heladas tardías de otoño pueden afectar a la calidad del fruto. *Necesidades hídricas* Es útil el riego en los meses secos, cuando el fruto está en el árbol. *Tolerancia al encharcamiento* Crece en zonas con estaciones lluviosas. Hay indicios de que tolera una pluviometría mensual de hasta 125 mm, siempre que haya un buen drenaje. *Tolerancia a la sequía* La planta tiene características que la hacen resistente a la sequía. Es probable que en condiciones de sequía algunas hojas y frutos caigan. *Tolerancia a la humedad* Buena. *Tolerancia al viento* El viento puede producir magulladuras y manchas en el fruto. Si hay madera quebradiza se puede romper. Es preferible poner protecciones. *Características edáficas* Preferiblemente en suelos llanos. *Necesidades de suelo* Crece en muchos tipos de suelos siempre que el drenaje sea bueno. Para que haya una buena retención de la humedad y para que el fruto tenga un buen tamaño, es preferible los suelos margosos que los arenosos.	*Multiplicación* Hay que sembrar las semillas en cajas o en semilleros. Hay que hacer estratificación. También se pueden hacer estaquillas con tres nudos de madera semidura cogidas en otoño y puestas a enraizar en una unidad de nebulización con calor latente a 21°C. Se tratan con 2.200 ppm de IBA. Hay que emplear un sustrato bien drenado. También se puede hacer estratificación. *Patrones* Se pueden utilizar plantas de semillero como patrones con variedades clonales comprobadas. Se hacen injertos laterales de púa sobre patrones de 1 año. No se han seleccionado patrones específicos. *Marco de plantación* 2-4 m entre plantas, dependiendo de si se quiere plantas en seto o en pies individuales; 4-5 m entre líneas. *Poda y formación* Hay que quitar los chupones y las ramas bajas (sobre todo en plantas injertadas). La poda se puede utilizar para limitar el crecimiento del árbol, también permite que las aplicaciones de productos pulverizados penetren mejor y evita que la altura del árbol sea excesiva y los brotes demasiado largos. Sin embargo, la poda que se hace es mínima. *Aclareo* Normalmente no se hace. *Laboreo* Hay que evitar el laboreo profundo, ya que las raíces son superficiales; hay que poner cubierta vegetal en las calles. Las líneas se mantienen sin malas hierbas a base de herbicidas y/o mulching. *Entrada en producción* 2 a 4 años después del establecimiento de la plantación.

(*continúa*)

Tabla 17.7 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Floración Al final de la primavera/ principio del verano; más tarde que en la mayoría de los frutales. *Maduración* Madura entre 20 y 26 semanas después de la floración, es decir al principio del invierno. En un mismo árbol habrá frutos en distintos estados de maduración.	*Exigencias en nutrientes* Hay que hacer aplicaciones fraccionadas al final del invierno y en floración. Necesidades totales (por ha.): en árboles jóvenes- 25-30 kg de N; 40 kg de P; 20 kg de K; en árboles adultos productivos 120 kg de N; 80 kg de P; 100 kg de K. Estas dosis se pueden reducir, si los ensayos hechos regularmente indican que hay exceso de alguno de estos elementos.	*Plena producción* A los 10 años. *Rendimientos esperados* 2-4 años: 4-5 t ha^{-1} 10 años: 20-25 t ha^{-1} *Vida productiva* Probablemente entre 30 y 40 años. *Métodos de recolección* A menudo se recogen del suelo los frutos que han caído de forma natural, pero esto no es lo más aconsejable. Es mejor adelantarse a esta caída y cogerlos del árbol. El fruto, cuando está maduro se arranca bien del árbol. El color de la piel cambia ligeramente a un verde más claro y el fruto se reblandece lentamente. *Almacenamiento* Se conserva a 0°C durante 4-5 semanas.



unas flores de color rojo muy vistosas. También se ha utilizado a veces en setos como barrera de protección contra el viento.

Puntos clave

Selección del material vegetal

Los árboles a partir de plantas de semillero no se desarrollan de acuerdo con su genotipo. Si se quiere obtener un fruto con las características adecuadas hay que hacer un injerto de yema sobre un patrón franco con material seleccionado o enraizar estaquillas de árboles adultos. Hay material seleccionado en función de las características del árbol y de su fructificación. Desafortunadamente, hace algún tiempo, algunos de los nombres que se utilizaron para denominar algunas plantas seleccionadas no definían la característica típica de la variedad. Por esta razón, los fruticultores deben asegurarse que lo que compran ha sido probado y que el nombre se corresponde con la característica deseada.

La mejora de variedades está dirigida a conseguir adaptación a escala local, un tamaño y forma del fruto específicos, una calidad interna del fruto, dureza del fruto, resistencia a los golpes, mantenimiento de la calidad del fruto, la autocompatibilidad y una producción adecuada. Es necesario decir, que las plantas que se han seleccionado por su producción de frutos aptos para enlatado, no producen frutos adecuados para su consumo en fresco.

En Australia, Estados Unidos y Nueva Zelanda se ha obtenido material seleccionado al que se le ha dado nombre. Coolidge y Choiceana son originarias de Australia; Edenvale Supreme, Nazemetz y Trask son variedades importantes en California. Los fruticultores y los investigadores de Nueva Zelanda han continuado seleccionando variedades para complementar o reemplazar las ya existentes. Algunos ejemplos son Mammoth y Triumph. Apollo y Gemini que fueron seleccionadas en los años 80 y a continuación y más recientemente Opal Star, Pounamu y Kakapo.

Recolección y almacenamiento de las feijoas

Desde que se produce la floración, el fruto tarda entre 5 y 7 meses en alcanzar la madurez comercial y gustativa, en función de la temperatura. Tradicionalmente, las feijoas se cogían cuando ya habían caído al suelo, pero es mejor cogerlas del árbol. Cuando el fruto se acerca a la madurez, se produce un ligero cambio de color, pero este cambio es tan sutil que no nos sirve como indicador del momento de la recolección. El método que se usa actualmente para saber si el fruto está maduro es tirar suavemente de él. Si está maduro el fruto se suelta. Se ha probado a poner redes para coger los frutos que caen una vez maduros, pero son muy caras y dificultan el movimiento de las personas por la plantación. Además es necesario inspeccionar las redes cada 1 ó 2 días. Los frutos maduran durante varias semanas.

Normalmente se considera que el fruto que madura en el árbol es el de mejor calidad para su consumo en fresco, pero también se puede obtener un fruto maduro y duro sin estar ya en el árbol. Los frutos maduros pueden conservarse a 0°C durante 4-5 semanas y después otra semana más en el punto de venta a temperatura ambiente. Una investigación de Downs *et al.* (1988) comparaba frutos que estaban ya maduros y se desprendían fácilmente del árbol con frutos también maduros pero que se necesitaba algo de fuerza para arrancarlos del árbol. Se analizó el ácido titratable, los sólidos solubles y la dureza y se comprobó que eran similares si se almacenaban durante 4 semanas a 4°C y durante 5 días a 20°C.

Cuajado

El cuajado de la feijoa es muy variable y hay evidencias de auto incompatibilidad en algunas plantas. La polinización cruzada es una solución práctica a pesar de que la experiencia ha demostrado que algunas variedades dan una producción razonable sin que se pongan otras variedades polinizadoras. Algunos científicos sugieren que los pájaros pueden actuar como agentes polinizadores. Parece que también algunos insectos participan. Se han hecho pruebas de polinización manual (con polen tanto de Gemini, como de Triumph o Mammoth) sobre la variedad autofértil Apollo, en las que el cuajado ha sido mejor, así como la calidad del fruto y el número de semillas (Patterson, 1990).

Referencias y bibliografía

Downs, C.G., Pickering, A.E., Reihana, M., O'Donoghue, E.M. and Martin, W. (1988) The relationship between fruit retention force at harvest and quality of feijoa after storage. *Annals of Applied Biology* 113, 197-204.

Patterson, K.J. (1990) Effects of hand pollination on fruit set and fruit quality of the feijoa (*Acca sellowiana*). Acta *Horticulturae* 240, 197-200.

Sharpe, R.H., Sherman, W.B. and Miller, E.P. (1994) Feijoa history and improvement. In: *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 106, 134-139.

18

Olivos y otros cultivos frutales

Aproximadamente hay unas 6.000 especies de plantas con interés agrícola, hortícola y medicinal. No obstante, menos de 200 de ellas poseen alguna importancia comercial. Relativamente pocas frutas tienen importancia comercial, sin embargo, hay muchas más que pueden resultar interesantes. Estas frutas «menores» se producen a pequeña escala o se recogen directamente de la naturaleza para el consumo propio o la venta a pequeña escala.

Puede haber varias razones que hagan de una fruta un cultivo «menor». En algunos casos el problema reside en las dificultades de producción, como por ejemplo la dificultad para encontrar plantas que den cosechas aceptables cuando se plantan en un jardín o un huerto. En otros casos, las preferencias del consumidor pueden hacer poco atractiva la producción comercial de ese cultivo. Por ejemplo, la fruta puede necesitar una preparación laboriosa para hacerla comestible o para darle un aspecto apetecible. Por último, hay frutas que, simplemente, son desconocidas para muchos consumidores.

Es razonable pensar que algunas de estas frutas «menores» podrían adquirir más importancia en el futuro. No obstante, incluso aunque no se produzca un cambio en su status comercial, algunas de ellas tienen características de gran interés. Estas características pueden ser desde cualidades dietéticas especiales –como la presencia de ciertos ácidos, vitaminas o minerales– a que el momento de su maduración coincida con épocas en que otras frutas no estén disponibles. Puede que a pequeños productores les resulte interesante centrarse en una fruta «menor» de cara a un mercado especializado.

Algunas especies frutales «menores» pertenecen a familias bien conocidas por otros cultivos existentes. Así, por ejemplo, la familia *Rosaceae*, a la que pertenecen los manzanos, los melocotoneros, los ciruelos, los cerezos, las zarzas y los fresales, por citar algunos ejemplos, también engloba otras especies menos conocidas que producen frutos comestibles como los nísperos del Japón, los nísperos y los espinos. De hecho, en la familia *Rosaceae* hay tantas especies con estructuras de fruto tan distintas, que hay subclasificaciones en función de las características del fruto, además de por las características de la flor y de la planta.

En la lista (Tabla 18.1) de familias con plantas productoras de frutos, generalmente considerados de menor importancia, se observa que existe un gran potencial de cultivos. Los más aventureros y curiosos pueden intentar cultivar, seleccionar y mejorar algunas de estas plantas. Muchas de ellas pueden cultivarse en pequeñas parcelas como hobby. A cambio, el fruticultor puede obtener algo poco habitual y la experiencia sobre el comportamiento de la planta puede ser de utilidad, si se intenta desarrollar el cultivo de esa planta. También hay que señalar que esta lista no es exhaustiva. Muchas otras plantas pueden ser investigadas.

Este capítulo se centra en el olivo, un cultivo «menor» en la mayoría de los países pero con una importancia extraordinaria en la cuenca mediterránea. En el Capítulo 18.2, se hacen breves descripciones de la mayoría de los otros cultivos mencionados en la Tabla 18.1.

Tabla 18.1 Lista breve de otros frutales menos conocidos.

Nombre común	*Nombre científico*	*Familia*	*Aspecto*	*Zona de origen*
Babaco	*Carica pentagonia*	*Caricaceae*	Árbol herbáceo	Sudamérica
Alquequenje	*Physalis peruviana*	*Solanaceae*	Herbáceo perenne	América Tropical
Cerezo capulín	*Prunus salicfolia*	*Rosaceae*	Árbol	Sudamérica
Algarroba*	*Ceratonia siliqua*	*Leguminosae*	Árbol	Grecia, Turquía
Guayabo pequeño	*Psidium littorale* sin. *P. cattleianum*	*Myrtaceae*	Arbusto o árbol bajo	Brasil
Chirimoyo	*Annona cherimola*	*Annonaceae*	Arbusto o árbol bajo	Sudamérica
Azufaifo	*Ziziphus jujuba*	*Rhamnaceae*	Arbusto o árbol bajo	Sudamérica
Saúco	*Sambucus nigra*	*Caprifoliaceae*	Arbusto o árbol bajo	Europa
Higuera	*Ficus carica*	*Moraceae*	Árbol	Desde Oriente Próx. a Mediterráneo
Jaboticaba*	*Myrciaria cauliflora*	*Myrtaceae*	Árbol	Brasil
Longan*	*Euphoria longana*	*Sapindaceae*	Árbol	Sudeste asiático
Níspero del Japón	*Eribotryra japonica*	*Rosaceae* subfamilia *Pomoideae*	Árbol	China
Lucuma	*Pouteria lucuma*	*Sapotaceae*	Árbol	Sudamérica
Níspero	*Mespilus germanica*	*Rosaceae* subfamilia *Pomoideae*	Árbol	Europa
Morera negra	*Morus nigra*	*Moraceae*	Árbol	Oriente Próximo
Naranjilla	*Solanum quitoense*	*Solanaceae*	Herbáceo perenne	Ecuador
Asimina	*Asimina triloba*	*Annonaceae*	Arbusto o árbol bajo	América del Norte
Olivo	*Olea europaea*	*Oleaceae*	Árbol	Mediterráneo
Pepino dulce	*Solanum muricatum*	*Solanaceae*	Matorral bajo herbáceo	Perú
Granado	*Punica granatum*	*Punicaceae*	Arbusto	Irán
Chumbera	*Opuntia ficus-indica*	*Cactaceae*	Arbusto grande y espinoso	México
Membrillero	*Cydonia oblonga*	*Rosaceae* subfamilia *Pomoideae*	Árbol	Asia Central
Carambolo*	*Averrhoa carambola*	*Oxalidaceae*	Árbol	Sudeste asiático
Tamarindo*	*Tamarindus indica*	*Leguminosae*	Árbol	Trópicos secos africanos
Tomatillo	*Physalis ixocarpa*	*Solanaceae*	Arbusto bajo herbáceo perenne	América Tropical
Murtilla*	*Ugni molinae*	*Myrtaceae*	Arbusto de crecimiento bajo	Chile
Zapote blanco	*Casimiroa edulis*	*Rutaceae*	Árbol	América Central

* No descrito en el texto.

18.1 Olivos

Michael Morley-Bunker

El olivo ha sido un cultivo frutal muy importante en la región mediterránea durante muchos milenios, proporcionando comida y aceite a las antiguas civilizaciones. La región de la que es originario y donde se domesticó el olivo ha sido causa de controversia, pero es muy probable que se encuentre en la zona que va de la costa de Siria e Israel al norte y oeste de Irak. El olivo tiene una larga relación histórica con la gente de Israel y Palestina.

Estudios recientes sobre los beneficios de diferentes aceites en la dieta humana han vuelto a destacar el valor del olivo. Muchos estudios han demostrado que el aceite de oliva puede proteger frente a enfermedades cardiovasculares, al contrario que algunas grasas de origen animal. Recientemente, se ha acuñado el término «Dieta Mediterránea» y, aunque es difícil de definir con precisión, se dice que es beneficiosa para la salud. En esta dieta, la aportación de la mayoría del contenido graso se basa en el aceite de oliva.

Las aceitunas se pueden usar para aceitunas de mesa y para la producción de aceite. La lista de países mediterráneos que son productores significativos de aceitunas de mesa y de aceite incluye a Italia, Grecia, España, Portugal, Turquía y Túnez. No obstante, la producción se ha extendido a otras zonas como, por ejemplo, América del Norte y del Sur y Oceanía. Países como EE UU, Argentina, México y Australia producen aceitunas en mayor o menor cantidad. El olivo crece en latitudes entre 30° y 45° norte o sur, aunque esta generalización no tiene en cuenta la influencia de la altitud, las grandes masas de agua o las extensiones de tierra continental sobre el clima local.

Puntos clave

Material vegetal

Existen más de 1.000 variedades cultivables de olivo con más de 3.000 sinónimos (Bartolini *et al.* 1993). Italia y España son los principales países generadores de variedades cultivables. Las técnicas de multiplicación vegetativa, como plantar estaquillas de madera suave, han permitido la obtención de selecciones clonales que incrementan el espectro de material vegetal disponible. Muchas de las variedades que se plantan en zonas no mediterráneas son de origen mediterráneo. Así, por ejemplo, las cuatro variedades más importantes que se utilizan en la industria californiana son Manzanillo, Mission, Sevillano y Ascolano.

Algo más de 800 variedades están asociadas a la producción de aceite. Las más significativas son: Picual, Souri, Cornicabra, Frantoio, Leccino, Koroneiki, Sourani y Chemlali. Entre las variedades de aceituna de mesa cabe destacar Manzanillo, Sevillano, Calamato, Ascolano, Hojiblanca, Kadesh, Domat, Ge-

Tabla 18.2 Olivos

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Necesidades climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Olivo *Nombre botánico* *Olea europaea* *Nombre botánico de especies relacionadas* Olivo silvestre – *Olea africana* *Porte y tipo de planta* Árbol de hoja perenne. Puede crecer hasta 15 m de altura y 10 m de ancho. La planta tiene una raíz pivotante y un sistema fibroso de raíces a poca profundidad. La ramificación es densa. Las hojas, de 4-5 cm, crecen de dos en dos, tienen el haz verde y el envés verde blanquecino. *Sexualidad* Flores perfectas e imperfectas en cada inflorescencia. La mayoría de las flores en la inflorescencia son imperfectas y funcionalmente masculinas. *Polinización* Polinización anemófila. Algunas variedades tienen un cuajado óptimo si se cultivan cerca de otras variedades. *Yemas florales* La inducción floral tiene lugar en el ciclo anterior, unas 7-8 semanas después de la floración. Necesita satisfacer unas horas frío en invierno, para que las flores se desarrollen y desborren correctamente. 15-20 flores nacen en las axilas de las hojas de los brotes del año anterior. *Desarrollo del fruto* La abscisión de los frutos no fecundados tiene lugar en las seis primeras semanas. Curva de crecimiento en S doble.	*Necesidades de temperatura* Los olivos necesitan veranos largos cálidos/calientes y necesitan algunas horas frío en invierno. La mayoría de las regiones productivas tienen temperaturas medias en los meses de verano de 20-25°C. El desborre de las yemas florales en invierno y principios de primavera parece necesitar fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche entre 1,5°C y 15,5°C. *Resistencia a las bajas temperaturas* Existen diferencias entre las variedades en su tolerancia a las heladas y a los daños por frío. La adaptación al invierno puede también variar la tolerancia a las heladas. El daño en las hojas se produce a temperaturas por debajo de –9°C. El daño en el fruto verde se produce a –2,5°C. *Necesidades hídricas* Algunas zonas tienen precipitaciones anuales de 200 mm año^{-1} pero la precipitación mínima anual debe ser de al menos 500 mm. Algunas estimaciones apuntan que las necesidades mínimas rondan los 2.000 m^3 ha^{-1} año^{-1}. Las necesidades de agua son un aspecto crítico durante la floración, el cuajado y, al final del ciclo, para que el fruto tenga un tamaño adecuado. *Tolerancia al encharcamiento* No tolerante. *Tolerancia a la sequía* Muy tolerante una vez que el árbol está bien arraigado. *Tolerancia a la humedad* Baja tolerancia. *Tolerancia al viento* Normalmente alta tolerancia. Los vientos cálidos y secos durante la floración y al principio del cuajado pueden influir negativamente en los rendimientos del cultivo.	*Multiplicación* Las plantas de semillero no se ajustan a su genotipo, pero se pueden utilizar como patrones. Algunas variedades son difíciles de multiplicar mediante estaquillas. Existe la posibilidad de hacer injertos de púa y de yema sobre estaquillas que enraízan fácilmente sobre la variedad deseada. *Patrones* Algunas variedades pueden cultivarse sobre sus propias raíces. En algunas zonas se han seleccionado patrones clonales. Asimismo, se pueden emplear plantas de semillero para obtener patrones francos. En estudios hechos sobre patrones se sugiere que, si se van a realizar plantaciones intensivas y de alta densidad, se pueden seleccionar algunas plantas de crecimiento compacto y poco vigoroso. *Marco de plantación* En suelos pobres y sin riego se puede llegar a alcanzar un marco de 10 m^2. Son más comunes, sin embargo, los sistemas con densidades de 6 m entre líneas y 4 m entre plantas. Se han ensayado plantaciones en seto con separaciones de 3,5 m entre líneas y 1,5 m entre plantas. No obstante, no se ha comprobado que estas plantaciones intensivas sean especialmente ventajosas. *Poda y formación* Hay dos tipos de sistemas de formación: formación en vaso en plantaciones de baja densidad y formación en eje central en plantaciones de mayor densidad. La poda debe asegurar una buena penetración de la luz así como la correcta eliminación de ramas muertas, enfermas o que interfieran de alguna manera. Se deben generar anualmente suficientes nuevos brotes para asegurar la fructificación en el siguiente ciclo (ver apartado de yemas florales). *Aclareo* Para obtener un nivel bueno de cuajado es necesario hacer aclareo de frutos. Debe realizarse aclareo manual o mediante pulverizaciones de ANA (150 ppm) tan pronto como sea posible y preferiblemente en las 8 semanas de floración. Un elevado cuajado induce un comportamiento becero. En árboles muy cargados, el fruto será pequeño y puede quedar inmaduro. *Laboreo* Los olivares se suelen mantener limpios de malas hierbas en zonas con pocas lluvias. Durante la primavera, si es probable que se den condiciones de suelo húmedo y frío, se deben evitar las cubiertas vegetales. *Entrada en producción* Suponiendo una poda mínima, los árboles pueden empezar a producir en el segundo año después de establecer la plantación.

(*continúa*)

Tabla 18.2 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Necesidades climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Desborre De hoja perenne con períodos de crecimiento vegetativo intenso. Uno de los períodos tiene lugar entre 6 y 8 semanas antes de la floración y produce nuevos brotes del año. En los siguientes períodos de crecimiento en el ciclo se forman brotes laterales no fructíferos. *Floración* El momento exacto depende del clima y la variedad. En el hemisferio norte entre mayo y junio. En el hemisferio sur entre los últimos días de octubre y los primeros de diciembre. *Maduración* El momento exacto depende del clima, la variedad y el uso que se quiera dar a la producción. En el hemisferio norte entre octubre y diciembre. En el hemisferio sur entre abril y julio.	*Características edáficas* Históricamente, los olivos se plantaban en colinas y terrenos en pendiente. No obstante, se pueden plantar en parcelas llanas a no ser que haya riesgos de heladas. *Necesidades de suelo* Deben plantarse en suelos con buen drenaje. Los suelos pueden ser muy distintos, desde muy poco fértiles hasta muy fértiles. No obstante, se prefieren los suelos muy fértiles. Los olivos toleran los suelos salinos mejor que la mayoría de los frutales y el pH del suelo puede llegar hasta 8,5. *Exigencias en nutrientes* El amplio espectro de suelos utilizados hace que sea difícil ofrecer recomendaciones precisas. Muchos productores utilizan técnicas de análisis de suelos y foliares para determinar esas necesidades. La FAO sugiere unas necesidades de aporte anuales de: 200-275 kg ha^{-1} de N 160-210 kg ha^{-1} de K 55-75 kg ha^{-1} de P.	*Plena producción* Los árboles pueden llegar a plena producción a los 6 años de establecer la plantación. *Rendimientos esperados* 2 años-1 t ha^{-1} 3 años-5 t ha^{-1} 6 años-10 t ha^{-1} Los olivos son susceptibles de sufrir becería, pudiendo llegar a producir 20 t ha^{-1} en un año productivo. *Vida productiva* Los olivos pueden tener una larga vida productiva. Es posible obtener cosechas económicamente rentables en olivares de más de 100 años de edad. *Métodos de recolección* Los frutos pueden recogerse manual o mecánicamente. Los frutos destinados a aceitunas de mesa se pueden dañar si se manipulan bruscamente o se varea el árbol para que caigan directamente al suelo. *Almacenamiento* Los frutos normalmente se procesan y esos frutos procesados o los productos generados tienen una larga vida. Los frutos destinados a producción de aceite pueden mantenerse hasta 45 días a 5°C. *Principales plagas y enfermedades* Entre las plagas más importantes se incluyen la mosca del olivo (*Dacus oleae*), la polilla del olivo (*Prays olleelas*), la caparreta negra (*Saissetia oleae*) y la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*). Entre las enfermedades se incluyen la verticilosis y el «repilo» (*Cycloconium oleagina*).

mlik, Conservolea, Zitoun, Picholine, Merhavia y Barouni. Bartolini sostiene que existen más de 100 variedades que se emplean únicamente para la producción de aceitunas de mesa mientras que otras 100 o más variedades pueden tener un uso mixto, ya sea para aceituna de mesa o para la producción de aceite.

Algunas especies se multiplican mediante estaquillas de madera suave y madera semidura, aunque las variedades difieren en su facilidad de enraizamiento cuando se utiliza este método de multiplicación. Se puede mejorar el enraizamiento de las estaquillas, utilizando preparados hormonales y nebulizadores. Cuando la variedad buscada es difícil de enraizar sobre una estaquilla, se puede hacer un injerto de yema o de púa sobre patrones francos. La utilización de patrones clonales no está extendida en la producción de aceitunas.

Poda y formación

La imagen tradicional de un olivar es la de una plantación de árboles muy espaciados, en un terreno seco, con colinas y muchas rocas. Se consideraba necesario este marco de plantación tan amplio para lograr el crecimien-

de los árboles y mantener la productividad en las zonas en las que el agua y los nutrientes eran limitantes. En algunos casos es posible utilizar olivares adultos, con árboles completamente crecidos, para que paste el ganado, siempre y cuando el clima permita el crecimiento de algún cultivo bajo. En estas circunstancias, la densidad de árboles puede ser tan sólo de 100 árboles por hectárea con un marco real de 10 metros.

En esta situación, los árboles grandes y completamente crecidos con tres a cinco troncos y ramas grandes ramificadas, se podan anualmente con el fin de mantener una cubierta compuesta por brotes del último ciclo. El olivo florece sobre los brotes de 1 año, principalmente en aquéllos con una longitud de 20-30 cm. Los brotes más cortos y los largos y vigorosos normalmente florecen pobremente o no llegan a florecer.

La explotación moderna del olivo es más intensiva. Estos sistemas buscan un rápido desarrollo de la vegetación del árbol, una rápida entrada en producción y obtener la plena producción en poco tiempo. Para lograrlo se forman los árboles con un solo tronco en eje central (a veces llamados árboles monocónicos por productores y expertos). Esto se consigue dejando crecer los árboles y haciendo una poda mínima, exceptuando la eliminación de los chupones y brotes verticales que puedan competir con el eje central y de las ramas bajas que impidan el laboreo. Cuanto menos se pode los primeros años mejor. El objetivo debe ser conseguir una estructura vegetativa piramidal y frondosa sin ninguna limitación al crecimiento.

La densidad de una plantación de árboles monocónicos con un marco de plantación de 6 m entre líneas y 4 m entre árboles, es de 420 árboles por hectárea. Algunos sistemas tipo seto han utilizado poblaciones con mayores marcos de plantación, de 1,5 × 3,5 m (Scaramuzzi, 1977). Es posible que las variedades más utilizadas de olivo sean demasiado vigorosas para sistemas muy intensivos. No obstante, puede que aparezcan variedades más compactas en un futuro cercano. En recientes trabajos de investigación se mencionan unas variedades, con el código I-77 y Fs17, menos vigorosas y con un crecimiento más compacto.

Floración, polinización y cuajado

El número de flores producidas por un olivo es considerable. Martin (1990) estimó que los árboles adultos pueden tener más de 500.000 flores. Las yemas axilares, en cada nudo de los brotes de 1 año son capaces de generar una inflorescencia con 15-20 pequeñas flores de color verde blanquecino. Sólo se necesita una pequeña proporción del total de flores para producir una cosecha de frutos satisfactoria. Se ha sugerido –teniendo en cuenta que la mayoría de las flores de la inflorescencia son imperfectas y, por tanto, incapaces de generar un fruto- que sólo se necesita un 1% de la población total de flores para asegurar una cosecha rentable comercialmente. De hecho, si los niveles de cuajado fueran de un fruto por inflorescencia se necesitaría aclareo.

El objetivo del aclareo de frutos es mejorar el tamaño y la calidad de éstos y asegurar que no se induce la becería por una sobreproducción. Se han utilizado comercialmente agentes químicos para realizar el aclareo –el aclareo manual no es una opción atractiva porque el momento óptimo para hacer el aclareo es limitado (en las 4-6 semanas después de la floración) y por su alto coste. En California se ha empleado durante muchos años ANA (aproximadamente 150 ppm aplicadas entre 12-18 días después de la floración). También se utiliza urea con este fin (6%, 20 días después de la floración).

En algunas ocasiones, el cuajado de frutos es muy bajo y no se logra una buena cosecha. Esto es muy común cuando las variedades cultivadas necesitan polinización cruzada y cuando las condiciones ambientales, en particular la temperatura, afectan a la fecundación. Entre las variedades importantes que se sabe que son parcial o completamente autoinfértiles se encuentra Manzanillo. Un estudio demostró que, cuando esta variedad se plantaba mezclada con Sevillano, el cuajado se cuadruplicaba (Cuevas y Plito, 1997).

Se han investigado algunos métodos para mejorar el cuajado, incluyendo la polinización con polen almacenado, el uso de agentes químicos como la benciladenina durante la floración y eliminando el crecimiento apical durante la floración. La caída natural del fruto puede ser importante y ocurre en un período de 4-45 días después de la floración.

Recolección y procesos post-recolección

El olivo se cosecha manual o mecánicamente. La recolección manual de cada fruto individualmente puede resultar muy cara y se pueden utilizar otros métodos manuales en su lugar. Puede desprenderse el fruto rastrillando la vegetación, con un rastrillo de madera o vareando las ramas de forma que caiga en unas redes. También se utilizan redes extendidas alrededor del árbol cuando se recolecta mecánicamente. Dado que la cosecha mecánica requiere agitar el tronco y/o las ramas principales, es necesario tener acceso a un tronco limpio.

La energía de agitación que se debe transmitir al tronco tiene que ser extremadamente intensa para lograr el desprendimiento de un fruto tan pequeño como la aceituna. Se puede medir la fuerza necesaria para separar una aceituna del árbol (fuerza de desprendimiento del fruto) y usarla como indicador del grado de madurez de la aceituna y para conocer el momento en que se debe comenzar la recolección. Es posible emplear etefón para facilitar el desprendimiento de la aceituna (2.000 ppm durante la maduración) pero hay que tener cuidado ya que se puede producir una caída excesiva de hojas. Cuando se recolecta mecánicamente, se logra aproximadamente recoger el 80% de los frutos.

La fruta recogida mecánicamente que se destina a aceituna de mesa, debe empezar a ser procesada en las horas siguientes a la recolección. En caso contrario, la calidad del producto puede verse seriamente amenazada. Los golpes, que se manifiestan como puntos marrones en el fruto, son un problema que aparece en la fruta que no se procesa rápidamente.

Las aceitunas de mesa se recogen cuando se ha alcanzado la madurez óptima para el producto deseado, ya sean aceitunas verdes, aceitunas en envero, aceitunas de color negro natural o aceitunas que se vuelven negras tras su oxidación en un medio alcalino. El procesado de aceitunas de mesa pasa por la eliminación de parte o todo el amargor natural del fruto. Una vez hecho esto, se pueden crear distintos productos que van desde la fruta entera (en algunos casos deshuesada y rellena) hasta la pasta de aceituna.

El momento de la recolección depende en gran medida del producto buscado. Las aceitunas de mesa verdes son las primeras que se cosechan. Las aceitunas de mesa de color negro natural y las de producción de aceite se recogen las últimas. Existen muchas formas de determinar el momento de la recolección:

1. Usando señales visuales como el color de la aceituna; tanto el color exterior como el color de la pulpa interior. Las lenticelas son cada vez menos visibles a medida que madura el fruto.
2. Tomando muestras de fruta y analizando su contenido en aceite; tanto su peso (en porcentaje respecto al peso fresco o seco) como su composición (por ejemplo, su contenido en aceite con relación a la pérdida de acidez).
3. Midiendo la fuerza de abscisión del fruto.
4. Buscando la presencia de exudado de zumo blanco cuando se estruja la fruta y calibrando la facilidad con la que se desprende el hueso de la pulpa, cuando se corta la aceituna transversalmente y se retuerce.

En la práctica existen muchos indicadores para determinar la madurez de recolección. Sin embargo, los productores de aceitunas, especialmente los de aceituna de mesa, pueden optar por realizar la recogida cuando prevean que el fruto va a tener el tamaño óptimo. Esto se debe a que el precio pagado por la fruta viene determinado por el tamaño o el peso de la misma. Por último, debido a que la cosecha se realiza en otoño, cuando las temperaturas descienden, el momento de la recolección puede venir determinado por el peligro de heladas o fríos.

Dado que el color de las aceitunas de mesa va del verde al negro natural, se ha creado un índice del color de la piel y de la pulpa para describirlo. La escala empieza en cero. El 0 se asigna a aceitunas que tengan piel «verde lima» y el 7 a aceitunas que tengan «piel negra y pulpa completamente coloreada». El paso de una aceituna desde el índice de color 1 (verde amarillento) a 7 puede llevar unas 6 semanas. Las aceitunas verdes de mesa se cosechan cuando tienen un índice de color 1. Las frutas que se procesan como aceitunas negras pueden recogerse antes de que cambien

sustancialmente de color. Esto se debe a que el procesado puede dar a la fruta el color negro.

Como regla general, el procesado de aceitunas de mesa requiere un tratamiento con sosa (1,3-2,6% hidróxido de sodio) aunque las aceitunas de color negro natural no precisan este tratamiento. La sosa elimina la mayor parte del componente amargo de las aceitunas –un glucósido, oleuropeína. Las aceitunas verdes son más amargas que mucha de la fruta madura. Se deja que la sosa penetre hasta casi el hueso, tras lo cual se lavan las aceitunas (el número de lavados y la duración es variable) y se ponen en salmuera. La salmuera es una solución de 5-6% de cloruro sódico. Mientras las aceitunas están en salmuera sufren una fermentación. Posteriormente, las aceitunas pueden ser sometidas a un último proceso (por ej., deshuesado y rellenado) y finalmente se envasan.

Existen variaciones en el procedimiento de procesado. Así, por ejemplo, el paso de una etapa a otra en el procesado puede variar en función de la variedad de aceituna, el estado del fruto, el producto final requerido y las condiciones generales del proceso. Hay un procesado que es, en cierta manera, diferente del descrito anteriormente, que es el que se utiliza para la producción de aceitunas negras Kalamata al estilo griego. Este producto se obtiene lavando las aceitunas con agua o poniéndolas en salmuera para eliminar parte del sabor amargo, para después sumergirlas en vinagre de vino blanco y, por último, envasarlas en aceite de oliva.

La producción de aceite de oliva requiere un prensado que puede realizarse en prensas hidráulicas o centrífugas. Las aceitunas, incluyendo el hueso, se muelen antes del prensado. La molienda rompe las células de aceite. Si se emplea una prensa hidráulica, la pasta se extiende en unas esteras de nylon, puestas en capas en la prensa, tras lo cual se aplica la presión. Si la temperatura a la que tiene lugar el prensado no supera la temperatura ambiente, es decir, las aceitunas se prensan en frío, el aceite se denomina aceite virgen. Bajo estas condiciones, el sabor y las propiedades organolépticas del aceite no se ven afectadas por el método de extracción. El fluido resultante del prensado se deja reposar y el aceite se decanta de la parte superior del fluido. La limpieza (por ej., utilizando tinajas de acero inoxidable) es un parámetro importante si se desea asegurar la calidad del aceite. Los aceites de alta calidad deben tener una acidez baja (menos de un 1%) y estar exentos de sabores extraños.

Bibliografía

Baldoni, L. and Fontanazza, G. (1990) Preliminary results on olive clonal rootstocks behaviour in the field. *Acta Horticulturae* 286, 37-40.

Bartolini, G., Messeri, C., Prevost, G., Lavee, S. and Klein, I. (eds) (1994) Olive tree germplasm: descriptor lists of cultivated varieties in the world. *Acta Horticulturae* 356, 116-118.

Cuevas, J. and Plito, VS. (1997) Compatibility relationships in 'Manzanillo' olive. *HortScience* 32, 1056-1058.

Fernandez, A.G., Diez, M.J.F and Adams, M.R. (1997) *Table Olives: Production and Processing*. Chapman & Hall, London.

Fontanazza, G. and Cappelletti, M. (1993) Developments in olive farming systems: from intensive mechanised groves to dense orchards. *Olivae* 48, 28-36.

Lavee, S. and Klein, I. (eds) (1994) Second international symposium on olive growing. *Acta Horticulturae* 356, 437 pp.

Martin, G.C. (1990) Olive flower and fruit population dynamics. *Acta Horticulturae* 286, 141-153.

Martin, G.C., Lavee, S. and Sibbett, G.S. (1981) Chemical loosening agents to assist mechanical harvest in olive. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 106, 325-330.

Martin, G.C., Connell, J.H., Freeman, M.W, Krueger, WH., Sibbett, G.S., Lavee, S. and Klein, I. (eds) (1994) Efficacy of foliar application of two naphthaleneacetic acid salts for olive fruit thinning. *Acta Horticulturae* 356, 302-305.

Martin, G.C., Lavee, S. and Klein, I. (1994) Mechanical olive harvest: use of fruit loosening agents. *Acta Horticulturae* 356, 284-291.

Scaramuzzi, F (1977) Intensive olive growing. In: *Modern Olive Growing*. FAO, Rome, pp. 61-84.

18.2 Otros cultivos frutales

Michael Morley-Bunker

Babacos (*Carica pentagonia*)

Algunos miembros de la familia de la papaya toleran climas fríos como la papaya serrana (*C. candamarcensis*) y la higuera de monte (*C. quercifolia*). El babaco se considera una especie diferenciada (*C. pentagonia*). No obstante, dado que el fruto carece de semillas, probablemente su origen se debe a un híbrido interespecífico, que se ha mantenido en cultivo en países de Sudamérica como Ecuador.

Figura 18.1 Árbol y fruto del Babaco.

Es una planta herbácea con forma de árbol, con tallos finos y que puede alcanzar 2 m de altura. La floración tiene lugar en las axilas de las hojas del tronco nuevo. El fruto es partenocárpico, con cinco lados y puede alcanzar un peso superior a un kilogramo, con unas dimensiones de 30 cm de largo y 10 cm de ancho. El tamaño del fruto viene determinado por su posición en el tallo y el vigor de éste. Es posible obtener frutos de tamaño reducido si sólo se deja que la planta tenga dos o tres tallos principales. El fruto cuelga hacia abajo apoyándose en el tronco y necesita 9-10 meses para adquirir una coloración amarilla; síntoma de que el fruto está maduro.

El fruto alcanza su tamaño máximo unos 2 meses antes de la madurez. El primer cuajado es el más abundante y son los frutos que antes maduran. A medida que la planta pierde vigor, el diámetro de los tallos y el tamaño de los frutos disminuye. Se puede estimular el crecimiento axilar descabezando el tallo principal por encima del último fruto formado poco antes de terminar la recolección. Este crecimiento axilar debe producirse tanto en la parte alta como en la base del árbol. Tras la recolec-

Figura 18.2 Alquequenje.

ción a principios de verano, se despunta el tronco a la altura del brote axilar más bajo. Durante el invierno se caen parte de las hojas y el crecimiento del tronco principal es extremadamente lento en comparación con la fase que sigue a la recolección del fruto.

El tallo, el pedúnculo y la piel del fruto segregan látex si se hace algún corte. Esto puede deteriorar la apariencia del fruto. Por esa razón, los frutos se recolectan, cuando están amarillos, dejando un trozo del pedúnculo. Después, se mantienen a 6°C y estarán listos para su consumo cuando alcancen un color completamente amarillo. Un nivel alto de sólidos solubles mejora la calidad al paladar, pero no está claro si dichos niveles se alcanzan gracias a la selección clonal o por las condiciones ambientales, aunque es probable que se deba a ambas causas. El fruto es jugoso, ligeramente ácido y tiene un suave sabor a papaya.

El babaco se multiplica enraizando estaquillas de trozos apicales de los brotes axilares. También se pueden enraizar trozos de tallo. Hay que plantar en zonas libres de heladas y deben estar protegidas contra el viento. Es recomendable regar regularmente y utilizar suelos que retengan bien la humedad, pero no tolera los terrenos encharcados o la asfixia radicular. A pesar de que el babaco tolera climas subtropicales fríos/templados cálidos, un microclima cálido ayuda al desarrollo del fruto y su madurez. La tendencia general es cultivar los babacos en estructuras protegidas, en invernaderos o cobertizos en zonas templadas.

Alquequenje (*Physalis peruviana*)

El alquequenje puede crecer como una planta anual o perenne muy ramificada. En algunas ocasiones se la conoce como «goldenberry». Está emparentada con el tomate y el tomatillo (ver más adelante) y sus necesidades climáticas y de suelo son similares a las del tomate pero necesita una estación libre de heladas más larga para que el fruto madure. En condiciones muy fértiles se puede retrasar la fructificación. La planta puede nacer de semillas o a partir de estaquillas. El fruto naranja dorado está envuelto en una

cáscara. Su tamaño es variable, aproximadamente de 1-2 cm de diámetro. Asimismo, el fruto es rico en vitamina A y se conserva bien. El alquequenje se utiliza para tartas o para consumo en fresco, aunque puede necesitar cierta edulcoración. Se cultiva comercialmente en Sudáfrica.

Guayabo pequeño
(*Psidium littorale* y *P. cattleianum*)

Existen muchas plantas tipo guayabo. La que más habitualmente se cultiva de forma comercial es *Psidium guajava*. La variedad más resistente es el guayabo pequeño, que puede resistir y recuperarse de heladas suaves y crece en climas templados y subtropicales fríos.

El guayabo pequeño crece muy lentamente, alcanzando 3-5 m de altura. Las flores son blancas y el fruto tiene 2-3 cm de diámetro – pequeño comparado con el de *P. guajava*. Existen distintas variedades con frutos púrpura, rojo cobre o amarillo. El fruto tiene una pulpa blanca, puede ser bastante ácido y normalmente se usa para mermeladas o gelatinas más que para fruta de mesa. El invierno es la estación de producción de frutos. Poco tiempo después de ser plantada ya produce frutos. No obstante, el máximo de producción puede tardar 9 años en producirse.

Puede obtenerse a partir de semillas y tiene fama de ser difícil de multiplicar vegetativamente. Hay que plantarla en invierno y se cultiva de manera similar a las feijoas.

Chirimoyo
(*Annona cherimola*)

Existen muchas variedades de plantas frutales en la familia *Annonaceae* como *A. atemoya*, *A. squamosa*, *A. cherimola* (cherimolia) y *A. muricata* (guanábano). Sin embargo, el chirimoyo es el más adaptado a las regiones más frías de América Subtropical y Central. Existen muchas plantas de semilleros de chirimoyos. Ha sido introducido en regiones tan dispares como California, Chile, India,

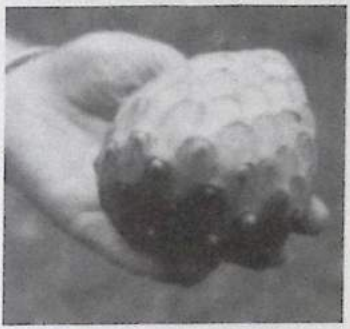


Figura 18.3 El fruto del Chirimoyo.

España, Australia y Nueva Zelanda. El árbol suele tener un aspecto enmarañado. Es de hoja caduca y fructifica tras producir unas flores axilares poco llamativas, tanto en las ramas jóvenes como en las viejas, desde el principio hasta la mitad del verano.

La polinización es problemática por los diferentes momentos de actividad del pistilo (femenino) y los estambres (masculinos). Se han probado métodos de polinización manual antes de la apertura de las flores y de estimulación química de frutos partenocárpicos. Las temperaturas frías pueden alargar el período receptivo de la fase femenina, lo que favorece la polinización.

El fruto es sincárpico o de ovario múltiple. La piel está formada por carpelos, parecidos a escamas, superpuestos y que pueden sobresalir ligeramente o estar hundidos respecto a la superficie del fruto. Cuando el fruto está maduro su cubierta es bastante delgada y la pulpa es blanda. El fruto debe ser simétrico para tener un aspecto atractivo.

La pulpa tiene una agradable mezcla de sabores dulce y ligeramente ácido con una consistencia similar a las natillas. Cuando el fruto está maduro, la piel puede ser amarronada o verde amarillenta. La recolección se debe realizar cuando la piel está empezando la desverdización, de manera que la manipula-

ción no dañe el fruto blando. El fruto se puede almacenar hasta 3 semanas a 10°C pero es sensible a temperaturas más bajas.

El árbol es sensible a las heladas y las ramas se pueden romper por el viento. Quizá la mejor solución sea una poda que acorte las ramas y haga más compacto el árbol. La planta normalmente se obtiene a partir de semillas, pero es preferible el injerto de yema o de púa de material clonal seleccionado, sobre patrones francos. Las variedades cultivables son Madeira, Smoothy y Spanish.

Saúco (*Sambucus nigra* y *Sambucus canadiensis*)

Los saúcos, más que árboles, son matorrales de hoja caduca y espesa vegetación. *S. canadensis* es el saúco del Canadá y *S. nigra* el europeo, que se suele encontrar en setos y terrenos baldíos. Sus hábitos de crecimiento y sus necesidades culturales son muy parecidas.

El saúco europeo ha tenido otros muchos usos aparte de la producción de fruta. Éstos van desde el uso como hierbas medicinales a la utilización de ramas jóvenes huecas para la fabricación de pipas. Al final de la primavera crecen grandes panículas de flores blancas y el fruto madura entre mitad y final del verano. Los frutos se pueden recoger en racimos y separarlos luego de los pedúnculos. El fruto dura muy poco una vez arrancado del racimo. Normalmente, se usa para hacer salsas, mermeladas y gelatinas o para hacer vino de saúco. También se pueden emplear las flores para aromatizar frutas asadas, leche y bebidas frías y para la fabricación de vino.

La planta crece rápido gracias a largos brotes nuevos o brotes similares a cañas. Puede multiplicarse por estaquillas o chupones de madera dura o suave. Es posible que se produzcan problemas por virus, así que es recomendable la selección de material de multiplicación libre de virus. Las flores son terminales sobre el nuevo crecimiento y son parcialmente autofértiles. Es recomendable plantar dos o más variedades seleccionadas. Con el fin de mantener la formación de nuevos brotes se debe podar la planta.

Higuera (*Ficus carica*)

La higuera que se cultiva habitualmente procede de Oriente Próximo. La mayor parte de la producción mundial se origina en la cuenca mediterránea, siendo los mayores productores Italia, Portugal, España, Turquía y Grecia. En California y en las zonas más secas del sur de EE UU también se cultivan higueras. En el hemisferio sur, Argentina y Australia tienen una producción limitada.

Existen dos tipos principales: la Higuera Adriática, que produce frutos partenocárpicos apirenos, y la Higuera de Esmirna, que necesita polinización entomófila por avispas. La Higuera Adriática es la más extendida y las variedades cultivadas más importantes son Brown Turkey, Burnswick, Kadota, Mission y White Adriatic.

Es de sobra conocido que la higuera tiene unas necesidades de horas frío de hasta 300 unidades Richardson de frío (<7°C). Puede resistir suaves heladas en su período de latencia, pero es considerablemente menos tolerante al frío que el resto de frutas templadas. Una helada de −5°C a −10°C puede matar la planta hasta la raíz. El fruto necesita bastantes meses secos y cálidos para desarrollarse correctamente. La situación ideal sería un clima semiárido con riego. Es recomendable proteger la planta ya que las ramas se rompen fácilmente.

El suelo debe tener un buen drenaje y no ser calizo pero, por lo demás, la higuera no

Figura 18.4 Higuera: detalle del crecimiento de las hojas y del fruto.

requiere suelos muy específicos. Resiste bien la salinidad y la sequía.

La planta puede multiplicarse por estaquillas de 20 cm, de madera de 1-3 años, que se hacen durante el período de latencia. Las plantaciones deben hacerse en marcos reales de 5-8 m, y debe entrar en producción aproximadamente a los 3 años.

La higuera puede producir dos cosechas al año. La primera cosecha, conocida como brevas, se forma a partir de las flores iniciadas al final del verano anterior. La segunda o cosecha principal se forma a partir de las flores del crecimiento de ese año. Madura a final de verano. La poda se realiza para mantener un equilibrio entre madera nueva y vieja y para lograr una estructura del árbol que se adapte a la recolección. Los chupones deben ser eliminados de la base del árbol. En zonas de cultivo frías, la cosecha de brevas suele ser de baja calidad. Una fuerte poda invernal permite eliminar la mayor parte de las brevas inmaduras. Esta práctica favorece el crecimiento vigoroso de primavera y la producción de una cosecha principal de higos de gran tamaño a finales de verano. Hay que tener cuidado y proteger las plantas de las heladas extremas invernales, ya que pueden matar el árbol recién podado.

El fruto se recolecta justo al cambiar de color verde a marrón, cuando el interior es dulce y blando. Dado que algunos higos no se desprenden fácilmente de las ramas, pueden dejarse madurar completamente e incluso secar en el árbol. No obstante, los pájaros pueden causar daños a no ser que se protejan las plantas contra ellos. Los higos se pueden secar tras la recolección y pueden almacenarse hasta 6 meses.

Azufaifo (*Ziziphus jujuba*)

Dos especies de la familia *Ramnaceae* destacan por producir frutos comestibles: el azufaifo, *Ziziphus jujuba*, y el azufaifo africano, *Ziziphus mauritanica*. El fruto del azufaifo tiene un tamaño medio entre la cereza y la ciruela, y tiende a ser muy dulce. El fruto se puede dejar madurar y perder humedad, tomando entonces un color rojo oscuro o negro y una apariencia mucho más parecida a la de los dátiles.

Z. jujuba crece en las regiones templadas de Corea y China. Estas zonas suelen tener inviernos fríos y veranos calurosos. El árbol sobrevivirá a las heladas siempre y cuando no esté en crecimiento activo. La planta tolera un amplio rango de condiciones de humedad. El azufaifo africano normalmente llamado «ber», se adapta mejor a zonas subtropicales.

El azufaifo es pequeño, de hojas pequeñas y brillantes. Los brotes nuevos tienden a zigzaguear. Algunas selecciones tienen espinas mientras que otras no. Las ramas tienden a vencerse por el peso de los frutos. Las flores son pequeñas y de corta vida, sin embargo la floración puede prolongarse durante algún tiempo. Es recomendable la polinización cruzada, incluso con clones auto-fértiles. En el Listado americano de variedades cultivadas se incluyen las siguientes: Li, Lang, Silverhill, Sherwood y So. Las plantas se pueden obtener a partir de chupones (la planta crea rápidamente chupones) o a partir de semillas. Las plantas de semillero deben ser injertadas sobre una variedad seleccionada para asegurar una cosecha fiable.

Níspero del Japón (*Eriobotrya japonica*)

El níspero del Japón es un árbol de hoja perenne de la familia *Rosaceae*, subfamilia *Pomoideae*. En Japón se cultiva por su fruto, y ha generado mucho interés en otros países, incluidos los de la región mediterránea. Algunas de las primeras y más importantes selecciones de variedades se han obtenido en Japón. Se cultiva también como planta ornamental, ya que es un árbol de aspecto atractivo, de hasta 6 m de altura, con grandes hojas verdes, brillantes, vellosas en el envés. La floración se produce en otoño e invierno, y el fruto madura a finales de primavera y verano.

Las flores salen en racimos con raquis rígidos o en espigas formadas en los ápices de los brotes inactivos. Los frutos también crecen en racimos (Fig. 18.5). A medida que se desarrollan pierden la vellosidad y su color pasa de verde y crema a amarillo y naranja. El fruto es blando y se golpea fácilmente cuando ha alcanzado plena madurez. Su tamaño varía:

Figura 18.5 Níspero del Japón.

sin hacer aclareo puede ser de 35 mm de largo. Cada fruto contiene una o más semillas grandes. Resulta deseable reducir la relación volumen semilla-volumen pulpa y aumentar el tamaño total del fruto para hacerlo más atractivo. Para conseguirlo, los japoneses utilizan el aclareo hasta dejar ocho frutos por cada racimo de flores.

El fruto es mas bien ácido, parecido a una manzana fresca.

Los nísperos del Japón prefieren suelos similares a los que se adaptan los manzanos. El árbol se poda para obtener una vegetación ligera y una fuerte estructura de ramas que comience a un metro de altura. La poda se realiza justo antes del crecimiento de otoño. Después de la recolección, se puede hacer aclareo de los brotes laterales situados bajo los racimos de frutos y retirar los pedúnculos muertos.

Níspero (*Mesipilus germanica*)

El níspero es un fruto bastante raro. Tiene aspecto de pequeña manzana (con la que está emparentado) de piel gruesa y con una zona aplastada donde se distinguen los restos de los sépalos de las flores. No es comestible en el momento de la recolección, pero tras varias semanas de almacenamiento y reblandecimiento, llamado «bletting», se puede comer crudo, en conserva o en mermelada.

Morera negra, moral (*Morus nigra*)

La mora es un fruto compuesto con colores que van del blanco al negro pasando por el rojo. Una vez madura, la mora es jugosa y tiene la apariencia de una zarzamora alargada. *Morus nigra* (el moral) se cultiva normalmente por su fruto, mientras que *Morus alba* (morera blanca) es más popular por su relación con la producción de seda – las hojas sirven de alimento a los gusanos de seda. Las moreras producen frutos dulces que se golpean y aplastan fácilmente. El transporte y venta de los frutos frescos es muy difícil.

La recolección es también difícil, ya que el fruto tiende a caerse fácilmente del árbol, incluso cuando todavía no ha alcanzado la madurez. La forma más sencilla de cosechar consiste en esparcir lonas debajo del árbol, sacudirlo y clasificar lo que cae. La morera negra produce un fruto maduro muy aprecia-

do como postre y utilizado en mermeladas, tartas, bebidas de frutas o vinos.

Con el fin de obtener una buena fructificación, la morera debe cultivarse en zonas de climas templados cálidos, en los subtrópicos o en los trópicos a gran altitud. Es menos resistente al frío que *Morus alba* y que *Morus rubra* (morera roja americana). Es un árbol de hoja caduca y puede tener necesidades de horas-frío. Se puede multiplicar a partir de estaquillas o de semillas. Las raíces toleran mal las alteraciones y prefieren un suelo ligero, con drenaje natural y razonablemente fértil; sin embargo, la planta puede crecer en gran variedad de suelos. El árbol tiene una corteza escamosa. Puede crecer hasta 10 metros de altura, aunque normalmente se poda para que mantenga una forma más baja y abierta. Algunas moreras tienen árbol hembra y árbol macho separados (dioico), de forma que se necesitan ambos árboles para producir frutos. Son preferibles los árboles autofértiles. Entre las variedades certificadas se incluyen Persa Negra y Shangri La.

Naranjillo (*Solanum quitoense*)

El naranjillo, o lulo, tiene su origen en Sudamérica y es muy popular en la zona norte de los Andes. Es un arbusto sensible a las heladas, de dos a tres metros de altura y de grandes hojas. Las hojas tienen nervios púrpura, especialmente cuando son jóvenes. Algunos tipos tienen espinas en las hojas y en los pecíolos. Las flores son de color lila pálido y los frutos, globulares y de 5 cm de diámetro aproximadamente, pasan de verde a naranja brillante al madurar, sin embargo, en el interior, la pulpa permanece verde. El fruto apenas tiene pelusa y se recolecta mejor con guantes. La pelusa puede eliminarse del fruto ya maduro. Éste tiene un período de vida sin refrigeración de 1-2 semanas. La pulpa verde es muy versátil en cuanto a sus usos y se utiliza preferentemente para bebidas pero puede usarse para conservas, tartas y adornos de postres. Se puede multiplicar por estaquillas o semillas y crece rápidamente. Puede entrar en producción a los seis meses. Los naranjillos responden bien a la fertilización y se pueden podar para mantenerlos vigorosos. Las plantas de Sudamérica y Centroamérica tienden a perder vitalidad debido a la presión de los nemátodos y patógenos en general.

Figura 18.6 Los frutos del naranjillo tienen pelos y pasan de verde a naranja cuando maduran.

Asimina (*Asimina triloba*)

Está relacionada con la chirimoya (ver anteriormente). *Asimina triloba* es originaria de las regiones cálidas y con bosques del este de Norteamérica. Puede crecer en forma de árbol alargado de hoja caduca de hasta 8 metros de altura. Sin embargo, tiene tendencia a formar chupones, que le dan apariencia de arbusto.

Las hojas largas, de hasta 30 cm de longitud, son caducas. La floración se produce en primavera, antes de que aparezcan las primeras hojas, en los brotes del ciclo anterior. Las flores pueden llegar a medir 5 cm de diámetro y la polinización es cruzada con la ayuda de moscas y escarabajos. El fruto mide unos 8 cm. de largo, es de forma entre elipsoidal y rectangular y de color amarillo verdoso tirando a marrón. El fruto es blando y de piel fina, contiene varias semillas de unos 2 cm de longitud inmersas en una aromática y dulce pulpa amarilla.

Las plantas se pueden cultivar utilizando plantas de semillero injertadas sobre variedades seleccionadas. Antes de la siembra, se debe someter a las semillas a un proceso de estratificación. Las plantas de semillero se pueden injertar con un injerto de yema con

astilla o con un injerto de púa. Las plantas de vivero se cultivan mejor en contenedores, ya que las plantas cultivadas al aire libre no se trasplantan fácilmente. En «California Rare Fruit Growers 1996 Fact Sheet» se mencionan las siguientes variedades útiles: Prolific, Sunflower y Taytoo.

Pepino dulce (*Solanum muricatum*)

El nombre español de este fruto, pepino dulce, de la familia *Solanaceae*, se puede traducir en inglés como «sweet cucumber o melon». Algunas veces, en inglés dicha planta se denomina «melon pear». Desde Perú, de donde se supone que es originario, se ha extendido a casi toda América del Sur y América Central, así como a Estados Unidos, España, Islas Canarias, Australia y Nueva Zelanda.

Es una planta herbácea perenne en condiciones favorables libres de heladas, y puede crecer como arbusto de unos 150 cm de ancho y 80 cm de alto. La vegetación está constituida principalmente por hojas simples o por hojas compuestas de tres, cinco o más foliolos. Éstas últimas se parecen a las hojas de la patata. La floración se produce en los nuevos brotes y las flores tienen una forma parecida a las de la patata. Los posteriores crecimientos de brotes y las floraciones se producen de forma similar al crecimiento indeterminado y formas de fructificación de los tomates.

Se tiene constancia de auto-incompatibilidades que impiden el cuajado de los frutos. De igual modo, la polinización puede verse obstaculizada por una liberación pobre de polen y por una mala posición relativa de los estambres y la superficie estigmática. Otros factores pueden intervenir: por ejemplo, las altas temperaturas y las bajas humedades afectan al pepino dulce de la misma forma que al tomate, reduciendo la viabilidad del polen y la formación de las inflorescencias. Sin embargo, en Nueva Zelanda, con algunas selecciones clonales se han conseguido grandes producciones de frutos y rendimientos de frutos inmaduros equivalentes a 120 t ha^{-1}. Desafortunadamente, el proceso de maduración es lento comparado con el del tomate, y, en las zonas donde el período de crecimiento está limitado por las heladas, sólo madurará el 10-24% de los frutos cuajados.

La forma del fruto es variable: puede ser redondo, con forma de melón, alargado e incluso se puede encontrar afilado. El peso del fruto varía en función de los clones y según el

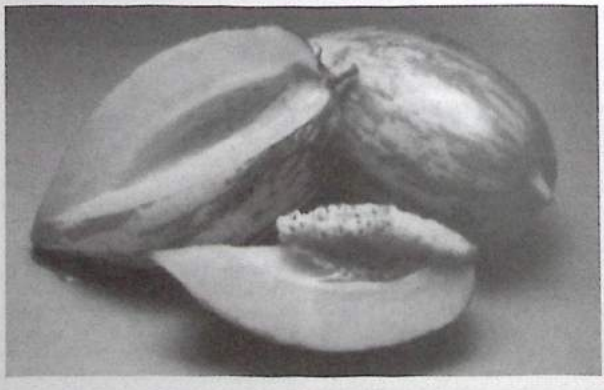


Figura 18.7 Fruto del pepino dulce.

grado de cuajado. El peso de cada fruto puede variar de 100 g a 1 kg. La piel es de un color entre crema y naranja con un sombreado o rayado gris púrpura. La pulpa tiene un color amarillo anaranjado. El fruto suele tener un sabor suave, jugoso y dulce, parecido al del melón, aunque algunas selecciones son de sabor fuerte, amargo e incluso picante.

Las selecciones clonales se multiplican mediante estaquillas de madera suave. Se han detectado diversos virus en el pepino dulce. Se deben usar plantas no infectadas para la multiplicación. Hay una gran variedad de plagas que pueden atacar al pepino dulce, incluidas los ácaros tetraníquidos, moscas blancas y los pulgones.

Este fruto puede convertirse en un cultivo alternativo a los melones; en las zonas más frías, quizás cultivado en túneles de plástico.

Granado (*Punica granatum*)

El granado se ha cultivado durante mucho tiempo en Oriente Medio y en la región del Mediterráneo. Se tiene constancia incluso de que existió en los Jardines Colgantes de Babilonia. Probablemente es originario de Asia central, de la zona entre Irán y los montes del Himalaya (norte de la India). Se trata de un arbusto que puede alcanzar 4 m de altura, sin embargo se pueden encontrar variantes enanas. Es un arbusto de hoja caduca, aunque en zonas con climas cálidos esto no se aprecia fácilmente. Las flores son normalmente de color escarlata, brillante y son muy decorativas. La floración comenzará durante los tres primeros años después del establecimiento de la plantación, aunque probablemente ocurra en el primero.

La granada, mide unos 60-100 cm de ancho y es prácticamente redonda. La piel es amarilla o roja y con textura de cuero. El interior del fruto tiene unas membranas que crean compartimentos donde se ubica la parte comestible del fruto: una dulce y jugosa pulpa rosa en torno a cada semilla. El fruto alcanza la madurez gustativa unos 7 meses después de la floración. Se puede consumir fresco o bien en zumo. Las variedades con semillas blandas son las más apropiadas para consumo en fresco. El fruto debe almacenarse a una temperatura entre 0 y 2°C, con un 80-85% de humedad relativa (HR) y por un máximo de 7 meses.

El granado es más fructífero en climas con inviernos fríos y veranos largos, calurosos y secos. Puede resistir hasta –12°C en invierno. El arbusto tiene fama de tolerar suelos pobres y ambientes secos, sin embargo, si las condiciones del suelo son favorables se asegurará una mejor producción. Se multiplica mejor mediante estaquillas.

Membrillero (*Cydonia oblonga*)

El membrillero no se cultiva de forma extensiva comercialmente, sin embargo, crece en muchos jardines de viviendas privadas. La producción se centra en Europa del este y Asia Menor. El fruto se usa para mermeladas, gelatinas y conservas; puede ser fragante y pequeñas porciones se pueden utilizar para dar sabor a conservas de otros frutos.

El membrillero no crece tanto como el peral, sin embargo requiere condiciones similares para su cultivo. Se puede multiplicar utilizando diversos procesos: por estratificación, estaquillas de madera dura, por acodos, chupones o bien pueden hacerse injertos de púa sobre patrones francos de membrillero o sobre patrones clonales.

Además de las enfermedades típicas de los manzanos y los perales, los membrilleros son susceptibles a dos tipos de podredumbres en las hojas, provocadas por *Fabraea maculata* y *Sclerotinia Cydoniae*.

Tomatillo (*Physalis ixocarpa*)

Se conoce como tomate de cáscara, tomate verde o tomatillo y está relacionado con el alquequenje (*Physalis peruviana*). Tiene unos hábitos similares: produce un fruto envuelto por una cascarilla con aspecto de papel. La baya se puede comer verde, o bien más tarde una vez que se ha vuelto morada y tiene más sabor y dulzura. El fruto se puede utilizar para hacer salsa de chile y aderezos de comidas mexicanas como los tacos o las enchiladas. La planta tiene un eje vertical de 1-1,5 m con diversas ramificaciones. Es una planta herbácea sensible a las heladas y es mejor considerarla

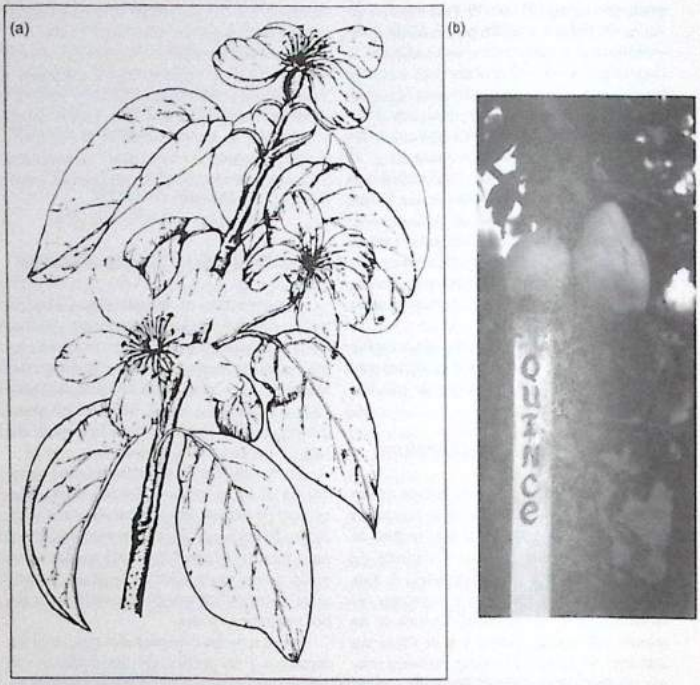


Figura 18.8 (a) Flores del membrillero; (b) membrillo.

como anual. Las primeras flores de las ramas principales producen los frutos más grandes. Las flores laterales y sublaterales no cuajan tan fácilmente y dan lugar a frutos más pequeños. Este fruto se produce y consume ampliamente en México.

Zapote blanco
(*Casimiroa edulis*)

El zapote blanco pertenece a la familia *Rutaceae*. Su nombre crea confusión, ya que sugiere que forma parte de la familia *Sapotaceae*, a la que pertenecen entre otros la sapodilla (*Achras sapote*), el mamey sapote (*Pouteria sapota*) y el caimite (*Chrysophyllum cínato*).

El zapote blanco es originario de las tierras altas de América Central y debe cultivarse en zonas con climas similares a los requeridos por los cítricos. Puede resistir heladas muy esporádicas con temperaturas de hasta –2°C. Se trata de un árbol de hoja perenne, pero puede observarse caída de sus hojas, lo que le da un aspecto de poco cuidado. Las ramas se vencen por el peso de los frutos. Al hacerse adulto, la vegetación pasa de un tono verde claro a un verde oscuro. La floración puede producirse casi todos los meses, sin embargo

es más probable que se produzca en el período de crecimiento de primavera. Las flores se agrupan de 15-20 o más, en panículas, y salen en la parte terminal de los nuevos brotes o en las axilas de las hojas adultas.

El fruto es esférico, ligeramente ovalado, de unos 6-15 cm. de diámetro. Su piel puede ser verde con un tinte amarillento, o, más amarilla que verde. La piel es delgada y no comestible. La pulpa es amarillenta, tierna, grasienta, dulce y suave, excepto por un ligero sabor resinoso. El fruto tiene entre dos y cinco semillas que pueden ocupar un gran volumen. Según dicen, estas semillas son tóxicas, incluso letales si se ingieren.

La selección de variedades tiene que enfocarse a la reducción de la relación semilla-pulpa, así como a la mejora de otras características como el rendimiento, la adaptación a las condiciones climáticas locales y la adaptación a la manipulación y el transporte. El fruto alcanza la madurez gustativa si se recoge justo antes de que madure completamente. Sin embargo, caerá si se le deja madurar completamente en el árbol (se golpea fácilmente). El fruto maduro es más bien blando; lo que significa que hay que recolectarlo y transportarlo antes de que madure completamente.

Un gran número de variedades han sido seleccionadas tanto en Estados Unidos (Wilson, Blumenthal, Pike) como en otros lugares. Las plantas de semillero se injertan mediante un injerto en escudete sobre patrones clonales. Cuando se establece la plantación, se despuntan los árboles jóvenes a 1 m de altura, para favorecer la ramificación. Se puede necesitar hacer más podas para recortar las ramas laterales que se hayan vuelto demasiado largas y dispersas, de la misma forma que en los cítricos.

Se conoce relativamente poco acerca de la nutrición, riego y demás detalles sobre prácticas culturales.

Figura 18.9 Fruto del zapote blanco.

Bibliografía

Aksoy, U., Ferguson, L. and Hepaksoy, S. (eds) (1998) Proceedings of the First International Symposium on Fig. *Acta Horticulturae* 480, 325 pp.

Hernandez-Bermejo, J.E. and Leon, J. (1994) *Neglected Crops: 1492 from a Different Perspective*. FAO Plant Production and Protection Series No. 26, FAO, Rome.

Janick, J. (ed.) (1996) *Progress in New Crops. Proceedings of the 3rd International Symposium*, Indianapolis, Indiana. American Society for Horticultural Science, Alexandria, USA.

Janick, J. and Simon, J.E. (eds) (1993) *New Crops*. John Wiley & Sons, New York.

Janick, J. and Simon, J.E. (eds) (1990) *Advances in New Crops*. Timber Press, Portland, Oregon.

Llacer, G. and Aksoy, U. (eds) (1995) *Underutilised Fruit Crops in the Mediterranean Region*. Proceedings of the first meeting of the CIHEAM Co-operative Working Group on Underutilised Fruit Crops in the Mediterranean Region, Zaragoza (Spain) 1994. Cahiers-Options-Mediterraneennes.

Morton, J.E (1987) *Fruits of Warm Climates*. Creative Resources Inc., Miami, Florida.

Page, RE. (1984) *Tropical Tree Fruits for Australia*. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane.

Pijpers, D., Constant, J.G. and Jansen, K. (1985) *The Complete Book of Fruit*. Admiral, London.

Samson, J.A. (1986) *Tropical Fruits*, 2nd edn. Longman Scientific and Technical, London.

Scaffer, B. and Andersen, P.C. (1994) *Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops*, Vol. 1, *Temperate Crops*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Vietmeyer, N.D. (1989) *Lost Crops of the Incas*. National Academy Press, Washington, DC.

19

Frutos secos comestibles

19.1 Almendros

David Jackson y David McNeil

Figura 19.1 Semillas de almendra.

Probablemente, el almendro se originó en las regiones cálidas y secas de Oriente Próximo y posteriormente fue trasladado por las primeras civilizaciones hacia la zona mediterránea. Se cultiva principalmente en el sur de Europa (España e Italia) y en California, encontrándose también plantaciones en el norte de África (Marruecos), en Oriente Medio (Turquía e Irán) y en la zona equivalente del hemisferio sur (Australia y Sudáfrica). Es mucho menos común en zonas con climas más suaves y más húmedos. La eficiencia de la producción estadounidense está provocando una seria competencia con el resto de regiones productoras del mundo. La producción mundial se cifra en 1 Mt (1995); siendo Estados Unidos, España e Italia los mayores productores.

Las almendras están ganando popularidad como parte de una dieta sana debido a su bajo nivel de grasa saturada (8%), alto nivel de monoinsaturados (70-75%) y moderado nivel de poliinsaturados (15-18%). También poseen altos niveles de α-tocoferol (vitamina E): desde 40 mg hasta 400 mg por cada 100 g^{-1} de aceite en la variedad «Supernova».

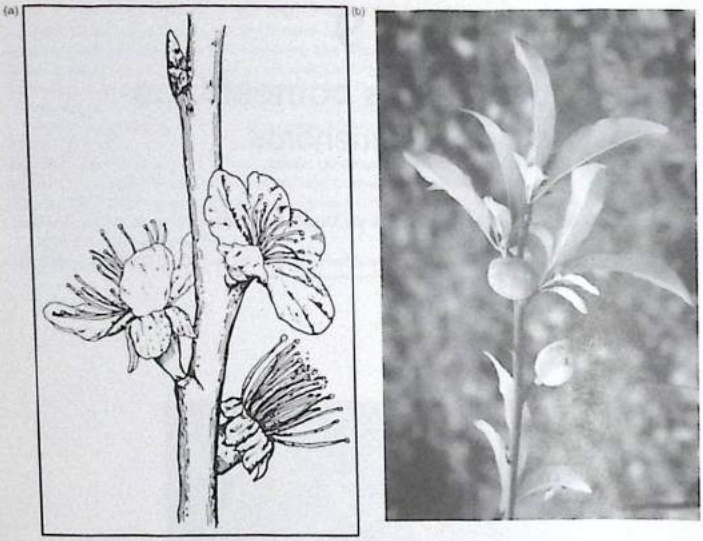


Figura 19.2 Almendros: (a) flores y (b) almendrucos.

Puntos clave

Variedades

La variedad «Nonpareil», cultivada en California, representa el 50% de la producción mundial. Tiene dos ventajas principales: un sabor suave y una cáscara fina, lo que hace que tenga más de un 70% de rendimiento en peso (relación entre el peso de la semilla de la almendra y el peso total de la semilla más la cáscara). Tiene un comportamiento becero. Como consecuencia de ello, la producción californiana, siendo la extensión cultivada un valor estable 165.000 ha, ha oscilado a lo largo de la última década entre 1,1 y 3,3 t ha^{-1} de almendras con cáscara. La otra gran variedad californiana es la «Mission» (Texas) que tiene un 50-60% de rendimiento en peso y un sabor más fuerte. Estas dos variedades se cultivan desde 1900. Posteriores mejoras no han conseguido grandes avances, excepto en variedades utilizadas como polinizadores. Europa tiene numerosas variedades regionales y locales. Sin embargo, todas ellas tienen un rendimiento en peso bajo (Marcona 27%, Tuona 35%) y tienden a ser cultivadas en zonas secas, de forma extensiva. En consecuencia, España, con 615.000 ha, produce unas 0,4t de frutos con cáscara por hectárea, con aproximadamente un 30% en peso de semilla (alrededor de un quinto de la producción californiana). Una de las consecuencias de esto, es que se ha desarrollado en España una nueva industria productora de madera de imitación, a partir de cáscaras de almendra.

Control de plagas

Debido a la utilización de variedades de cáscara fina, más sensibles a las plagas, la industria californiana ha sufrido grandes pérdidas provocadas por el gusano de la naranja navel (*Amyelois transitella*) y por la anarsia del melocotonero (*Anarsia lineatella*, también problemática en Europa). Los daños causados por estos

Tabla 19.1 Almendros.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Almendro *Nombre botánico* *Prunus amygdalus.* *Porte y tipo de planta* Árbol de 4-6 m de altura y 3-4 m en la base. Redondo y parecido a un arbusto. *Sexualidad* Hermafrodita. *Polinización* Las flores son normalmente auto-incompatibles. Es muy importante elegir bien los polinizadores. Polinización entomófila. En Europa se está investigando mucho sobre variedades autofértiles. *Yemas florales* La forma de fructificación es similar a la del melocotonero las yemas florales rodean una yema vegetativa sobre un brote del año anterior. Las flores también se forman en brotes cortos sobre madera vieja. Las flores tienen cinco sépalos, cinco pétalos, un único carpelo y numerosos estambres sésiles. *Desarrollo del fruto* A diferencia de otros frutos de hueso, la pulpa (pericarpio) no se desarrolla en la etapa III, pero durante el proceso de maduración se seca y se abre dejando el endocarpo a la vista. El endocarpo o cáscara puede ser: i) quebradizo y blando, y con cáscara fina; ii) moderadamente blando, cáscara blanda; o iii) cáscara dura. Éste último no se puede romper con la mano. *Desborre* Muy temprano, desde finales de invierno a princi-	*Necesidades de temperatura* En la mayoría de los casos se cultiva en zonas con climas secos, de templados a cálidos. *Resistencia a las bajas temperaturas* Muy problemático, ya que la floración es temprana. Las yemas en botón rosa pueden tolerar de –4°C a –6°C. En plena floración se producen daños a –2°C. *Necesidades hídricas* A menudo se cultiva en áreas secas pero produce más si se riega mucho, especialmente en zonas con precipitaciones anuales inferiores a 500 mm. Más tolerante a la sequía que otros frutales de hueso. *Tolerancia al encharcamiento* No le gustan los climas húmedos, en especial durante la floración y cerca de la recolección. *Tolerancia a la humedad* De moderada a buena. *Tolerancia al viento* Moderada. *Características edáficas* En zonas frías, las parcelas en pendiente pueden ser beneficiosas para controlar las heladas. *Necesidades de suelo* Tolera suelos pobres (particularmente sobre patrones de ciruelo) pero prefiere suelos más ligeros, profundos y fértiles. *Exigencias en nutrientes* Como la mayoría de los frutales de hueso, respon-	*Multiplicación* Por injerto de yema. *Patrones* Se utilizan patrones seleccionados de melocotonero (Nemaguard), ciruelo (Marianna2624, Myro29C) y almendro (Titan). El melocotonero es ligeramente más resistente a enfermedades pero más susceptible a la sequía que el almendro. El ciruelo es menos vigoroso pero resiste el encharcamiento, *Phytophthora*, la podredumbre blanca de las raíces, la agalla de la raíz y del pie y *Verticillium*. Todos tienen algo de resistencia a nemátodos. *Marco de plantación* Antes se plantaban en marcos reales de 6-7,5 m de lado. Actualmente se recomienda un marco de plantación más pequeño de 2 × 4,5 m ya que, al igual que los melocotoneros, los almendros tienen una vida limitada. *Poda y formación* Se forma en vaso y, más recientemente, en eje central (ver arriba y Capítulo 5). Tras la consolidación de la estructura, la poda se limita a mantener un árbol abierto y accesible para las aplicaciones de productos. La poda debe llevarse a cabo, si es posible, antes de la caída de las hojas. *Aclareo* No es necesario. *Laboreo* Cubierta vegetal en las calles y herbicidas en las líneas. Se pueden utilizar métodos de control de malas hierbas en las líneas y en las calles. *Entrada en producción* 3-4 años. *Plena producción* 7-9 años. *Rendimientos esperados* Rendimiento de almendras sin cáscara a 7 × 7 m. 3 años: 1 kg por árbol 5 años: 2 kg por árbol 8 años: 9 kg por árbol Esto equivale a 1,8 t ha^{-1} *Vida productiva* 15-25 años. *Métodos de recolección* Recolección manual o mecánica (varear y después barrer).

(*continúa*)

Tabla 19.1 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
pios de primavera dependiendo de la variedad. *Floración* Ver arriba: las yemas florales se abren antes que las yemas vegetativas. *Maduración* Las almendras maduran en otoño.	de a las aplicaciones de nitrógeno. Se sugiere aplicar el esquema de fertilización expuesto en el Capítulo 11 para frutales de hueso.	*Almacenamiento* Extraer la almendra del pericarpio lo más pronto posible y almacenar en lugar fresco y seco. *Principales plagas y enfermedades* El plomo de los frutales puede ser grave pero no tanto como en los melocotoneros ya que la poda es menos drástica. El tizón bacteriano y la podredumbre marrón pueden causar problemas. Se emplean patrones para la protección contra la agalla de la raíz y del pie, *Phytophora*, *Verticillium*, nemátodos y la podredumbre blanca de las raíces (*Armillaria mellea*).

insectos, permiten la entrada del hongo *Aspergillus* en los frutos, provocando una contaminación por aflatoxinas en muchos de los previamente dañados. Esta micotoxina es a la vez venenosa y cancerígena para los humanos. Los productos químicos utilizados para combatir estas plagas alteraban también el proceso depredador natural de los ácaros y otros insectos, produciendo problemas secundarios. En consecuencia, hoy en día se ha extendido el uso del Control Integrado de Plagas en las plantaciones de California, que utilizan *Bacillus thuringiensis*, ácaros depredadores, parásitos naturales, una rápida recolección, limpiezas y otros métodos de control. Sin embargo, los fungicidas pulverizados cerca de la época de floración pueden seguir siendo necesarios contra enfermedades micóticas, como por ejemplo el cribado del melocotonero, la roya de las flores, la podredumbre marrón, roña y la roya de las hojas. En California el aborto no infeccioso de las yemas es un problema. Se trata de un problema fisiológico que surge con el tiempo en algunos clones de variedades cultivables específicas (Nonpareil y Carmel en particular) y que disminuye los puntos de fructificación.

19.2 Castaños

David Jackson y David McNeil

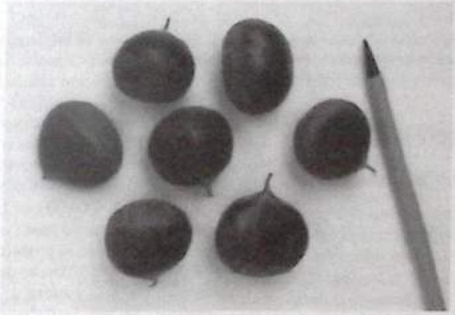


Figura 19.3 Castañas procedentes del híbrido *Castanea crenata* × *C. sativa*.

Unas 12 especies de castaños se originaron en un área extensa de la zona templada del hemisferio norte. Los castaños americanos, europeos, japoneses y chinos se han cultivado con fines alimenticios desde hace mucho tiempo y, en algunos lugares, las castañas han constituido un elemento básico de la dieta. A diferencia de la mayor parte de frutos secos, que tienen un alto contenido en proteínas y bajo en carbohidratos, su alto grado de humedad (~45%), alto contenido en carbohidratos (~50%), bajo en grasas (~1%) y moderado en proteínas (~4%) confieren a la castaña su valor alimenticio. En el sur de Europa, se utiliza normalmente para hacer harina sin gluten; en Japón se utiliza mucho para cocinar y hornear. En otros sitios se tuesta o se utiliza para alta cocina. La producción mundial de castañas fue de 538.511 t en 1998. De éstas, el 64% se cultivó en Asia y el 28% en Europa. China, Corea, Japón (*Castanea mollissima*, *C. crenata*) y Turquía, Italia Croacia, España, Portugal y Francia (*C. sativa*) son los principales productores. En el hemisferio sur (en Australia, Nueva Zelanda,

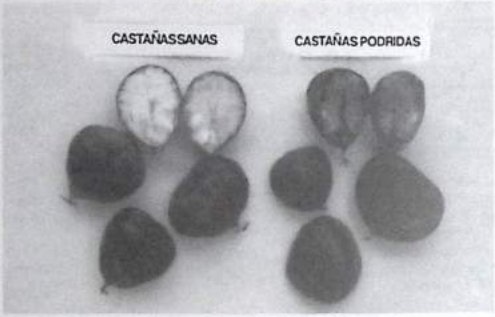


Figura 19.4 Castañas enteras y partidas por la mitad de la especie *Castanea sativa*, después de tres meses de almacenamiento a 4°C: unas sanas y otras infectadas con *Phomopsis*.

Chile y Argentina) se está empezando a producir de forma limitada y muy centrado en el mercado de frutos frescos fuera de temporada.

Puntos clave

Multiplicación

En muchas zonas, en las que se ha intentado obtener castaños mejorados a base de híbridos interespecíficos, el mayor problema que ha surgido ha sido la incompatibilidad del injerto de púa. Dicha incompatibilidad produce la muerte de las púas (variedades) e incluso del árbol, normalmente en los primeros 6-10 años. Parece que existen combinaciones patrón/variedad específicas, que conducen a una mayor mortalidad de los árboles. Por lo tanto, se necesita elegir cuidadosamente la combinación entre la variedad y el patrón franco, para evitar este problema (por ejemplo, conocer los parentales maternos y paternos). A pesar de que el enraizamiento de las estaquillas y el cultivo de tejidos en castaños son posibles, su alto coste y la falta de fiabilidad han impedido su uso.

Roya del castaño

Los castaños *Castanea dentata* y *C. sativa* pueden morir por culpa de esta enfermedad. *C. crenata* es moderadamente susceptible mientras que *C. mollissima* es resistente. La roya del castaño (*Endothia parasitica* o *Cryphonectria parasitica*) ha provocado la pérdida de muchos castaños en América (donde ha eliminado uno de los árboles más comunes en los bosques estadounidenses), Europa (por ej., en Francia la producción anual ha descendido de 400.000 t en 1900 a 10.000 t en 1998), y, hasta cierto punto en Japón. En Europa, el descenso de la producción se ha detenido gracias a la utilización de nuevas razas resistentes y a la mejora de los métodos de control. Se han introducido nuevas cepas hipervirulentas, que evitan la propagación de infecciones destructivas en los castaños *C. sativa*. Este tipo de cepas hipervirulentas micóticas provocan una respuesta tan intensa de protección por parte del árbol, que no sólo no muere el árbol, sino que, además, en su presencia otras cepas más letales no puedan infectar al árbol. En Estados Unidos, la «American Chesnut Foundation» está intentando reforestar el campo mediante la reproducción y distribución de castaños americanos con una decimosexta parte de castaño chino, resistente a la roya. En 1995, tenían 1.000 líneas de cultivo de estos árboles y más de 3.000 en un estado de desarrollo de 7 sobre 8. En Michigan, la «Great Lake Chesnut Alliance» está intentando crear una industria basada en-

Tabla 19.2 Castaños.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Necesidades climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Castaño *Nombre botánico* *Castanea sativa* (castaño común) *C. crenata* (castaño japonés) *C. mollissima* (castaño chino) *C. dentata* (castaño americano) Todas las especies se híbridan entre sí fácilmente y muchas plantaciones comerciales utilizan estos híbridos. *Porte y tipo de planta* Árbol de hoja caduca de gran altura 20-30 m (*C. sativa, C. dentata*) o altura media 10-20 m (*C. crenata, C. mollissima*) y con mucha envergadura, 20-25 m de diámetro. *Sexualidad* Monoico. *Polinización* La mayoría son autoestériles aunque parece que existe algo de autocompatibilidad. Polinización anemófila y entomófila. *Yemas florales* Las yemas son mixtas y se forman lateralmente en los brotes del ciclo anterior. Cuando desborran producen brotes con amentos masculinos en la base, que se abren primero, y una mezcla de amentos masculinos y femeninos se forman más arriba en los brotes. *Desarrollo del fruto* *C. sativa* tiene dos formas: los «Marrons», que tienen en una cáscara de pinchos una única castaña grande, aromática y dulce y las «Chataignes», que se usan más frecuentemente como patrones francos. Éstas últimas tienen dos o tres frutos más pequeños en la cáscara. Tamaño relativo y sabor de	*Necesidades de temperatura* Puede crecer en una gran variedad de climas templados. El calor seco durante la floración puede reducir la polinización y los rendimientos de la cosecha. *Tolerancia a heladas* Daños por heladas de –4°C a –6°C en primavera. *Necesidades hídricas* Necesita un abundante aporte de agua, para producir buenas cosechas. *Tolerancia al encharcamiento* Moderada pero muy susceptible a *Phytpthora* en suelos encharcados. *Tolerancia a la sequía* Pobre cuando el árbol es joven, pero mejora con el tiempo. No obstante, el tamaño de la castaña (y, por lo tanto, su valor) y el rendimiento se reducen bruscamente si falta humedad. *Tolerancia a la humedad* De moderada a buena. *Tolerancia al viento* De moderada a mala en el caso de árboles con ramas largas y verticales. *Características edáficas* Emplear parcelas llanas o con ligeras pendientes, pero evitar las bolsas de aire frío. *Necesidades de suelo* Dado que es un árbol con un sistema radicular profundo, crece mejor en suelos profundos y con buen drenaje. Tolera los suelos pobres pero pro-	*Multiplicación* No es excesivamente difícil de multiplicar y puede hacerse mediante injerto de púa lateral, sobre patrones francos en primavera o injerto de yema en verano sobre variedades en dormición. Se pueden hacer injertos de púa sobre plantas de semillero. Puede multiplicarse mediante estaquillas pero con dificultad. *Patrones* Usar patrones francos de las especies a multiplicar. Ver puntos clave. *Marco de plantación* Normalmente se plantan con marcos reales de 12 m. Si se reduce el marco de plantación hasta 3 m, y posteriormente se hace aclareo o se desplazan los árboles se aumenta la precocidad. *Poda y formación* Se forma en eje central los primeros años. En caso contrario, será necesario una poda mínima. *Aclareo* No es necesario, pero si hay un exceso de producción se reduce el tamaño del fruto. *Laboreo* Posiblemente se comporte mejor con sistemas de no laboreo, aplicaciones contra las malas hierbas o con cubiertas vegetales segadas. *Entrada en producción* 3-5 años con variedades mejoradas. *Plena producción* 10-15 años dependiendo del marco de plantación *Rendimientos esperados* En plantaciones intensivas y bien cuidadas pueden llegar a 8 t ha^{-1}. 5 t ha^{-1} es un rendimiento razonable. *Vida productiva* Probablemente 100 años o más si no está enfermo. *Métodos de recolección* El fruto se recoge manualmente del suelo, tras caer de forma natural o por sacudida del árbol. Puede barrerse o aspirarse mecánicamente. *Almacenamiento* Las castañas frescas pueden almacenarse a 0-1°C, durante 12 semanas o más. Un baño *(continúa)*

Tabla 19.2 *(Continuación).*

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Necesidades climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
otras especies: *C. crenata* – grande e insípida; *C. mollissima* –tamaño moderado, piel fácil de quitar, de sabor dulce; *C. dentata* – pequeña y la más dulce de todas las especies. *Desborre* En primavera. *Floración* A finales de primavera. *Maduración* En otoño.	duce peores cosechas. Cuando se planta en suelos arcillosos o con un subsuelo impermeable, se acorta la vida del árbol. *Exigencias en nutrientes* Produce mejores rendimientos en suelos fértiles. No admite los suelos calcáreos. Responde bien a los aportes de fertilizantes. Ver anotaciones en Nogales.	de una hora en agua a 68°C tras la recolección elimina el moho, no perjudica la castaña y mejora el almacenamiento. Se deben secar perfectamente antes de almacenarlas. Pueden mantenerse hasta 12 meses a 4-5°C si se han secado hasta una humedad del 10%. *Principales plagas y enfermedades* La enfermedad más importante es la roya de la castaña, ver Puntos clave. *Phytothora* puede ser problemática, así como la podredumbre del fruto por *Phomopsis*. Otros problemas son la agalla de la avispa, el gorgojo del castaño y varios barrenadores del tallo.

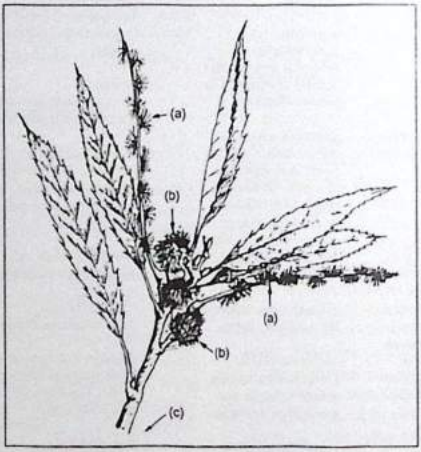


Figura 19.5 Castaños: el crecimiento primaveral se ha originado en una yema lateral de un brote del ciclo anterior. Algunas de las yemas laterales de este brote forman amentos masculinos (a) que tienen flores femeninas en su base (b). Los amentos situados en la parte baja del brote (c) sólo tienen flores masculinas.

teramente en el castaño chino, resistente a la roya.

En cuanto a enfermedades, el otro gran problema es la podredumbre interna de las castañas durante su almacenamiento (Fig. 19.4). Hay toda una serie de agentes patógenos, entre los que se incluye *Phomopsis*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Pestalotia* y *Botrytis*,

que causan problemas. Sus riesgos se disminuyen almacenando los frutos a bajas temperaturas.

Variedades

Los castaños son excelentes productores de madera así como de frutos secos. Por ello todavía existen muchas plantaciones con plantas de semillero en el norte de China, así como bosques naturales explotados en Europa. Las variedades suelen tener un uso muy concreto y a menudo sólo dan buenas cosechas en áreas limitadas. Por ejemplo, ninguna de las líneas de elite asiáticas importadas a Australia o Nueva Zelanda, donde la roya del castaño todavía no existe, ha dado mejores resultados que las selecciones locales. Los castaños presentan «Xenia» (el parental polinizador masculino afecta fuertemente a la calidad del fruto) y por lo tanto hay que seleccionar correctamente las combinaciones de patrón/variedad. En todo el mundo se están haciendo esfuerzos en el campo de la mejora, para la obtención de nuevas especies resistentes a la roya, así como en la búsqueda de frutos «Marron», fáciles de pelar, dulces y de alto rendimiento.

Cosecha y procesado

Los frutos maduros caen con o sin su receptáculo espinoso. Aunque son más difíciles de recoger manualmente, los frutos con receptáculo espinoso son más fáciles de recoger mecánicamente y la proporción de frutos deteriorados en el suelo antes de la recolección es mucho menor. *C. mollissima* suele pelarse más fácilmente que otras especies. Generalmente se utiliza fuego, vapor y se pelan manualmente para conseguir frutos con piel y sin la piel, que normalmente es amarga. La facilidad de pelado de los frutos potencia sustancialmente su comercialización.

19.3 Avellanos

David Jackson y David McNeil

Figura 19.6 Variedades grandes de avellanas «con cáscara» (Ennis) y variedades más pequeñas para industria (Whiteheart), ambas con cáscara y peladas.

Existen alrededor de unas 15 especies de *Corylus* repartidas por las zonas templadas del hemisferio norte. La mayoría de las variedades comerciales son probablemente híbridos del avellano común y el avellano de Lambert (*Corylus avellana* y *C. maxima*).

El 75% de la producción mundial se da en Turquía. La producción se ha mantenido estable durante los últimos 15 años, en torno a las 310.000 ha, aunque a lo largo de este período los rendimientos eran relativamente bajos, entre 0,6 y 1,8 t ha^{-1} de media. Italia (con un sexto de la producción mundial) viene a producir, junto con Oregón, en los Estados Unidos, el 5% de las reservas mundiales. Los fruticultores de Oregón utilizan métodos de producción mucho más avanzados y obtienen rendimientos regionales medios de 1,1-3,4 t ha^{-1}. La producción está cayendo en España (3% del total mundial) debido a los bajos rendimientos

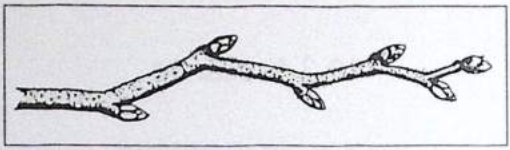


Figura 19.7 Brote de invierno en avellano con yemas apicales y laterales.

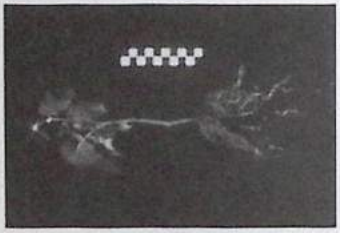


Figura 19.8 Estaquilla de madera suave de avellano multiplicada vegetativamente y lista para su trasplante en campo.

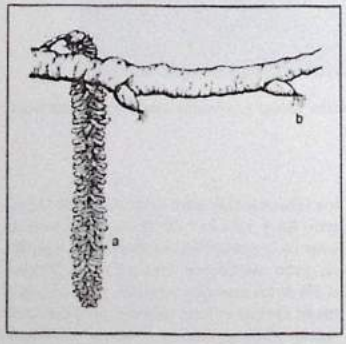


Figura 19.9 Apertura de yemas en invierno o a principio de primavera para producir amentos masculinos (a) o flores femeninas (b).

(0,4-0,8 t ha^{-1}) y los bajos beneficios. La becería es el principal problema, con rendimientos anuales en las áreas de mayor producción que pueden verse afectados de unas campañas a otras por un factor 1/3.

Las avellanas son ricas en ácidos grasos monoinsaturados (en torno al 80% de aceite), pobres en saturados (5%) y poliinsaturados (15%). Son ricas en vitamina E (56 mg 100 g^{-1} en la variedad neozelandesa Whiteheart), proteínas (16%) y fibra (12%).

Puntos clave

La avellana no es difícil de cultivar, pero requiere unos inputs adecuados para conseguir altos rendimientos. El Departamento de Agricultura y la Universidad Estatal de Oregón han desarrollado un sistema integrado de control de plagas en avellanos para reducir los aportes externos. Los agricultores de muchas regiones del mundo están cultivando satisfactoriamente con técnicas ecológicas. Se les aconseja formar la planta como árboles, en vez de permitir que se desarrollen múltiples tallos. Una vez establecido el árbol en forma de vaso, se requieren pocas podas posteriores, excepto para prevenir que el árbol se haga demasiado denso y no permita la correcta penetración de las aplicaciones fitosanitarias y la luz en la vegetación. Un árbol de cada nueve o una línea de cada cuatro deben ser polinizadores. Dichas líneas deben ser perpendiculares a los vientos predominantes de mediados a finales de invierno.

Roya del avellano

Es una enfermedad originaria de América, devastadora para el avellano. Recientemente

Tabla 19.3 Avellanos.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Prácticas culturales*
Nombre común Avellano. *Nombre botánico* *Corylus avellana* (Avellano común) *Corylus maxima* (Avellano de Lambert). Muchas variedades son híbridos entre éstas y otras especies. *Nombre botánico de especies relacionadas* *Corylus americana* (avellano de Florida) *Corylus colurna* (avellano turco). *Porte y tipo de planta* Árbol de hoja caduca, de 4-6 m de altura, 4-5 m de diámetro; todos excepto *C. colurna* que es mucho más alto, tienen tendencia a la formación de chupones. *Sexualidad* Monoica y dicógama; generalmente las flores masculinas se abren primero. *Polinización* Anemófila. Los amentos masculinos sueltan el polen a principios de invierno. Las flores femeninas se abren desde mitad de invierno a primavera y permanecen receptivas durante varias semanas, pero el polen es viable durante un corto período de tiempo. Las variedades polinizadoras deben elegirse de tal forma que se superpongan con las flores femeninas de las plantas a polinizar. *Yemas florales* Las yemas de flores masculinas y femeninas están separadas, son simples, laterales y se forman sobre madera de un año. *Desarrollo del fruto* Después de la polinización, a finales de invierno, el desarrollo del fruto es muy lento. El desarrollo más rápido se produce entre mediados y finales de primavera. *C. avellana* tiene frutos redondeados, no comple-	*Necesidades de temperatura* Se cultivan en un amplio rango de climas templados. *Tolerancia a heladas* Buena. Los flores toleran hasta –8°C. *Necesidades hídricas* Resistente, pero requiere abundantes aportes de agua para obtener buenos rendimientos. *Tolerancia al encharcamiento* De moderada a buena. *Tolerancia a la sequía* Pueden soportar bastante bien la sequía pero entonces el crecimiento será más lento. *Tolerancia a la humedad* Buena. *Tolerancia al viento* Sensible al viento. El crecimiento del árbol y la cosecha serán mejores si el cultivo está protegido. *Características edáficas* Usar parcelas planas o con pendientes moderadas. *Necesidades de suelo* Debido a la tendencia a desarrollar raíces superficiales, crece bien en suelos poco profundos. Tolera bien los suelos arcillosos y los prefiere a los arenosos. *Exigencias en nutrientes* Necesita suelos fértiles con pH próximo a 6. Requiere aplicaciones regulares de N,P,K. Generalmente la deficiencia en boro es un problema en suelos con baja fertilidad. Se recomienda hacer cada 2-3 años un análisis foliar, para controlar los niveles de boro. Se pueden usar como guía las recomen-	*Multiplicación* Se puede multiplicar mediante acodos o por estratificación. No es fácil conseguir que las estaquillas enraicen, pero lo hacen mejor si se han obtenido de chupones. Para conseguir una multiplicación rápida, injertar sobre patrones francos o clonales no procedentes de chupones. Para obtener unos buenos resultados se debe mantener el injerto a una temperatura en torno a 21°C. *Patrones* Se emplean patrones francos de *C. avellana* o *C. maxima* o clonales «Dundee» o «Newburg». Pueden presentarse problemas de compatibilidad si se usan patrones francos de *C. colurna*. *Marco de plantación* El más habitual es 4,5 × 4,5 m. Actualmente, se reduce el marco de plantación (3,6 × 2,4 m) y se realiza una reposición de las plantas más tardías, obteniéndose beneficios antes. *Poda y formación* Se puede dejar que crezcan muchos tallos (o chupones) y que adquiera una forma arbustiva, pero es preferible restringir este crecimiento y dejar que sólo se desarrolle un tronco y darle forma de vaso al árbol. Se deben realizar pequeñas podas para permitir una correcta penetración de la luz, circulación de aire y fomentar el crecimiento de ramos con yemas florales. *Aclareo* No es necesario. *Laboreo* Usar herbicidas en las líneas y cubierta vegetal en las calles. Se puede considerar eliminar por completo las malas hierbas con herbicidas, especialmente cuando se va a recolectar mecánicamente con peines. Se realiza un vareo para eliminar restos antes y después de la recolección. *Entrada en producción* De 4 a 6 años. Más tarde si se emplean patrones francos. *Plena producción* De 10 a 12 años. Más tarde si se emplean patrones francos. *Rendimientos esperados* (con cáscara) 5 años: 2 kg/árbol 8 años: 4 kg/árbol Se pueden conseguir 3,5 t ha^{-1} *Vida productiva* 40 años o más.

(continúa)

Tabla 19.3 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Prácticas culturales*
tamente rodeados por el exocarpo; las avellanas pueden desprenderse del árbol al madurar. *C. maxima* tiene frutos largos completamente rodeados por el exocarpo que se adhiere a la semilla. *Desborre* Las yemas florales masculinas y femeninas se abren pronto (ver más arriba). La aparición de las hojas se produce a principios de primavera. *Maduración* De principios a mediados de otoño.	daciones de fertilización, para cultivos de hoja caduca hechas en el Capítulo 7.	*Métodos de recolección* Recolección manual del árbol (en Turquía) o del suelo, con rastrillos (en Estados Unidos) o con aspiradoras (en Italia). *Almacenamiento* Almacenar sin cáscara en un lugar fresco y seco con una buena circulación de aire. *Principales plagas y enfermedades* El eriófido de la avellana, que hace que se hinchen y se caigan las yemas en primavera, parece ser el más problemático. La mosca blanca y los pulgones pueden causar problemas ocasionalmente. El gusano del avellano es una plaga importante en Oregón, así como la roya del avellano (ver puntos clave).

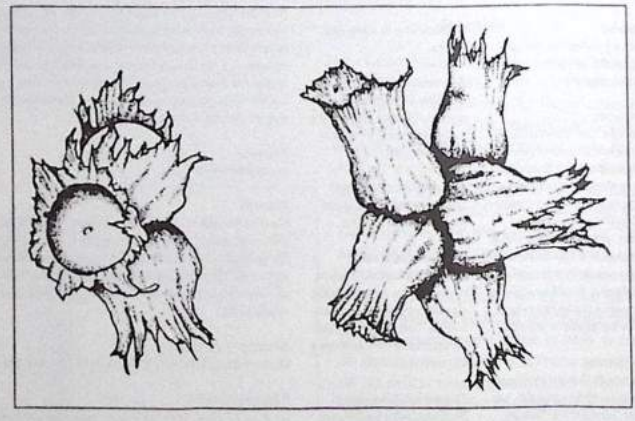


Figura 19.10 Frutos con exocarpo. A la izquierda del tipo Barcelona y a la derecha del tipo Turquía.

se ha extendido a Oregón desde el este y ha alterado completamente los programas de mejora y las prácticas de cultivo. Daviana, un polinizador para la variedad más habitual, Barcelona y sus descendientes (por ej., Ennis) es particularmente sensible. Algunas variedades muestran tolerancia (por ej., Barcelona), incluidas las últimas en aparecer (Willamette, Lewis,

Clark), mientras que otras muestran una tolerancia muy alta (por ej., Tondo di Giffoni). Otras han mostrado en programas de mejora resistencia absoluta, gracias a la inclusión del gen resistente Gasaway (nombre de su descubridor). Hasta ahora no se ha observado esta enfermedad fuera de Norteamérica.

Variedades

Las variedades turcas se cultivan poco fuera de Turquía, debido a la adherencia del exocarpo y su adaptación únicamente a la recolección manual. Las variedades europeas están más orientadas al mercado pequeño de avellanas procesadas (Negret, Tondo di Giffoni, Casina), mientras que las americanas están más orientadas al mercado más importante de frutos secos (Barcelona, Ennis). Otras líneas de cultivo muy extendidas son los polinizadores americanos (Butler) y europeos (Hall's Giant), pero hay numerosas variedades locales y obtenidas a través de programas de mejora que se seleccionan por el rendimiento, la resistencia a las enfermedades, el tamaño del fruto, el rendimiento en peso y la facilidad de pelado.

19.4 Macadamias

Michael Morley-Bunker y David McNeil

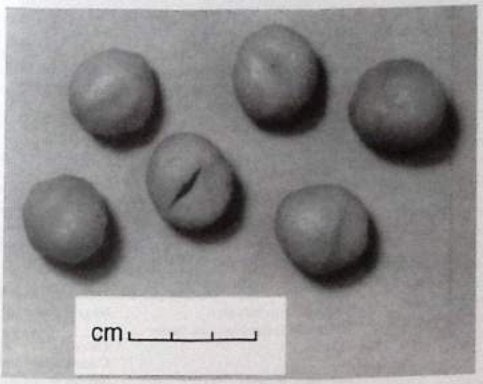


Figura 19.11 Nueces de macadamia.

La macadamia, o nuez australiana, es originaria de Australia. Pertenece a la familia *Protaceae* y está emparentada con las plantas ornamentales *Protea*, *Grevillea* y *Banksia*. De las dos especies más importantes productoras de nueces, *Macadamia integrifolia* y *M. tetraphylla*, la segunda se ha extendido más allá del sur de Australia hasta Nueva Gales del Sur, mostrando una mayor tolerancia al frío. Ha habido alguna hibridación entre las dos especies. Existen otras especies de macadamia pero no se han explotado comercialmente.

Hawai es el mayor productor de nueces de macadamia. Las primeras semillas de *M. integrifolia* fueron plantadas en Hawai en 1878. Hawai tiene 7.800 ha en producción de un total de 9.500 plantadas en 1996, con una producción anual de avellanas con cáscara entre 1992 y 1996 de 22.500 t. Australia tiene una gran superficie plantada, próxima a las 20.000 ha pero muchas de ellas no han entrado aún en producción. Su producción total es similar a la de Hawai. Se está experimentando con selecciones clonales de *M. tetraphylla* en Esta-

Tabla 19.4 Macadamias.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Nombre común Macadamia, Nuez australiana. *Nombre botánico* *Macadamia integrifolia* *M. tetraphylla.* *Nombre botánico de especies relacionadas* *Gevíuna avellana*, que produce nueces comestibles. La familia *Proteaceae* es también importante por la gran cantidad de especies que se usan como plantas ornamentales, como por ejemplo *Leucadendron*, *Hakea*, *Grevillea*, *Banksia*, *Leucospermun* y *Protea*. *Porte y tipo de planta* Árbol de hoja perenne, de 10-15 m de altura, con tendencia a desarrollar brotes verticales de gran grosor. Las ramas crecen formando ángulos agudos y por lo tanto es frecuente que se partan. Se forman 3 ó 4 hojas por nudo en verticilo. Cada hoja tiene una serie de yemas axilares. Las flores son en espiga de 10-20 cm de longitud: entre 75 y 400 flores por espiga. El fruto tiene un exocarpo carnoso y un mesocarpo marrón muy duro. Las semillas tienen 1,5-2,5 cm de diámetro, con un alto contenido en aceite necesario para su procesado (más del 72%). *Sexualidad* Flores hermafroditas. *Polinización* Polinización cruzada. También se puede producir autopolinización pero muestra ciertas autoincompatibilidades. Se pueden introducir abejas en las parcelas. *Desarrollo del fruto* En las primeras fases del desarrollo del fruto, el endosperma es absorbido por el embrión y los cotiledones, hasta que comienza el endurecimiento del mesocarpo, unos 3 meses después de la floración. A partir de este momento aumenta el contenido en aceite hasta la madurez.	*Necesidades de temperatura* *M. tetraphylla* es una planta subtropical originaria del norte de NSW (Australia) y es más tolerante al frío que *M. integrifolia*. Las altas temperaturas (>35°C) durante el período de floración, reducen el cuajado y si se producen durante el engrosamiento del fruto se reduce el rendimiento. *Tolerancia a heladas* Los árboles adultos soportan hasta –6°C en invierno, pero en los jóvenes y los adultos que no hayan lignificado suficientemente durante el otoño, se producirán daños a partir de –3°C. *Necesidades hídricas* Requiere una pluviometría bien distribuida a lo largo del año de 1.000 mm. En su entorno natural, recibe entre 1.500-2.250 mm, principalmente en verano. *Tolerancia al encharcamiento* Soporta lluvias intensas, si se le dota de un sistema de drenaje adecuado. *Tolerancia a la sequía* Cuando hay un período de sequía las nueces son pequeñas, se produce un desarrollo pobre de las semillas y disminuye el rendimiento. Sin embargo, la tolerancia es de media a buena. *Tolerancia a la humedad* Tolera bien la humedad y las lluvias intensas. *Tolerancia al viento* Un anclaje débil y unos ángulos de ramificación malos, hacen de las macadamias un cultivo susceptible a daños y roturas por viento. En zonas con vientos fuertes es esencial proteger el cultivo. *Características edáficas* En zonas marginales son necesarias condiciones cálidas y protegidas y/o laderas soleadas con una buena circulación de aire. *Necesidades de suelo* Las macadamias crecen en una gran variedad de suelos, pero lo ideal es un suelo bien drenado, con pH 6-7 y 1 m de profundidad. No tolera los suelos salinos.	*Multiplicación* La obtención de patrones francos se realiza a partir de frutos y parentales seleccionados. Las nueces deben germinar en un medio cálido, húmedo y bien drenado. También se han realizado estaquillas de hojas y acodos aéreos. Los injertos de yema o de púa son difíciles de realizar. El injerto de yema es muy fiable, pero requiere mucho tiempo. *Patrones* Se pueden usar patrones francos de otras especies. Es preferible utilizar patrones francos de *M. tetraphylla*. Ver puntos clave. *Marco de plantación* Plantar a doble densidad y realizar un aclareo a los 10-15 años del establecimiento de la plantación. Marco inicial: separación entre líneas 4,5 m y entre árboles 2,25 m. *Poda y formación* Podar para crear una estructura sólida de ramas. La poda temprana tiene como objetivo formar un árbol con un eje principal, con ramas a los lados prácticamente horizontales. Las ramas laterales tienden a desarrollarse en espiral. Para más detalles ver los puntos clave. *Aclareo* No se realiza. *Laboreo* Como a menudo se recogen las nueces después de que se caigan del árbol, es deseable mantener el suelo de las calles libre de malas hierbas, mediante laboreo o herbicidas, o con cubierta vegetal segada muy corta. Las líneas deben mantenerse sin malas hierbas, mediante herbicidas. *Entrada en producción* 5-12 años. *Plena producción* 10-15 años. *Rendimientos esperados (con cáscara)* 10-12 años: 30-70 kg por árbol. *Vida productiva* 25-35 años.

(*continúa*)

Tabla 19.4 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Aspectos culturales*
Desborre Hay varios períodos de crecimiento vegetativo intenso, especialmente en primavera. *Floración* Principalmente a mitad de verano. *Maduración* La mayoría de la cosecha se obtiene en invierno.	*Exigencias en nutrientes* Es necesario realizar de 3 a 4 fertilizaciones equilibradas al año, aplicando 5 kg por cada árbol de 10 años. Las macadamias parecen ser sensibles a las deficiencias en un gran número de oligoelementos. Un exceso de nitrógeno puede reducir los rendimientos y producir una gran cantidad de brotes vegetativos débiles o clorosis.	*Métodos de recolección* Ver puntos clave. *Almacenamiento* Se pueden almacenar las nueces secadas al aire con cáscara durante meses en un lugar seco y ventilado. *Principales plagas y enfermedades* La oruga del arrollador, las cochinillas y trips. Las ratas pueden producir daños en las nueces que hay por el suelo. *Phytophthora* (raras veces), antracnosis y botritis pueden causar problemas a veces.

Figura 19.12 Nueces de macadamia inmaduras y hojas.

dos Unidos, Australia, Sudáfrica y Nueva Zelanda, en zonas donde *M. integrifolia* es considerada demasiado delicada. Es importante que las nueces de *M. tetraphylla* igualen la calidad de las variedades de *M. integrifolia*, osea un contenido en aceite del 72% o más, forma y tamaño adecuado (preferiblemente 6-8 g por avellana) y buen rendimiento en peso, por ejemplo, 35-45%. El aceite de macadamia es particularmente alto en ácidos grasos monoinsaturados (alrededor del 78%), aunque también tiene un alto nivel de ácidos grasos saturados (20%) y es pobre en poliinsaturados.

La macadamia se ha introducido como cultivo en muchas regiones y países como California, Guatemala, México, Costa Rica, Brasil, Malawi, Zimbabwe, Nueva Zelanda y Sudáfrica, pero Australia y Hawai producen el 70% del total mundial.

Puntos clave

Selección de variedades

Las variedades fueron desarrolladas en Hawai, para las condiciones hawaianas. Sin embargo, ahora muchas de ellas son seleccionadas en otras zonas para las condiciones locales, en particular en función de los regíme-

Tabla 19.5 Características de las variedades de macadamia.

Variedad	*Especie*	*Origen*	*% semilla*	*Tamaño del fruto*	*Otros*
Keaau	I	Hawai	45	m	V
Keauhou	I	Hawai	39	m-g	C, V, RA
Waimanalo	I	Hawai	38	g	MR, RA, P
Ikaika	I	Hawai	39	m	V
Cate	T	California	40	m-g	P, NB, MR, L
Beaumont	IxT	Australia	40	m-g	L
Elimbah	T	Australia	47	m	L
Vista	IxT	California	46	p-m	P, M

Especies: I, *M. integrifolia*, T, *M. tetraphylla*.
Tamaño del fruto: p, m, g, pequeño, mediano o grande
Otros: C, L, período de recolección corto o largo; P, precoz; MR, moderadamente resistente; NB, no becera; M, V, crecimiento del árbol medio o vigoroso; RA, resistente a antracnosis.

nes de temperatura. *M. integrifolia* se cultiva extensivamente en Hawai y en el norte de Australia; sin embargo en zonas más frías hay mayor interés por *M. tetraphylla* y por los híbridos entre *M. tetraphylla* y *M. integrifolia* (Tabla 19.5). Recientemente se han obtenido en Australia una serie de variedades certificadas. En ensayos llevados a cabo en el sur de Australia, se ha visto que las variedades Daddow y Heilscher pueden tener futuro.

Multiplicación

Las macadamias normalmente se injertan mediante injerto de púa sobre patrones francos de *M. tetraphylla*. Las semillas no tienen ninguna limitación para germinar, se debe retirar el exocarpo pero no romper el mesocarpo. La viabilidad de las semillas disminuye del 100% en el momento de la recolección hasta el 50%, o menos 6 meses después. Se debe colocar la semilla en un sustrato húmedo y con luz, por ej. vermiculita. Las raíces de macadamia son muy sensibles al estrés producido por el trasplante, por lo que hay que tener cuidado cuando se retiran las semillas del sustrato y cuando se trasplantan a campo.

El injerto sobre patrones francos se hace mediante un injerto de púa de cabeza o similar. El injerto es propenso a la deshidratación y a una excesiva reducción de reservas de carbohidratos, debido principalmente a una cicatrización lenta del cambium y un intercambio pobre de savia entre el patrón y la variedad. Se utilizan varias técnicas para superar la deshidratación y la perdida de carbohidratos. Por ejemplo, para aumentar las reservas de carbohidratos, se pueden seleccionar estaquillas de ramas que fueron anilladas 2 ó 3 semanas antes.

Una técnica llamada «injerto en semilla» se ha venido utilizando con éxito. Consiste en cortar por la base un brote de 45-60 cm de longitud, dejando la base y los cotiledones expuestos. Se corta una púa (de 5 mm de diámetro aproximadamente) en cuña, y se inserta en un corte hecho en la base del brote formado a partir de la germinación de la semilla. Ambas partes se impregnan de un sustrato adecuado, hasta que el injerto prenda. Se pueden poner a enraizar estaquillas de brotes terminales, de tres o cuatro nudos de largo. El método del estaquillado no gusta demasiado, ya que tienen tendencia a formar un sistema radicular superficial. En California se han hecho sobreinjertos e injertos en campo. Se ha visto en California, que existe incompatibilidad entre especies cuando se usan patrones de *M. integrifolia* con variedades de *M. tetraphylla*, de ahí que se prefieran los patrones de *M. tetraphylla*.

Ramificación y yemas primarias y secundarias

El objetivo de la poda y formación en los árboles de macadamia es producir una estructura fuerte con un tronco principal y ramas

gruesas que se extiendan a lo ancho. Sin embargo, la tendencia natural de la planta es a formar ramas verticales, con ángulos de inserción en el tronco principal pequeños.

La planta produce una serie de yemas en la axilas de las hojas. Las yemas primarias y secundarias generalmente son visibles. La primaria es más grande y se forma encima de la secundaria. Cuando las yemas primarias empiezan a crecer, tienden a hacerlo en vertical, formando un ángulo pequeño con respecto al tronco principal. Las yemas secundarias crecen con un ángulo más grande, especialmente si la yema primaria o el brote de ésta aún existe.

Lo normal es hacer que se desarrolle un eje central y ramas laterales horizontales a partir de yemas secundarias, comenzando a un metro de altura del suelo. Para formar el eje central despuntar el árbol a 1 m. Esto inducirá la formación de brotes a partir de los verticilos de las yemas; cuando estos rebrotes se han consolidado, se puede dejar sólo uno de los brotes surgidos de las yemas primarias. Si las yemas secundarias no han desborrado, hay que recortar los brotes primarios no deseados hasta tocones de 1 cm, para intentar forzar el desborre de las yemas secundarias, cuyos brotes serán más horizontales. Este proceso de recortar el tallo principal se repite en cada nivel, generalmente a intervalos de 40-50 cm, cuando se quiere disponer la planta en pisos horizontales.

Cosecha y recolección

Las nueces se recogen a mano del suelo. Los expertos recomiendan que se realice entre 2 y 3 días después de la caída de los frutos, de lo contrario disminuye el contenido en aceite y el sabor. Para realizar la recolección se usan máquinas aspiradoras o redes. En Australia, en parcelas pequeñas, se están empezando a utilizar máquinas peinadoras.

Hay que quitar el exocarpo y partir el mesocarpo. La semilla debe tener un peso de 3 g, con un 3% de humedad y representar el 35-45% del peso total del fruto. Las semillas se clasifican en función de su gravedad específica, que indica el contenido de aceite. Grado 1, las semillas flotan en el agua (gravedad específica igual o inferior a 1), indica un contenido de aceite del 72% o superior. Grado 2, las semillas tienen una gravedad específica entre 1-1,025 y se hunden, el contenido en aceite está entre el 66-72%. Una vez clasificadas se procesan, se secan y se tuestan.

19.5 Nogal americano o Pecán

David Jackson y David McNeil

Figura 19.13 Nueces de pecán.

El grupo de las pecán y los nogales americanos está compuesto por unas 20 especies pertenecientes al género *Carya*, originario del este de Norteamérica. Las nueces comestibles a menudo se recogen de forma silvestre, siendo únicamente el pecán el que se ha multiplicado y cultivado de forma extensiva. Las nueces de pecán son más grandes y más aptas para su comercialización. Los nogales americanos son más duros, están mejor adaptados a climas fríos y tienen un sabor muy agradable. Se han realizado cruces entre pecán y nogales ame[illegible] los llamados «hickans», en un intent[illegible] ahora de forma no muy satisfactoria) c[illegible] ner lo mejor de cada uno de los dos gr[illegible] Casi toda la producción mundial de nuece[illegible] pecán se da en la zona sur de Estados Uni[illegible] En 1996 ascendía a 100.000 t, de las e[illegible] Georgia produce casi la mitad. Texa[illegible] México, Alabama, Arizona y Lousian[illegible] producen cantidades importantes. Austra[illegible] produce cerca del 2% mundial. En el pasado, l[illegible]

Tabla 19.6 Pecán o nogal americano.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Prácticas culturales*
Nombre común Pecán o nogal americano *Nombre botánico* *Carya illinoensis* *Nombre botánico de especies relacionadas* *Carya ovata* (shagbark hickory) *C. laciniosa* (shellbark hickory) *C. tomentosa* (mockernut hickory) *Porte y tipo de planta* Árbol grande de hoja caduca, puede llegar a alcanzar 50 m de altura y 35 m de diámetro. Tiene una raíz principal muy larga, lo que dificulta el trasplante, aunque se pueden trasplantar árboles de gran porte, si se realiza la operación con cuidado. *Sexualidad* Monoica y dicógama. Se plantan una gran cantidad de variedades distintas en pequeñas parcelas para asegurar el solape temporal entre la liberación de polen y la receptibilidad de los pistilos. Tiene que haber suficiente solape en las plantaciones grandes con una sola variedad. *Polinización* Polinización anemófila. *Yemas florales* Los amentos masculinos se desarrollan en yemas simples axilares y las yemas florales femeninas son mixtas y terminales; ambas formadas el ciclo anterior. Las flores se desarrollan al final de los brotes que se forman a partir de las yemas terminales. *Desarrollo del fruto* El fruto sigue una curva de crecimiento en S. Tiene tendencia a la becería. *Desborre* En el mismo momento que en los manzanos.	*Necesidades de temperatura* Necesita acumular entre 1.200 y 1.700°C día (T° base = 10°C) para madurar. También necesita horas-frío para un buen desarrollo de las yemas florales. Las semillas requieren un período de vernalización para germinar. *Tolerancia a heladas* Los daños por heladas han sido muy severos en Nuevo México, produciéndose éstas en primavera, otoño e invierno. Se producen principalmente en árboles jóvenes, aunque también en adultos. Parece ser más sensible que el nogal común, aunque se están seleccionando variedades menos sensibles. *Necesidades hídricas* Aunque se desarrolla de forma natural tanto en zonas áridas como húmedas, sus necesidades hídricas en verano son muy elevadas. *Tolerancia al encharcamiento* Moderada, pero desarrolla clorosis, enfermedades en las raíces y asfixia radicular en suelos encharcados. *Tolerancia a la humedad* La lluvia durante la floración dificulta la polinización. Un exceso de humedad provoca enfermedades y problemas con los insectos. *Tolerancia al viento* De poca a moderada, con daños en las hojas y rotura de limbos. *Características edáficas* Usar parcelas planas o con pendientes moderadas. *Necesidades de suelo* Prefiere suelos aluviales profundos.	*Multiplicación* Injerto de púa lateral o de yema (skin o patch). La raíz pivotante larga de las plantas de semillero dificultan el trasplante. *Patrones* Se emplean patrones francos de pecán. *Marco de plantación* Hasta ahora se ha venido plantando en marcos reales de 10-20 m, en función de la fertilidad y el clima. Actualmente se están estableciendo plantaciones con marcos de 4,5 × 9,0; 7,5 × 7,5; ó 4,5 × 4,5, pero estas plantaciones necesitarán aclareos. *Poda y formación* Inicialmente se forma en eje central y después de esto son necesarias pequeñas podas. *Aclareo* Prácticamente no se realiza. En el sur de Estados Unidos, los años con mucha producción, se deja de controlar el barrenador de la nuez, y así se consigue un aclareo natural. *Laboreo* Normalmente se mantiene limpia la calle o con cubierta vegetal de césped muy corto. *Entrada en producción* De 4 a 5 años. *Plena producción* De 15 a 20 años. *Rendimientos esperados* Para variedades buenas, en suelos buenos, plantados a una densidad relativamente alta. 5 años: 1,0 t ha^{-1} 10 años: 3,5 t ha^{-1} 15 años: 4,0 t ha^{-1} *Vida productiva* De 50 a 100 años o más. *Métodos de recolección* Recolección manual de las nueces cuando caen al suelo, se quita la cáscara y se secan. Comercialmente, se varean los nogales americanos y se recogen los frutos con aspiradores mecánicos. También se puede utilizar etefon para favorecer la dehiscencia de la cáscara.

(*continúa*)

Tabla 19.6 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Prácticas culturales*
Floración 2-3 semanas después del desborre. Los amentos masculinos se abren antes que las flores femeninas. *Maduración* En otoño, entre 180 y 220 días después de la antesis.	*Exigencias en nutrientes* El rango óptimo de pH está entre 6-6,5. En Texas, para una plantación adulta, se recomiendan entre 120-200 kg ha^{-1} de N. Sensible a las deficiencias en cinc (especialmente en suelos alcalinos), desarrollando hojas pequeñas y arrugadas.	*Almacenamiento* Almacenar las nueces secas en un lugar fresco y seco con una buena circulación de aire. *Principales plagas y enfermedades* Hay pocas plagas y enfermedades importantes. Las ratas y los insectos come hojas pueden ser muy problemáticos. Phytophthora y Phymatotrichum pueden originar podredumbre de las raíces. La roña es peligrosa a no ser que se empleen variedades resistentes. El gorgojo del nogal americano y el barrenador de la nuez son las peores plagas en Estados Unidos. Susceptible a phylloxera, trips y pulgones, agalla de la raíz y mildiu.

mayor parte de la producción de nueces de pecan se obtenía de plantas procedentes de semillero (francas) o silvestres. La producción a partir de plantas de este tipo ha quedado reducida a unas 23.000 t, obteniéndose ahora la mayor parte de la producción a partir de plantas mejoradas e injertadas. Hacer una estimación de la superficie plantada actualmente es todavía demasiado impreciso.

Figura 19.14 Brotes nuevos en nogal americano (pecán).

Puntos clave

El hábitat natural de los pecan son los estados más al sureste de los Estados Unidos. En consecuencia, cabe esperar que se adaptarán mejor a zonas con climas templados. En el norte de NSW, en Australia, una región cálida, semiárida y con disponibilidades de riego, se han establecido con éxito plantaciones de gran tamaño.

Los pecan son mucho más fáciles de multiplicar que los nogales comunes, y como tienen unas raíces principales largas, los viveros se han dado cuenta que usando macetas largas y delgadas o bolsas, los trasplantes se realizan más fácilmente y con más éxito. Las semillas requieren un período de vernalización antes de germinar.

Existe un amplio rango de variedades disponibles en los Estados Unidos, que permite a los fruticultores alargar los períodos de floración para la polinización, obtener resistencia a plagas y enfermedades, variar las fechas de caída de hoja y cosecha para las diferentes regiones, evitar problemas con las heladas, maximizar la productividad y la calidad en cada región. Una nueva variedad obtenida por la

USDA, Kanza, es resistente a la roña y a la quemadura marginal de las hojas. Cheyenne es una variedad apreciada por la alta calidad de su semilla y Mohawk produce nueces muy grandes. Wichita es muy productiva, pero es sensible a heladas y a los daños por roña.

19.6 Nogales

David Jackson y David McNeil

Figura 19.15 Nueces.

El nogal común se llama en inglés «english walnut» o «persian walnut». De hecho, no es ni de origen inglés ni persa, es originario del Cáucaso, de los Carpatos y de las regiones más al este de Manchuria y Corea. Existen otras especies que son originarias de estas zonas y del norte y sur de América. El nogal negro de Norteamérica tiene valor por su madera, como patrón y en menor medida para consumo de sus nueces. Los frutos de otras especies, como el Nogal japonés o el Nogal ceniciento, se consumen en pequeña cantidad, aunque algunos se plantan o cultivan con fines comerciales. La nuez comestible más importante comercialmente es la del nogal común, *Juglans regia*.

La producción de nueces está muy extendida por todo el hemisferio norte, quedando reducida a cerca de 20.000 t en el hemisferio sur, principalmente en Chile y Argentina, aunque los fruticultores de Nueva Zelanda, Sudáfrica y Australia están mostrando mucho interés en este cultivo. China es el mayor productor, con

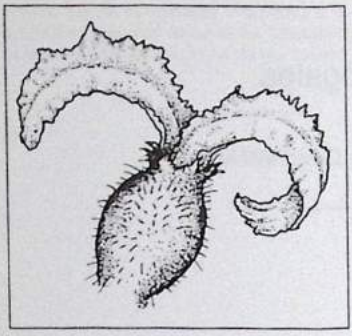


Figura 19.16 Flor femenina.

Figura 19.17 Amentos masculinos.

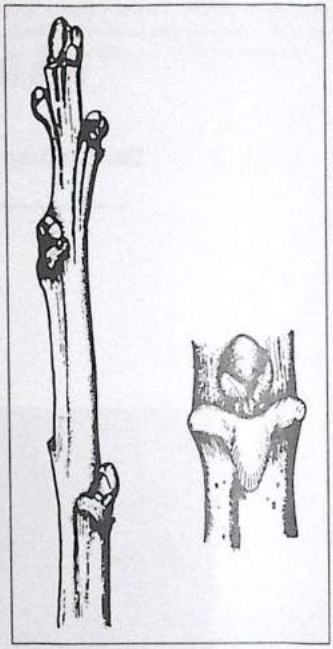


Figura 19.18 Brotes en reposo con yemas.

246.000 t en 1.998 y 120.000 t hace 15 años. Estados Unidos le sigue de cerca, con el 98% de sus 211.000 t producidas en California. Con el 43% de sus cultivos registrados, la producción de los Estados Unidos domina dos tercios del mercado mundial. La producción de Europa del este y Europa occidental ha caído de 140.000 t a cerca de 80.000 t a lo largo de los últimos 15 años. Turquía ha mantenido un nivel estable de producción en torno a 120.000 t a lo largo de este mismo período. La producción en Ucrania e Irán ha superado las 70.000 t/año.

Hay un interés considerable en los beneficios de las nueces para la salud, ya que se ha demostrado que su consumo en cantidades moderadas reduce los niveles de colesterol de baja densidad (LDL), cerca de un 16% en hombres. Este nivel de reducción ha demostrado ser suficiente para disminuir los riesgos de derrame cerebral y de ataque al corazón. Se piensa que estos efectos pueden ser debidos a la combinación en la semilla de fibra (10%), proteína de alta calidad (14%) y principalmente el alto nivel de grasas poliinsaturadas (70%) estando incluidos los ácidos grasos omega-3 y omega-6 que reducen el nivel de triglicéridos y colesterol LDL en sangre respectivamente.

Tabla 19.7 Nogales.

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Prácticas culturales*
Nombre común Nogal común. *Nombre botánico* *Juglans regia.* *Nombre botánico de especies relacionadas* *Juglans nigra* (nogal negro) *Juglans hindsii* (nogal negro americano occidental) *J. ailanthifolia* var. *cordiformis* (nogal japonés) *J. cinerea* (nogal ceniciento). *Porte y tipo de planta* Árbol grande de hoja caduca, alcanza entre 20-30 m de altura, de copa ancha y no especialmente denso. *Sexualidad* Monoica y presenta dicogamia; La liberación del polen se produce antes de que se abran las flores femeninas, aunque en algunos casos ocurre al revés. Para asegurar una buena polinización, lo mejor es seleccionar variedades donde las flores masculinas y femeninas se solapen. *Polinización* Anemófila. *Yemas florales* Los amentos masculinos se desarrollan en yemas simples, laterales, sobre madera de un año. Las yemas florales femeninas son mixtas y terminales (en algunas variedades nuevas son laterales) y también se desarrollan en madera de un año. Las flores se forman al final de los brotes de primavera.	*Necesidades de temperatura* Se desarrolla en climas con temperaturas frías o templadas. Los climas más fríos requieren variedades que maduren más temprano. Las temperaturas muy altas (>38°C) pueden producir daños en la corteza y exocarpo, por lo que se obtendrán frutos de peor calidad. *Tolerancia a heladas* Las heladas tardías de primavera, por debajo de –1°C, pueden dañar las flores, así como los brotes y los árboles jóvenes. *Necesidades hídricas* Necesita al menos una pluviometría anual de 760 mm y en las zonas más secas serán necesarios aportes de riego. Un déficit en el riego (de manera que se produzca un estrés hídrico a mitad de campaña, después de la floración, pero antes de que la planta tenga una demanda muy elevada de carbohidratos para desarrollar los frutos), mejora la floración, el desarrollo de los frutos y reduce el crecimiento vegetativo. *Tolerancia al encharcamiento* Un clima húmedo en el momento de la recolección provoca la aparición de manchas en el mesocarpo y endocarpo. Los árboles pueden resultar dañados si el nivel freático está alto. Necesita que haya un buen drenaje hasta 3 m. Susceptible a la podredumbre de las raíces producida por hongos, cuando el suelo se encuentra encharcado durante largos períodos de tiempo. *Tolerancia a la humedad* Un ambiente frío y húmedo en primavera predispone a los árboles a la peste negra del nogal, que llega a ser una enfermedad realmente seria en los climas más húmedos. *Tolerancia al viento* Crecerá y fructificará mucho más despacio si se expone el árbol a vientos persistentes. También	*Multiplicación* Normalmente se hacen injertos de púa y ocasionalmente injertos de yema. En climas cálidos, se puede multiplicar en campo, en primavera, utilizando estaquillas latentes. Cuando se emplea material vegetal de peor calidad, es necesario hacer un injerto de púa sobre estaquilla, a temperaturas de 26-28°C durante 2-3 semanas. Trabajos recientes han demostrado que se puede incrementar la capacidad de enraizamiento usando Agrobacterium, que induce la formación de tumores en las estaquillas de rama, a través de los cuales pueden salir más fácilmente las raíces. *Patrones* Se pueden emplear patrones francos de *J. nigra*, *J. hindsii* o *J. regia*. El híbrido entre *J. regia* y *J. hindsii* se llama Paradox (más tolerante a nemátodos, pero más sensible a la agalla del pie) y es considerado un patrón de mayor calidad. La peste negra del nogal puede ser problemática en patrones de nogal negro (ver puntos clave). *Marco de plantación* Antiguamente se plantaba en marcos reales de 12-18 m. Actualmente, en California, el cultivo se realiza de forma más densa, recomendándose marcos reales de 9 m. Las plantaciones se pueden realizar al doble o cuádruple de densidad y posteriormente requerirán aclareos. *Poda y formación* Inicialmente se forma en eje central y después de esto son necesarias pequeñas podas de detalle. *Aclareo* No es necesario. *Laboreo* En California, lo normal es el no laboreo si se va a realizar recolección mecánica. El suelo debe estar nivelado y libre de malas hierbas o éstas muy cortas. *Entrada en producción* De 4 a 5 años en variedades buenas y de 8 a 10 años con variedades malas o plantas de semillero. *Plena producción* De 10 a 20 años dependiendo de las variedades y del marco de plantación.

(continúa)

Tabla 19.7 (*Continuación*).

Aspectos botánicos, fisiológicos y anatómicos	*Exigencias climáticas, geográficas, de suelo y agua*	*Prácticas culturales*
Desarrollo del fruto El fruto sigue una curva de crecimiento en S. *Desborre* En primavera. Es uno de los árboles de hoja caduca en los que la formación de las hojas es más tardía. *Floración* El polen es liberado de 10 a 12 días después del desborre. La plena floración femenina se produce entre 15 y 18 días después, aunque puede variar de unas variedades a otras. *Maduración* En otoño.	se puede producir rotura de los limbos. Por lo tanto, es necesario poner protecciones para que se produzca un buen desarrollo durante los años de establecimiento de la plantación. *Características edáficas* Preferiblemente parcelas planas. *Necesidades de suelo* En California se considera que los nogales sólo son rentables económicamente si se cultivan en suelos fértiles y profundos. *Exigencias en nutrientes* Necesita unas cantidades moderadas de nitrógeno y potasio y pequeñas de fósforo. Los nogales responden bien a los aportes de calcio y el encalado permite mantener el pH por encima de 5,8. Se debe realizar un calendario de fertilizaciones, como el expuesto en el Capítulo 7 para árboles de hoja caduca así como análisis foliares regulares para controlar los niveles de los diferentes nutrientes.	*Rendimientos esperados* Para variedades buenas en suelos buenos, plantados a una densidad relativamente alta: 4 años: 1 t ha^{-1} 8 años: 4 t ha^{-1} 12 años: 5 t ha^{-1} *Vida productiva* 50-100 años. *Métodos de recolección* Manual, justo después de que caigan del árbol. Quitar los exocarpos lo antes posible. Se pueden usar vibradores mecánicos y después se aspiran del suelo a contenedores apropiados. *Almacenamiento* Cuando se quitan los exocarpos y el fruto está seco, mantener en un lugar seco, aireado y libre de insectos, en cajas o cubos. *Principales plagas y enfermedades* La peste negra del nogal, *Xanthomonas juglandis*, especialmente en condiciones de humedad. Otros problemas menos importantes son el gusano de la pera y la manzana, el gusano de la naranja navel, los pulgones, los cóccidos y el gorgojo del pecán. Las ratas son un problema cuando los frutos están en el suelo o en el almacén.

Puntos clave

Variedades

La mayoría de las nuevas variedades son altamente productivas sobre ramas laterales, de manera que entran antes en producción. En California, Franquette y Hartley son las variedades productivas más comunes, siendo Sunland y Chandler las más comunes en nuevas plantaciones. Tulare es una variedad aparecida recientemente en Estados Unidos con una piel ligeramente más oscura, mayor rendimiento y un sabor más fuerte que Chandler. Se ha visto que algunas líneas más precoces, por ejemplo Serr, sufren una caída prematura de los frutos y han perdido importancia a pesar de que algunos años eran capaces de producir altos rendimientos de nueces de calidad. Existen otras variedades más específicas que producen: nueces muy grandes pero con menos del 20% de la semilla (Wilson´s wonder); nueces púrpuras (G1239); o nueces más oscuras y de sabor más fuerte (Vina). Europa, la antigua Unión Soviética y otras partes de Asia han producido sus propias variedades.

Multiplicación

El injerto de púa es el mejor método, pero no siempre tiene éxito. En California, el nogal común se injerta en campo sobre patrones francos de Paradox. En las condiciones californianas, estas plantas obtenidas a partir de semillas alcanzarán los 3-4 m de altura en un año. En primavera, se despuntan a 45 cm del suelo, se dejan durante 1-2 semanas, se vuelven a recortar y

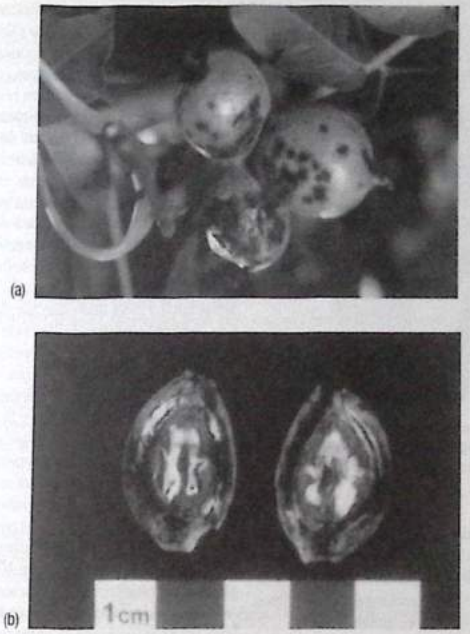


Figura 19.19 Síntomas de la necrosis bacteriana en nogal sobre (a) exocarpo y (b) endocarpo.

se injertan en estaquillas vigorosas de la variedad usando el injerto de púa lateral. Sin estas condiciones que favorecen un crecimiento tan rápido, el injerto en campo es difícil.

Los patrones de Paradox son híbridos entre *J. hindsii* y *J. regia*. Las semillas se seleccionan de árboles de *J. hindsii* cultivados en zonas con árboles de *J. regia* en los alrededores. Estas semillas producen dos tipos de plantas: híbrida, llamada Paradox, que es más vigorosa y tiene foliolos más grandes, y *J. hindsii* que es más débil y tiene foliolos más pequeños. Ambas pueden ser usadas, pero se suele preferir Paradox.

Si se emplean patrones y variedades débiles, lo habitual es hacer un injerto de púa sobre estaquillas y las temperaturas posteriores al injerto son críticas, siendo el óptimo entre 26-28ºC. Las semillas se siembran en maceta o en bolsa. En invierno, después de un año de crecimiento, se cortan, se hace un injerto de púa lateral y se colocan en estufas o invernaderos durante 2-3 semanas. Cuando se ha formado el callo, se retiran las plantas de estas condiciones de temperatura y se pasan a invernaderos con temperaturas frías. Posteriormente en primavera se plantan.

El injerto debe estar cuidadosamente sellado con parafina. Durante la formación del callo se debe mantener una atmósfera húmeda, por ejemplo colocando una bolsa o musgo sobre el injerto.

Se están investigando otras técnicas, pero el vigor, las buenas condiciones sanitarias del patrón y la variedad y unas temperaturas adecuadas parecen ser los factores más importantes que hacen que el injerto se realice con éxito. Hay que

Figura 19.20 Crecimiento nuevo de un brote de nogal en el que se observan las flores femeninas y las yemas para el futuro rebrote.

coger las estaquillas a principios de invierno y colocarlas al aire libre en zonas frías, enterrarlas en arena húmeda o almacenarlas en cámaras de frío. El injerto se puede realizar desde principios de invierno a principios de primavera.

Plagas y enfermedades

La peste negra del nogal (*Xanthomonas juglandis*) es problemática, especialmente en las zonas más húmedas y puede limitar la producción comercial a las zonas con climas más secos. El caldo bordelés (que contiene cobre) o algunas mezclas comerciales que contienen Cu (por ejemplo «Kocide») pueden reducir el riesgo de infección y deben ser aplicadas cuando se detecten los primeros síntomas de desborre y 7-10 días después en climas húmedos. En California, están apareciendo cepas resistentes al cobre y se está investigando con nuevos materiales. La producción ecológica de nueces es viable mientras se permitan las aplicaciones de cobre. En Estados Unidos se han importado del este de Europa variedades de nogal resistentes a antracnosis y roya que están siendo evaluadas. Las podredumbres de la raíz y del pie (*Phytopthora* spp., *Armillaria mellea*) y el chancro de la corteza (*Erwinia rubrifaciens*) también pueden causar problemas en determinados momentos. El gusano de la pera y la manzana infectará a veces las nueces pero generalmente no será lo suficientemente importante como para necesitar aplicar productos para su control.

La peste negra del nogal (virus del enrollamiento de las hojas del cerezo) puede causar la muerte de las células entre el patrón y la variedad y aparece frecuentemente 10 o más años después de establecer la plantación. La causa es un virus que no está presente en todos los países. No se recomienda la importación sin control de material vegetal de otros países. La peste negra del nogal es más frecuente en patrones de nogal negro, incluido Paradox. No se desarrolla en patrones de *J. regia*.

Bibliografía recomendada

Frutos de nuez en general

Brooks, R.M. and Olmo, H.P. (1997) *Register of Fruit and Nut Varieties*, 3rd edn. American Society for Horticultural Science Press.

Duke, J.A. (1989) *CRC Handbook of Nuts*. CRC Press, Boca Baton, Florida.

Janick, J. and Moore, J.N. (1996) *Fruit Breeding*, Vol. 3, *Nuts*. John Wiley & Sons, New York.

Riotte, L. (1993) *The Complete Guide to Growing Nuts*. Taylor Publishers, St George, Utah.

United States Department of Agriculture (1984) *Composition of Foods: Nut and Seed Products*. USDA Agricultural Handbook no. 8-12, USDA Publications, Maryland.

Van Atta, M. (1993) *Growing Family Fruit and Nut Trees*. Pineapple Press, Sarasota, Florida.

Westwood, M.N. (1993) *Temperate Zone Pomology, Physiology and Culture*, 3rd edn. Timber Press, Portland, Oregon.

Whealy, K. (1993) *Fruit, Berry and Nut Inventory*, 2nd edn. Seed Saver Publishers, Decorah, Iowa.

Wickens, G.E. (1995) *Edible Nuts*. FAO Publications, Rome.

Almendras

Barbera, G. (1994) First International Congress on Almonds. *Acta Horticulturae* No. 373.

Micke, W. (1990) *Almond Orchard Management*. ANR Publications, University of California, Oakland, California.

University of California (1996) *Almond Production Manual*. University of California Press, No. 3364, Davis, California.

University of California (1985) *Integrated Pest Management for Almonds*. ANR Publications, University of California Press, No. 3308, Davis, California.

Castaños

Bhagwandin, A.Y. (1996) *The Chestnut Cookbook*. Shady Grove Publications, USA.

Burnett, M.S. and Wallace, R.D. (1987) *Proceedings of the Second Pacific Northwest Chestnut Congress*. Chestnut Growers Exchange, Portland, Oregon.

Goldsborough, G. (1990) *A Beginner's Guide to Growing Chestnut*. Hilton Press, Christchurch, New Zealand.

Roane, M., Griffin, G. and Elkins, J.R. (1986) *Chestnut Blight, other Endotheia Diseases and the Genus Endothia*. American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota.

Tombleson, J. (1995) *Chestnut Growers Handbook*. New Zealand Chestnut Council, Hamilton, New Zealand.

Avellanas

Baron, L.C., Riggert, C., Stebbins, R.L. and Bell, S. (1985) *Growing Hazelnuts in Oregon*. Oregon State University Extension Service Circular 1219/May, Corvallis, Oregon.

Gesprecher, V (1995) *Hazelnuts and More Cookbook*. Graphics Arts Center Publishing Company, Portland, Oregon.

Me, G., Radicati di Brozolo, L. and Romisondo, P. (1994) Proceedings of the Third International Congress on Hazelnut. *Acta Horticulturae* No. 351.

Macadamias

Fitzell, R.D. (1994) *Diseases and Disorders of Macadamias*. Wollonbar Agricultural Institute, NSW Department of Agriculture, Australia.

Ironside, D.A. (1996) *Insect Pests of Macadamias in Queensland*. Queensland Department of Primary Industries, Australia.

Kermond, P. and Baumgart, B. (1996) *The Macadamia: From the Seed to the Supermarket*. Cabnem, NSW, Australia.

O'Hare, P, Loebel, R. and Loebel, I. (1995) *Growing Macadamias in Australia*. Queensland Department of Primary Industries, Australia.

Wagner-Wright, S. (1994) *History of the Macadamia Nut Industry in Hawaii*. Edwin Mellen Press, Hawaii.

Pecán

Herrera, E. (1988) *The Pecan Handbook*. CES New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico.

Manaster, J. (1994) *The Pecan Tree*. University of Texas Press, Austin, Texas.

Rice, W.G. (1994) *Pecans: a Grower's Perspective*. Sunflower University Press, Manhattan, Kansas.

Santerre, C.R. (1994) *Pecan Technology*. Chapman & Hall, New York.

Sparks, D. (1992) *Pecan Cultivars: the Orchard's Foundation*. Pecan Production Innovations, Watkinsville, Georgia.

Thompson, T.E. and Young, F. (1985) *Pecan Cultivars: Past and Present*. Texas Pecan Growers Association, Texas.

Trull, E. (1995) *Nuts about Pecans*. McClanahan Publishing House, Eddyville, Kentucky.

Nogales

Agricultural Issues Center (1994) *The Walnut Industry in California*. University of California, AIC, Davis, California.

Aleta, N., Girona, J. and Tasias, J. (1993) Proceedings of the Second International Walnut Congress. *Acta Horticulturae* No. 311, International Society for Horticultural Science, Wageningen, the Netherlands.

Charlot, G. and Germain, E. (1988) *Le Noyer* CTIFL, Paris (in French).

Chenoweth, B. (1995) *Black Walnut: the History Use and Unrealized Potential of a Unique American Renewable Resource*. Sagamore Publishers, Champaign, Illinois.

Flint, M.L. (1993) *Integrated Pest Management for Walnuts*. ANR Publications, University of California Press, No. 3207, Davis, California.

Gergely, I. and Szentivani, P. (1990) Proceedings of the First International Walnut Congress. *Acta Horticulturae* No. 284, International Society for Horticultural Science, Leuven, Belgium.

Gomes Pereira, J.A., Martins, J.M.S. and Pintode, C. (1997) Proceedings of the Third International Walnut Congress. *Acta Horticulturae* No. 442, International Society for Horticultural Science, Leuven, Belgium.

IPGRI (1994) *Descriptors for Walnuts* (Juglans spp.). International Plant Genetics Resource Institute Publication, Rome.

Ramos, D.E. (1985) *Walnut Orchard Management*. ANR Publications, University of California, Oakland, California.

Tulecke,W. and McGranahan, G. (1994) *The Walnut Germplasm Collection of the University of California*, Davis, California.

University of California (1997) *Walnut Production Manual*. ANR Publications, University of California, No. 3373, Oakland, California.

Vavasour, B.J. (1984) *Growing Walnuts*. NZ Government Printer, Wellington, New Zealand.

Glosario

Acodos:	Formación (natural o artificial) de raíces *adventicias* en trozos de tallos, mientras que todavía están en la planta parental. Es un método de multiplicación de plantas.
Adventicio:	Nace fuera de su sitio, por ejemplo yemas adventicias son aquellas que nacen en una parte de la planta distinta de las *axilas* de las hojas, como por ejemplo en las raíces.
Antera:	El órgano de la planta que contiene el polen.
Antesis:	Deshiscencia de las *anteras*; período en el que se libera el *polen*.
Antocianinas:	Grupo de pigmentos de la planta, responsables del color rojo, morado y azul de las plantas.
Apomixis:	Reproducción a partir de un óvulo no fecundado o a partir de células *somáticas* asociadas con este óvulo.
Autoestéril:	Incapaz de formar semillas por *autopolinización*.
Autofértil:	Capaz de fecundar y formar semillas después de *autopolinizar*.
Autoincompatible:	Incapacidad de fecundar y formar semillas después de la *autopolinización*, porque se produce una reacción entre el *polen* y *estigma* o *estilo*.
Autopolinización:	Polinización de una flor con el *polen* de esa misma planta.
Axila:	Donde la parte superior de la hoja se une con el tallo.
Axila foliar:	Ver *axila*.
Axilar:	Algo que crece en la *axila*, por ejemplo una yema axilar es aquella que se forma en la *axila*, entre el tallo y la hoja.
Becería:	Producción alternativa, un año hay cosecha al siguiente no.
Bráctea:	Hoja pequeña o escama, con un limbo poco desarrollado, situada en una *axila* en la que se está desarrollando el eje de una flor.

Cáliz:	Cubierta exterior de la flor, compuesto por los *sépalos*, normalmente de color verde pero a veces de algún color.
Callo:	Masa de células no diferenciadas.
Carotenos:	Grupo de pigmentos amarillo-rojizos que están distribuidos por toda la planta.
Clon:	Similar a una *mutación*. Una mutación genética de una variedad que se puede multiplicar.
Clorofila:	Pigmento verde de las plantas. Imprescindible para realizar la *fotosíntesis*.
Clorosis:	Fenómeno que se produce en las plantas, donde las partes normalmente verdes se ponen de color verde pálido o amarillo (manchas cloróticas). Se debe a la interrupción de formación de *clorofila*.
Control Integrado de Plagas:	Control de plagas basado en la combinación de control genético y biológico así como métodos de control químico.
Corola:	Verticilo interior de la flor, compuesto por los pétalos, normalmente de colores muy vivos.
Cotiledón:	Hoja seminal, forma parte del embrión de una semilla. Es la primera hoja que se desarrolla cuando la semilla germina.
Cromosoma:	Estructura en el *núcleo* de la célula, que contiene los *genes*, mantiene su individualidad de una generación a la siguiente, y hay un número constante en las células de cada especie.
Cultivo de tejidos:	Crecimiento de tejidos en laboratorio, sobre un medio de cultivo.
Dicogamia:	Las flores masculinas y femeninas se abren en momentos distintos para reducir la autopolinización.
Dioica:	Plantas que tienen las flores masculinas y femeninas en diferentes pies o individuos.
Diploide:	Que tiene dos juegos de *cromosomas*.
Dormición:	Período de reposo. Si se debe a factores endógenos (internos) se llama dormición endógena y representa la incapacidad de la planta de crecer, a pesar de que las condiciones ambientales sean propicias. A menudo se supera tras un período de frío.
Drupa:	Fruto con un endocarpo duro, que contiene una única semilla, encerrada en una pulpa carnosa, por ejemplo la ciruela, melocotón, cereza. A menudo se les llama frutales de hueso.
Drupa de fruto compuesto:	Una *drupa* de un fruto compuesto por un conjunto de *drupas*, por ejemplo las frambuesas, los boysenberries (híbrido de mora con frambuesa).
Edáfico:	Relacionado con el suelo; se puede utilizar para describir el aspecto o la pendiente de un terreno.
Embrión:	Planta rudimentaria en una semilla.
Endocarpo:	Pared interna (dura) de una *drupa*.
Endospermo:	Tejido de reserva que rodea y alimenta al *embrión* de las plantas.

Especies:	Término taxonómico que describe un grupo de individuos muy cercanos, que se hibridan libremente. Es una subdivisión de *género*.
Estambre:	Parte de la flor en la que está el *polen* (parte masculina), formado por la *antera* y el *filamento*
Estaquillas:	Trozos de tallos o raíces de las plantas, que cuando se cubren por la base con suelo, arena, etc., forman raíces y dan lugar a nuevas plantas.
Esterilidad masculina:	Ausencia o no presencia de *polen* en una planta normalmente *hermafrodita*.
Estigma:	Porción del *pistilo* (parte femenina de la flor) que capta el *polen*.
Estilo:	Parte del *pistilo*, pedúnculo que conecta el ovario y el *estigma*.
Estolón:	Tallo trepador, capaz de formar raíces y tallos en sus nudos.
Exocarpo:	Pared exterior (piel) de una *drupa*.
Filamento:	Parte que sostiene la antera.
Fisiología:	Estudio del funcionamiento interno de los organismos vivos.
Floema:	Parte exterior de un brote o tronco, la corteza.
Flor estaminada:	Flor con *estambres* pero sin *pistilos* (es decir una flor masculina).
Flor perfecta:	Flor que tiene *estambres* y *pistilos*.
Flor pistilada:	Flor con *pistilos* pero sin *estambres* (es decir flor femenina).
Fotoperíodo:	Longitud del día, a veces se utiliza para describir de forma específica la cantidad necesaria de iluminación para una función particular de desarrollo de una planta (por ej., la floración).
Fotosíntesis:	Proceso por el cual las plantas verdes sintetizan hidratos de carbono a partir del agua y del dióxido de carbono, utilizando la energía de la luz solar, absorbida por la *clorofila* en los tejidos verdes.
Fungicida sistémico:	Fungicida que es absorbido por la planta y se trasloca por la savia a las diferentes partes de la planta.
Gameto:	Célula sexual- en las plantas la célula sexual femenina es el óvulo y la célula sexual masculina es el grano de polen; tiene la mitad de *cromosomas* que las células *somáticas*.
Genera:	Plural de *genus*.
Género:	Término taxonómico para un grupo o más de especies estrechamente emparentada, por ejemplo, *Juglans nigra* (nogal negro) o *Juglans regia* (nogal inglés).
Grano de polen:	*Gameto* masculino de las plantas.
Hermafrodita:	Individuo con órganos reproductores masculinos y femeninos.
Hibridación:	Cruce entre plantas con información genética diferente.
Híbrido:	Descendiente de un cruce entre dos plantas con información genética diferente.

Hormona:	Sustancia producida en pequeñas cantidades y que tiene un efecto sobre el crecimiento y desarrollo de la planta. A menudo su efecto se manifiesta lejos de su punto de producción.
Inflorescencia:	Parte de la planta compuesta por las flores y los tallos que sujetan las flores.
Injerto de púa:	Unión de partes de individuos independientes, pegando sus tejidos para que se produzca la unión y puedan desarrollarse.
Injerto de yema:	Unir partes de individuos diferentes, usando la yema de una variedad que se necesita multiplicar.
Integral térmica:	Temperatura acumulada durante un período de tiempo dado, normalmente calculado por encima de una temperatura de base de 10°C. Por ejemplo, la integral térmica de Septiembre será: (temperatura media-10) × 30; 30 es el número de días en el mes.
Lóculo:	Compartimento, cámara o cavidad, por ejemplo en el fruto es el *ovario* o la *antera*.
Longitud del día:	Plantas de *día largo* son aquellas cuya floración está inducida por *días largos*, en las plantas de día corto por días cortos. Las plantas neutras son aquellas a las que no le afecta la longitud del día.
Madera dura:	Parte de un brote lejos del ápice, cuya madera está lignificada- se usa para hacer estaquillas de madera dura.
Madera suave:	Parte apical del brote, cuya madera no ha lignificado, usada para hacer estaquillas de madera suave.
Mesocarpo:	Pared intermedia (normalmente blanda) de una *drupa*.
Monoico:	Flores femeninas y masculinas separadas, pero en una misma planta.
Multiplicación vegetativa:	Reproducción asexual, por ejemplo multiplicación a partir de *estolones, injertos, estaquillas*.
Mutación:	Variación brusca en el material hereditario de una célula; los clones de un frutal se pueden obtener de esta forma.
Mutante:	Organismo que ha adquirido una variación hereditaria, como resultado de una *mutación*.
Nivel de pH:	Medida de la acidez o alcalinidad un pH alto (mayor de 7) es alcalino, un pH bajo (menor de 7) es ácido, pH 7 es neutro.
Nucela:	Parte de la semilla con los tejidos maternos.
Núcleo:	Parte central de la mayoría de las células, que contiene los *cromosomas*.
Ovario:	Parte alargada del *pistilo*, en el que nacen las semillas.
Óvulo:	Parte del *ovario* de una planta, que contiene el *gameto* femenino, que tras la fecundación va a dar lugar a la semilla.
Partenocarpia:	Formación de frutos sin fecundación, y normalmente no tienen semillas.

Patógeno:	Organismo que produce una enfermedad.
Patrón:	Material vegetal con buena capacidad de enraizamiento, en el que se injerta una *yema* o una púa del material vegetativo fructífero que se desea cultivar.
Peciolo de la hoja:	Pedúnculo por el que se une la hoja al tallo de la planta.
Pedicelo:	Pedúnculo de la flor o de un grupo de flores.
Perenne:	Planta que continúa su crecimiento de año en año.
Perianto:	Parte más externa, no-sexual de la flor, compuesta por los *estambres* y los *pistilos*, y normalmente formada por el *cáliz* y la *corola*.
Pistilo:	Parte femenina de la flor (en donde está la semilla), compuesta por el *ovario*, el *estilo* y el *estigma*.
Planta de día corto:	Planta que necesita días cortos (o más probablemente noches largas) para inducir la floración.
Planta de día largo:	Planta que necesita días largos (o a lo mejor noches cortas) para que se produzca la iniciación floral.
Planta polinizadora:	Planta que produce polen que puede polinizar la misma planta (autopolinización) u otra distinta (polinización cruzada).
Plantones al azar:	Plantones de parentales desconocidos. Un cierto número de variedades de frutales se han formado por selección de plantones al azar.
Polinización cruzada:	Polinización por otra planta (contrario de *autopolinización*).
Polinizador:	Agente (a menudo un insecto) que transporta y desplaza el polen hasta el *estilo* y el *estigma*.
Poliploide:	Contiene dos o más juegos de *cromosomas*.
Pomo:	«Falso» fruto en el que la parte más externa se forma a partir del *receptáculo* más que a partir del ovario, por ejemplo la manzana y la pera. A menudo se les llama frutos de pepita.
Quimera:	Planta con dos genotipos diferentes. Parte de la planta muta, y su composición genética será diferente a la del parental.
Raza:	Grupo de individuos dentro de una *especie* con un mismo origen. En general grupo más *específico* que *variedad*.
Raza:	Forma vegetativa inesperada que procede de una mutación o de una división somática.
Receptáculo:	Parte terminal del pedúnculo de la flor, en donde se forman las piezas florales.
Reproducción asexual:	Reproducción sin fertilización. En plantas consiste en mutaciones o en *reproducción vegetativa*, por ejemplo estaquillas, púas para injertar.
Resistencia:	Capacidad de evitar o retardar el desarrollo de un *patógeno* o cualquier otro factor dañino (de *inmunidad*).
Rizoma:	Tallo subterráneo, normalmente horizontal. A partir de las yemas *axilares* se forman nuevos tallos y raíces que dan lugar a nuevas plantas; es una fuente de reservas de y una forma de *reproducción vegetativa*.

Selección de yemas:	Selección de yemas en material más desarrollado. Se usa para multiplicación de mutaciones buscadas de variedades de frutales.
Semilla:	Óvulo maduro y capaz de germinar.
Sépalos:	Hojas modificadas de color verde de la flor, que forman el *cáliz* que rodea a los pétalos.
Subgénero:	Grupo taxonómico que describe la subdivisión del *género*, cada subgénero contiene una o más *especies*.
Sustancia/regulador del crecimiento:	Término más general que *hormona*. Puede ser una sustancia producida de forma natural por la planta y/o un producto químico producido artificialmente, y que tiene efectos similares a las hormonas en las plantas.
Taninos:	Grupo heterogéneo de componentes astringentes, que se encuentran normalmente en la corteza, en el fruto sin madurar, en las hojas y en las agallas de la planta.
Tolerancia:	Capacidad de sobrevivir y tener buenos rendimientos en presencia de un *patógeno* destructivo, plaga o condición medioambiental adversa.
Tubo polínico:	Tubo que se forma a partir del grano de *polen germinado*, baja por el estilo hasta el *óvulo* y a través del cual pasan las células espermáticas para fecundar la oosfera.
Unidades frío (Richardson):	Número de horas por debajo de una temperatura umbral (normalmente 7°C) que se necesitan para romper la dormición.
Variedad:	(i) Grupo taxonómico que describe a un grupo de plantas dentro de *especie* o *subespecie*, que tiene algunas características similares, pero en otras *especies* estas características son diferentes. (ii) También se usa para denominar a una variedad mejorada de una planta cultivada.
Variedad:	Se refiere a variedad cultivada; variación de una especie de planta que se conserva gracias a prácticas agrícolas/culturales. Ejemplo de cómo se nombra: *Prunus armeniaca* cv. Moorpark.
Variedad (subespecies):	Variación de una especie, obtenida de forma natural. Se denomina *Sophora microphylla* var. *fulvida*. Los *cultivares* son habitualmente llamados variedades.
Vector del virus:	Agente que expande el *virus*, por ejemplo un pulgón.
Vernalización:	Utilización de bajas temperaturas para romper el *letargo*.
Virus:	Agente submicroscópico, que se multiplica por sí mismo, que infecta a las plantas y a los animales causando enfermedades. Transmitidos en su mayoría por otros organismos, por ejemplo pulgones, gorgojos, hongos; pero también pueden ser transmitidos mecánicamente y ocasionalmente a través de semillas.
Xilema:	Parte interna del brote o del tronco, lo que se denomina madera.

Yema vegetativa terminal: Yema de hoja situada en el ápice de un tallo.

Zigoto: Célula que resulta de la fusión de los gametos. La división celular posterior da lugar a la formación del *embrión*.

Índice alfabético

Abejas, actividad de las, 42
Abonadoras, 180
– centrífuga de disco, 180, 181
– centrífuga pendular, 181
Abonos orgánicos, 131
Abonos vegetales, 131
Abrazaderas, 71
– en la estructura, 72
Ácaro depredador (*Typhlodromas* sp.), 222
Ácaro *Phyllocoptes gracilis*, 251
Ácaro rojo europeo, 195
– (*Panonychus ulmi*), 222
Ácaros cóccidos, psila del peral, 225
Ácaros depredadores, desarrollo en, 149
– y acaricidas selectivos, 149
Ácaros fitófagos, 149
Acca sellowiana, 301
Accel®, 114
Aceite de oliva, 307
– producción, 312
Aceite virgen, 312
Aceitunas de aceite, 307
Aceitunas de mesa, 307, 311
– procesado, 312
Achillea millefolium, 152
Ácido 2-cloro etilfosfónico, 113
Ácido abscísico, 29, 30
Ácido giberélico, 36, 97, 114, 234
– (GA_3), 117
Ácido indolbutírico, 160
Ácido α-naftilacético (NAA), 113, 154
Ácidos, niveles de, 99
Aclareo, 40, 111, 219
– con éxito, 112
– de flores, 111, 112
– de frutales, 111
– de los frutos, 45
– excesivo, 112
– factores ambientales, 115
– manual, 112
– planificación de la operación de, 112
– químico, 113
– – aspectos prácticos del, 115
Acodado, multiplicación por, 165
Acodo de corte y recalce, 164
Acodo de punta, 172
Actinidia arguta, 269, 271
Actinidia chinesis, 271
Actinidia deliciosa, 269, 271
Agalla de la raíz y del pie, 328
Agrobacterium tumefaciens, 251
Agua disponible en suelos, 137
Agua, estimación de la pérdida de, 137
Agua, translocación, 18
Agua útil del suelo, 137
Aguacates, 287
– aspectos botánicos, 289
– cuajado y polinización, 290
– cultivo, 287
– enfermedades, 292
– floración dicogámica, 292
– forma, 288
– fruto, 288
– preferencias climáticas, 288

[Aguacates]
- raza antillana, 288
- recolección, 292
- siembra, 163
- variedades, 288, 291
Aire, circulación de, 107
Albaricoqueros, 191
- aspectos botánicos, 193
- diversidad genética de los, 192
- elección del emplazamiento, 192
- insectos y ácaros de los, 195
- plagas y enfermedades, 195
- poda y formación, 194
- polinización de los, 194
- potencial de los, 191
- regulación de la cosecha, 195
- siembra, 163
- variedades de, 192
- variedades y polinización, 194
Albaricoques, recolección y manipulación, 195
Aliette (alquil fosfato), 292
Almacenamiento, aptitud para el, 104
- condiciones de, 106
- en atmósfera controlada (AC), 108
- hipobárico, 106, 108
- refrigerado, 106, 107
- - con atmósfera controlada, 106
- sin refrigerar, 107
- temperatura, 107
Almendra, semillas de, 325
Almendro, 325
- variedades, 326
Almendros, aspectos botánicos, 327
- plagas, 326
Almidón, 93, 99
- de manzanas y peras, 95
- en plátanos, 94, 95
- uvas y frutos de hueso, 95
Alquequenje (*Physalis peruviana*), 314
Alternancia, 37
Altos rendimientos, 336
Amentos masculinos, 352
Aminoetoxivinilglicina, 116
Amitrol, 136, 152, 153
ANA, 116
ANA y otras auxinas, 117
Anacardo, 7
Análisis de suelo, 133
Análisis foliar, 133
Anarsia del melocotonero, 195
- (*Anarsia lineatella*), 194, 206, 211, 326
Ancylis comptana fragariae, 251
Androceo, 19
Anillado, 41
Annona atemoya, 315
Annona cherimola, 315
Annona muricata (guanábano), 315
Annona squamosa, 315
Antípodas, 39
Antocianinas, 95
Antracnosis, 232, 245, 248, 343
Aparatos de mochila, tracción manual, 186
- tracción mecánica, 186
Ápice de la raíz, crecimiento del, 19
Ápice vegetativo, 19
- y floral, 19
Ápice, zona meristemática del, 18
Apogamia, 39
Aquenios, agregación de, 25
Arándano «*sourtop*», 235
Arándano alto del norte, *Vaccinium corymbosum*, 235
Arándano americano, *Vaccinium macrocarpon*, 235
Arándano común, *Vaccinium myrtillus*, 235
Arándano rojo, *Vaccinium vitis-idaea*, 235
Arándanos, 17, 70, 235
- aspectos botánicos, 236
- Bluecrop, 238
- Brigitta, 238
- cultivados en turberas, 239
- de los pantanos (*Vaccinium uliginosum*), 235
- europeos (*Vaccinium oxycoccus*), 235
- hongo micorriza ericoide sobre, 238
- Jersey, 238
- métodos mecánicos para la poda, 70
- micoplasma, 239
- Nui, 238
- pH en suelos minerales, 238
- plagas y enfermedades, 239
- Puru, 238
- Reka, 238
- rojos (*Vaccinium vitis-idaea*), 235
- Sharpblue, 238
- suelos y sistemas de plantación, 238
- tipo highbush, 239
- variedad O'Neil, 237
Araña roja común, *Tetranychus urticae*, 242
Árbol de la canela, 287
Árbol en vaso, 62
Árbol, vigor del, 36
Árboles adultos, consumo de NPK por hectárea, 133
Árboles en alta densidad, 65
Árboles en forma libre sin eje, 52
Árboles sin ramificar, 58
Árboles tipo arbusto, 124
Armillaria mellea, 356
Arrollador de las fresas, 251

Arrolladores, 195, 225, 237, 248, 275, 299
– y orugas, 211
Asimina (*Asimina triloba*), 319
Aspergillus, 328
Aspersores, 138
– por encima y por debajo, 139
– refrigeración por evaporación, 139
– y heladas, 139
Atomización hidráulica, 184, 186
Atomización neumática, 184, 186
Autofertilidad, 40
Autoincompatibilidad, 40
Auxinas, 29, 97, 116
– sintética, 97
Avellanas, 336
– variedades, 339
Avellano, 11
– roya del, 336
Avellanos, 335
– aspectos botánicos, 337
– siembra, 163
Azúcar/ácido equilibrio, 99
Azúcares, 93, 98
Azufaifo (*Ziziphus jujuba*), 317
Azufre (S), 129

6-BA, 117
Babacos, 8
– (*Carica pentagonia*), 313
Bacillus thuringiensis, 328
Balance hídrico de una plantación, 138
Bandejas, 102
– de plástico, 102
Barrenador de la nuez, 349
Barrenador del limonero, 299
Barrenador del melocotonero (*Synanthedon exitiosa*), 194, 211
Barrenillo (*Scolytus rugulosus*), 194
Barreras artificiales, 15
Barreras cortavientos, 14
– consejos para, 14
Bayas, 23
– de uva niveles de azúcar y ácido en, 94
Becería, 37, 219
Bembicia marginata, 251
Benciladenina, 310
6-Benciladenina (6-BA), 114, 120
Biorreguladores, 97
– empleo de, 111
Bombas, 187
– de baja presión, 187
Bórax, 130
Boro (B), 129, 130
Botrytis, 232, 237, 245, 253, 299, 343
– *cinerea*, 239, 248
Brachyrinus avatus, 251
Brevas, 317
Brote, 18
– de hoja, 18
Brotes, crecimiento de, 29
Budagovsky, series, 217

Caballones, 124
– terreno en, 124
Cabeza de ciervo, 292
Caimite (*Chrysophyllum cinato*), 322
Caja de enraizamiento de las estaquillas de madera, 161
Cal hidratada, 130
Calcio (Ca), 129, 130
Cáliz, 19
Calystegia silvatica, 152
Cambium, 17
Camizo, 152
Campo, capacidad de, 136
Caparreta negra (*Saissetia oleae*), 309
Caquis, 295, 297
– aspectos botánicos, 296
– astringentes, almacenamiento, 299
– – eliminación de la astringencia, 298
– – polinización constante, 297
– caída del fruto, 298
– de maduración media-tardía, 297
– método de recolección, 299
– necesidades en nutrientes, 298
– plagas y enfermedades, 299
– poda y formación, 299
– polinización, 298
– producción de, 297
– tendencia a la becería, 298
Carbaril, 113, 114
Carbonato de calcio, 132
Cardo de Canadá, 152
Carica candamarcensis, 313
Cariópsides, 24
Carotenoides, 95
Castanea crenata, 329, 330
Castanea dentata, 330
Castenea mollissima, 329, 330
Castanea sativa, 329, 330
Castaños, 329
– aspectos botánicos, 331
– cosecha y procesado, 333
– multiplicación, 330
– siembra, 163
– variedades, 333

Cecidophyopsis ribis, 242
Celulosa, 93
Cereza, comercializar la, 200
Cerezo ácido, podas anuales, 201
- crecimiento pendular, 201
- *P. cerasus*, 196
- variedad Montmorency, 200
Cerezo común, 199
- época de poda, 201
- poda, 200
- recolección, 201
Cerezos, 17, 196
- ácidos (*P. cerasus*), 191
- aspectos botánicos, 198
- comunes (*P. avium*), 191
- modernos (*P. avium*), 196
- observaciones, 197
- puntos clave, 196
- siembra, 163
- variedades autofértiles, 200
- variedades modernas, 200
Chancro bacteriano, 204
Chancro de la corona, 282
Chancro de la corteza (*Erwinia rubrifaciens*), 356
Chancro del tallo (*Botryosphaeria corticis*), 239
Chinche, 206, 251
- verde, 278
Chirimoyo (*Annona cherimola*), 315
Cicándula, 239
Cidro, 263, 257
Cinc (Zn), 129, 130
Cirsium aryense, 152
Ciruela pasa italiana, 208
Ciruela Victoria, 208
Ciruelas amarillas tipo huevo, 208
Ciruelas claudias, 208
Ciruelas grandes ovaladas azules tipo Lombard, 208
Ciruelas pasas, 208
Ciruelas, recolección y manipulación, 211
Ciruelos, 207
- aspectos botánicos, 210
- europeos (*P. domestica*), 191), 207
- japoneses (*P. salicina*), 191, 207, 208
- plagas y enfermedades, 209
- poda y formación, 209
- siembra, 163
- variedades y polinización, 208
Citoquinas, 29
Citoquininas, 29, 32, 114
Cítricos, 8
- elección del material vegetal, 258
- patrones, 258
- - más utilizados en, 260
[Cítricos]
- poliembrionía, 258
- siembra, 163
- taxonomía, 258
Citrus maxima, 258
Citrus medica, 257
Citrus, nombres botánicos y comunes, 259
Citrus paradisi, 258, 265
Citrus reticulata, 268
Cladosporium, 284
Clemátides, 24
Clementinas, aspectos botánicos, 267
Climáticas, zonas, 7
Clopiralida, 152
Clorofila, 95
Cloroplastos, 144
Cobalto (Co), 129
Cobre (Cu), 129
Cóccidos, 144, 299
- controlar, 275
- (*Parthenolecanium corni*), 194
Cochinilla, 299, 343
- diaspidida, 275
- *Pseudococcus obscurus*, 242
Colletotrichum spp., 253
- *acutatum*, 278
Compactación del suelo, prevenir la, 134
Concentrados acuosos, 183
Concentrados, emulsionantes, 183
Control químico y biológico, agentes de, 146
Convolvulus, 152
Copa del árbol, control del vigor en la, 57
Cornell Geneva, 217
Corola, 19
Cortavientos, 9
- árboles no muy densos, 14
- cuidado de, 14
- especies, 14
- mantenimiento, 14
Coryllus avellana, 335
Coryllus maxima, 335
Cosechadoras mecánicas, 233
Cosechadoras zancudas, 71
Crecimiento, anti-giberelínicos retardantes del, 119
Cribado del melocotonero, 328
- (*Wilsonomyces carpophila*), 204
Cryphonectria parasitica, 330
Cuajado, 38
- efecto de la luz, 41
- enfermedades e insectos, 41
- factores externos, 40
- incrementar el, 41
- lluvia durante la floración, 41
- localidad y estación, 41

[Cuajado]
- pobre, factores, 39
- temperaturas, 41
Cubiertas vegetales en las calles y herbicidas en las líneas, 135
Cultar®, 119
Cultivo, carga del, 35
Cultivos anuales, tierras para, 153
Cultivos frutales, maquinaria para, 173
Cultivos leñosos, 17
Cultivos, protección de los, 143
Cycocel (CCC), 119
Cyphomandra betaceae, 277

Daminozida, 36, 119
- (Alar®), 116
Daño por masticación, 144
Daño, tipo de, 144
Dátil, 7
Defensa antihelada, funcionamiento, 12
Desarrollo, indicadores de, 100
Desborre, 11
Desecantes, productos, 113
Determinado, pH, 132
Diclorprop, 116
Dicogamia, 40
Dicuat, 152
Diente de león, 152
Difenilamina (DPA), 221
Dinitro-*O*-cresol (DNOC), 113
Diospyros ebenum, 295
Diospyros lotus, 295
Diospyros virginiana, 295
Dominancia apical, 30
- fuerte, 31
2,4-DP, 117
Drupas, 23
- agregación de, 25

East Malling, 217
Efectos indeseables, 13
Eje francés, 59
Eliminación de producciones no deseadas, 115
Elytrigia repens, 152
Embalaje de cerezas, 104
Embalaje de cítricos, 104
Embalaje de frutos en baya, 104
Embalaje de kiwis, 104
Embalaje de manzanas y peras, 104
Embalaje de melocotones, nectarinas, albaricoques y ciruelas, 104
Emplazamiento cálido, 9
Emplazamiento frío, 9
Emplazamiento sin riesgo de heladas, 11
Encharcamiento, 124
Endocarpo, 23
Endotal, 113
Endothia parasitica, 330
Enfermedad de la mancha foliar, *Mycosphaerella ribis*, 242
Enfermedad de los manzanos replantados, 223
Enfermedad de sharka, 209
Enfermedades de la raíz, 253
Enraizamiento, profundidad de, 128
Envero, 98
Eriófido de la avellana, 338
Escaldado en Granny Smith, 221
Espaldera, vista a lo largo de la, 77
Espalderas de soporte, 71
Espalderas verticales, 71
Espalderas, formación y poda, 282
Estambres, 19
Estaquilla en macetas con turba, 163
Estaquilla, tipo de, 158, 159
Estaquillado, multiplicación por, 157
Estaquillas de madera dura, 157, 160
- selección de, 160
Estaquillas de madera semi-dura, 161
- preparación de las, 161
Estaquillas de madera suave, 161
- y semi-dura, estructura al aire libre, 162
Estaquillas, enraizamiento de las, 160
Estaquillas frutales y de frutos, 158
Estiércoles y fertilizantes orgánicos, composición media, 132
Estigmas, 38
Estolones, 255
- multiplicación vegetativa, 254
Estructura Cortina Doble Geneva, 78
Estructura Lira, 78
Estructura Pérgola, 78
Estructura Ruakura en dos pisos, 78
Estructura Scott Henry, 78
Etefon, 36, 97, 113, 118
- concentraciones muy bajas de, 119
- en la maduración del fruto, 118
- etileno precursor del, 118
- pulverizaciones tempranas, 118
Etileno, 30, 96
Etoxiquina, 221
Eubatus, 244
Eucitrus, 258
Euschistus conspersus, 251
Evaporímetro – Tipo A, 137
Evapotranspiración, 13, 136, 137
Excoriosis, 233
Exocarpo, 23

Fecundación, incompatibilidad, 40
Feijoa, 38
- cuajado, 304
Feijoas, 8, 301
- aspectos botánicos, 302
- recolección y almacenamiento, 304
- selección del material vegetal, 303
- siembra, 164
Fenoxiauxinas, 117
Fertilidad en plantación, 133
Fertilización, 38
Fertilizante fosfatado, 130
Fertilizante nitrogenado, 130
Fertilizantes, 129
- dosis y momentos de aplicación, 134
- en dos tipos, 180
- líquidos a través del sistema de riego por goteo (fertirrigación), 134
- líquidos aplicación foliar, 134
- más comunes, 131
- para árboles de hoja caduca, 133
- plantaciones frutales, 132
- ricos en NPK, 129
Fertirrigación, nitrógeno y potasio, 134
Fiesta de los tabernáculos, 257
Filoxera, 232
- de la vid, 151
Floculantes, 183
Floema, 17
Flor, caída tardía de la, 38
- caída temprana de la, 38
- compuesta, 24
- estructura básica, 20
- hipogina, 20
Floración, fecha de, 100
- mejora de la, 118
- momento de la, 11, 97
- tardía, 11
- temperaturas, 41
Floral, diferenciación, 35
- inducción, 35
Flores, 18
- apocárpicas, 20
- dioicas, 21
- femeninas, 21
- formación de las, 18
- masculinas, 21
- monoicas, 21
- periginas, 21
- sincárpicas, 20
- tipos de, 19
- variaciones en los tipos de, 21
Fluazifop-p-butil éster, 152
Fósforo (P), 129, 130
- en suelo, 132
Fragaria ananassa, 254
Fragaria chiloensis, 254
Fragaria virginiana, 254
- *glauca*, 254
Frambuesas, multiplicación, 248
Frambueso europeo, *Rubus idaeus*, 244
Frambuesos, 11, 70, 71, 244
- aspectos botánicos, 247
- cosecha en otoño, 71, 251
- híbridos, 72
- norteamericanos, 72
- plagas y enfermedades, 251
- variedades, 250
Fresadora, 178
- mantenimiento de la, 179
- pulverización del suelo, 178
- regulaciones de la, 178, 179
- ventajas de una, 178
Fresas, 11, 253
- aspectos botánicos, 252
- mejora, 254
- multiplicación, 254
- piña, 254
- producción mundial, 254
- sistemas de cultivo, 255
Fruta de la pasión, 8, 17, 281
- amarilla, 282
- aspectos botánicos, 283
- brote joven, 282
- enfermedades, 282
- púrpura, 281
- siembra, 164
- tipos de espalderas, 285
Frutales, crecimiento de los, 27
- de baya, 69
- de clima templado, preferencias, 9
- de hueso, 62, 191
- - producción intensiva, 64, 66
- de pepita, 213
- lista breve de, 306
- multiplicación de, 157
Fruto, abscisión del, 118
- ácidos del, 95
- agua, 44
- almacenamiento, 104
- aptitud para el almacenamiento, 105
- caída del, 38
- color del, 95, 98
- crecimiento y desarrollo del, 42
- etapas de crecimento del, 43
- factores externos al crecimiento, 44
- factores internos al crecimiento, 42
- forma del, 99
- luz, 45

[Fruto]
- nutrientes, 44
- reblandecimiento, 96
- recolección del, 101
- separación del, 98
- tamaño del, 99, 106
- y madurez, 106
Frutos, 23, 93
- clasificación, 103
- climatéricos, 96
- componentes aromatizantes, 95
- compuestos, 24
- con manchas, 195
- con piel dura, 101
- dehiscentes, 24
- en almacén duración del, 104
- en pomo y de hueso, azúcar en, 94
- indehiscentes, 24
- máquinas de clasificación, 103
- múltiples, 24
- para industria, 101
- plagas y enfermedades, 106
- productos que paran la caída, 116
- refrigerados, almacenar los, 104
- respiración, 96
- secos, 101
- simples, 23
- subtropicales, 7
- templados, 8
- tiernos, 101
- tropicales, 7
- y agua, 105
- y fertilizantes, 105
- y suelos, 105
Fuego bacteriano, 225
- (*Erwinia amylovera*), 222
Fungicidas, 183
- pulverizados, 328
Fusarium, 282, 284
Fuyu, 297

Giberelinas, 29,32, 97, 117
Giberelinas A_4 y A_7, 117
Gineceo, 19
Glifosato, 136, 152, 153
Glufosinato, 154
Golpe de calor, daño por, 13
- evitar el, 13
Gorgojo de la raíz, 241, 251
- *Otiorhynchus salcatus*, 242
Gorgojo del nogal americano, 349
Granada, 321
Granado (*Punica granatum*), 321
Granizo, 15
Gravedad, 31
Grosellas blancas, 243
Grosellas negras, calidad del zumo y momento de la recolección, 243
Grosellas rojas, 243
Grosellero espinoso, *Ribes grossularia*, 240
Grosellero sanguíneo, *Ribes sanguineum*, 243
Groselleros, 11, 17, 69
- Ben, 242
- Ben Lomond, 242
- blancos, 70
- comunes, 70
- cuajado, 242
- espinosos, 11, 70, 243
- - aspectos botánicos, 245
- Hedda, 242
- modelos de plantación de los, 69
- negros, 72
- - aspectos botánicos, 241
- - sistemas de plantación, 242
- - variedades y mejora, 240
- Ojebyu, 242
- plagas y enfermedades, 242
- polinización cruzada, 242
- reversión, 242
- rojos, 70
- - y blancos, 240
- Roodknop, 242
- Sarak, 242
Guayaba, 7
- (*Psidium guajava*), 301
Guayabo pequeño (*Psidium littorale* y *P. cattleianum*), 315
Gusano de la manzana (*Laspeyresia pomonella*), 222
Gusano de la naranja navel (*Amyelois transitella*), 326, 354
Gusano de la pera y la manzana, 354
Gusano de la raíz, 251
Gusano del avellano, 338
Gusano del peral, 225
Gusanos de los frutales, 195

Heladas, 10
- daños por, 11
- de radiación, 10
- invernales, 11
- primaverales, 10
Herbicida total, utilización de, 135
Herbicidas, 152, 183
- climatología, 153
- de post-emergencia, 152

[Herbicidas]
- de pre-emergencia, 152
- mezclas de, 136
Hierro (Fe), 129, 130
Highbush (tetraploide), información genética del, 237
Higos, 317
Higuera (*Ficus carica*), 316
Higuera Adriática, 316
Higuera de Esmirna, 316
Higuera de monte (*C. quercifolia*), 313
Higuera, poda, 317
Hipanto, 20, 23
Hiratanenashi, 297
Hojas, función de las, 30
Hongos del suelo, 282
Horquilla, importancia, 51
Huevos no fértiles, 40
Humedad, control de la, 107

Idaeobatus, 244
Imcompatibilidad cruzada, 40
Indexación, 150
Inducción floral, 35
- agua, 36
- factores, 35
- gravedad, 36
- nutrición, 36
- temperaturas, 36
Inflorescencias, 21
- tipos de, 21
Injerto de cabeza, 167
- (de púa), 169
Injerto de púa sobre estaquilla, 170
Injerto de yema con astilla, 168
Injerto en escudete o en T, 166
Injerto en T o en escudete, 164
Injerto lateral, 167
- (de púa), 169
Injertos de púa, 167
- sobre estaquillas, 167
Injertos de yema, 164, 170
Injertos, máquina de, 171
Insecticidas, 183
Insectos, ácaros y enfermedades, 148
- chupadores, 144
- Hemiptera, 222
- Lepidoptera, 222
Inyectores, 134

Jiro, 297
Jostaberry, 240
Juncia, *Cyperus esculentus*, 152

Kiwis, 8, 11, 17, 85, 269
- aspectos botánicos, 270
- azúcar en, 94
- control de plagas y enfermedades, 275
- estaquillas de madera semi-dura, 273
- estaquillas de madera suave, 272
- estaquillas de raíz, 273
- estructuras de soporte, 85
- monoico, 272
- multiplicación, 272
- poda, 87
- - corta de, 90
- - de las plantas masculinas, 91
- - de las varas, 90
- - de las varas en invierno, 90
- - de mantenimiento, 89
- - de verano, 91
- - de verano y de invierno, 91
- polinización anemófila, 274
- polinización y cuajado, 274
- postes terminales, 87
- pulverizadores, 275
- recolección y almacenamiento, 275
- rendimiento del cultivo, 274
- siembra, 164
- variedades, 271

Laboreo de profundidad, 179
Lamburdas, 35, 37
- laterales, 57
Larva del barrenador del melocotonero (*Synanthedon exitiosa*), 206
Larva del taladro del grosellero, 242
Laurel (*Laurus nobilis*), 287
«L'axe centrale», 60
Lepidópteros, 195
Lepra del melocotonero (*Taphrina deformans*), 204
Letargo de las yemas, 32
- dominancia apical, 32
Letargos, 32
- controlar los, 32
Lignificación, 161
Lima (*Citrus aurantifolia*), 263
Limas, 263
- Rangpur, 263
Limoneros, 263
- aspectos fisiológicos, 264
- Femminello, 263
- grupo Siciliano, 263
- grupo Verna, 263
- material vegetal, 263
- poda de los brotes laterales, 265
- recolección y conservación, 265
- variedades, 263

Limones, 8
- azúcar en, 94
Litchi, 7
Lluvia, 41
Luz, 35, 41
Lygus hesperus, 206
Lygus lineolaris, 206

Macadamia integrifolia, 341
Macadamia tetraphylla, 341
Macadamias, 8, 341
- aspectos botánicos, 342
- cosecha y recolección, 345
- multiplicación, 344
- ramificación, 344
- variedades, 343
Macronutrientes, 129
- deficiencias, 129
Madera, formación de la, 17
Maduración del fruto, temperatura, 97
Maduración, factores, 96
- hormonas y biorreguladores, 97
- luz, 97
- nutrición mineral y agua, 97
- plagas y enfermedades, 97
- proceso de, 93
Madurez, 98
Magnesio (Mg), 129, 130
Magnesio en suelo, 132
Mal cuajado, 112
Malas hierbas, 151
- control de las, 151, 153, 154
- perennes, 152
- - eliminación, 153
- ventajas, 152
Malling, resistencia al pulgón lanígero, 217
Malus bacata, 39
Malus domestica, 39, 213
Malus pumila, 213
Malus sylvestris, 213
Mamey sapote (*Pouteria sapota*), 322
Mancha (*Phytomonas passiflorae*), 282
Mancha bacteriana de las hojas (*X. campestris* pv. *pruni*), 204
Mancha de la hoja septoria, 282
Mancha de sol, 292
Mancha foliar, 241, 278
- (mildíu americano del grosellero espinoso), 245
Mancha foliar por septoria, 284
Mancha grasienta, 284
Mandarinas, 8, 266, 268
- comunes, 268
- híbridos, 268
- tipos de, 268
Manganeso (Mn), 129, 130
Mango, 7
Manipulación, operaciones de, 102
Manzanas, arrugamiento, 221
- cambios en el tamaño de una, 94
- comercializables, 214
- consumo en fresco, 214
- desequilibrios fúngicos, 221
- escaldado superficial, 221
- Malling Merton, 217
- oscurecimiento interno, 221
- picado amargo, 220
- pudrición del centro, 220
- sistemas de formación, 219
- temperaturas para almacenamiento, 220
- tipo lamburda, 215
- variedades Belleza de Roma, 214
- variedades Braeburn, 214
- variedades Delicious, 214
- variedades Fuji, 214
- variedades McIntosh, 214
- variedades Royal Gala, 214
Manzano común, 213
Manzanos, 17
- aspectos botánicos, 216
- elección, 215
- estados fenológicos, 148
- patrones y sistemas de crecimiento, 217
- plagas y enfermedades, 221
- polinización, cuajado y aclareo, 217
- producción mundial, 214
- recolección y almacenamiento, 219
- resistentes a la roña, 151
- selección de variedades, 218
- series Malling, 217
- siembra, 164
- silvestres, 213
- tríploides, 219
- variedades mejoradas de Jonagold, 215
- variedades rojas, 215
- virus en el material vegetal, 215
Maquinaria de pulverización, 183
Maquinaria necesaria para la plantación, 174
Maquinaria, necesidades de la, 173
Maquinaria para el laboreo, 178
Máquinas pulverizadoras, 186
Marchitez bacteriana, 278
Marchitez de las varas, 248
Marchitez permanente, punto de, 136
Marchitez por *Verticillium*, 292
Marionberry, 248
Matsumoto Wase Fuyu, 297
Melocotón, desarrollo de un, 27
- nuevas variedades, 203
- para industria variedades, 202

Melocotonero Golden Queen, 66
Melocotonero O'Henry, 66
Melocotonero, virus, 204
Melocotonero y nectarino, enfermedades, 204
Melocotoneros, 202
- plagas y enfermedades, 204
- poda y formación, 204
- siembra, 163
- y nectarinos aspectos botánicos, 205
Melocotones de hueso pegado, 202
Melocotones, polinización, 203
- producción mundial, 202
- y nectarinas recolección y manipulación, 206
Membrillero (*Cydonia oblonga*), 321
Membrilleros, siembra, 164
Meristemo apical, 18
Meristemos, 17
Mesocarpo, 23
Mesoclimas, 8, 9
Metil azinfos, 149
Micorriza, investigaciones, 239
Microclimas, 8
Micronutrientes, 129
- deficiencias, 129
Micropilo, 22
Mildíu, 241
- algodonoso, 232, 250
- americano del grosellero espinoso, (*Sphaeroteca mors-uvae*), 243
- en el nectarino, 204
Milenrama, 152
Minerales en los suelos, 132
Mirobolán, 208
Modelo de formación con varios ejes, 53
Molibdeno (Mo), 129
Momificado de las bayas (*Monilinia vaccinii-corymbosi*), 239
Monilinia sp., 204
Monophadnoides geniculatus, 251
Mora con frambuesa, híbrido de, 246, 248, 250
Mora dulce con mora, híbrido de, 246, 250
- youngberry, 248
- - híbrido de, 246
Morera negra, moral (*Morus nigra*), 318
Morus alba, 319
Morus rubra, 319
Mosaico amarillo de las yemas PNRSV, 204
Mosaico arabis, 278
Mosaico del pepino, 278
Mosaico del tamarillo, 278
Mosca blanca, 278, 338
Mosca de la fruta, 299
Mosca del frambueso, 251
Mosca del olivo (*Bactrocera oleae*), 309
Mosca del olivo (*Dacus oleae*), 309
Mosto y vino de calidad, obtención, 233
Mulching, 136
Multiplicación, acodo corte y recalce, 164
- de árboles, 157
- vegetativa, 163

Naftaleno acetamida (NAM), 113
Naranjas, 8
- azúcar en, 94
- comunes grupo de, 260
- pigmentadas, 263
- redondas Hamlin, 263
- Washington Navel, 263
Naranjillo (*Solanum quitoense*), 319
Naranjo dulce, 257
Naranjo trifoliata, *Poncirus trifoliata*, 259
Naranjos, control de plagas y enfermedades, 262
- dulces, aspectos botánicos, 261
- - *Citrus sinensis*, 259
- - variedades de, 260
- forma general del cultivo, 262
- fructificación y recolección, 262
- variedades, 263
- Washington navel, 40
Navel, grupo de, 260
Nebulización, unidad de, 162
Necrosis bunchstem, 233
Nectarinas, 202
- producción anual de, 203
Nectarinos siembra, 163
Níspero (*Mesipilus germanica*), 318
Nísperos del Japón, 8
- (*Eriobotrya japonica*), 317
- siembra, 163
Nísperos, siembra, 164
Nitrato potásico, 130
Nitrógeno (N), 129, 130
Nivel freático, 124
- determinación del, 124
- estudio más profundo, 128
N-Metil carbamato de 1-naftilo, sevin, 114
Nogal americano, 347
- aspectos botánicos, 348
Nogales, 11, 17
- aspectos botánicos, 353
- multiplicación, 354
- patrones de Paradox, 355
- variedades, 354
Nudo, 75
Nueces para la salud, 352
Nuez australiana, 341
Nutrientes antes y después de la plantación, 132

Nutrientes, deficiencias en, 129
- guía sobre las deficiencias, 130

Oberea bimaculata, 251
Oídio, 195, 278
- (*Sphaerotheca pannoca*), 204
- en el manzano, 147
- - (*Podosphaera leucotricha*), 222
Olallieberry híbridos, 248
Olivar, poda y formación, 309
Olivos, 305, 307
- aclareo de frutos, 310
- aspectos botánicos, 308
- cuajado de frutos, 310
- explotación moderna, 310
- floración, 310
- fruta recogida mecánicamente, 311
- recolección, 311
- variedades cultivables, 307
Oosfera, 22
Oruga de los cítricos (*Xylomyges curialis*), 209
Oruga de plusia, 278
Oruga del arrollador, 343
Oscurecimiento interno, pudrición del centro, 221
Ovario sincárpico, 23
Ovario súpero, 20
Ovarios apocárpicos, 22
Oxalis *Oxalis latifolia*, 152

Psidium guajava, 315
Paclobutrazol, 36, 119
Papaya, 7
Papeda, 258
Paracuat, 136, 152, 154
Partenocarpia, 39
Passiflora, 281
Passiflora edulis, 281
Pastoreo, terrenos en, 153
Patógenos micóticos, drenaje del suelo, 150
Patrones, 31
- clonales, 31
- enanizantes, 32
- - M.9, 58
Paturyl 10 WCS, 120
Pecán gorgojo, 354
Pecán hábitat natural, 349
Pecán siembra, 163
Pepino dulce (*Solanum muricatum*), 320
Peral en espalderas, formación, 228
Peral europeo, *Pyrus pyrifolia*, 225
Peral resistentes al fuego bacteriano, 151
Perales asiáticos, patrones francos, 227
Perales en el este de Asia, *Pyrus pyrifolia*, 225
Perales europeos, aclareo, 227
- patrones, 227
- puntos clave, 227
- y asiáticos aspectos botánicos, 224
- y asiáticos variedades y polinización, 226, 227
Perales, siembra, 164
Perfiles edáficos, ejemplos de, 126
Peria fragariae, 251
Pericarpo, 23
Persea americana, 287, 290
Persea schiedana, 290
Peste negra del nogal, 354, 355
Pesticidas, 146
- resistencia a los, 148
Pétalos, 19
Physalis peruviana, 321
Phytophthora, 151, 204, 237, 251, 253, 282,284, 356
Picado amargo, 220, 284
Pinzamiento, agentes químicos, 120
- manual, 120
Piña, 7
Placentación, 20
Plagas, biología de las, 144
- ciclo vital de las, 145
- control, 144
- - biológico, 149
- - cultural, 149
- - químico, 146
- daños por, 144
- de insectos y ácaros, 144
- del manzano, 145
- directas, 144
- esporádicas, 143
- indirectas, 144
- inducidas, 144
- manejo de las, 148
- principales, 143
- tipos de, 143
- tratamiento integrado, 151
- y fruto, 144
Planta edad y vigor de la, 41
Plantación, 53
- con siete líneas con postes en T, 88
- establecimiento de la, 150
- higiene en la, 150
- mantenimiento del suelo, 134
- primer invierno, 55
- reposición de nutrientes, 133
Plantas dioicas, 40
Plantas, elementos minerales, 129
- ensayos para patógenos, 150
- huésped, 150

[Plantas]
- leñosas, crecimiento de las, 17
- libres de virus conocidos, 150
- necesidades básicas de las, 123
Plátano, 7
Plomo de los frutales, 248, 328
- (*Chondrostereum purpureum*), 204
- verticilosis, 245
Poda, 40, 47
- aspectos prácticos, 50
- calidad del fruto, 48
- costes de laboreo, 48
- de detalle, 62, 63
- de invierno, 49
- - en el vigor de los brotes, 49
- - sobre la floración, 49
- de la vid, 79
- de las varas, 80
- de mantenimiento, 57, 64
- de verano, 50
- del primer año, 64
- del segundo año, 65
- del tercer año, 65
- drástica, 52
- el aspecto del árbol, 47
- la introducción floral, 48
- manual, 47
- mecánica, 47
- mínima, 63
- realizar la, 58
- respuesta de los árboles a la, 49
- uso de maquinaria, 49
- y enfermedades, 48
- y rendimiento, 48
Podosphaera tridactyla, 204
Podredumbre blanca de las raíces (*Armillaria mellea*), 328
Podredumbre de la raíz, 278
- *Phytophthora*, 251
- (*Phytophthora cactorum*), 240
Podredumbre de las flores, 275
Podredumbre de las raíces, 251, 284
Podredumbre de las raíces y el pie (*Phytophthora*), 223, 356
Podredumbre de los frutos, 195
Podredumbre del fruto (*Phomopsis vaccinii*), 239
Podredumbre del fruto *Botrytis* spp., 251
Podredumbre marrón, 328
Polen, 22, 39
- granos de, 39
- viable, ausencia de, 39
- y estigma, 38
Polietileno, instalación de films, 154
- negro, 154
- - en plantaciones de arándanos, 154
Polilla del olivo (*Prays olleelus*), 309
Polilla oriental del melocotonero (*Grapholita molesta*), 206
Polinización, 38
- anemófila, 38
- cruzada, 11, 40
- entomófila, 38
Polinizadores Braeburn, 219
Polinizadores Gala, 219
Polinizadores Golden Delicious, 219
Polvos mojables, 183
Pomelos, 258, 265
- aspectos botánicos, 266
- duncan, 265
- marsh, 265
- variedades, 265
Pomos, 24
Poncirus trifoliata, 263
Post-almacenamiento, factores, 108
Poste terminal de anclaje, 86
Poste terminal de forma horizontal, 86
Postes terminales, montaje de, 77
Potasio (K), 129, 130
Potasio en suelo, 132
Pratylenchus penetrans, 254
Pre-almacenamiento, 104
Producto sistémico, 183
Productos de contacto, 183
Productos químicos, contaminantes, 188
- formulaciones químicas, 183
- modos de acción de los, 183
Prohexidione-Ca, 119
Promalin®, 117, 120
Prunus armeniaca, 191
Prunus avium, 200
Prunus cerasus, 200
Prunus fruticosa, 200
Prunus persica, 202
Pseudomonas viridiflava, 275
Psidium guajava, 315
Pulgón de la grosella (*Hyperomyzus lactucae*), 242
Pulgón lanígero del manzano, 144, 151
- (*Eriosoma lanigerum*), 222
Pulgón verde del melocotonero, (*Myzus persicae*), 206
Pulgones, 194, 338
Pulpa, características de la, 99
Pulverización de espejo, 185
Pulverización de ranura o chorro plano, 185
Pulverización, gotas de, 184
Pulverización neumática, condiciones, 186
Pulverización, suministro de agua, 188
Pulverización, volúmenes de, 184

Pulverizaciones, alcance de las, 53
- de bajo volumen, 184
- de gran volumen, 184
- ultra bajo volumen, 184
Pulverizador, elegir un, 188
- hidráulico, elementos básicos, 187
- neumático, 187
Pulverizadores, calibración, 188
- centrífugos, 185
- con boquillas hidráulicas, 186
- de productos químicos, 183
- en tractores, 187
- manejo de los, 185
- neumáticos, 186
- suspendidos, 186
Pumelo y mandarina, hibridación artificial, 268
Pumelos *Citrus maxima*, 265
PWV (*Passiflora woodiness virus*), 282

Quelato de hierro, 130
Quelatos de cinc, 130
Quemadores, empleo de, 12

Rabbiteye (hexaploide), 237
Raíces, 18
- crecimiento de las, 33
- factores de crecimiento de las, 33
- función de las, 33
- subterráneas, 18
- y planta en general, relación entre, 34
Raíz, estructura de la, 33
Rama principal, métodos de elegir la, 89
Rama, sección transversal, 17
Ramas, formación del piso bajo, 55
- uniones de las, 53
Ramificación, agentes que inducen, 120
Ranúnculo, 24
- *Ranunculus repens*, 152
Recogida no selectiva, 101
Recogida selectiva, 101
Recolección, contenedores para la, 102
- cubos para la, 102
- procedimientos para la, 102
Repilo (*Cycloconium oleagina*), 309
Retain®, 116
Ribes grossularia, 240
Ribes nigrum, 240
Ribes rubrum, 240
Ribes sativum, 240
Riego, 136, 137, 139
- controladores automáticos del, 140
- por aspersión, 12, 138
[Riego]
- por goteo, 139
- por inundación, 138
- tipos de, 138
Riesgo de heladas, regar el árbol, 12
Romaza, 152
Roña (*Cladosporium carpofilum*), 204
- de las ramas, 239
- del manzano, 147
- del peral, 225
- o moteado del manzano (*Venturia inaequalis*), 222
- y la roya de las hojas, 328
Rotocultores, 178
Roya de las flores, 328
Roya del avellano, 338
Roya del castaño, 330
Roya del tallo (*Botryosphaeria dothidea*), 239
Rubus, frutos de las especies, 248
- hibridación, 246
- *laciniatus*, 246
- *occidentalis*, 244
- *schlectendalii*, 246
- *strigosus*, 244
Rumex obtusifolius, 152

Sanguinas, grupo de, 260
Sapodilla (*Acharas sapote*), 322
Sarna del manzano, 222
Sasafrás, 287
Satsumas, 266, 268
Saturación, grado de, 136
Saúco (*Sambucus nigra* y *Sambucus canadiensis*), 316
Saúco europeo, 316
Sclerotinia, 276, 282, 284
Segadoras, 181
- de cuchillas, 181
- de mayales, 181, 182
- de tambor, 181, 182
- potencia, 182
- proceso de corte, 182
Semillas, 22
- color de las, 98
- multiplicación por, 163
Semillero con sustrato de serrín, 163
Sépalos, 19
Seradix, 160
Sesia del grosellero, 241
Sierpes, 154
- aprovechamiento de las, 172
- obtención, 172
Simazina, 136

Sinérgidas, 39
Sistema de esqueletos inclinados, 62
Sistema de formación australiano Tatura-trellis, 62
Sistema de formación del tipo spindlebush, 55
Sistema de formación en forma de H, 61
Sistema de formación en Tatura-trellis, 66
Sistema de formación en vaso, 52
Sistema de formación semi-intensivo, crecimiento, 54
– en eje central, 54
Sistema de pérgola, 88
Sistema de plantación elegido, 52
Sistema de sujeción, 58
– inconvenientes, 58
Sistema en aro, 71
Sistema en bolsa, 255
Sistema en caballones, 255
Sistema en camas, 255
Sistema en eje central, desventajas de un, 56
Sistema en huso, 60
Sistema en pérgola, 87
Sistema en pirámide, 57
Sistema en spindle, 60
Sistema en vaso, 53
Sistema HYTEC, 60
Sistema intensivo en spindlebush, 58
Sistema Lincoln, 61, 62, 78
– en frambuesos, 72
Sistema radicular, 33
Sistema semi-intensivo libre, 53
Sistema Tatura-trellis, 78
Sistema VSP, 78, 80
Sistemas de formación, 51
– de las vides, 76
– modernos, 52
Sistemas de plantación, 51
Sistemas de postes en T, sus variaciones, 87
Sistemas en espaldera, 61
Sistemas en pérgola elevada, 85
Sistemas intensivos, vida útil de los árboles, 65
Sobreinjerto, 172
– mediante poda drástica, 171
– mediante poda suave, 171
Solanum betaceum, 277
Sólidos solubles, determinación, 99
Spindle, 57
Subproductos animales, 131
Subsolador, 180
– corte de raíces, 179
– drenajes, 179
– roturación, 179
Suelo, análisis químicos, 128
– color del perfil, 128
– contenido de humedad en el, 136
[Suelo]
– elección del, 123
– estructura, 125
– idoneidad de, 125
– mantenimiento del, 11
– perfiles de, 128
– pH, 129
– profundidad del, 123, 124
– sin malas hierbas, 11
– textura del, 125
– ácidos, corrección del pH, 129
– tipos de, 125
Sulfato de magnesio, 130
Sulfato potásico en suelos, 132
Superfosfato en suelos, 132, 134
Suraga, 297
Synanthedon tipuliformis, 242

2,4,5-T, 97
Taladrador de la corona de frambuesa, 251
Taladrador de las varas del frambueso, 251
Taladro de los frutales, 195
Tamarillos, 8, 277
– aspectos botánicos, 278
– flor y fruto, 277
– formación y poda, 279
– madurez y tratamiento post-recolección, 280
– material de multiplicación, 279
– siembra, 164
Tangelos, 8
– Seminoles y Robinson, 266
Taninos, 95
– caquis, 297
Taraxacum officinale, 152
Temperaturas, 11
Tensiómetros, 140
Térmica, calcular la integral, 8
Tiosulfato de amonio, 113
Tizón bacteriano, 299, 328
Tizón marrón, 284
– (*Alternaria* spp.), 282
α-Tocoferol (vitamina E), 325
Tomatillo (*Physalis ixocarpa*), 321
Tomua, variedad, 271
2,4,5-TP, 117
Tractor, adquisición de un, 177
– medida de la potencia, 176
– tracción a dos ruedas, 176
– tracción a las cuatro ruedas, 176
Tractores, 175
– clásicos cultivos frutales, 176
– enganche a los, 175
– estructuras de seguridad, 177
– lastrado de, 177

Tre-Hold®, 117
Trips, 343
- de las flores (*Frankliniella occidentalis*), 206
Tronco, formación del, 81
Troncos y ramas, 17
Tubo polínico, 22, 39
Typhlodromus pyri, 149

Urea, 134
Uvas, 8
- apirenas, 234
- azúcar en, 94
- con pepitas, 234
- currant, 40
- de mesa, 234
- de Nueva Zelanda, 8
- de zumo, 234
- para vinificación, 233
- - blancas, 234
- - tintas, 233
- para zumos, 233
- pasas, 234
- variedades apireanas, 234

Vaccinium, 235
- *angustifolium*, 235
- *corymbosum*, 235
- *hursutum*, 235
- *myrtilloides*, 235
- *vacillans*, 235
Varas, 70
- de dos años, 70
- en primer año de crecimiento, 70
Vegetación, control de la, 153
Ventiladores o generadores de viento, empleo de, 12
Verticiliosis, 309
Verticilium, 253
Verticilosis, 251
Vid con varas podadas, 79
Vid, diseños de estructuras en, 78
- europea *Vitis vinifera*, 229
- injertada, formación de raíces en estaquilla, 170
- joven, formación de, 80
- objetivos de la poda, 75
- poda de los pulgares, 79
Vides, 17, 75
- aspectos botánicos, 230
- con diferentes vigores, formación de, 82
- crecimiento en el segundo ciclo, 82
- daños por pájaros, 233
- enfermedades fúngicas, 232

[Vides]
- exigencias climáticas, 232
- flores de las, 11
- formación de las, 75
- insectos, 232
- la poda, 78
- necesidades hídricas, 232
- pasas, 233
- patrones, 232
- plagas y enfermedades, 232
- poda de, 75
- - invierno, 76
- - del segundo invierno, 82
- - en el primer invierno, 82
- recolección, 233
- suelos y nutrición mineral, 232
Viento, efectos indeseables, 13
- y sombra, 13
Vino, 229
Vinos fuertes, 232
Viñas podadas en VSP, 76
Viruela del ciruelo, 150
Virus del enanismo de la frambuesa, 254
Virus del enanismo del frambueso, 248
Virus del mosaico del frambueso, 254
Virus del mosaico del pepino, 282
Virus en las fresas, 254
Vitis berlandieri, 232
Vitis riparia, 232
Vitis rupestris, 232

Washington Navel, frutos partenocárpicos, 262
Worcesterberry, 240

Xanthomonas juglandis, 354, 355
Xilema, 17

Yema de manzano, esquema de una, 26
Yema durmiente, 167
Yema lateral, 26
Yema terminal, crecimiento en el primer ciclo, 53
Yemas, 24
- apicales, formación de las, 26
- compuestas, 75
- florales, 24
- - en árboles frutales, tipos de, 27
- mixtas, 24, 29
- simples, 24, 29
- tipos de, 25
Yodo, test del, 99

Zapote blanco (*Casimiroa edulis*), 322
Zarza americana *Rubus canadensis*, 248
Zarza europea *Rubus caesius*, 248
Zarzamora, 244
- cultleaved, 246
- perenne, 246
- silvestre, 246
[Zarzamora]
- variedades, 246
Zarzas, 70, 72, 246
- aspectos botánicos, 249
- sistemas de formación para, 73
Ziziphus mauritanica, 317
Zona de fructificación, 53

Otras obras de Editorial Acribia, S.A. sobre Ciencia y Tecnología Agraria

Adams, C.R. y otros
PRINCIPIOS DE HORTOFRUTICULTURA

Ban, A.W. Van Den y Hawkins, H.S.
EXTENSIÓN AGRARIA

Brewster, J.L.
LAS CEBOLLAS Y OTROS ALLIUMS

Chapman, G.P. y Peat, W.E.
INTRODUCCIÓN A LAS GRAMÍNEAS

Davies, F.S. y Albrigo, L.G.
CÍTRICOS

Fletcher, J.T. y otros
CHAMPIÑONES: CONTROL DE LAS ENFERMEDADES Y PLAGAS

Holdsworth, S.D.
CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS

Langer, R.H.M. y Hill, G.D.
PLANTAS DE INTERÉS AGRÍCOLA

Salinger, J.P.
PRODUCCIÓN COMERCIAL DE FLORES

Salunke, D.K. y Kadam, S.S.
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LAS HORTALIZAS

Wills, R. y otros
INTRODUCCIÓN A LA FISIOLOGÍA Y MANIPULACIÓN POSCOSECHA DE FRUTAS, HORTALIZAS Y PLANTAS ORNAMENTALES (2.ª ed.)

Arthey, D. y Ashurst, P.R.
PROCESADO DE FRUTAS

Wiley, R.C.
FRUTAS Y HORTALIZAS MÍNIMAMENTE PROCESADAS Y REFRIGERADAS

Ashurst, P.R.
PRODUCCIÓN Y ENVASADO DE ZUMOS Y BEBIDAS DE FRUTAS SIN GAS

Arthey, D. y Ashurst, P.R.
PROCESADO DE HORTALIZAS

Tirilly, Y.
TECNOLOGÍA DE LAS HORTALIZAS

Editorial ACRIBIA, S. A. - Apartado 466 - 50080 ZARAGOZA (España)

Acribia

ISBN 84-200-1001-4

9 788420 010014