

AGRO

Norberto F. Gariglio
Carlos A. Bouzo
Mariana R. Travadelo
[Editores]

(CULTIVOS) FRUTALES Y ORNAMENTALES

CULTIVOS FRUTALES Y ORNAMENTALES
PARA ZONAS TEMPLADO-CÁLIDAS
EXPERIENCIAS EN LA ZONA
CENTRAL DE SANTA FE

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL LITORAL



Cultivos frutales y ornamentales para zonas templado-cálidas

Experiencias en la zona central de Santa Fe





**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DEL LITORAL**

Rector **Enrique Mammarella**

Director de Planeamiento y Gestión Académica **Daniel Comba**

Directora Ediciones UNL **Ivana Tosti**

.....

Cultivos frutales y ornamentales en la zona central de Santa Fe / Carlos Alberto Bouzo ... [et al.] ; compilado por María Soledad García ... [et al.] . - 1a ed . - Santa Fe : Universidad Nacional del Litoral, 2015. Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-987-692-084-1

1. Cultivo. 2. Agricultura Intensiva. 3. Frutales.
I. Bouzo, Carlos Alberto
II. García, María Soledad, comp.
CDD 635,6

.....

© Gariglio, Bouzo, Travadelo, Alesso, Alsina, Arregui, Bertolaccini, Brizi, Buyatti, Castro, Cives, Clement, Curis, J. C. Favaro, M. A. Favaro, Forte, Gabriel, García, Leva, Lozano, Maina, Mata, Micheloud, Morisigue, Nescier, Nocioni, Pernuzzi, Perren, M. A. Pilatti, R. A. Pilatti, Pirovani, Rista, Rossler, Sánchez, Santini, Scotta, Sordo, Toffoli, Weber, 2020.



© edicionesUNL, 2020

Coordinación editorial
María Alejandra Sedrán
Coordinación diseño
Alina Hill
Producción general
Ediciones UNL

—
editorial@unl.edu.ar
www.unl.edu.ar/editorial

.....



hdl.handle.net/11185/5536

Cultivos frutales y ornamentales para zonas templado–cálidas

Experiencias en la zona central de Santa Fe

Norberto F. Gariglio
Carlos A. Bouzo
Mariana R. Travadelo

Editores

Presentación

Este libro tiene como objetivo reunir y difundir la información generada sobre algunos cultivos frutales y ornamentales en la zona central de Santa Fe. Es necesario destacar que este es un trabajo desarrollado no sólo en el aspecto técnico sino desde el compartir desde los inicios de la actividad de grupo de investigadores esfuerzos y una filosofía de trabajo que han trascendido la actividad científica propiamente dicha; es el ejemplo cooperativo de un grupo de amigos que no sólo quiso mostrar la labor científico técnica, sino también la necesidad de trascenderla mostrando los resultados que impactan directamente en el desarrollo regional y en la formación académica de los profesionales y estudiantes de la región.

Considerando que la actividad frutícola en la zona es incipiente, desde hace algunos años el interés por estos cultivos ha crecido principalmente debido a las actividades de investigación y extensión de este grupo numeroso de docentes-investigadores de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral, en una labor interdisciplinaria con colegas de la misma Universidad, y también con profesionales de otras instituciones tales como la Agencia de Extensión Rural del INTA Santa Fe, y el Ministerio de la Producción de la Provincia de Santa Fe.

El clima de la zona, de tipo templado-cálido, hizo necesario un desarrollo tecnológico específico, ya que constituye una transición entre la fruticultura de clima templado-frío y la fruticultura de clima subtropical. Este desarrollo de conocimientos locales puede resultar de gran interés no sólo para esta zona sino también para otras zonas del país o del mundo con características similares. Es así que en el espectro de cultivos que se han difundido se encuentran especies de requerimientos ambientales contrastantes, principalmente en lo referente a sus necesidades climáticas, tales como los cítricos y el manzano, el primero de origen subtropical y el segundo de clima templado-frío.

El público al que se destina este libro comprende a alumnos universitarios de carreras afines a las temáticas abordadas, como también a docentes-investigadores en el área de la fruticultura y los cultivos ornamentales. A pesar de la profundidad de los contenidos que se abordan, el libro está escrito de una manera amena y sencilla, de modo que los productores también puedan obtener información valiosa necesaria para realizar los diferentes cultivos y aplicar las prácticas culturales de manera exitosa.

Los diferentes capítulos abarcan la caracterización agroclimática y edáfica

de la zona central de Santa Fe, la descripción de los cultivos que se han comenzado a difundir, tales como los cítricos, las variedades de durazneros y manzanos de bajos requerimientos de frío, la higuera, la frambuesa, la papaya, y los cultivos ornamentales bajo invernadero. Asimismo, se tratan los aspectos relacionados con el manejo y control de plagas y enfermedades; las tecnologías de poscosecha y diferentes alternativas para valorizar la producción primaria. Por último, se describe la importancia que ha tenido la incorporación de estos cultivos en los sistemas productivos regionales tanto en los aspectos económicos y financieros de las empresas, como en la distribución de la demanda de mano de obra.

Ing. Agr. Luis Rista*

* Decano de la FCA-UNL. Período 2006-2014.

Prólogo

La Fruticultura se define como el tratado de técnicas de cultivo encaminadas a mejorar la producción de los árboles frutales y la calidad de sus frutos. Pero dicho así, no se advierte ninguna diferencia con la definición que dieron Palladio (siglo IV d.C.) en su *Tratado de Agricultura* o Abu Zaccaria (Ibn al-Awan) (siglo XII) en su *Libro de Agricultura*. ¿Qué es, pues, lo que ha cambiado desde entonces? Evidentemente el conocimiento. La Fruticultura moderna le debe mucho a la Ciencia. La Biología, la Edafología, Genética, Fisiología... poco sería la Fruticultura actual sin el apoyo de la Ciencia. Sin la Investigación. Con ello la Fruticultura ha pasado de ser un acopio de técnicas a un compendio de conocimientos fundamentados en la Ciencia, capaces de entender el por qué de las cosas que les pasan a las plantas, a los frutales.

La aplicación de técnicas de cultivo, sin más, no es garantía de nada. La aplicación del conocimiento a través de técnicas de cultivo se acerca más al éxito. No pretendamos que la planta nos comprenda; es mucho más fácil que nosotros la comprendamos a ella. Con el conocimiento de sus fundamentos, de los factores que la alteran, positiva y nega-

tivamente, de sus controles, endógenos y exógenos, de los agentes agresores, bióticos y abióticos, y de sus respuestas naturales, la Fruticultura se hace lógica. Ayudar a producir a una planta mediante técnicas de cultivo basadas en el conocimiento es, simplemente, Agricultura, y cuando son plantas leñosas es Fruticultura. Eso es, pues, lo que distingue la Fruticultura moderna de la que realizaban nuestros antepasados: el conocimiento.

Pero, sin embargo, algo de todo aquello ha perdurado en el tiempo. La necesidad de transmitir el conocimiento. Así lo hicieron Palladio y Abu Zaccaria, y así lo hace, también hoy, el Profesor de Universidad. Cuando la Ciencia se convierte en la base de una(s) técnica(s), la transmisión del conocimiento se complica y el Profesor se hace imprescindible. Y la elaboración de textos que faciliten la comprensión a quien recibe la enseñanza ayuda a ello, y eso es, también, función del Profesor. Con ello, además, perdura la enseñanza, se deja testimonio del conocimiento y se transmite para siempre.

Por todo ello, la existencia de un texto como el que aquí se prologa es un testimonio académico de entrega, de transmisión del saber, de enseñanza. Y esa

es la principal labor del Profesor. Estudiar, investigar, aprender para transmitir, enseñar y formar en el conocimiento a todos los que se interesen por ello. Un texto como este es, pues, un regalo de la

Academia y de la Ciencia, al estudioso, al estudiante y al alumno que, con todo ello, descubrirá cómo aplicar bien las técnicas de cultivo, razonadas, a la Fruticultura. Y la orientación de un camino para disfrutar.

Manuel Agusti*

* Catedrático de Universidad. Dpto. de Producción Vegetal – Instituto Agroforestal Mediterráneo. Universidad Politècnica de València, España.

Capítulo 1

Caracterización agroclimática y edafológica del centro de la provincia de Santa Fe¹

1. Introducción

En la provincia de Santa Fe se encuentran representadas 5 ecorregiones: i) Chaco húmedo, ii) Chaco seco, iii) Espinal, iv) Pampa, v) Delta e Islas del Paraná (Fig. 1). En este capítulo se describen los índices agroclimáticos y la aptitud de los suelos para frutales en la ecorregión del Espinal incluyendo, al este, el Albardón Costero correspondiente a la ecorregión Delta e Islas del Paraná.

El Espinal (Fig. 1) es una zona de transición o ecotono entre las ecorregiones Chaqueña y Pampeana, caracterizada por la presencia de bosques y sabanas; con ausencia total de especies del género *Schinopsis*, conocido en Argentina como “quebracho colorado”.

El estrato arbóreo es poco denso, en isletas o dispersos, presenta algarrobos (*Prosopis sp.*), ñandubay (*Prosopis affinis*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), caranday (*Triptrinax campestris*), mistol (*Zizyphus mistol*), chañar (*Geoffroea decorticans*), espinillo (*Acacia caven*), garabato (*Acacia bonaerensis*), tusca (*Acacia albacorticata*). Son los más abundantes el algarrobo negro y el ñandubay, que por sobre explotación, han sido reemplazados por chañarales o espinillares. Los bosques remanentes son muy escasos y corresponden a algarrobales.

Las comunidades herbáceas se integran en cuatro tipos distintos: flechillares, praderas halófitas, espartillares y comunidades hidrófilas.

Las sabanas gramíneas están compuestas por aibe (*Elionurus muticus*), paja boba (*Leptochloa chloridiformis*), cola de liebre (*Bothriochloa laguroides* var. *laguroides*),

1. Los autores de este Capítulo agradecen al Ing. Agr. Pedro Meriggiola por su participación en la preparación y revisión del material gráfico.

Chloris cantherae var. *cantherae*, pasto puna (*Jarava brachychaeta*), flechilla (*Nassella neesiana*), flechilla mansa (*Nassella hyalina*), plumerillo (*Trichloris crinita*) y pasto alambre (*Sporobolus indicus*).

En los suelos bajos y cañadas que constituyen la prolongación austral de los Bajos Submeridionales hay “praderas saladas” de pelo de chanco (*Distichlis spicata* var. *spicata*), espartillares (*Spartina spartinae*), y aibales (*Elionurus muticus*). En los cuerpos de agua dulce, charcos y lagunas ocurren verdolagales, rodeados por canutillares, allí el estrato arbóreo está ausente o muy disperso (Hilgert y D’Angelo, 1996; Pensiero *et al.*, 2005).

2. Índices agroclimáticos

Los índices agroclimáticos son expresiones matemáticas que permiten cuantificar las disponibilidades ambientales que presenta una región (Pascale y Damario, 2004). El conocimiento e interpretación de dichos índices, junto con información sobre las características de los suelos, proveen las bases fundamentales para la planificación correcta de cualquier emprendimiento agrícola (Nuttonson, 1959). Para dar una adecuada respuesta a este aspecto, además de la mencionada información es necesario conocer las exigencias biometeorológicas de los cultivos a introducir y la acción que los elementos del tiempo y clima tienen sobre las plantas (Burgos, 1958). Según los efectos favorables o adversos que pueden provocar los elementos meteorológicos en los vegetales, han sido clasificados en auxígenos, anaptígenos y tanatoclimáticos (Burgos, 1952). Los dos primeros promueven el crecimiento y desarrollo, respectivamente, y los últimos producen una acción destructiva sobre los mismos.

A continuación se describen los principales índices que mayor influencia tienen sobre la producción de los cultivos. Posteriormente, los requerimientos biometeorológicos de los cultivos, serán desarrollados en los capítulos correspondientes.

2.1. Radiación solar

En las ecorregiones de estudio, la radiación global media anual para la serie 1971–2000 (SMN, 2000), es $16 \text{ MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, registrándose valores máximos de $23 \text{ MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ y mínimos de $9 \text{ MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ en los meses de enero y julio, respectivamente.

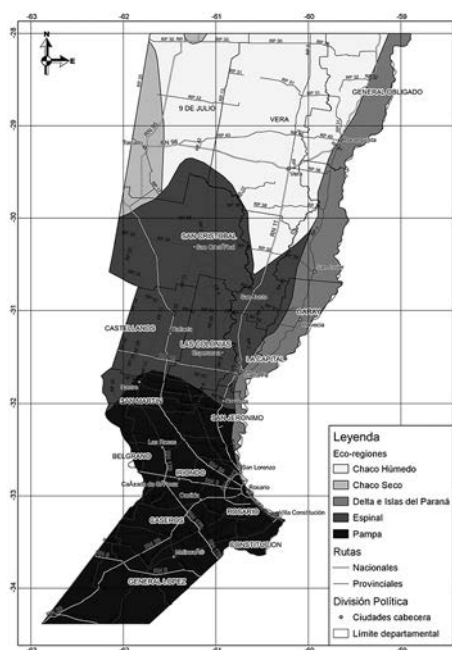


Figura 1. Distribución geográfica de las ecorregiones presentes en la provincia de Santa Fe (Argentina).

La heliofanía astronómica, que representa la duración del día expresada en horas y décimas de horas, presenta su máximo valor en el solsticio de verano (14 h) mientras que la duración mínima (10 h) coincide con solsticio de invierno. Según Murphy *et al.* (2008), para la región centro de la provincia de Santa Fe la duración promedio anual del mencionado índice es de 11,1 h.

El fotoperíodo, entendiéndose por tal a la sumatoria de la heliofanía astronómica y los crepúsculos civiles, es el índice que influye sobre la floración de los cultivos. Para los solsticios de invierno y verano, los valores son 10,9 h y 15,0 h, respectivamente.

2.2. Temperatura

El régimen térmico de la región centro presenta una variación anual e interanual. La temperatura media anual varía entre los 18,4 °C al oeste (W), y los 19,0 °C al este (E) de la provincia. La isolínea que atraviesa la zona sur de las ecorregiones del Espinal y Delta e Islas del Paraná es la isoterma de 18 °C (Fig. 2), que representa la temperatura media normal de la región para la serie 1970–2007 (SMN, 2008).

Las temperaturas medias mensuales de los meses más cálidos y más fríos (Fig. 3a y 3b, respectivamente), se encuentran comprendidas entre los 24,9 °C (W) y los 25,8 °C (E) para el mes de enero, y entre los 11,7 °C (W) y los 12,1 °C (E), para el mes de julio.

Con respecto a la variación interanual, la región se caracteriza por presentar un desarrollo asincrónico de la temperatura. Esto determina que durante los meses de invierno, se puedan registrar temperaturas muy elevadas. Ejemplo de ello es la temperatura media diaria registrada el día 28 de julio de 1997, que alcanzó un valor de 26,5 °C. Este comportamiento puede afectar al crecimiento y desarrollo de cultivos con bajo requerimiento de horas de frío y bajo umbral de brotación.

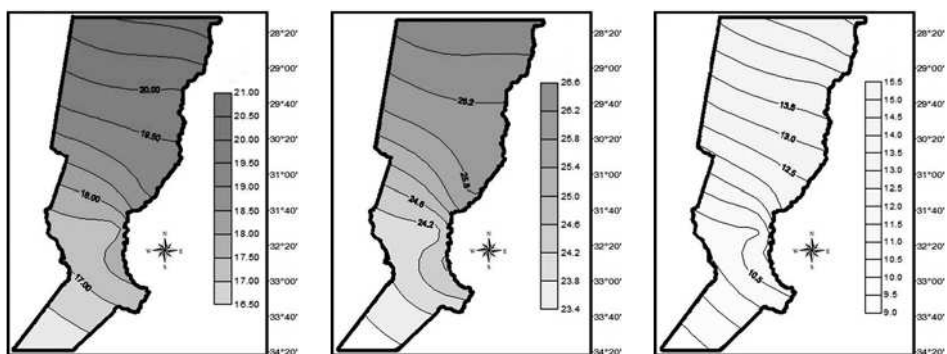


Figura 2. Temperatura media anual (°C) de la provincia de Santa Fe. Serie (1970–2010).

Figura 3. Isothermas representativas de las temperaturas medias normales (°C) de los meses de enero (a) y julio (b), en la provincia de Santa Fe. Serie (1970–2010).

El rigor invernal de la región, caracterizado por las temperaturas mínimas absolutas, presenta un valor de $-3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ con una variación de $1,84\text{ }^{\circ}\text{C}$. En algunas localidades del área de estudio, se han registrados temperaturas mínimas absolutas de $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ como la registrada en el año 1988 en la localidad de Rafaela (García *et al.*, 2002). Los valores alcanzados podrían ser una limitante para los frutales subtropicales como por ejemplo los cítricos (limonero, naranjo y mandarino), debido a que temperaturas inferiores a $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ producen daños parciales por congelamiento de los tejidos (Gariglio *et al.*, 2007).

Con respecto al régimen de heladas, en la mayor parte de la provincia de Santa Fe las heladas meteorológicas (temperaturas mínimas diarias que no superen los $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ medida a $1,5\text{ m}$ sobre el nivel del suelo), ocurren entre los meses de junio y agosto, con una frecuencia e intensidad que aumenta gradualmente hacia el sur. Si éstas no son anormales para la región, no producen los perjuicios que ocasionan las heladas tempranas o tardías, que ocurren en los meses de mayo y septiembre, respectivamente (García *et al.*, 2008). Esto es debido a que las heladas otoñales y primaverales representan una de las principales limitantes para la producción frutícola, ya que producen daño en floración o cuajado de frutos (Gariglio *et al.*, 2007).

Por otro lado, es de destacar la acción moderadora que sobre este fenómeno y sobre los índices que caracterizan el frío invernal ejerce el río Paraná y sus afluentes, lo que es indicativo de una de las principales diferencias entre las ecorregiones del Espinal y del Delta e Islas del Paraná. En lo referente a la intensidad y a la frecuencia

Tabla 1. Régimen Agroclimático de heladas meteorológicas para el período 1979–2004 para las localidades de Sauce Viejo y Rafaela.

Parámetros	Sauce Viejo	Rafaela
Años con heladas (%)	92	100
Fecha media primera helada	17 junio +/- 22.61 días	9 junio +/- 28.02 días
Fecha extrema primera helada	13 de mayo	21 de abril
Fecha media última helada	13 agosto +/- 23.72 días	2 septiembre +/- 14.04 días
Fecha extrema última helada	20 de septiembre	24 de septiembre
ICK ² primeras heladas	14,7 °C	15,0 °C
ICK últimas heladas	15,3 °C	15,0 °C
ICK invernales anuales	-4,0 °C	-5,4 °C
ICK invernales perennes	-5,2 °C	-6,8 °C

2. ICK = Índice Criokindinoscópico.

Tabla 2. Horas de frío (HF) normales acumuladas para los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre para las localidades de Sauce Viejo y Rafaela. Serie (1970–2007).

	Sauce Viejo	Rafaela
Horas de frío ³	435	537

de las heladas, para la misma latitud, los períodos libres de heladas para las localidades cercanas al río son mayores que las ubicadas al oeste de la provincia. Así, en la localidad de Sauce Viejo (31°42'S, 60°40'W) el período medio sin heladas es 306 días, mientras que en la localidad de Rafaela (31°11'S, 61°33'W) corresponde a 281 días. Analizando otros parámetros del régimen agroclimático de heladas, también se puede observar la influencia que tiene el agua sobre el comportamiento de los índices que caracterizan a este elemento tanatoclimático (Tabla 1).

En las dos localidades la peligrosidad de las heladas meteorológicas evaluadas a través del Índice Crikindinoscópico (ICK) (Burgos, 1963) para las primeras y últimas heladas son similares (Tabla 1). Sin embargo los ICK invernales para los cultivos anuales y perennes de Rafaela son más negativos que los de Sauce Viejo. Esto estaría indicando que de producirse una helada invernal, la peligrosidad de la misma será mayor en la localidad de Rafaela.

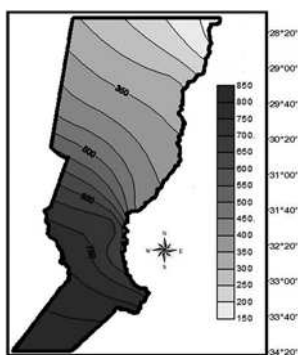


Figura 4. Isolíneas representativas de las horas de frío anuales normales de la provincia de Santa Fe. Serie (1970–2010).

Siguiendo con el análisis de la influencia del Río Paraná sobre la temperatura, y consecuentemente sobre algunos índices agroclimáticos, las horas de frío necesarias para la ruptura de la dormición de los frutales de hojas caducas son menores en la localidad de Sauce Viejo respecto de las estimadas para el mismo período en la localidad de Rafaela (Tabla 2).

Como puede observarse, la disponibilidad de frío de la región en estudio (Fig. 4) permite la implantación de frutales caducifolios de bajas exigencias en frío (Gariglio *et al.*, 2006). Sin embargo, al momento de elegir una determinada variedad en base a este requerimiento, se debe tener presente la variabilidad interanual que presenta este índice. Para Rafaela y Sauce Viejo, los coeficientes de variación (CV) son 24 y 31 %, respectiva-

3. Número de horas en las cuales la temperatura del aire es igual o menor 7,2 °C (Nightingale y Blake, 1934).

mente. Dicha variabilidad es característica del tipo climático que presenta la región en estudio (Köppen, 1931).

En cuanto a las horas de frío mensuales normales para la localidad de Rafaela, de los cinco meses analizados, julio es el que posee la media más alta, con un total de 175 HF, aportando el 32,5 % del total acumulado. Le siguen los meses de junio con 142 HF y agosto con 112 HF, presentando este último la menor variabilidad del grupo (CV= 35 %). Los meses de mayo y septiembre, con un total de 57 HF y 52 HF, respectivamente, aportan aproximadamente el 20 % del total de las horas de frío anuales, siendo sus coeficientes de variación los más elevados, alcanzando valores de 75 y 50 %, respectivamente.

En Sauce Viejo, al igual que en Rafaela, el mes de julio presenta la media normal más alta y el CV más bajo, representando el 31 % del total de horas de frío acumuladas anualmente. Junio contribuye con el 27 %, y el resto se distribuyen entre los meses de mayo, agosto y septiembre, con 13, 21, y 8 %, respectivamente.

Por otro lado, analizando las unidades de frío acumuladas (UF) según el modelo de Utah (Richardson, 1974), el valor anual es diferente en ambas localidades, siendo un 45 % superior para Rafaela. En este cálculo de cuantificación de las UF no se incluye a los meses de mayo y septiembre (Tabla 3).

Considerando los valores de temperaturas medias normales en Sauce Viejo, el mes de julio representa el 49 % del total acumulado, con 216 UF, mientras que junio con 166 UF y agosto con 61 UF, contribuyen con el 37 % y 14 %, respectivamente.

En Rafaela, los aportes mensuales de junio, julio y agosto son 298 UF, 246 UF y 104 UF, respectivamente.

Además de la acumulación de frío invernal para romper el estado de dormancia de las yemas, los frutales de hoja caduca requieren acumular calor, medido como sumas térmicas para el desarrollo y maduración de la fruta. El concepto de grado-día

Tabla 3. Unidades de frío (UF) normales acumuladas para los meses de junio, julio y agosto según el Modelo de Utah para las localidades de Sauce Viejo y Rafaela (Serie 1971–2003).

	Sauce Viejo	Rafaela
Unidades de frío ⁴	444	648

4. Una Unidad de Frío (UF) equivale a una hora de frío cuando la temperatura está comprendida entre 2,5 y 9,1 °C (Richardson *et al.*, 1974).

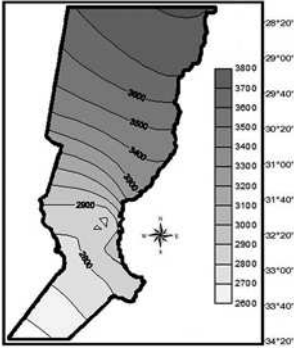


Figura 5. Isolíneas de sumas térmicas anuales sobre una temperatura base de 10 °C para la provincia de Santa Fe. Serie (1970–2010).

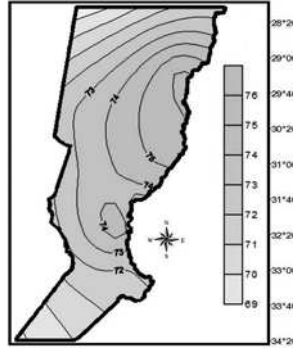


Figura 6. Humedad relativa media anual (%) de la provincia de Santa Fe. Serie (1970–2010).

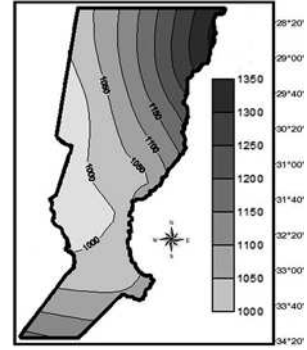


Figura 7. Isohietas representativas de la precipitación media anual normal (mm) de la provincia de Santa Fe. Serie (1970–2010).

corresponde a la suma térmica por sobre un valor umbral o base de temperatura para alcanzar un determinado estado fisiológico. Para especies de origen templado este umbral o temperatura base es de 5 °C, mientras que para las especies tropicales y subtropicales es de 10 °C (Santibáñez y Uribe, 2001).

En la zona de estudio, la disponibilidad de sumas térmicas sobre 5 y 10 °C está comprendida entre la isolíneas de 3000 y 3300 grados–días (Fig. 5).

2.3. Humedad atmosférica

La presencia de vapor de agua en la atmósfera expresada a través de la humedad relativa (HR) alcanza valores medios en el trimestre cálido (enero, febrero y marzo) que varían entre 72 y 80 %, siendo la HR media anual normal de 76 % (Fig. 6).

2.4. Precipitación

El régimen de precipitación de la región es isohigro con tendencia a monzónico (Papadakis, 1952). La precipitación media anual está comprendida entre la isohieta de 800 (W) y 1200 mm (E) (Fig. 7).

Los valores pluviométricos mínimos se registran durante los meses invernales (junio, julio y agosto) con un valor promedio mensual de 24,6 mm. Dicho valor se incrementa en primavera, haciéndose máximo en los meses de verano con valores que alcanzan los 122 mm. El número de días anuales con precipitación es 92 ± 10 días, siendo los meses de marzo y noviembre los que presentan el mayor número de días con lluvias, con 10 días.

Las inundaciones suelen darse en los meses de febrero y marzo, ya que pueden llegar a precipitar más de 300 mm en un mes. Un ejemplo de ello son las inundaciones ocurridas en el año 2007 en la región sur del Espinal, habiendo precipitado durante los meses de febrero y marzo en la localidad de Rafaela 735 mm (SMN, 2008).

Por otro lado, aplicando la metodología de Palmer (1965) para la serie 1970–2007, se observa la existencia de patrones temporales de ocurrencia de sequías. Para la región centro, en el 50 % de los casos analizados el índice de sequía de Palmer está comprendido entre -0,5 y -0,9 (sequía incipiente). En el 1 % se observan sequías severas (-3,0 y -3,9), y en el 20 % de los años analizados se presentan períodos muy húmedos (3,0 y 3,9), y extremadamente húmedos (>4) (Leva *et al.*, 2008).

2.5. Granizo

Este tipo de precipitación tiene baja frecuencia regional, pero grandes impactos negativos cuando se produce a nivel local. Aun con muy baja frecuencia, las granizadas están presentes en distintos sitios, con un promedio anual de 1,4 días (Leva *et al.*, 2002).

2.6. Evapotranspiración potencial

Las isolíneas de evapotranspiración potencial anual (Thornthwaite, 1948) siguen aproximadamente la dirección de las isoterms medias anuales (Cáceres, 1980). El valor anual para la serie 1971–2000 es 900 mm, registrándose los valores mínimos (30 mm) y máximos (130 mm) en el mes de julio y enero, respectivamente.

2.7. Presión y viento

La presión media normal de la región es de 1002,6 HPa, siendo el trimestre cálido el que presenta los valores más bajos (1000 HPa).

Los vientos predominantes de la región son el viento Norte, Este y Pampero, y los meses con mayor frecuencia son agosto y septiembre.

Para los cultivos es importante la intensidad con que se presentan los vientos. La velocidad media en la región rara vez supera los 15 km h⁻¹.

En los últimos años se han registrado fenómenos de vientos con alta velocidad sobre todo en el departamento Las Colonias. Un ejemplo de ello es lo acaecido el 20 de marzo de 2012 en la localidad de Humboldt, en el cual el viento alcanzó una velocidad superior a los 100 km h⁻¹.

3. Aptitud de los suelos para frutales

Considerando la ecorregión del Espinal, fisiográficamente se encuentran (1) el Albardón Costero, (2) la Pampa Llana Santafesina, (3) Bajos de los Saladillos, y (4) el sur de los Bajos Submeridionales.

El Albardón Costero se ubica en el límite este de la Región, ocupa una franja angosta de 2 a 6 km paralela al río Paraná. Son depósitos de material arenoso a

franco arenoso entre un metro y varios metros de espesor. Presenta ondulaciones suaves con microdepressiones. Se consideran a estos suelos muy adecuados para la producción de frutales.

La Pampa Llana Santafesina presenta los mejores suelos de la Región con un relieve subnormal a normal cuando se acerca a cursos de agua, especialmente al río Salado. Es frecuente encontrar planos extendidos con pendientes menores al 1 %. Se encuentra seccionada, aproximadamente en el centro, por los Bajos Submeridionales; dividiéndola en dos sectores, denominados Domo occidental y Domo oriental (Gollán y Lachaga, 1939) En ambos es frecuente encontrar cubetas y áreas de difícil desagüe.

Los Bajos Submeridionales constituyen una extensa depresión con relieve subnormal a subnormal cóncavo con pendientes inferiores al 0,1 % lo que le confiere un drenaje superficial extremadamente dificultoso. Hay una gran variedad de esteros y lagunas semipermanentes, careciendo de cursos fluviales permanentes. Al sur las cañadas están interrumpidas por lomadas bien drenadas de extensión variable, existiendo unos pocos arroyos y vías de escurrimiento permanente.

Esta región abarca casi 4 millones de hectáreas; la unidad cartográfica (UC) 19 de suelos abarca casi el 20 % de esa superficie y está constituida por Argiudoles típicos y ácuicos ubicados principalmente en la Pampa Llana Santafesina. Le sigue con el 13 % la UC 22 compuesta por Argiudoles ácuicos y Argialboles, que se ubican generalmente en zonas de influencia a arroyos y ríos o vías de escurrimiento bien marcadas. También con 13 % del área se encuentra la UC 23, un complejo de suelos en los que predominan los Natracuoles y Natralboles típicos.

Las UC 20, 24, 25, y 27 abarcan, cada una, entre el 8 a 9 %. El 20 % restante está constituido por complejos de suelos con diverso grado de limitación por salinidad, sodicidad, y excesos hídricos.

Los mejores suelos según el índice de aptitud agropecuaria (IP⁵ Sobral y Nakama, 1988; Giorgi *et al.*, 2010) están en las UC 19, 20, 21, 22, y 32, con IP entre 83 y 52, abarcando poco más del 50 % del área.

En la Tabla 4 se detallan las UC de suelos presentes en el Espinal santafesino y en el Albardón Costero (Mosconi *et al.*, 1981; SAGPy-INTA, 1990).

Para evaluar la aptitud de los suelos para plantaciones frutales, consideradas genéricamente, se toma en cuenta (Deproren-SAG, 2001)

- (1) la profundidad efectiva del suelo ("p"),
- (2) la textura tanto superficial como subsuperficial ("t"),
- (3) el drenaje,

5. El IP o Índice de Productividad es una estimación —a partir de las propiedades de cada suelo— de su capacidad productiva. En la región estudiada hay suelo con muy baja productividad (IP > 19) hasta muy alta (IP > 80) comparable con las mejores tierras del mundo.

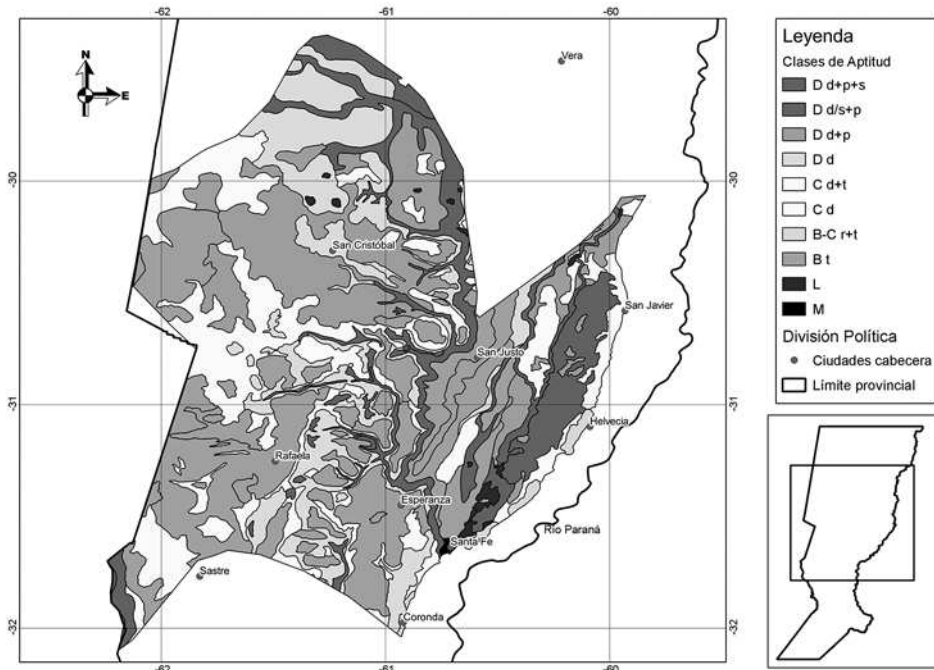


Figura 8. Mapa de aptitud de los suelos para frutales en el Espinal y Albardón Costero en Santa Fe (Argentina). Las clases de aptitud son: **A**) sin limitación; **B**) ligera; **C**) moderada y **D**) severa; distinguiéndose las siguientes limitaciones principales: (“**p**”) profundidad efectiva el suelo; (“**t**”) textura tanto superficial como subsuperficial; (“**d**”) pobre drenaje, anaerobiosis; (“**r**”) pobre retención de agua y drenaje muy rápido; (“**e**”) erosión; (“**s**”) salinidad y/o sodicidad y/o alcalinidad.

- (4) los moteados,
- (5) permeabilidad o infiltración básica, (“**d**”) cuando es por exceso hídrico; (“**r**”) cuando es por pobre retención de agua y drenaje muy rápido, típico de suelos arenosos),
- (6) pendiente/erosión (“**e**”),
- (7) salinidad y/o sodicidad y/o alcalinidad (“**s**”),

aunque podría realizarse una evaluación de la aptitud de los suelos para cada frutal en particular, se requeriría la realización de un estudio más exhaustivo que superaría los objetivos y alcances del presente capítulo.

En la Figura 8 puede observarse la distribución geográfica de los suelos según su aptitud para frutales y en la Tabla 5 se detalla la clase de aptitud para frutales de cada UC especificando las principales limitaciones del suelo dominante en la UC.

Tabla 4. Unidades cartográficas de suelos presentes en la ecoregión del Espinal y Albardón costero en Santa Fe,⁶ con detalle de los suelos que constituyen cada una y superficie que abarcan. Elaboración propia a partir de (Mosconi *et al.*, 1981; INT A-SAGPyA, 1990).

Unidades cartográfica de suelos	Suelos dominantes		Superficie ocupada		Índice de aptitud agropecuaria
			has	%	
19	Argiudoles típico (35) ⁷	Argiudoles ácuico (35)	751448	19,4	83
22	Argiudoles ácuico (70)	Argialboles típico (15)	528095	13,6	65
23	Natracuoles típico (35)	Natralboles típico (35)	517384	13,4	18
20	Argiudoles típico (35)	Argiudoles ácuico (35)	338902	8,8	77
24	Natralboles típico (35)	Argiudoles ácuico (35)	338610	8,7	29
27	Salinos sódicos (100)		323193	8,3	7
25	Natracualfes típico (70)	Natracuoles típico (30)	317011	8,2	11
21	Argiudoles ácuico (50)	Argialboles típico (30)	176464	4,6	57
35	Natracualfes típico (45)	Argiudoles ácuico (35)	156780	4,1	37
26	Natracualfes típico (35)	Natralboles típico (35)	75.563	2,0	17
31	Haplacuales típico (50)	Natralboles típico (50)	73116	1,9	22
34	Udipsamientos tauto argico (70)	Udipsamientos álfico (30)	70704	1,8	46
32	Argiudoles ácuico (35)	Argialbol argiácuico (35)	59190	1,5	52
50	Natracualfes típico (75)	Natracuoles típico (30)	44801	1,2	12
33	Natracuoles típico (70)	Natracualfes típico (50)	28271	0,7	11
29	Udipsamientos álfico (70)	Udipsamientos tauto argico (30)	28194	0,7	38
Lagunas y cauces			24955	0,6	0
30	Udipsament tauto árgico (70)	Natracuoles típico (30)	7287	0,2	42
Otros			10182	0,4	

6. Abarca una superficie aproximada de 4 millones de hectáreas.

7. Los números entre paréntesis indican el porcentaje en que participa el suelo en la unidad cartográfica.

Tabla 5. Aptitud de los suelos para frutales en la ecoregión del Espinal y Albardón costero en Santa Fe.⁸

Unidades de suelos	% área Región	Aptitud por profundidad efectiva	Aptitud según textura ⁹		Aptitud según exceso hídrico	Aptitud según pendiente y erosión	Aptitud por sales y sodio	Clase de aptitud para frutales ¹¹	IP ¹²
			sup	sub					
19	19,4	A	A	B-C	A	A	A	Bt	83
20	8,8	A	A	B-C	A	A	A	Bt	77
29	0,7	A	B-C	B-C	B-C	A	A	B-Cr+t	38
30	0,2	A	B-C	B-C	B-C	A	A	B-Cr+t	42
22	13,6	A	A	B-C	C	A	A	Cd	65
21	4,6	A	A	B-C	C	A	A	Cd	57
34	1,8	A	C	B-C	C	A	A	Cd+t	46
32	1,5	A	A	B-C	C	A	A	Cd+t	52
24	8,7	A	A	A	D	A	A	Dd	29
25	8,2	B	A	A	D	A	B	Dd	11
23	13,4	D	A	A	D	A	A	Dd+p	18
31	1,9	D	A	A	D	A	A	Dd+p	22
33	0,7	D	A	A	D	A	A	Dd+p	11
35	4,1	B	A	A	D	A	B	Dd/s+p	37
26	2,0	B	A	A	D	A	B	Dd/s+p	17
27	8,3	D	Sd ¹⁰	sd	D	A	C	Dd+p+s	7
50	1,2	D	A	A	D	A	C	Dd+p+s	12

8. Se consideró sólo el suelo dominante en la unidad cartográfica, detallando las principales limitaciones según Deprogen – SAG (2001). Elaboración propia a partir de Mosconi *et al.* (1981) e INTA – SAGPyA (1990).

9. "sup" y "sub" hacen referencia a textura superficial y subsuperficial, respectivamente.

10. "sd" sin datos.

11. Los subfijos de las clases indican las principales limitaciones: ("p") profundidad efectiva el suelo; ("t") textura tanto superficial como subsuperficial; ("d") pobre drenaje, anaerobiosis; ("r") cuando es por pobre retención de agua y drenaje muy rápido; ("e") erosión; ("s") salinidad y/o sodicidad y/o alcalinidad.

12. IP es el índice de aptitud agropecuaria.

Se distinguen las siguientes clases de suelo según su aptitud para frutales: **A)** sin limitación (no está presente en el área estudiada); **B)** ligera; **C)** moderada y **D)** severa. Se pueden reconocer seis grupos según la aptitud del suelo para frutales.

Clase **Bt**: son los mejores suelos de la Región tanto para este uso como para el agropecuario. Presenta sólo una ligera limitación por tener una textura muy arcillosa subsuperficialmente. Ocupan el 28 % del área (poco más de un millón de ha).

Le sigue la clase **B-Cr+t** son suelos arenosos ubicados en el albardón costero con limitación ligera a moderada por poca retención hídrica y excesivo drenaje, sólo representan el 1 % (casi 30.000 ha). Esta limitación no resulta ser tal en los cultivos frutales o los cultivos intensivos en general, donde la tecnología del riego por goteo permite suplir sus características negativas.

Clases **Cd** y **Cd+t**: Su aptitud es moderada a baja debido a un inadecuado drenaje que genera frecuente anaerobiosis a lo que se le adiciona un horizonte arcilloso subsuperficialmente. Superan las 800.000 ha (21 %).

Los restantes suelos no son aptos para frutales, o excepcionalmente se pueden utilizar para frutales adaptados a anaerobiosis, salinidad y sodicidad; en conjunto superan el 50 % de la región.

La clase **Dd** (7 %) tiene severas limitaciones por pobre drenaje. Peores son las clases **Dd+p** y **Dd/p+s** que a la limitación severa por drenaje le adicionan una baja profundidad de enraizamiento por presencia de freática con moderada salinidad; se extienden ocupando más de 800.000 ha (22 %).

Los suelos más ineptos pertenecen a la clase **Dd+p+s** en los que se conjugan negativamente el mal drenaje, la napa freática en o próxima a la superficie, y salinidad, sodicidad y alcalinidad; representan casi el 10 % del área en estudio (370.000 ha).

Bibliografía

- Burgos, J.J.** (1952). "El termoperiodismo como factor bioclimático en el desarrollo de los vegetales". *Meteoros*, II (3/4), 19–25.
- (1958). "Tipos agroclimáticos para el cultivo de la palma datilera en la República Argentina". *Actas del 5° Congreso Frutícola Argentino* (p 25). Cipolletti, Río Negro.
- (1963). "Las heladas en Argentina". Buenos Aires: INTA Colección Científica.
- Cáceres, L.M.** (1980). "Caracterización climática de la provincia de Santa Fe". Santa Fe: Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección general de suelos y agua.
- Deproren SAG**, Chile. (2001). "Pauta para estudio de suelos". Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables del Servicio Agrícola y Ganadero de Chile.
- García, M.S.; Leva, P.E.; Zbrun, M.E.; Veles, M.A.; Gandolfo, J.A. y Valtorta, S.E.** (2002). "Tendencias de índices meteorológicos y biometeorológicos". *FAVE–Sección Agrarias*, 1, 27–36.
- García, M.S.; Leva, P.E. y Valtorta, S.E.** (2008). "Caracterización del régimen agroclimático de heladas para la provincia de Santa Fe durante el período 1979 – 2004". *Revista de la Universidad de Buenos Aires*, 28(1), 53–62.
- Gariglio, N.; DAVIS, V.; Leva, P.; García, M.S y Bouzo, C.** (2006). "Acumulación de horas de frío en la zona centro-oeste de Santa Fe para frutales caducifolios". *Horticultura Argentina*, 25(58), 26–32.
- Gariglio, N.F.; Pilatti, R.A. y Agustí Fonfría, M.** (2007). "Requerimientos ecofisiológicos de los árboles frutales". En: Sozzi, G.O. (Ed.). *Árboles Frutales: Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento*. (43–82). Buenos Aires, Argentina: Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Giorgi, R.; Tosolini, R.; Sapino, V. y León, C.** (2010). "Índices de aptitud agropecuaria de las tierras de la Provincia de Santa Fe". [en línea]. Consultado el 12 de septiembre de 2011 en <<http://rafaela.inta.gov.ar/mapas/>>.
- Gollán, J. y Lachaga D.** (1939). "Algunos suelos típicos de Santa Fe". Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Química Agrícola y Edafología de Santa Fe.
- Hilgert, N. y D'Angelo, C.** (1996). "Las comunidades vegetales de los departamentos Castellanos y Las Colonias (Santa Fe, Argentina)". *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 32 (1–2), 3–16.
- Köppen, W.** (1931). *Grundriss der Klimakunde*. Berlin, Germany: Walter de Gruyter & Co.
- Leva, P.E.; Veles, M.A.; García, M.S.; Gandolfo, J.A. y Valtorta, S.E.** (2002). "Distribución de las precipitaciones en Rafaela y Esperanza (Santa Fe)" *Revista de la Universidad de Buenos Aires*, 22 (1), 85–89.
- Leva, P.E.; Ferrarini, H.; García, M.S.; Tóffoli, G. y Valtorta, S.E.** (2008). "Caracterización Agroclimática de las Sequías (1932–2006) en la Localidad de Rafaela, Santa Fe, Argentina". *FAVE–Sección Ciencias Agrarias*, 7, 81–86.
- Mosconi, F.; Priano, L.; Hein, N.; Moscatelli, G.; Salazar, J.L.; Gutiérrez, T. y Cáceres, L.** (1981). Mapa de suelos de la Provincia de Santa Fe. Tomo I. INTA–MAG.
- Murphy, G.; Hurtado, R.; Fernández Long, M.E.; Serio, L.; Faroni, A.; Spescha, L.; Maio, S. y Barnatán, I.** (2008). *Atlas Agroclimático de la Argentina*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

- Nightingale, G.T. y Blake, M.A.** (1934). *Effects of temperature on the growth and composition Stayman and Baldwin apple trees*. New Jersey Agric. Exper. Sta., Bull. New Brunswick.
- Nuttonson, M.Y.** (1959). *Agricultural ecology in subtropical regions*. Washington, D.C., U.S.A: American Institute of crop Ecology.
- Palmer, W.C.** (1965). "Meteorological Drought". U.S. Weather Bureau. *Washington D.C. Research Paper*, 45, 58–63.
- Papadakis, J.** (1952). "Mapa Ecológico de la República Argentina". En: Amols, A. (Ed.) *Geografía económica Argentina*. (177–206). Buenos Aires, Argentina: Editorial Kapeluz.
- Pascale A.J. y Damario, E.A.** (2004). *Bioclimatología agrícola y Agroclimatología*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires.
- Pensiero, J.F.; Gutiérrez, H.F.; Luchetti, A.M.; Exner, E.; Kern, V.; Brnich, E.; Oakley, L; Prado, D. y Lewis, J.P.** (2005). *Flora vascular de la provincia de Santa Fe. Claves para el reconocimiento de las familias y géneros. Catálogo sistemático de las especies*. Santa Fe, Argentina: Ediciones UNL.
- Richardson, E.A.; Seeley, S.D. y Walker, R.D.** (1974). "A model for estimating completion of rest for "Redhaven" and "Elberta" peach trees". *Hortscience*, 9, 331–332.
- SAGyP, INTA.** (1990). *Atlas de Suelos de la República Argentina*. Proyecto PNUD Arg-85/019, Buenos Aires, Argentina.
- Santibáñez, F. y Uribe, J.** (2001). "Climatología agrícola". En: Uribe, J. (Ed.). *Agenda del Salitre. Sociedad Química y Minera de Chile* (117–138). Santiago, Chile: Editorial Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de Santiago.
- S.M.N. Servicio Meteorológico Nacional.** (2000). *Climatología. Datos estadísticos*. Santa Fe [en línea]. Consultado el 12 de abril de 2010 en <<http://www.meteofa.mil.ar>>.
- (2008). *Climatología. Datos estadísticos*. Santa Fe [en línea]. Consultado el 12 de mayo de 2011 en <<http://www.meteofa.mil.ar>>.
- Sobral, R. y Nakama, V.** (1988). Índices de productividad (IP). Método paramétrico para la evaluación de tierras. *XII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Corrientes.
- Thornthwaite, C.W. y Mather, J.R.** (1948). "Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance". *Publication in Climatology*, 10(3), 185–311.

Capítulo 2

Cítricos

1. Taxonomía y origen

Los cítricos son originarios de las regiones tropicales y subtropicales del sudeste de Asia y del archipiélago Malayo, luego se extendieron desde la India, norte de China y Nueva Guinea, hasta Australia. Desde allí se distribuyeron a otras regiones del mundo, y actualmente se cultivan en forma comercial en el área delimitada por los paralelos terrestres de 40° de latitud N y S (Goldschmidt y Koch, 1996).

Las especies con interés comercial pertenecen al Orden Rutales, familia Rutaceae, subfamilia Aurantioideas. Dentro de esta subfamilia los géneros de utilidad desde el punto de vista agronómico son *Poncirus* (representado por la sp. *Trifoliata* (L.) Raf.), *Fortunella* y *Citrus*. Este último género es el más importante, ya que su cultivo abarca la producción de frutos para consumo en fresco y para su transformación industrial, comprendiendo 16 especies de interés agronómico. Las de mayor difusión son *C. aurantifolia* (Christm.) Swing. (lima mejicana), *C. latifolia* Tanaka (lima tahití), *C. aurantium* L. (naranja amargo), *C. grandis* (L.) Osbeck (pummelo), *C. limon* (L.) Burm (limón), *C. paradisi* Macf. (pomelo), *C. reticulata* Blanco (mandarina), *C. deliciosa* Tenore (mandarina común), *C. unshiu* Marcovitch (mandarina satsuma), *C. reshni* Hort. ex Tanaka (mandarina cleopatra) y *C. sinensis* (L.) Osbeck (naranja dulce).

Una característica de la subfamilia Aurantioideas es que sus géneros hibridan con facilidad y por lo tanto su clasificación es muy difícil. Algunos de estos híbridos se denominan *Citranges* (*C. sinensis* x *P. trifoliata*), *Citrumelos* (*C. paradisi* x *P. trifoliata*), los cuales se utilizan como pie de injerto. Otros híbridos de interés son los *Tangelos* (*C. reticulata* x *C. paradisi*), *Tangors* (*C. reticulata* x *C. sinensis*) e híbridos de mandarinas, los cuales se conocen comercialmente como variedades de mandarinas o naranjas (Agustí, 2003).

2. Características de la planta

Todas las especies de la subfamilia Aurantioideas son árboles o arbustos de hojas simples y perennes, excepto el género *Poncirus* que presenta hojas trifoliadas y caducas. El tamaño y la forma de los árboles del género *Citrus* es variable desde erecta a globosa, o desgarbada. La presencia de espinas en las axilas de las hojas es una característica relacionada con la juvenilidad de las plantas, pero variable en dureza y tamaño, según la especie.

Las hojas son unifoliadas de tamaño grande (pomelos), mediano (naranjas y limones) o pequeño (mandarinas). Las yemas son mixtas (Davenport, 1990) pudiendo desarrollar brotes vegetativos, de flor solitaria, campaneros (vegetativo con flor terminal), e inflorescencias con y sin hojas (ramilletes mixto y floral, respectivamente). La proporción de estos tipos de brotes determina la intensidad de la floración y depende de la variedad, además de ser influenciada por las condiciones ambientales y de manejo.

Las flores de los cítricos son hermafroditas, hipóginas (de ovario súpero), tienen 5 sépalos verdes, 5 pétalos blancos, 20–40 estambres soldados, con polen no siempre fértil, y 8–10 carpelos soldados.

El fruto es de forma variable, desde esférica a oval. Se conocen como hesperidios, que son bayas caracterizadas por poseer dos regiones morfológicamente distintas, el endocarpio y el pericarpio. El primero está formado por un ovario simple de 8–10 carpelos soldados, que contienen vesículas de jugo, rodeado por el pericarpio que consiste en una corteza resistente de color amarillo-verdoso (limones, pomelos y limas) o naranja (naranjas y mandarinas) (Iglesias *et al.*, 2007).

El sistema radicular abarca los primeros 50 cm de suelo, aunque puede alcanzar hasta los cinco metros de profundidad y se extiende hasta una distancia de 7,5 m del tronco.

3. Producción mundial, nacional y regional

Los cítricos a nivel mundial son las frutas de mayor producción y comercialización, con 100 millones de toneladas anuales aproximadamente. Las naranjas representan un 65 % de la producción total; luego las mandarinas con un 19 %, en tercer y cuarto lugar los limones (11 %) y pomelos (5 %), respectivamente. Los principales países productores son China (20805600 t), Brasil (10773429 t) y EE. UU. (10772900 t). Argentina se ubica en el séptimo lugar, luego de España, México e Italia (FAO, 2010).

En Argentina el cultivo abarca 136985 ha, de las cuales se obtiene una producción de 1300000 t de limones, 800000 t de naranjas, 400000 t de mandarinas y 260000 t de pomelos (INDEC, 2008). Existen 400 plantas de selección y empaque, y 16 plantas industriales de jugos concentrados. La citricultura genera alrededor de 150000 puestos de trabajo y su importancia socioeconómica es muy relevante en varias provincias del Noroeste Argentino (NOA) y del Litoral (SAGPyA, 2010).

Las diferentes especies de cítricos se ubican en distintas zonas de producción bien definidas (entre 22° y 35° de Latitud Sur), con una marcada especialización regional.

La región del NOA, comprende las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán, Santiago del Estero, Catamarca y La Rioja. Abarca el 43 % del total de la superficie de cítricos implantada en el país y representa el 62 % de la producción nacional. Las especies más cultivadas son limón, pomelo y naranja (Palacios, 2005).

La región Norte, involucra las provincias de Formosa (1700 ha) y Chaco (650 ha). El cultivo de pomelo es el que ha tenido mayor adaptación y calidad (Palacios, 2005).

La región Noreste (NEA o Litoral), incluye a las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos, con algo más del 51 % de la superficie total del país implantadas, siendo las especies más representativas la naranja y la mandarina (INDEC, 2008).

La región Central corresponde al sector limítrofe de la provincia de Buenos Aires con la de Santa Fe. San Pedro es el centro de producción más importante. Presenta como ventaja la cercanía a los grandes mercados consumidores del país (Buenos Aires, Rosario, Santa Fe y Córdoba), y posee muy buena infraestructura comercial (rutas, autopistas, galpones de empaque). Se ubica en un área de riesgo por heladas, que puede comprometer no sólo la calidad de fruta sino también a la viabilidad de la planta. La superficie equivale al 4 % del total nacional, y las naranjas "navel" o de ombligo son las predominantes, cuya calidad resulta óptima (Pagliaricci *et al.*, 2010).

La región centro de Santa Fe no se encuentra incluida en la clasificación de las zonas de producción debido a que la citricultura es incipiente. Sin embargo, presenta características climáticas y edáficas favorables para el cultivo, de acuerdo con lo presentado en el capítulo anterior.

4. Requerimientos agroecológicos

El crecimiento y desarrollo de las plantas acontecen dentro de un marco térmico definido (temperaturas cardinales), las que varían entre las especies, cultivares, e incluso entre las fases ontogénicas. El rango de temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo de los cítricos está entre 23 y 34 °C, el máximo valor es 39 °C y el mínimo es 13 °C (Pimentel *et al.*, 2007). Temperaturas de 25 a 30 °C son óptimas para la actividad fotosintética y superiores a 35 °C la reducen (Ribeiro y Machado, 2007). El desarrollo radicular requiere altas temperaturas de suelo, existiendo una alta tasa de crecimiento con temperaturas de hasta 32 °C.

Los requerimientos hídricos anuales fluctúan entre 750 y 1200 mm. El estrés hídrico en la etapa de cuajado de los frutos puede provocar la abscisión de las estructuras reproductivas y comprometer la producción. Además, si el mismo ocurre durante la etapa de alargamiento celular del crecimiento del fruto, restringe su tamaño final (Gariglio *et al.*, 2007). Por otro lado, el exceso de lluvias puede provocar asfisia radicular, y afectar la calidad de la fruta en el período previo a la recolección. En este último caso, por causar una reducción de la acidez y de la concentración de sólidos solubles totales, además de afectar la consistencia de la corteza, que se torna más sensible al manipuleo.

El viento a partir de una velocidad de 25 km h⁻¹ puede causar lesiones y daños en la corteza de los frutos (rameado). Los vientos cálidos de verano ocasionan desequilibrios hídricos que provocan la abscisión de frutos y/o reducen su tasa de crecimiento. Por otro lado, los vientos fríos (3–6 °C) pueden desencadenar daños en la corteza y caída de frutos en naranjos “navel”. Esto justifica la utilización de cortinas cortavientos perimetrales, naturales o artificiales (Agustí, 2003).

En cuanto al suelo, los cítricos se adaptan a diferentes condiciones, sin embargo resultan mejores los arenosos profundos y los francos, de permeabilidad media entre 10 y 30 cm h⁻¹, salinidad en el extracto de saturación de 1,7 a 3,2 dS m⁻¹, y conductividad del agua de riego entre 0,9 y 3,0 dS m⁻¹. El pH óptimo del suelo se ubica entre 5,0 y 8,5; la presencia de boro y cloruros causan fitotoxicidad (Agustí, 2003).

5. Aspectos fisiológicos de interés

5.1. Componentes del rendimiento. Factores críticos

El cultivo realizado en regiones tropicales y subtropicales de donde es originario, presenta varios ciclos de brotación y floración durante el año (Goldschmidt y Koch, 1996). En climas templados, como en la región central de Santa Fe, aunque se presenten tres brotaciones anuales, sólo la que ocurre en primavera es la que lleva flores y determina la producción anual, a excepción del limonero (Agustí, 2003).

5.1.1. Inducción floral

En las plantas provenientes de semilla la juvenilidad puede durar entre cuatro y ocho años, y en este período la planta es incapaz de florecer (Chouza y Gravina, 2010). En las plantas adultas las principales variables ambientales consideradas como factores de inducción floral, son las bajas temperaturas y la deficiencia hídrica (Southwick y Davenport, 1986; Vasconcelos–Ribeiro *et al.*, 2006). En condiciones de clima templado el factor determinante de la inducción floral son las temperaturas inferiores a 13 °C, mientras que en las regiones tropicales lo es el estrés hídrico (García *et al.*, 1992; Tamim *et al.*, 1996). Ambos factores exógenos pueden ser aditivos, siempre que uno de ellos no sea demasiado intenso, como ocurre con las bajas temperaturas invernales en zonas de clima templado (Lovatt *et al.*, 1988b). Así, en la zona central de Santa Fe el factor inductivo que prevalece son las bajas temperaturas invernales. Sin embargo, cuando ocurren fallas en el cuajado de los frutos se puede presentar una segunda floración, inducida por el estrés hídrico, como sucedió en el ciclo productivo 2008–2009. Estos frutos no presentaron tamaño comercial, ya que se desarrollan tardíamente durante el período de otoño–invierno (Pilatti *et al.*, 2009a).

El fotoperíodo es insuficiente por sí mismo para inducir la floración de los cítricos (Davenport, 1990; Sylvertsen y Lloyd, 1994).

El principal factor endógeno considerado como inhibidor de la floración son las giberelinas presentes en la copa del árbol (Koshita *et al.*, 1999; Lovatt *et al.*, 1988b),

por lo que se requiere una disminución de la síntesis de esta hormona en las raíces y de su transporte a la parte aérea para que se produzca la inducción floral. Esto ocurre cuando hay un cese de la actividad radicular favorecido por las bajas temperaturas y el estrés hídrico, tal como se mencionó anteriormente (Tamim *et al.*, 1996). Las semillas de los frutos son fuertes productoras de giberelinas por lo que la carga de frutos tiene un importante rol en la inducción floral, existiendo una correlación negativa entre la producción y la siguiente floración (vejería) (Gravina, 1999).

Los carbohidratos también juegan un papel preponderante en el proceso de inducción, siendo su efecto cuantitativo debido a la energía que requieren los procesos de diferenciación floral (Goldschmidt y Golomb, 1982). Esto se ha demostrado a través de ensayos con anillado del tronco en la época inductiva (Yamanishi *et al.*, 1993).

El contenido foliar de amonio también afecta la inducción floral, estando relacionado en forma directa y positiva con la intensidad de floración, como se ha observado luego de aplicaciones foliares invernales de urea (Lovatt *et al.*, 1988a). Además, aumenta su concentración bajo el efecto de algunos factores ambientales inductivos, como la existencia de estrés hídrico y temperaturas menores a 13 °C.

5.1.2. Floración

Luego del período inductivo, al elevarse la temperatura en primavera y/o reiniciarse las lluvias tras un período de sequía, tiene lugar la floración (Goldschmidt y Koch, 1996; Pilatti *et al.*, 2009a). Los cítricos son autocompatibles y la polinización puede ocurrir antes de la antesis. También se puede desarrollar polinización cruzada, entre plantas genéticamente diferentes, debido al transporte de polen por los insectos. Aunque la mayoría de las especies cultivadas actualmente muestran algún grado de apomixis, las naranjas “de ombligo” se caracterizan por presentar alto grado de partenocarpia, por lo que sus frutos no poseen semillas, siendo esta característica muy apreciada por el consumidor.

La duración del período de floración es dependiente de la temperatura y el desarrollo del tubo polínico, proceso que tiene un umbral térmico de 13 °C. También este factor influye en la actividad de las abejas y otros insectos polinizadores (Iglesias *et al.*, 2007). Debido a los cambios anuales de la temperatura, la fecha de floración muestra amplia variación entre años en la región central de Santa Fe (Tabla 6).

Tabla 6. Época de ocurrencia de inicio de brotación, de floración, plena floración y cuajado de frutos, de las variedades de cítricos cultivadas en la zona central de Santa Fe.

<u>Año</u>	<u>Inicio de brotación</u>	<u>Inicio de floración</u>	<u>Plena floración</u>	<u>Cuajado de frutos</u>
2008	06-ago	06-ago	04-sep	05-oct
2009	28-ago	31-ago	29-sep	26-oct
2010	6-sep	11-sep	06-oct	30-oct

El control de la floración es necesario en muchos casos para aumentar la cantidad y la calidad de la cosecha. Esto se debe a que en los cítricos partenocárpicos la intensidad de la floración está inversamente relacionada con la producción, consecuencia de un cuajado de frutos muy bajo (Agustí, 2003; Pilatti *et al.*, 2010). En estas variedades se generan ciclos de improductividad debido a floraciones muy intensas y bajos cuajados de frutos, que retroalimentan una intensidad de floración cada año mayor. En estos casos la inhibición de la floración es necesaria para aumentar el número de frutos cosechados (Guardiola *et al.*, 1993).

En las variedades con semillas, normalmente la relación entre la floración y el cuajado de frutos es positiva y desencadena el proceso de vecería. En estos casos, el control de la floración y el raleo de los frutos son las herramientas más adecuadas para interrumpir este ciclo.

5.1.3. Cuajado de frutos

El proceso que marca la transición del ovario de la flor a fruto en desarrollo se denomina cuajado o establecimiento de frutos y supone la iniciación de un crecimiento rápido de los tejidos del ovario (Sozzi, 2007).

En cítricos, el número de flores formadas excede ampliamente al número de frutos que alcanzan la madurez, llegando en algunos casos al 0,1 % del total. Esto es debido a que ocurre una intensa caída de frutos durante la primera etapa de su desarrollo, y que en nuestra zona se completa a fines de noviembre.

La distribución e intensidad de la abscisión de estructuras reproductivas está directamente relacionada con factores externos, entre ellos principalmente la temperatura, la nutrición y la disponibilidad de agua (Nakajima *et al.*, 1993), además del manejo (Agustí *et al.*, 2003). Los descensos bruscos de la humedad relativa del aire, la baja disponibilidad de agua en el suelo y la ocurrencia de heladas tardías durante la primera fase del desarrollo del fruto, promueven su abscisión (Gariglio *et al.*, 2007).

En variedades con semillas los frutos cuajan con facilidad, ya que éstas promueven una mayor concentración de hormonas en comparación con las variedades partenocárpicas. Es así que principalmente la síntesis de giberelinas, que tiene lugar en los óvulos fertilizados, es el estímulo que controla el desarrollo inicial del fruto. En cambio, en las variedades partenocárpicas, en muchos casos es necesario realizar algunas prácticas culturales para estimular el cuajado de los frutos y lograr una producción adecuada.

El cuajado de frutos es también altamente dependiente del tipo de brote sobre el que se encuentra la flor. En general los brotes sin hojas emergen antes y poseen muy baja probabilidad de cuajado. Los ramilletes mixtos y los brotes campaneros están relacionados a un alto cuajado de frutos (Lovatt *et al.*, 1988b), que normalmente resulta hasta 10 veces superior en comparación a los brotes sin hojas (Sylvertsen y Lloyd, 1994).

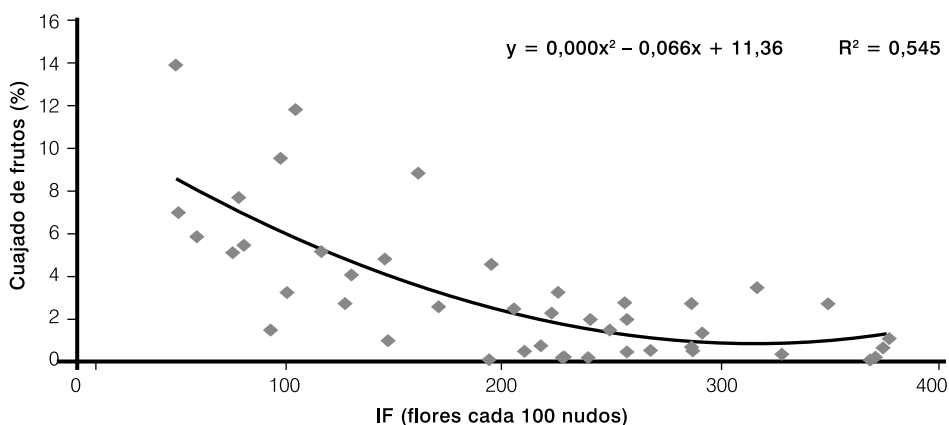


Figura 9. Porcentaje de cuajado de frutos en función de la intensidad de floración (IF), para diferentes cítricos cultivados en la región central de Santa Fe.

En condiciones de elevadas intensidades de floración, se establece una competencia por recursos entre los diferentes órganos en desarrollo y debido a un cierto mecanismo de 'autocontrol', se produce un ajuste mediado por la capacidad nutricional de la planta, reduciéndose notablemente el cuajado (Guardiola y García-Luis, 2000) (Fig. 9).

Se considera que intensidades de floración de 30 a 70 flores cada 100 nudos son las más adecuadas para lograr una producción estable en el tiempo (Agustí *et al.*, 2003).

5.1.4. Crecimiento y desarrollo del fruto

El desarrollo del fruto ocurre durante un período relativamente largo, que en regiones subtropicales y templadas comienza en la primavera y se completa en otoño (marzo-mayo) en las variedades tempranas, en invierno (junio-agosto) las intermedias, y hasta finales de primavera e inicios del verano (septiembre-noviembre) en las más tardías (Sylvertsen y Lloyd, 1994).

El crecimiento del fruto sigue una curva sigmoideal desde la antesis hasta la maduración, caracterizada por tres períodos o fases bien diferenciadas, denominadas fase I, II y III (Agustí *et al.*, 2003).

La fase I o de crecimiento exponencial, se extiende desde la antesis hasta el final de la caída fisiológica de frutos, teniendo una duración aproximada de dos meses. Está caracterizada por un rápido crecimiento, básicamente de la corteza, provocado por la división celular, donde se define el número de células del fruto, y por lo tanto su tamaño potencial. La fase II o de crecimiento lineal, abarca desde el final de la fase anterior hasta antes del cambio de color del fruto, con duración de 2-3 meses

en variedades precoces, y de hasta 5–6 meses en las tardías. Se caracteriza por la expansión celular, desarrollo de lóculos y aumento del contenido de jugo en las vesículas. La fase III o de maduración, presenta una reducida tasa de crecimiento, la corteza adquiere pigmentación debido a la degradación de la clorofila y la síntesis de carotenoides, a la vez que se produce la maduración interna con el aumento de sólidos solubles y compuestos nitrogenados y la disminución de ácidos libres debido a su dilución y metabolización (Iglesias *et al.*, 2007).

Existen factores internos de la planta que determinan el tamaño final del fruto. Entre ellos se encuentra el factor genético, ya que el tamaño del fruto es una característica propia de cada variedad (Agustí *et al.*, 2003), el tipo de brote sobre el que se originó el fruto, siendo mayor su tamaño final en los brotes con hojas. Además, el tamaño del fruto está inversamente relacionado al número de frutos por árbol, y más aún al número de flores producidas (Gravina, 1999), debido a la competencia entre órganos en desarrollo (Goldschmidt y Koch, 1996). Por ello, al disminuir la intensidad de floración o bien haciendo aclareo de frutos se puede incrementar el tamaño final de los mismos.

El desarrollo del fruto depende además de la interacción entre algunos factores ambientales y prácticas culturales. El crecimiento del fruto se reduce si las temperaturas superan los 30 °C; por el contrario, durante el período de maduración, la ausencia de crecimiento del fruto se halla asociada a las bajas temperaturas (Sylvertsen y Lloyd, 1994). Los frutos situados en el interior del árbol crecen más lentamente que los frutos exteriores, que reciben una mayor iluminación. El desarrollo del fruto depende también del suelo, del aporte de agua por riego, de la provisión de nutrientes y del tipo de pie de injerto (Agustí, 2003).

5.1.5. Maduración del fruto

La maduración del fruto se define como el conjunto de cambios externos e internos ocurridos cuando el mismo alcanza su máximo tamaño y completa su desarrollo. Algunos de aquellos cambios pueden ser determinados a través de la coloración, firmeza, sabor, textura, aumento de azúcares solubles, descenso de almidón y de ácidos libres, entre otros. A partir de entonces comienza el proceso de senescencia y abscisión del fruto. En los cítricos la maduración interna y externa son procesos fisiológicos diferentes (Iglesias *et al.*, 2007).

Temperaturas por debajo de 13 °C provocan el cambio de coloración del fruto, mientras que el reverdecimiento se relaciona con las altas temperaturas. La luz afecta la coloración del fruto, ya que es necesaria para la síntesis de carotenoides y antocianos. La humedad relativa afecta el grosor de la piel, también provoca alteraciones según variedades, como el bufado de la mandarina *Satsuma* (hinchamiento de la corteza que la separa de la pulpa). En naranjas 'navel' los períodos húmedos y fríos provocan el desarrollo en la corteza de zonas con aspecto húmedo, mientras que las fluctuaciones entre períodos de baja humedad de suelo y lluvias determinan el rajado de los frutos (Agustí, 2003).

La radiación excesiva provoca daños en la piel de los frutos (Gariglio *et al.*, 2007) produciéndose un aplanamiento asimétrico de la zona del fruto expuesta al sol, en la que la corteza adquiere una textura endurecida y una coloración amarillenta, desprovista de clorofila. En la zona central de Santa Fe, el quemado por sol es frecuente en las mandarinas *Satsuma*, cv “Okitsu”, de producción temprana, y este daño se produce durante fines de enero y febrero. La proporción de frutos dañados alcanza valores del 17,3 % en las líneas orientadas de E-O y del 26,2 % en la orientación N-S. Además, el porcentaje de frutos dañados se eleva hasta el 30,5 % cuando el marco de plantación es más amplio (Micheloud *et al.*, 2010).

La aplicación de etileno exógeno acelera la maduración del fruto, mientras que las giberelinas la retrasan. Los cítricos son frutos no climatéricos, por lo cual no muestran aumentos respiratorios o de síntesis de etileno durante la maduración.

6. Patrones y variedades

Algunas características propias de la variedad pueden ser influenciadas por el pie como ser el vigor y tamaño de planta, tolerancia al frío, adaptación a las condiciones del suelo como salinidad o acidez, tolerancia a enfermedades o plagas, productividad y calidad interna y externa de la fruta.

La citricultura de la región del NOA está diversificada respecto de los portainjertos, utilizándose el *mandarino Cleopatra*, *Volkameriano*, *Rangpur*, *Citranges*, *Naranja agrio*, *Citrumelo Swingle*, y *Flying Dragon*. En la región del NEA y Central se utiliza básicamente el pie trifolio (*P. trifoliata*). Las características que confiere este pie son menor tamaño de planta, buena productividad y calidad de fruto, resistencia al frío, adaptación a suelos pesados y húmedos, sensibilidad a la caliza y a la salinidad, resistencia a enfermedades como tristeza, psorosis y xilosporosis, tolerancia a phytophthora y sensibilidad a exocortis. Actualmente se encuentran en etapa de evaluación nuevos portainjertos que confieran atributos relacionados a la eficiencia productiva, calidad de la fruta y resistencia a enfermedades, algunos de ellos son *Cleopatra x trifolio*, *Cleopatra x citrumelo*, *Citrango benton*, *Citrumelo 4475*, *Trifolio Flying Dragon* (Anderson, 2003). Los pies de injerto de los cítricos se propagan por semilla.

Se recomienda que el injerto esté a 30 cm por sobre la superficie del suelo, debido a que las enfermedades ocasionadas por los hongos del suelo alcanzan la corteza del tronco de la copa susceptible, por ejemplo a través del salpicado de las gotas de lluvia.

Comercialmente, dentro de las cualidades de una buena variedad se menciona la alta capacidad de producción, la ausencia de vejería (alternancia de producción), la menor altura de los árboles, la escasez de espinas, y la afinidad con el pie de injerto utilizado. La calidad de la fruta debe ser tal que su sabor sea equilibrado y agrídulce, con un alto porcentaje de jugo, sin o con muy pocas semillas, de fácil pelado, resistente a la caída prematura y de doble propósito (mercado fresco e industria).

6.1. Naranjos (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)

Las naranjas se clasifican comercialmente en naranjas de ombligo, naranjas blancas o de jugo y naranjas sanguíneas (estas últimas no cultivadas en la región).

6.1.1. Naranjas de ombligo

Se las distingue por presentar un segundo verticilo carpelar llamado ombligo (“navel”, en inglés) y la ausencia de semillas. Además, contienen limonina, lo que no las hace aptas para la industrialización en jugos (Aznar, 1999). En la zona central de Santa Fe no muestran un buen comportamiento agronómico por la sensibilidad a la canchrosis de los cítricos. Las principales variedades son *Washington navel*, *New hall*, *Navelina* y *Lane late*.

- *Washington navel*: se originó en Bahía (Brasil), posteriormente se introdujo en los Estados Unidos. Presenta mucha facilidad de dar mutaciones por su inestabilidad somática y se encuentra distribuida en el mundo a través de numerosas variedades derivadas de ésta. Se trata de árboles grandes, globosos, con tendencia a dar ramas abiertas. Florecen en abundancia, lo que incide negativamente sobre el cuajado de los frutos. Su fruto es de tamaño grande, redondo, de corteza gruesa, fácil de pelar y de recolección temprana a media (Agustí, 2003).
- *New hall*: surgió a través de una mutación de *Washington navel* en California. Se adapta bien a climas cálidos, es de porte medio, productiva y precoz. Su fruta es alargada y con respecto a su maduración es la más temprana dentro de las “navel” (Palacios, 2005).
- *Navelina*: originaria de California (EE.UU.). Árboles vigorosos, de porte medio y globoso. Posee tendencia a la vecería. De maduración temprana (similar a la variedad *New hall*) y buena calidad de fruta. Es tolerante a la clorosis férrica y a la asfixia radicular (Agustí, 2003).
- *Lane late*: fue obtenida en Australia por una mutación de *Washington navel*. Presenta ciertos problemas de adaptación a zonas cálidas, de porte más vigoroso que *New hall* y de recolección media–tardía. El fruto es de tamaño grande, corteza fina, ombligo poco pronunciado y tiene una coloración poco atractiva. Su fruta puede permanecer en la planta mucho tiempo, lo que resulta en un amplio período de cosecha, anticipándose a *Valencia late* (Aznar, 1999).

6.1.2. Naranjas blancas o de jugo

Son importantes por su consumo en fresco y por sus posibilidades de industrialización. Como características del grupo se destaca la ausencia de ombligo en sus frutos, mayor acidez que el grupo de naranjas ‘navel’ y tendencia natural a la alternancia de cosecha (vecería). Las principales variedades son *Salustiana*, *Delta seedless*, *Midknight* y *Valencia late*.



Figura 10. Plantas de naranjo dulce, cv. *Salustiana* de 8 años.

- *Salustiana*: se originó en España. Se caracteriza por ser árboles vigorosos con formación de ramas verticales. Sus frutos son redondos, de buena coloración externa e interna, sin semillas y algo sensibles al frío. Es de media estación. La fruta una vez madura puede permanecer en la planta sin perder calidad (Aznar, 1999). En la zona del Litoral de Argentina es una de las variedades más cultivadas por su mejor comportamiento ante la cancrrosis (Fig. 10).

- *Delta seedless*: es una selección mejorada de *Valencia late*, originada en Sudáfrica. Se caracteriza por fructificar en el interior de la copa (Palacios, 2005).
- *Midnight*: es cultivada en California y Sudáfrica. No se muestra como muy productiva en la zona central de Santa Fe. Presenta fruta de buen calibre comercial (Palacios, 2005).
- *Valencia late*: es originaria de las Islas Azores, siendo la variedad de mayor difusión a nivel mundial, representando el 60 % de las plantaciones de naranjas del mundo. Los árboles son de gran porte, con tendencia al desarrollo de un porte erecto. Se adaptan bien a diversos climas y suelos. Es de maduración tardía, por lo que su ingreso al mercado ocurre cuando el calor se intensifica y aumenta la demanda por frutas cítricas. Los frutos son de excelente calidad organoléptica, con pocas o sin semillas y si permanecen en la planta durante mucho tiempo reverdecen (Aznar, 1999).

6.2. Mandarinos (*Citrus sp.*)

Se trata de diferentes especies que producen frutas de tamaño pequeño, en relación con las naranjas, las cuales contienen mucho jugo azucarado y aromático, y que por tener una cáscara más bien suelta, son de fácil pelado. Se comercializan como mandarinas también los híbridos o 'tangors' que presentan una piel más adherida a los gajos. Algunas de las principales variedades son *Satsuma–Okitsu*, *Clemenules*, *Nova*, *Criolla* y *Ellendale*.

- *Satsuma–Okitsu* (*Citrus unshiu* Marcovitch): obtenida en Japón, presenta árboles de porte medio y son muy productivos. Se caracteriza por su floración tardía y maduración extra temprana. El fruto es de tamaño mediano a grande, carece de semillas (ya que aunque posee polen fértil no lo son sus óvulos), tiene baja acidez y cáscara gruesa de fácil pelado. Tal como se indicó anteriormente para esta variedad, los frutos en la planta son sensibles al golpe de sol y muy propensos al bufado cuando comienzan a madurar. Esto determina que normalmente su

cosecha se realice al inicio de la maduración, cuando tienen una coloración de verde oscuro a verde claro (Bouzo *et al.*, 2008). Es la mandarina más tolerante al frío y a la cancrrosis (Aznar, 1999). Muy buen comportamiento y productividad en la zona central de Santa Fe.

- *Clemenules* (*Citrus clementina* Hort. ex Tanaka): es una variedad productiva de árboles grandes y vigorosos. Los frutos se caracterizan por ser entre pequeños y medianos, con muy buena calidad intrínseca y de maduración precoz (Agustí, 2003). Del grupo de las clementinas, es la que más se difundió en Argentina, especialmente en la zona del Litoral, donde muestra un buen comportamiento agronómico.
- *Nova*: es un híbrido de la mandarina *Clementina* x “tangelo” *Orlando*, obtenido en Florida. Las plantas son de porte medio a pequeño. Producen fruta medianamente grande, muy jugosas y con abundantes semillas, que maduran entre mayo y junio (Aznar, 1999). Su superficie ha aumentado considerablemente en los últimos años en la zona del Litoral debido a su alta productividad y buen comportamiento ante cancrrosis.
- *Criolla* (*Citrus deliciosa* Tenore): originaria de China. Es de porte mediano, muy productiva pero altamente vecera. La fruta es muy aromática y de fácil pelado (Palacios, 2005). Presenta una demanda comercial cada vez más restrictiva debido a la presencia de abundantes semillas. Se superficie de cultivo está en franca disminución.
- *Ellendale*: es un “tanger” natural, encontrado en Australia. El árbol es de buen vigor y hábito de crecimiento abierto. Produce tardíamente fruta de buen sabor, mucho jugo y pocas semillas, que pueden permanecer en el árbol sin deterioro porque no tiene tendencia al bufado, aunque es sensible al rajado (Aznar, 1999). Fue la variedad más cultivada en la zona del Litoral, pero actualmente su cultivo ha perdido interés. No presenta buena productividad en la zona central de Santa Fe.

Finalmente, han sido creadas en el mundo numerosas variedades tanto de naranjos como de mandarinos, ya patentadas, las que en Argentina recientemente han comenzado a evaluarse. Algunas variedades de naranja son: *M7 navel*, *Gerard navel*, *Mc. Lean Valencia* y *Alpha Valencia*. Lo mismo sucede con las mandarinas, tal como *Afourer*, *Shasta gold*, *Tahoe gold*, *Yosemite gold*, y *Tango* (Anderson, 2010).

7. Prácticas culturales

7.1. Marco de plantación

En el diseño y establecimiento de la plantación hay varios aspectos a contemplar, por ejemplo el vigor de los árboles al momento de decidir la densidad de plantación:

- Vigor escaso, el marco de plantación puede ser de 5 x 3 m (Fig. 11).
- Vigor medio, 5,5 x 3,5–4,0 m.
- Vigor elevado, 6,0 x 4,0 m.
- Vigor muy elevado, 6,5 x 5,0–6,0 m.



Figura 11. Distanciamiento entre plantas de mandarina *Satsuma*, caracterizadas por su escaso porte.

Otro aspecto a tener en cuenta es el establecimiento de los árboles sobre camellones o mesetas para evitar el encharcamiento en el cuello del árbol y para proteger el suelo de la erosión en zonas con pendiente. Las plantas deben provenir de viveros inscriptos mediante la resolución 930/09 del SENASA; la época de plantación más adecuada se considera de julio a agosto. No está permitida la plantación consociada con especies diferentes a los cítricos y se recomienda realizar lotes de una sola variedad.

7.2. Conducción y poda

7.2.1. Poda de formación

No es aconsejable realizarla antes de los tres años de edad del árbol, ni ejecutarla de manera intensa. Durante ese período la poda se limita a la eliminación de brotes del pie de injerto. Luego se eligen las ramas principales, que preferentemente no deben ser más de cuatro.

7.2.2. Poda de producción

La poda de fructificación y mantenimiento consiste en la eliminación y/o acortamiento de las ramas y la supresión de las ramas viejas, de pequeño tamaño, resacas, chupones de gran vigor y las altas de difícil acceso. Se debe contribuir al desarrollo horizontal de las ramas y evitar la eliminación de las faldas, solamente controlar las ramas que se extienden sobre el suelo o que se entrecruzan. Lo más recomendable es una poda moderada, manteniendo la tendencia natural del árbol (Agustí, 2003). La misma depende de los hábitos de crecimiento y fructificación según las variedades. Luego de la poda se debe retirar el material y desinfectar las herramientas con hipoclorito de sodio al 0,05 % al pasar de un árbol a otro.

Las plantas podadas durante la dormición tienen un mayor nivel nutricional y hormonal para sustentar la nueva brotación que las plantas sin podar (Agustí, 2004). La poda aplicada en cítricos antes del inicio del crecimiento anual estimula la brotación de yemas, disminuye la intensidad de la floración y aumenta la proporción de brotes con hojas, lo que mejora la relación hoja/flor. Esto favorece la producción de más frutos por planta y de mayor calidad (Chouza y Gravina, 2010).

7.3. Control de malezas

El control de las malezas en una plantación de cítricos se puede realizar de diferentes formas. La más utilizada en la región central de Santa Fe consiste en mantener la línea de plantas libre de malezas a través del uso de herbicidas como el glifosato, cuidando de no afectar al follaje.

En el espacio entre líneas, normalmente se realiza un control químico en la primavera con el objetivo de disminuir la competencia por el recurso hídrico durante el período comprendido entre la brotación y el cuajado de frutos, y luego en el verano y otoño se realizan controles mecánicos con segadora, lo cual mantiene la cobertura y disminuye el impacto directo de las gotas de agua por lluvia sobre el suelo. La remoción del suelo no es una práctica frecuente en la zona central de Santa Fe.

7.4. Riego y fertilización

7.4.1. Riego

El riego en cultivos frutales se puede realizar a manto, por aspersión o localizado por goteo. Este último es el más difundido en la zona debido a que las explotaciones son pequeñas, lo que hace que la inversión inicial no sea elevada. Además, se prioriza el uso de técnicas que demanden una menor cantidad de mano de obra.

Para establecer el momento de inicio de los riegos y su duración se pueden utilizar tensiómetros a 30 y a 60 cm de profundidad. El primero determina el momento de iniciar el riego y el segundo el momento de suspenderlo.

También se pueden estimar las necesidades y frecuencia del riego a través del cálculo de la evapotranspiración del cultivo (ETc), para lo cual es necesario conocer los valores de coeficiente del cultivo (Kc) (Tabla 7) y la evapotranspiración de referencia (ETo), de acuerdo con la siguiente expresión: $ETc = ETo \times Kc$.

A su vez $ETo = Eo \times Kp$, donde Eo es la evaporación de un tanque evaporímetro, $Kp = 0,815$ aproximadamente, pero varía con las características climáticas.

7.4.2. Nutrición mineral

Para poder realizar el plan de fertilización es necesario estimar la demanda nutritiva y conocer el suministro de nutrientes del suelo a través del análisis químico correspondiente. Por otro lado, los análisis químicos foliares permiten corroborar el plan de fertilización aplicado, y realizar los ajustes necesarios en el tiempo. Los análisis foliares deben realizarse en una época del año concreta (normalmente verano-otoño), y se debe seguir un protocolo de muestreo para cada cultivo. Los resultados obtenidos de los análisis pueden interpretarse al compararlos con los niveles de referencia (Tabla 8).

La extracción anual media que realiza un árbol de cítrico adulto es de 500 g de nitrógeno, 250 g de potasio y 40 g de fósforo. En una planta de segundo año estas necesidades son cercanas al 1 % de los valores anteriores (Legaz y Primo Millo, 1988).

Tabla 7. Coeficientes del cultivo (Kc) mensuales para los cítricos.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,80	0,80	0,75	0,75	0,80	0,80	0,80

Tabla 8. Interpretación de análisis foliares de macronutrientes en cítricos. Adaptado de Legaz *et al.* (1995).

	Niveles nutritivos estándar (% peso seco)		
	Bajo	Óptimo	Alto
N	2,30–2,50	2,51–2,80	2,81–3,00
P	0,10–0,12	0,13–0,16	0,17–0,20
K	0,50–0,70	0,71–1,00	1,01–1,30
Ca	1,60–2,90	3,00–5,00	5,10–6,50
Mg	0,15–0,24	0,25–0,45	0,46–0,90
S	0,14–0,19	0,20–0,30	0,31–0,50

7.5. Raleo de frutos

La necesidad de raleo de frutos surge debido a la competencia entre órganos en desarrollo, por lo que a mayor número de flores y/o frutos, menor será su tamaño final. Sin embargo, en los cítricos y en condiciones de alta productividad no hay una buena correlación entre el peso y el número de frutos por planta. Debido a esto, el raleo manual de frutos es poco efectivo ya que se deben eliminar el 66 % de los frutos presentes en el árbol para que haya una respuesta importante en el tamaño final de los frutos, lo que resulta en una gran disminución de la producción. No obstante hay mandarineros como las variedades *Satsuma* y *Murcott* donde el elevado cuajado de frutos determina una excesiva carga que afecta no solo su tamaño sino que compromete el próximo ciclo productivo, estimulando la vejería.

Debido a que el raleo manual resulta inviable desde el punto de vista económico, se utilizan raleadores químicos. Las aplicaciones se realizan a los 40 días después de ocurrida la plena floración. Los productos más utilizados son derivados de los reguladores de crecimiento del tipo de auxinas de síntesis, como el ácido naftalén acético (ANA) a una dosis de 200 ppm de producto comercial (16 % i.a.). El uso del raleo químico, también puede ser complementado con la realización de un raleo manual, lo que permite alcanzar mejores rendimientos, con un mayor tamaño de los frutos.

7.5.1. Aplicación de giberelina en invierno

Una manera muy eficiente de disminuir la competencia entre los órganos en crecimiento es la de reducir la cantidad de estructuras reproductivas desde el inicio de este proceso, esto es desde la inducción floral. La aplicación exógena de giberelinas en el reposo invernal logra bajar la intensidad de floración y modificar la frecuencia relativa de los brotes formados en la primavera, disminuyendo la formación de brotes sin hojas (Guardiola *et al.*, 1993; Koshita *et al.*, 1999). La efectividad depende de la dosis, el momento de aplicación y del nivel de floración de cada cultivar (Agustí *et al.*, 1982).

En la región central de Santa Fe, la aplicación de GA₃ (200 ppm) en el período previo a la brotación en plantas de la variedad *Lane late* redujo la intensidad total de floración (24 vs 71.5 flores cada 100 nudos), incrementó el porcentaje de yemas sin brotar (51 % vs 43 %), aumentó la proporción de brotes vegetativos (35 % vs 28 %), y disminuyó la de brotes mixtos (5 % vs 16 %). En todos los casos la segunda cifra refiere a la situación de las plantas no tratadas.

Esta reducción temprana de la competencia mejora el cuajado de los frutos y su tamaño final, sin afectar el número de frutos por planta a la cosecha. Como consecuencia, se incrementa la calidad de la fruta y el rendimiento total; no lográndose este resultado cuando se realiza el raleo de frutos.

7.6. Técnicas para mejorar la calidad y la producción

7.6.1. Técnicas para mejorar el cuajado de frutos

7.6.1.1. Rayado de ramas

Es una técnica que se utiliza con el fin de disminuir el vigor vegetativo y favorecer la fructificación. Dependiendo del momento de realización puede tener distintos fines, como mejorar la inducción floral, incrementar el cuajado de los frutos, o aumentar su tamaño final.

La técnica se ejecuta con tijeras especiales cuyo filo está curvado y se debe tener cuidado de no dañar el leño. Lo recomendable es realizarla en ramas principales de 5 a 7 cm de diámetro (Agustí, 2003). El anillado o rayado del tronco o de ramas principales es una técnica que se basa en permitir una mayor disponibilidad de carbohidratos, y de otras sustancias, favoreciendo el proceso fisiológico que está ocurriendo en la copa en el momento de su ejecución. Este estímulo, que se mantiene durante el período previo a la cicatrización de la herida y la reanudación de la conexión vascular, es suficiente para incrementar favorablemente los componentes del rendimiento de los cítricos (Gravina, 1999).

Con respecto al efecto de esta técnica en la mejora del cuajado de los frutos, se realizaron estudios en distintos años y variedades en la zona central de Santa Fe. En la naranja, cv. *Washington navel*, el rayado mejoró el cuajado de los frutos y el rendimiento en un 34 % en comparación con el control sin tratar (Gariglio y Morando, 2004). En la mandarina, cv. *Clemenules*, los resultados fueron más importantes en términos relativos ya que se incrementó el número de frutos por planta en más de un 150 % en relación con las plantas a las que no se les aplicó rayado (220 vs. 86 frutos pl⁻¹). En el caso

del Tangor *Ellendale*, el rayado de ramas es esencial para que la planta cuaje frutos, aunque no es suficiente para lograr una adecuada productividad (Pilatti *et al.*, 2010).

7.6.1.2. Aplicación de giberelina

El bajo cuajado de frutos en variedades partenocárpicas es un problema que se traduce en una baja productividad, y está asociado a un menor contenido hormonal debido a la ausencia de semillas. La aplicación exógena de giberelinas coincide con el momento de la caída de pétalos, y constituye una práctica que permite aumentar el cuajado de frutos al aumentar su capacidad de crecimiento. Aplicaciones de GAs a los ovarios durante la antesis promueven su desarrollo a través de un estímulo en el transporte de elementos minerales y fotosimilados hacia ellos (García *et al.*, 1995). Sin embargo, la respuesta a la aplicación de giberelinas no es independiente de la disponibilidad de carbohidratos (Agustí *et al.*, 1982). Es por ello que el rayado de ramas constituye una técnica alternativa o complementaria empleada con éxito para estimular el cuajado de frutos.

Los resultados de las experiencias desarrolladas en nuestra región, en plantas de naranjos, cv. *Washington navel*, mostraron que el uso de giberelinas a la caída de los pétalos aumentó entre un 15 a 40 % el número de frutos por planta respecto del tratamiento control. Combinando la aplicación de giberelinas a la caída de los pétalos y el rayado de ramas a los 30 días posteriores se observó un efecto aditivo, logrando un incremento de entre un 40 a 90 % en el número de frutos por planta respecto del tratamiento control sin tratar. Este mayor número de frutos por árbol no afectó el tamaño de los mismos lo cual demuestra que la planta no está limitada por su capacidad fotosintética sino por la dificultad para cuajar sus frutos (Tabla 9).

En el caso del Tangor *Ellendale* la aplicación de giberelinas a la caída de los pétalos no mejoró el cuajado de frutos, comportándose como improductiva (Pilatti *et al.*, 2010).

Tabla 9. Efecto de los tratamientos de giberelina y rayado de ramas sobre la carga de frutos, el peso de los frutos, y la producción por planta en el naranjo dulce, cv. *Washington navel*. Adaptado de Gariglio y Morando (2004).

<u>Tratamiento</u>	<u>Frutos por planta</u>	<u>Peso frutos (g)</u>	<u>Producción (Kg)</u>
Control	106 a ¹³	241.18 a	25.60 a
Rayado	135 b	262.18 a	35.40 b
Giberelina	136 b	263.51 a	35.95 b
Giberelina + rayado	183 c	255.10 a	46.82 c

13. Los valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes utilizando el test de Tukey para la separación de medias ($P = 0,05$).

7.6.1.3. Aplicación de urea foliar

El incremento de contenido foliar del ion NH_4^+ que producen las aplicaciones foliares de urea, ha permitido utilizar esta práctica cultural para incrementar la floración o mejorar el establecimiento de los frutos en diferentes especies frutales, cuando las reservas internas de compuestos nitrogenados son limitantes (Lovatt *et al.*, 1988b; Pilatti *et al.*, 2009b).

En nuestra región se realizaron ensayos de aplicación foliar de urea en momentos previos a la floración (15 de agosto) en el mandarino Satsuma, cv. *Okitsu*, y en el naranjo dulce, cv. *New hall*. La dosis utilizada fue de 10 g de N por planta, repitiéndose la aplicación en otras dos oportunidades (2 y 17 de septiembre). El contenido de nitrógeno foliar previo a la aplicación de urea fue de 2,85 y 2,70 %, para *Okitsu* y *New hall*, respectivamente. La floración fue abundante en todos los tratamientos, y contrariamente a lo esperado, fue reducida por la aplicación foliar de urea en el cv. *Satsuma*, mientras que no fue afectada en el naranjo *New hall*. La fertilización foliar no afectó la distribución de los distintos tipos de ramos fructíferos, tanto en el mandarino como en el naranjo.

La aplicación de urea foliar produjo un aumento de la producción por planta, tanto en *Satsuma* (+19.6 %), como en *New hall* (+22.3 %), debido a un mayor cuajado de frutos por planta (Pilatti *et al.*, 2009b). Estos efectos favorables no fueron observados todos los años, por lo que esta técnica no mostró la efectividad observada con el rayado de ramas, con la aplicación de giberelinas, o la combinación de ambas técnicas. Además, en casos de realizarse aplicaciones foliares de urea, debe tenerse la precaución de utilizar fertilizante con bajo contenido de biuret para evitar fitotoxicidad en la planta.

En resumen, el control de la floración mediante la aplicación de giberelinas en el período invernal, es una técnica muy efectiva para mejorar el cuajado de frutos en las variedades partenocárpicas, donde las altas intensidades de floración afectan el cuajado de frutos. Las dosis que deben utilizarse en la zona central de Santa Fe son muy superiores a las reportadas en otras regiones productivas.

7.6.2. Mejora del tamaño del fruto

Cuando la técnica de rayado de ramas se utiliza luego de la abscisión de los frutos (fin de la fase I de crecimiento del fruto), mejora considerablemente el tamaño de los mismos a la cosecha (hasta 4 mm de diámetro). Esta práctica cultural es muy utilizada en la fruticultura en general, y la citricultura en particular.

7.6.2.1. Aplicación de auxinas de síntesis

Para aumentar el tamaño de frutos en lugar del rayado de ramas se pueden aplicar reguladores de crecimiento auxínicos al final de la fase I de crecimiento del fruto. Se mejora entre 3 y 6 mm el diámetro a la cosecha, siendo la respuesta no aditiva al rayado de ramas. Se utiliza 2,4DP; 3,5,6TPA; Fenotiol, a dosis de 70, 10 y 20 ppm respectivamente.

7.6.3. Disminución del contenido de semillas en frutos

Se utilizan diferentes productos en plena floración para intervenir en el proceso de fecundación en las flores, por ejemplo $\text{Cu-SO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (25 mg L^{-1}), también es posible utilizar giberelinas (10 mg L^{-1}). En este último caso se pueden desencadenar problemas por el excesivo cuajado de frutos y la necesidad de realizar un raleo de frutos posterior.

7.6.4. Mejora del color

Es recomendable no prolongar excesivamente el período de aplicación de fertilizantes nitrogenados en las variedades tempranas. La aplicación debería suspenderse en el mes de enero, de lo contrario la coloración no se alcanza o es deficiente.

7.6.4.1. Desverdizado

Se realiza en variedades tempranas o tardías y se puede efectuar en pre o post cosecha. En este último caso, la temperatura óptima para el tratamiento es de entre 20 y $24 \text{ }^\circ\text{C}$, la humedad relativa de $90\text{--}95 \%$. Se utiliza etileno a una concentración entre $1\text{--}5 \text{ ppm}$ en cámaras especialmente acondicionadas para ello.

En nuestra región se realizó un experimento en la mandarina Satsuma, cv. Okitsu. En este caso, luego de ser cosechados, se sumergieron los frutos durante 2 minutos en una solución de Etefón (ácido 2- cloroetil fosfónico, SL 48 %) a dosis entre 500 y 3.500 ppm de i.a. en combinación con luz, y temperatura de $22 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,5$. El desarrollo de color resultó más adecuado con una concentración de 1.500 ppm y en presencia de luz. Por el contrario, en ausencia de luz los frutos presentaron una coloración amarillenta (Bouzo *et al.*, 2008).

7.6.5. Disminución de la caída de frutos maduros

Se puede aplicar el éster isopropílico del 2,4-D (15 mg L^{-1} i.a.) y ácido giberélico (10 mg L^{-1} i.a.) para evitar la abscisión de los frutos en el período previo a su cosecha, como suele suceder en las naranjas del tipo navel y la mandarina *nova*, entre otras variedades. La adición de GA_3 solo se justifica si se pretende retrasar la maduración de la corteza de los frutos y mejorar su conservación en la planta.

7.7. Cosecha

La cosecha se debe llevar a cabo respetando las normas oficiales sobre calidad comercial en cuanto a diámetro ecuatorial de la fruta, contenido de jugo y ratio (Tabla 10). La recolección es manual, los operarios deben utilizar guantes y cortar la fruta con alicate de puntas redondeadas efectuando el corte al ras del pedúnculo. No se debe cosechar con humedad o rocío a fin de evitar la oleocelosis. Lo recomendable es preclasificar la fruta en el campo e ingresar al empaque el mismo día de cosechada. En el caso de las mandarinas, los bins deben ser menos profundos y se deben cargar hasta la mitad.

Tabla 10. Estándares de calidad de fruta para definir el momento de cosecha en función de su destino de la producción (Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1983).

	Diámetro ecuatorial (mínimo y máximo)	% de jugo (mínimo)	Ratio (relación sólidos solubles: acidez, mínimo)
Naranjas de exportación	60 – 85 mm	40	6:1
Naranjas mercado interno	55 – 90 mm	35	6:1
Mandarinas de exportación	55 – 85 mm	35	7:1
Mandarinas mercado interno	55 – 90 mm	30	7:1

Tabla 11. Parámetros de calidad externa e interna de frutos de diferentes cítricos producidos en la región central de Santa Fe (período 2008–2010).

Variedad	Peso (g)	Diámetro (mm)	% Jugo	°Brix	Acidez	Ratio
Naranjas						
<i>Washington navel</i>	285	82,2	45,2	9,5	0,95	10
<i>Lane late</i>	280	81,6	45,0	8,9	0,75	11,9
<i>Salustiana</i>	191	74,6	52,2	9,9	1,25	7,9
<i>Midknigth</i>	220	75,7	55,6	10,5	1,5	7,0
<i>Delta seedless</i>	201	65,4	51,4	11,4	1,63	7,0
<i>Valencia Late</i>	211	71,6	47,2	10,0	0,91	11,5
Mandarinas						
<i>Satsuma Okitsu</i>	170	66,5	63,8	8,2	0,83	9,9
<i>Clemenules</i>	132	61,1	43,4	9,6	1,12	8,6
<i>Ellendale</i>	208	76,7	59,9	9,7	1,38	7,0

La fruta producida en la región supera los estándares exigidos para la comercialización en cualquiera de sus destinos (Tabla 11).

7.8. Período de cosecha en función de las variedades disponibles

En la región central de Santa Fe la cosecha comienza en el mes de marzo con la variedad de mandarina *Satsuma Okitsu* y se extiende hasta el final del mes de septiembre con las naranjas de la variedad *Valencia late* (Tabla 12).

Tabla 12. Período de cosecha de cítricos en la zona central de Santa Fe.

Meses	Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<i>Satsuma</i>	x	x	x	x	x	x	x																						
<i>Clemenules</i>					x	x	x	x																					
<i>New Hall</i>						x	x	x	x																				
<i>Navelina</i>						x	x	x	x																				
<i>Washington navel</i>						x	x	x	x	x																			
<i>Salustiana</i>							x	x	x	x	x	x																	
<i>Lane late</i>													x	x	x	x	x												
<i>Ellendale</i>													x	x	x	x	x	x	x										
<i>Murcott</i>													x	x	x	x	x	x	x										
<i>Midknight</i>																					x	x	x	x					
<i>Delta seedless</i>																					x	x	x	x	x				
<i>Valencia late</i>																											x	x	x

7.9. Rendimiento del cultivo

Los mayores rendimientos para la zona se alcanzan con las naranjas *Valencia late* y *Salustiana*, luego con las mandarinas de recolección temprana, como *Clemenules* y *Satsuma Okitsu*, mostrando mejor adaptación a las condiciones de la región. Entre las naranjas de ombligo, la variedad *Lane late* produjo mejor rendimiento que *Washington navel*. Delta seedles solo mostró buena producción en el año 2008, mientras que *Midknight* y *Ellendale* no tuvieron rendimientos aceptables en los años evaluados (Tabla 13).

Variedades	Rendimiento (kg planta ⁻¹)
<i>Washington navel</i>	13,9
<i>Lane late</i>	21,9
<i>Salustiana</i>	40,4
<i>Midknight</i>	10,1
<i>Delta seedless</i>	20,3
<i>Valencia late</i>	57,4
<i>Satsuma</i>	30,7
<i>Clemenules</i>	35,2
<i>Ellendale</i>	5,6

Tabla 13. Rendimiento promedio (kg planta⁻¹) de diferentes variedades de cítricos cultivados en la región central de Santa Fe, período 2008–2011.

8. Plagas y enfermedades

El cultivo de cítricos es afectado por numerosas plagas y enfermedades, que se detallan en los capítulos correspondientes. Las más importantes en la región central de Santa Fe son:

Plagas:

- Mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* Wied) y (*Anastrepha fraterculus* Wied).
- Cochinillas: roja australiana (*Aonidiella aurantii* Mask), blanca del tronco (*Unaspis citri* Comst.), morada (*Parlatoria cinerea* y *P. pergandei*)
- Ácaros: del tostado (*Phyllocoptruta oleivora* Ashm), de la yema o de las maravillas (*Eriophyes sheldoni* Ewing), blanco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks).
- Minador: (*Phyllocnistis citrella* Staint).
- Pulgones.

Enfermedades:

- Gomosis (*Phytophthora* sp.), Sarna de los frutos (*Elsinoe australis*), Cancrosis (*Xantomonas citri*), Psorosis (*Citricolpoxirus psorosis virus*).

Bibliografía

- Agustí, M.; García-Marí, F. y Guardiola, J.L.** (1982). "Giberellic acid and fruit set in sweet orange". *Scientia Horticulturae*, 17, 257–264.
- Agustí, M.** (2003). *Citricultura*. Madrid, España: Ed. Mundi Prensa.
- Agustí, M.; Martínez-Fuentes, A.; Mesejo, C. y Almela, V.** (2003). *Cuajado y desarrollo de los Frutos Cítricos*. Valencia, España: Ed. Generalitat Valenciana.
- Agustí, M.** (2004). *Fruticultura*. Madrid, España: Ed. Mundi Prensa.
- Anderson, C.** (2003). "Portainjertos para cítricos. Nuevas alternativas". INTA, EEA Concordia. Informe técnico.
- (2010). "Variedades de naranjas y mandarinas". INTA, EEA Concordia. *VI Congreso Nacional de Citricultura*. [en línea] Consultado el 8 de octubre de 2011 en <<http://www.atcitrus.com/congreso/Variedades%20de%20mandarinas%20y%20naranjas%20Anderson.pdf>>.
- Aznar, J.S.** (1999). *Reconocimiento de variedades de cítricos en campo*. Valencia, España: Ed. Generalitat Valenciana.
- Bouzo, C.A.; Gariglio, N.F.; Pirovani, M. y Pilatti, R.A.** (2008). "El etephon en presencia de luz mejora la coloración de la mandarina Satsuma durante el desverdizado". *Horticultura Argentina*, 27, (64), 101.
- Chouza, X. y Gravina, A.** (2010). *Inducción Floral en Citrus*. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República. Facultad de Agronomía.
- Davenport, T.L.** (1990). "Citrus flowering". *Horticultural Review*, 12, 349–408.
- FAO** (2010). "Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas proyecciones al año 2010". Consultado del 20 de agosto de 2010 en <www.fao.org/docrep/>.
- García, L.; Kanduser, M.; Santamarina, P. y Guardiola, J.** (1992). "Low temperature influence on flowering in *Citrus*. The separation of inductive and bud dormancy releasing effects". *Physiology Plantarum*, 86, 648–652.
- García, L.A.; Fornes, F. y Guardiola, J.L.** (1995). "Leaf carbohydrates and flower formation in *Citrus*". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120(2), 222–227.
- Gariglio, N.F. y Morando, F.N.** (2004). "Mejora del cuajado de frutos en el naranjo dulce (*Citrus sinensis* L. Osb.) cv. 'Washington navel' a través del rayado de ramas y la aplicación exógena de giberelinas". *Libro de resúmenes del XXVII Congreso Argentino de Horticultura* (F11, 8). San Luis, Argentina.
- Gariglio, N.F.; Pilatti, R.A. y Agustí, M.A.** (2007). "Requerimientos ecofisiológicos de los árboles frutales". En: Sozzi, G. (Ed.). *Árboles Frutales: Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento* (43–80). Buenos Aires, Argentina: Editorial Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía.
- Goldschmidt, E.E. y Golomb, A.** (1982). "The carbohydrate balance of alternate bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107, 206–208.
- Goldschmidt, E.E. y Koch, K.E.** (1996). "Citrus". En: Zamski, E. y Schaffer, A.A. (Eds.). *Photoassimilate distribution in plants and crops. Source-sink relationships* (797– 822). New York, USA: Ed. Marcel Dekker Inc.
- Gravina, A.** (1999). *Ciclo fenológico-reproductivo en Citrus. Bases Fisiológicas y de Manejo*. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República, Facultad de Agronomía.

- Guardiola, J.L.; Barres, M.T.; Albert, C. y García-Luis, A. (1993). "Effects of exogenous growth regulators on fruit development in *Citrus unshiu*". *Annals of Botany*, 71, 169–176.
- Guardiola, J.L. y García-Luis, A. (2000). "Increasing fruit size in *Citrus*. Thinning and stimulation of fruit growth". *Plant Growth Regulation*, 31, 121–132.
- Iglesias, D.J.; Cercos, M.; Colmenero Flores, J. M.; Naranjo, M.; Ríos, G.; Carrera, E.; Ruiz-Ribero, O.; Lliso, I.; Morillon, R.; Tadeo, F.R. y Talon, M. (2007). "Physiology of citrus fruiting". Review. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 333–362.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) (2008). "Frutales: superficie y variedades implantadas" [en línea]. Consultado el 20 de agosto de 2010 en <<http://www.indec.gov.ar/nuevaweb/cuadros/11/y050105.xls>>.
- Koshita, Y.; Takahara, T.; Ogata, T. y Goto, A. (1999). "Involvement of endogenous plant hormones (IAA, ABA, GAs) in leaves and flower bud formation of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.)". *Scientia Horticulturae*, 79, 185–194.
- Legaz, F. y Primo Millo, E. (1988). *Normas para la fertilización de los agríos*. Valencia, España: Conselleria d' Agricultura, Pesca i Alimentació.
- Legaz, F.; Serra, M.D.; Ferrer, P.; Cebolla, V. y Primo Millo, E. (1995). *Análisis de hojas, suelo y agua para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos*. Valencia, España: Conselleria d' Agricultura, Pesca i Alimentació.
- Lovatt, C.J.; Zeng, Y. y Hake, K.D. (1988a.) "Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in *Citrus*". *Israel Journal of Botany*, 37, 181–188.
- (1988b). "A new look at the Kraus-Kraybill hypothesis and flowering of *Citrus*". *Proceeding of the 6th international Citrus Congress*, 1, 475–483. Tel Aviv, Israel.
- Micheloud, N.G.; Pilatti, R.A.; Buyatti, M.; Rista, L.M. y Gariglio, N.F. (2010). Efecto del sistema de plantación sobre el daño por sol a frutos de mandarina satsuma en la zona centro de Santa Fe (Argentina) (105). *Libro de Resúmenes del XXXIII Congreso Argentino de Horticultura*. Rosario, Argentina.
- Nakajima, Y.; Susanto, S. y Hasegawa, K. (1993). "Influence of Water Stress in Autumn on Flower Induction and Fruiting in Young Pomelo Trees". *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 62(1), 15–20.
- Pagliaricci, L.; Iriarte, L. y Brieva, S. (2010). "Canales de comercialización y modalidades comerciales utilizadas por los productores frutícolas de naranja de ombligo del partido de San Pedro, Buenos Aires". *Horticultura Argentina*, 29(70), 94.
- Palacios, J. (2005). *Citricultura*. Buenos Aires, Argentina: Ed. Alfa Beta.
- Pilatti, R.; Micheloud, N.; García, M.S. y Gariglio, N. (2009a). "Efecto del estrés hídrico sobre la inducción floral en cítricos cultivados en la zona centro de Santa Fe (Argentina)". *Horticultura Argentina*, 28(67), 111.
- Pilatti, R.A.; Dovis, V.L.; Gariglio, N.F.; Buyatti, M. y Micheloud, N. (2009b). "Efecto de la fertilización foliar con Nitrógeno sobre la floración, el establecimiento de frutos y el rendimiento en cítricos". *Revista FAVE, Sección Ciencias Agrarias*, 8(2), 19–28.
- Pilatti, R.A.; Micheloud, N.G.; Gariglio, N.F.; Dovis, V.L.; Gollan, A.M. y Lassaga, G.R. (2010). "Rayado de ramas: su efecto en el aumento del cuajado de frutos en cítricos en la zona central de Santa Fe". *Horticultura Argentina*, 29(70), 99.
- Pimentel, C.; Bernacchi, C. y Long, S. (2007). "Limitations to photosynthesis at different temperatures in the leaves of *Citrus limon*". *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(2), 141–147.
- Ribeiro, R.V. y Machado, E.C. (2007). "Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: re-visiting photosynthesis under natural conditions". Review. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 393–411.
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos) (2010). "Perfil de mercado de cítricos" [en línea]. Consultado el 20 de agosto de 2010 en <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/programas/dma/frutas/perfil_citricos_2008.pdf>.
- (1983). "Resolución N° 145: Reglamento de calidad de frutas cítricas para mercado interno y exportación" [en línea]. Consultado el 11 de agosto de 2010 en <http://www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File4553-rx_1983_0145.pdf>.

- Sozzi, G.O.** (2007). "Fisiología de la maduración de los frutos de especies leñosas". En: Sozzi, G. (Ed.). *Árboles Frutales: Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento* (669–686). Buenos Aires, Argentina: Editorial Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía.
- Southwick, S. y Davenport, T.** (1986). "Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus". *Plant Physiology*, 81, 26–29.
- Sylvertsen, J.P. y Lloyd, J.J.** (1994). "Citrus". En: Shaffer, B. y Andersen, P.C. (Eds). *Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops Volume II: Subtropical and Tropical Crops* (65–99). Florida (USA): Ed. CRC Press, Inc.
- Tamim, M.; Altman, A.; Goren, R. y Goldschmidt, E.** (1996). "Modification of the time and intensity of flowers in *Citrus* cultivars by water stress, light, low temperature and growth regulators". *Proceeding of the 8th International Citrus Congress*, 2, 945–948. Sun City, South África.
- Vasconcelos-Ribeiro, R.; Caruso-Machado, E. y Brunini, O.** (2006). "Ocorrência de condições ambientais para a indução do florescimento de laranjeiras no estado de São Paulo". *Revista Brasileira de Fruticultura Jaboticabal*, 28(2), 247–253.
- Yamanishi, O.K.; Nakajima, Y. y Hasegawa, K.** (1993). "Effect of late season trunk strangulation on fruit quality, return bloom and fruiting in Pummelo trees grown in a plastic house". *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 62(2), 337–343.

Capítulo 3

Duraznero

1. Taxonomía y origen

El duraznero (*Prunus persica* (L.) Batsch) pertenece a la familia de las Rosáceas. Como lo indica el nombre de su especie su centro de origen sería Persia (actualmente Irán), pero estudios recientes establecieron que el verdadero centro de origen es el oeste de China (Bassi y Monet, 2008), hace aproximadamente 3000 años a.C. (Li, 1984).

Dentro de esta especie, se pueden distinguir tres formas botánicas: *vulgaris*, duraznero; *leavis*, nectarina; *platycarpa*, paraguayo. Las nectarinas y los paraguayos derivaron por mutación del duraznero común, y se caracterizan por la ausencia de pilosidad en el fruto en el primer caso, y por la forma aplastada del fruto en el segundo.

2. Características de la planta

El árbol tiene una vida relativamente corta, entre 20 y 30 años, aunque la vida comercial suele ser de aproximadamente 15 años, o menos en los cultivares de bajos requerimientos de frío. Esto se debe tanto por la obsolescencia del cultivar como por la pérdida de productividad del árbol (Bassi y Monet, 2008).

El tamaño de la planta depende del hábito de crecimiento de los diferentes genotipos y de la presencia de genes que confieren enanismo. Los árboles con un crecimiento tipo estándar, pueden alcanzar hasta 4–6 m de altura, aunque en los sistemas de conducción comerciales se tratan de mantener con una altura entre 2,5 y 3,5 m. En la zona pampeana, caracterizada por la presencia de suelos fértiles, precipitaciones cercanas a los 1000 mm, y temperaturas relativamente elevadas, es difícil conducir a las plantas de duraznero injertadas sobre pie franco por debajo de los 4–5 m.

La corteza de la planta es de color gris oscuro con tonalidad rojiza. Las ramas del año del duraznero son verdes, tomando un color rojizo en la parte expuesta a la luz solar.

El enraizamiento es relativamente superficial (50–60 cm), aunque puede llegar hasta los 80–100 cm en suelos sueltos y bien drenados. Sin embargo, las raíces más activas se encuentran en los primeros 30 cm del suelo (Tworkoski y Glenn, 2000), por lo que resulta sensible a la competencia de las malezas, especialmente de gramíneas. También resulta sensible al laboreo superficial y a la competencia intraespecífica.

Las hojas son caducas, oblongas, lanceoladas, con una longitud de 14 a 18 cm y un ancho de 4 a 5 cm, con bordes serrados, crenados o doblemente dentados. Normalmente la emisión de hojas es posterior a la floración. En la base del pecíolo se encuentran dos estípulas que abscinden cuando la hoja se encuentra completamente desarrollada. También existen glándulas en la base de la hoja y en el pecíolo, con tres fenotipos diferentes (Bassi y Monet, 2008). Algunos genotipos se caracterizan por el color rojizo de sus hojas, característica que va disminuyendo con la edad de la misma.

Las flores son hermafroditas, y pueden tener dos formas, según las variedades. Algunas tienen pétalos grandes de color rosa claro (rosáceas), y otras tienen pétalos más pequeños de color más intenso, que no se abren completamente y los estambres sobresalen de la corola (campanuláceas). Normalmente existen cinco pétalos cuyo color puede variar desde blanco a un color rojo oscuro, aunque la mayoría de las variedades comerciales tienen color rosado con diferente grado de intensidad. El cáliz es gamosépalo, es decir con los sépalos unidos lateralmente, formando un cáliz de una sola pieza, pigmentado interiormente de color anaranjado en aquellas variedades de pulpa amarilla, y blanquecino en las de pulpa blanca.



Figura 12. Nudo típico de duraznero donde se observa un brote y dos flores provenientes de una yema de madera central y dos yemas de flor laterales

Las yemas se encuentran en la base de las hojas. La distribución típica de las yemas es de a tres en cada nudo (Fig. 12), siendo la central de madera y las laterales reproductivas. Sin embargo, puede haber sólo yemas vegetativas o sólo reproductivas en cada nudo, y en número variable.

La densidad de yemas y la intensidad de floración es altamente hereditaria (Pérez, 2004). Las yemas de flor se distinguen de las de madera por ser globosas y de mayor dimensión. Cada yema tiene por lo general una sola flor, aunque ocasionalmente puede haber dos.

2.1. Ramos productivos

Según el vigor, los ramos reproductivos del duraznero se clasifican en:

- Ramos mixtos: es el ramo fructífero típico de los durazneros comerciales. Son ramos vigorosos, con yemas de flor y de madera a lo largo de su longitud, mientras que la yema terminal es vegetativa. Alcanzan entre 50 y 100 cm de longitud. Debido a que en el duraznero el tamaño del fruto está positivamente relacionado con el vigor de los ramos reproductivos (Marini y Sowers, 1994), constituye el mejor ramo fructífero para alcanzar una alta producción y calidad de frutos. Si es demasiado vigoroso, normalmente presenta ramos anticipados con presencia de yemas florales.
- Chifonas: son ramos mixtos de menor vigor (10–30 cm), con yemas de flor y de madera, y con una yema terminal vegetativa. Es el ramo fructífero más importante en los durazneros para industria.
- Ramos de mayo: son ramos mixtos de muy poco vigor (< 5 cm), con una yema terminal vegetativa, mientras que en el resto de los nudos aparecen yemas vegetativas y/o reproductivas.

Cuando los brotes del año se tornan demasiado vigorosos, toman un crecimiento vertical y su longitud al final del período de crecimiento supera ampliamente el metro. Estos ramos se denominan «chupones», y es recomendable controlar su crecimiento mediante poda u otro tipo de operaciones en verde. De lo contrario, la poda invernal se torna demasiado dificultosa, debiéndose realizar cortes gruesos, lo cual estimula una nueva emisión de chupones durante la próxima estación de crecimiento.

2.2. El fruto

Es una drupa con endocarpio leñoso, de forma redondeada u ovalada, salvo en el durazno paraguayo que es aplanada. En el ápice del fruto puede haber una protuberancia (Fig. 13) que depende tanto de la variedad como de las condiciones climáticas. La presencia y/o el tamaño de la protuberancia es mayor cuanto mayor es la deficiencia de frío invernal por lo que esta característica es variable entre años y entre



Figura 13. Fruto de duraznero con protuberancia apical bien marcada (izquierda), y sin protuberancia (derecha).

sitios de plantación. El peso de los frutos dentro de los cultivares comerciales puede variar de apenas 80 g en los durazneros muy precoces hasta más de 650 g (Li, 1984), aunque lo más común son frutos entre 180–230 g.

Cuando la pulpa se separa fácilmente del endocarpio leñoso, se habla de frutos tipo «priscos» o *freestone* (F) en la terminología inglesa. Cuando la pulpa no se separa del endocarpio leñoso, se denominan «pavías», *clingstone* (f), siendo este último carácter genéticamente recesivo. Esta característica sólo se puede visualizar a la madurez del fruto, a excepción de los durazneros precoces (<100 días de período de desarrollo del fruto) donde esta característica suele no alcanzarse a apreciar salvo que el fruto esté muy maduro, o incluso comenzando su senescencia. En estos casos, se los llama frutos «semi-priscos».

Otras características por la cual los frutos se clasifican comercialmente son por el color de la pulpa y el color rojo de cobertura de la epidermis. Los durazneros de pulpa blanca tienen un sabor y un aroma característico y una mayor jugosidad. Sin embargo, tienen menor firmeza, y la piel y la pulpa son más susceptibles al deterioro por la manipulación y al amarronamiento. En cambio, en los duraznos de pulpa amarilla la presencia de pigmentos de tipo carotenoides enmascara los procesos oxidativos, y por lo tanto, los defectos mencionados (Bassi y Monet, 2008).

La presencia de antocianinas son las que dan el sobre-color rojo característico de la piel, aunque también están presentes en la pulpa del fruto (en la zona cercana al endocarpio). Su presencia tiene origen cuantitativo y cualitativo. Los rasgos cuantitativos están influenciados positivamente por la exposición a la luz solar y alcanzan su máxima concentración en la plena madurez, mientras que los rasgos cualitativos se expresan independientemente de la luz solar, sólo en la epidermis del fruto.

También se han detectado durazneros y nectarinas de «pulpa roja» (*blood flesh*), donde las antocianinas están dispersas por toda la pulpa. En estos casos, la piel tiene una coloración purpúrea, sin brillo (Bassi y Monet, 2008).

El aroma se debe a la presencia de alcoholes, aldehídos, y ésteres que están presentes en mayor concentración en los frutos de pulpa blanca. En cuanto al sabor, el principal ácido orgánico es el ácido málico, seguido por el cítrico, y succínico. El contenido de ácido ascórbico es relativamente bajo. El contenido de azúcares, expresado a través de los °Brix, fluctúa a la madurez entre 9 y 15, aunque pueden alcanzarse valores superiores a 20. El principal azúcar es la sacarosa (45–80 % del total de azúcares), seguida indistintamente por la fructosa o la glucosa según la variedad y el grado de madurez. Luego, le sigue en importancia el sorbitol, y en menor medida inositol, manosa y xilosa. Los durazneros de menor calidad organoléptica se caracterizan por una inferior concentración de fructosa, que es reemplazada por el sorbitol compensando los °Brix, pero no el sabor característico de las variedades de alta calidad organoléptica.

La presencia de compuestos fenólicos tiene importancia en el sabor por la astringencia que confieren.

Otra clasificación de los durazneros y nectarinas, menos conocida, se debe a su acidez, ya que existen variedades de «baja acidez», respecto de los llamados «ácidos» o de tipo estándar. La relación entre los sólidos solubles y la acidez (ratio) es al menos 4 veces superior en los duraznos de baja acidez.

La textura de la pulpa es otro factor de clasificación comercial de suma importancia, y en base a lo cual se distinguen tres fenotipos, dos de los cuales son tradicionalmente conocidos. Los durazneros de pulpa blanda o fundente (*melting*, M), utilizados preferentemente para el mercado en fresco, y los de pulpa firme (*non-melting*, NM), utilizados para destino industrial ya que soporta la cocción sin perder tanta firmeza. Sin embargo, existe un gran gradiente de fenotipos entre estas dos formas extremas, desde más firmes a menos firmes. El tercer fenotipo, menos conocido, se caracteriza por su alta firmeza y se denominó *stony-hard* (SH), aunque pertenece a la familia de los frutos de tipo M (Bassi y Monet, 2008).

El bajo ablandamiento de los duraznos tipos NM se debe a la pérdida de la actividad de la enzima endo-poligalacturonasa, responsable de la degradación de las pectinas de la pared celular. La principal diferencia de los NM con los SH es que estos últimos no producen etileno durante la maduración, y al igual que los NM, se ablandan muy lentamente a la madurez. En presencia de etileno exógeno, lo SH maduran y se ablandan como los frutos tipo M, mientras que los NM permanecen firmes.

3. Producción mundial, nacional y regional

El principal productor de duraznos del mundo es China, que en el año 2008 superó las 10 millones de toneladas (Tabla 14). La gran producción de este país es relativamente reciente, ya que antes de la década de 1990 su producción era 10 veces menor.

Le sigue en importancia Italia, con una producción en torno a los 1,7 millones de toneladas, y luego Estados Unidos y España con una producción muy similar. En el hemisferio sur, los principales productores son Chile y Argentina.

En lo referente a la exportación, históricamente Italia fue el principal proveedor mundial, sin embargo, ha sido superado recientemente por España (Tabla 14). Le siguen en importancia, aunque con una participación muy inferior, Estados Unidos, Grecia, y Chile. Los principales importadores de durazneros son Alemania, Francia, Italia, y Estados Unidos.

Argentina es el primer productor de durazneros del Mercosur, y el tercero del hemisferio sur. Históricamente el país no ha exportado, pero en los últimos años ha comenzado a hacerlo, a los países del Mercosur, y en menor medida al Reino Unido, España y los Países Bajos. Además, es el sexto productor y exportador mundial de duraznos en conserva, siendo Grecia el más destacado a nivel mundial.

La superficie dedicada al cultivo en la década pasada ascendía a 35.000 ha, distribuyéndose principalmente en las provincias de Mendoza y Buenos Aires (INDEC, 2002). En la actualidad, esta superficie no se ha modificado, o incluso ha disminuido levemente. Estas zonas de producción se caracterizan por el uso de cultivares de medio y altos requerimiento de frío. Otras zonas de menor importancia relativa se encuentran en la provincia de Córdoba, Río Negro y Santa Fe.

Desde hace un tiempo, el cultivo se ha comenzado a difundir en zonas más cálidas del país gracias a la utilización de cultivares de bajos requerimientos de frío, desta-

Tabla 14. Principales países productores y exportadores de durazneros y nectarinas para el año 2008.
Fuente: USDA (2011)

País	Producción (miles de t)	Exportación (miles de t)
China	10170	26
Italia	1692	327
Estados Unidos	1197	134
España	1191	547
Grecia	734	102
Turquía	547	43
Egipto	425	–
Irán	396	–
Chile	388	110
Francia	347	51
Argentina	290	–

cándose los Valles Templados de las provincias de Salta y Jujuy, donde el cultivo alcanza actualmente unas 1000 ha. También se difundió en Misiones, Corrientes y Santa Fe, aunque en menor escala.

En la provincia de Santa Fe, se cultivan alrededor de 650 ha de durazneros (MAGIC, 2003), ubicadas fundamentalmente en la zona sur de la provincia (departamentos Rosario, Constitución, y San Jerónimo), y que constituyen una prolongación de la zona noreste de la provincia de Buenos Aires. En el norte provincial se cultivan aproximadamente 50 ha en las cercanías de Reconquista y Romang, entre otros distritos. Finalmente, en la zona central de la provincia, la introducción de la actividad frutícola es muy reciente, registrándose en la actualidad unos 50 pequeños emprendimientos de cultivos tales como frambuesa, higuera, durazneros y manzanos de bajos requerimientos de frío, y cítricos.

4. Importancia de los durazneros de bajos requerimientos de frío

Los frutales de hojas caducas de clima templado presentan un requerimiento invernal de frío para romper la dormición de sus yemas vegetativas y reproductivas (Gariglio *et al.*, 2006; Lang, 1996). En las variedades tradicionales de durazneros, estos requerimientos son superiores a las 500 horas de frío (HF), y pueden llegar hasta 1500 HF en casos extremos. Sin embargo, en la actualidad existe un gran número de cultivares que necesitan acumular entre 50 y 400–450 HF, lo que está permitiendo ampliar enormemente el área geográfica del cultivo. Estas variedades pueden cultivarse en climas templados, siempre que las heladas tardías no dañen a la floración. Estas variedades posibilitan la disponibilidad de fruta fresca en zonas en las que tradicionalmente no se podían cultivar durazneros, cosechar en una época en la cual la fruta no se encuentra en el mercado, desarrollar nuevos mercados regionales, y transportar la cosecha a zonas que producen más tardíamente.

Las principales desventajas de las variedades precoces son el bajo tamaño y peso de la fruta, la menor consistencia y contenido de azúcares de la pulpa, la menor coloración rojiza de la piel, y una mayor acidez (Badenes *et al.*, 1998; Kader *et al.*, 1982).

5. Requerimientos agroecológicos

Luego de haber cubierto los requerimientos de frío, la fenología anual del duraznero responde a las sumas térmicas acumuladas diariamente sobre una temperatura base de 4,5 °C, por lo que puede simularse su ciclo fenológico con los datos de temperatura del lugar.

En zonas muy frías, las bajas temperaturas durante el invierno y la primavera son limitantes para el cultivo ya que su tolerancia al frío en el período de reposo es moderada (-15 a -20 °C). De todos modos, en Argentina no se registran antecedentes de muerte de plantas por heladas invernales, como sí ocurre en el norte de Estados Unidos. En el otro extremo, en zonas de bajas latitudes el inadecuado suministro de

frío es el principal problema para el cultivo, aunque en la actualidad existen variedades con mínimos requerimientos de frío que pueden cultivarse en dichas áreas.

Una de los principales limitantes para la producción de las variedades de bajos requerimientos de frío son las heladas tardías, ya que su floración se alcanza en julio o principios de agosto (Gariglio *et al.*, 2009), por lo que una helada de cierta intensidad en esa época puede causar la pérdida total de la producción anual. La tolerancia a bajas temperaturas disminuye desde $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el estado de yema hinchada, $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el estado de flor cerrada, $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el estado de plena floración, alcanzando la mayor sensibilidad en el momento del cuajado de los frutos, donde temperaturas de $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ pueden causar un daño total en la producción anual. Estas temperaturas son orientativas ya que la duración de la helada, la humedad ambiental, la temperatura de punto de rocío, la nubosidad, la tasa de descenso de la temperatura, y otras variables ambientales pueden modificar en gran medida la intensidad de los daños.

En la zona centro–este de Santa Fe, las heladas invernales producidas hasta mediados de agosto normalmente no causan pérdidas en la producción debido a la floración escalonada de estas variedades. Hasta esa fecha existe una proporción importante de yemas florales latentes o en estados iniciales de su desarrollo que permite el cuajado de frutos con posterioridad. Por ello, la cantidad de heladas que deben ser defendidas en forma activa normalmente no supera a tres por año, y aproximadamente en la mitad de los años no es necesario realizar ninguna lucha activa. Esta última situación es más común en las cercanías del río Paraná.

El granizo es una gran limitante para la producción de duraznero en Argentina, ya que la provincia de Mendoza, principal productora de este cultivo, es fuertemente afectada por este fenómeno climático. Lo mismo sucede en Córdoba, donde hace unas décadas la superficie del duraznero alcanzaba las 40 000 ha. Esta superficie es mayor a lo que hoy se cultiva en todo el país, y en la actualidad se redujo a unas pocas hectáreas debido a los sucesivos daños del granizo. La tendencia actual en ambas provincias es a una disminución de la superficie cultivada y la cobertura bajo malla antigranizo (Fig. 14).

El terreno ideal para el duraznero son aquellos suelos sueltos, provistos de materia orgánica, profundos, con subsuelo permeable ya que es de las especies frutales más sensibles a la asfixia radicular. El encharcamiento produce muerte de plantas. También es una planta sensible a la caliza activa, produciendo sintomatologías de clorosis férrica.

En la zona centro–este de Santa Fe los suelos constituyen una limitante ya que



Figura 14. Cultivo de duraznero bajo malla anti-granizo en las cercanías de la ciudad de Córdoba.

salvo en la costa del Río Paraná donde tienen textura arenosa, en el resto del territorio predominan los argiudoles, caracterizados por la presencia de un horizonte subsuperficial de textura arcillosa. Por ello, para evitar daños por encharcamiento debe procurarse un buen drenaje superficial y plantar sobre camellones.

6. Aspectos fisiológicos del cultivo

6.1. Componentes del rendimiento

6.1.1. Floración y biología floral

Las flores se forman en las yemas durante un período relativamente prolongado antes de su apertura. Este período comienza durante la estación previa de crecimiento (verano–otoño) y la floración ocurre durante el invierno y el comienzo de la primavera siguiente. Es por ello que el duraznero, al igual que la mayoría de los frutales de hojas caducas de clima templado, florece y produce frutos sobre las ramas de un año, ya que éstas son las únicas que poseen yemas florales.

Los procesos fisiológicos para alcanzar la floración son la inducción, y la diferenciación floral. La inducción es el estímulo fisiológico para que una yema vegetativa comience a transformarse en reproductiva. Este fenómeno en las variedades de bajos y medios requerimientos de frío ocurre inmediatamente luego de la cosecha (Agustí *et al.*, 1997), por lo que puede disminuirse la intensidad de floración mediante aplicaciones foliares exógenas de inhibidores de la floración, como las giberelinas, en esa época (González–Rossia *et al.*, 2007). Luego de una inducción favorable, las flores comienzan a formarse a nivel microscópico, y si bien ya aparecen diferenciadas en el otoño, la formación de las gametas masculinas y femeninas ocurren durante el invierno (Radice y Dessi, 2008).

Las variedades de duraznero son autocompatibles y la polinización es casi exclusivamente entomófila, siendo la abeja el insecto más importante que actúa como polinizador. Debido a ello es que se recomienda el uso de 1–2 colmenas ha⁻¹ durante el período de floración. Excepcionalmente, algunas variedades son autoincompatibles, tal es el caso de ‘J.H. Hale’, que no produce polen. Del mismo modo, el cv. «Forastero» manifestó problemas de andro–esterilidad por lo que no es recomendable su plantación como única variedad en cuadros muy amplios (Radice y Dessy, 2008).

La intensidad de floración es muy variable de acuerdo con el cultivar. En general, las nectarinas presentan los valores más altos, fluctuando entre 38,5 y 58,2 flores por metro de ramo mixto (Fig. 15). «Tropic Snow» y «Hermosillo» son las variedades de durazneros con mayor intensidad de floración, alcanzando valores muy similares a las nectarinas. El resto de las variedades de bajos requerimientos de frío presentan una intensidad de floración que fluctúa entre 20 y 40 flores m⁻¹, mientras que las variedades con más de 500 HF de requerimiento, en general son las que alcanzan las intensidades de floración más bajas (Fig. 15).

La densidad de floración resulta más baja comparada con las registradas en otros trabajos. Por ejemplo, la variedad «Springlady» cultivada en España (González–Rossia

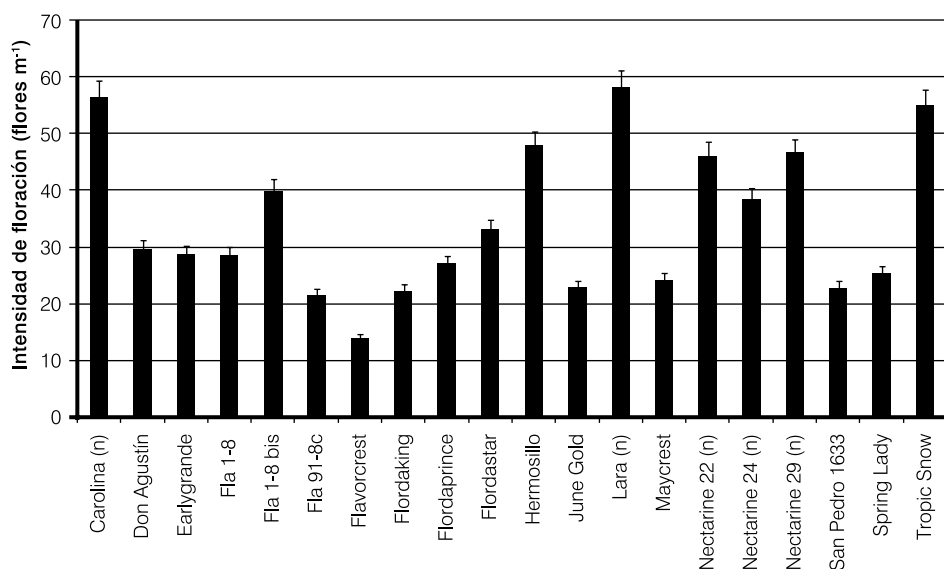


Figura 15. Intensidad de floración de diferentes variedades de durazneros y nectarinas cultivadas en la zona centro-este de Santa Fe. Adaptado de Gariglio *et al.* (2012).

et al., 2007) más que duplicó los valores medidos en la zona central de Santa Fe, mientras que en la zona subtropical de Méjico, se observó como promedio de 33 variedades una floración cercana a las 70 flores m⁻² (Pérez, 2004). Las variedades con mayor intensidad de floración tienen mayor posibilidad de producir adecuadamente en situaciones de heladas tardías, ya que presentan una floración más escalonada dentro del ramo mixto, y pueden cuajar nuevos frutos luego de la ocurrencia del evento climático desfavorable.

6.1.2. Cuajado de frutos

Luego de la polinización, ocurre el cuajado de frutos, que en términos medios alcanza al 30–40 % de las flores. Sin embargo, este parámetro es muy variable y en zonas libres de heladas o en años en que este fenómeno ocurre con poca intensidad, el porcentaje de cuajado supera el 70 %, pudiendo llegar hasta el 90 %. Por el contrario, el cuajado puede ser nulo en situaciones con heladas tardías frecuentes y/o intensas. En la Argentina, no existen zonas productivas libre de heladas tardías, por lo que la influencia de este factor ambiental es determinante de la calidad y del rendimiento de fruta. En la zona central de Santa Fe, los valores promedios más altos de cuajado alcanzan valores entre el 40 y el 50 %, en los cv. «Flordastar», «Flordaprince» y «Flordaking» (Fig.

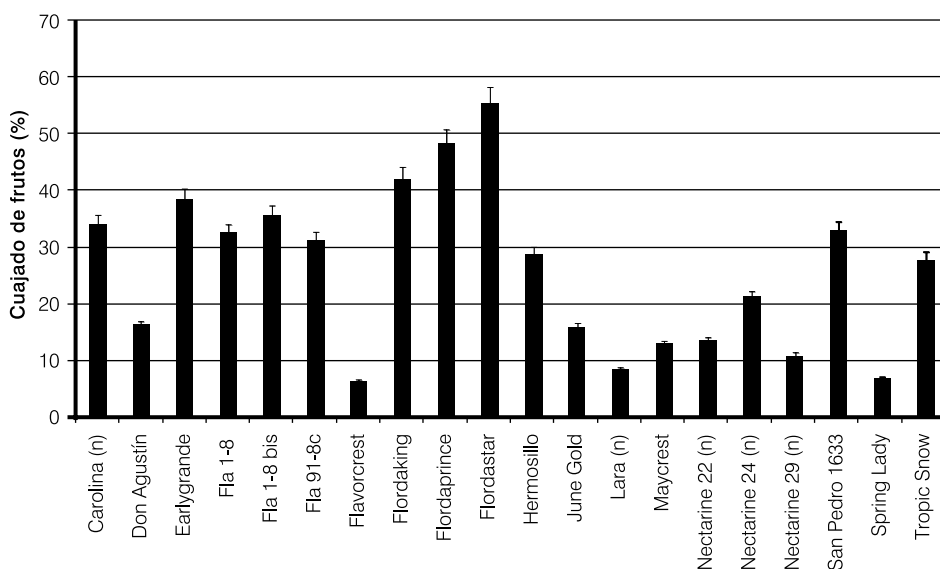


Figura 16. Cuajado de frutos (%) de diferentes variedades de durazneros y nectarinas cultivadas en la zona centro–este de Santa Fe. Adaptado de Gariglio *et al.* (2012).

16). Un considerable número de variedades presenta un cuajado en torno al 30 %, mientras que otras alcanzan valores bajos (<10 %). Entre estas últimas variedades, se encuentran las que tienen un requerimiento de frío superior a 500 horas. Dentro de las variedades de bajos requerimientos de frío, las que presentaron los valores más bajos de cuajado son «Don Agustín», «Lara», «Nectarina 22» y «Nectarina 29».

6.1.3. Crecimiento del fruto

El crecimiento del fruto, cuya duración varía desde apenas 55 días a 270 días entre variedades extremas, se da en tres etapas bien marcadas. La fase I, caracterizada por la ocurrencia del proceso de división celular, tiene una duración muy parecida en todas las variedades, independientemente del período total de crecimiento del fruto. En la fase II ocurre el endurecimiento del endocarpio (carozo), por lo que el crecimiento del fruto es lento en términos de diámetro. La disminución de la tasa del crecimiento es prácticamente imperceptible en las variedades precoces, lo cual explica que en estas variedades el endocarpio no esté adecuadamente formado o lignificado, y el embrión (semilla) no alcance su madurez fisiológica al momento de la cosecha del fruto. Por ello, para la germinación de las semillas de estas variedades debe recurrir al rescate *in vitro* del embrión.

Finalmente, la fase III se caracteriza por el alargamiento celular y es el momento en que se produce el mayor aumento del tamaño del fruto, representando aproximadamente el 70 % del tamaño final del mismo a la cosecha. La duración de las dos últimas etapas son más prolongadas en aquellas variedades cuyo período de desarrollo del fruto es mayor. Al final de la fase III ocurre la maduración, aunque algunos autores la consideran como una nueva etapa de crecimiento del fruto.

Es importante remarcar que el crecimiento del fruto ocurre hasta la cosecha, y que un adelantamiento de la misma en una semana puede afectar el rendimiento en al menos un 20 %, además del efecto producido sobre la calidad del fruto. Este hecho explica la importancia de una comercialización regional, donde el fruto puede cosecharse muy cerca de su madurez de consumo, lo cual le otorga una ventaja competitiva muy importante, tanto en producción como en calidad organoléptica.

6.1.4. Tamaño del fruto

Este componente del rendimiento es uno de los factores más limitantes de la producción y la calidad para los durazneros de bajos requerimientos de frío, porque su selección estuvo más orientada a la adaptación a condiciones de clima más cálidos que a la calidad de sus frutos (Topp *et al.*, 2008). En cambio, en las variedades tradicionales, el mejoramiento genético está más orientado a la calidad y la producción de fruta.

En la Comunidad Europea se considera que el peso más adecuado para la comercialización debería ser superior a los 150 g, aunque para las variedades precoces se admiten valores mínimos de 100 g (Badenes *et al.*, 1998). De acuerdo con este criterio, existen muchas variedades cultivadas en la zona central de Santa Fe cuyo peso está en torno a ese valor límite, otras que lo sobrepasan holgadamente, y otras que no lo alcanzan (Fig. 17). Dentro de este último grupo se destacan la nectarina «Carolina» y el duraznero «Flordastar». En variedades de mayores requerimientos de frío, como «Flavorcrest» y «Springlady», el bajo tamaño del fruto se debe a que presentan aborto de embriones como consecuencia de una marcada deficiencia de frío.

Si bien actualmente el tamaño del fruto no limita la comercialización de estas variedades en la zona central de Santa Fe debido a la escasa oferta de fruta en la época en que se cosechan, este factor se puede transformar en limitante cuando la actividad alcance una dimensión mayor.

6.2. Asimilación y partición de la materia seca

El duraznero alcanza una tasa fotosintética adecuada en el rango de temperaturas comprendido entre los 20 y 32 °C, disminuyendo notablemente por fuera del mismo (Girona *et al.*, 1993); además, la tasa fotosintética de las hojas individuales es afectada por la carga de frutos o la cercanía a los mismos, aunque se estima que en el duraznero esta influencia no debería ser superior al 11–15 % (DeJong y Moing, 2008).

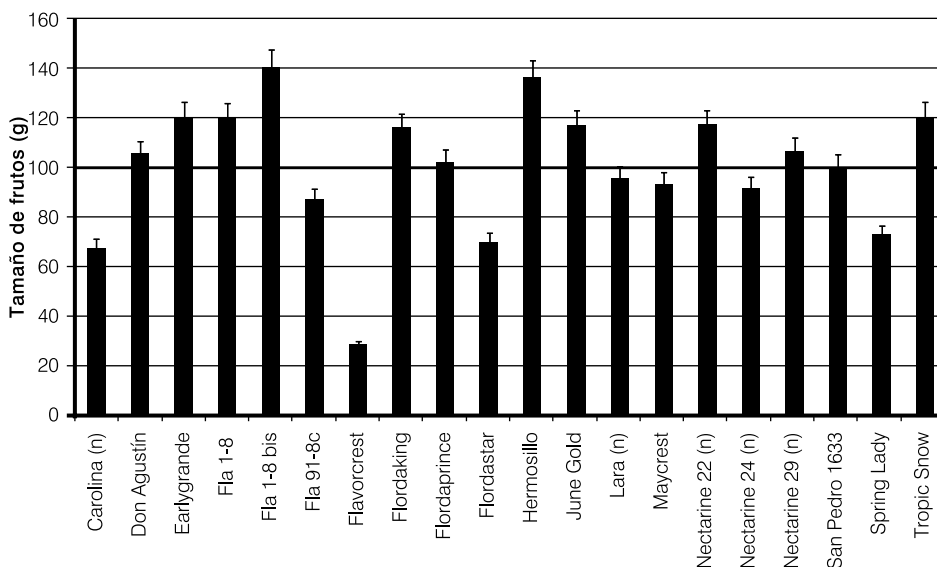


Figura 17. Tamaño del fruto de diferentes variedades de durazneros y nectarinas cultivadas en la zona centro–este de Santa Fe. La línea horizontal indica el peso mínimo requerido para una comercialización aceptable. Adaptado de Gariglio *et al.* (2012).

La capacidad fotosintética de la hoja del duraznero disminuye luego de alcanzar su máxima expansión, aunque este efecto es atribuido también al sombreado, ya que se alcanzan valores de índice de área foliar (IAF) muy altos (6–9). Tal vez este sea el motivo por el cual el sistema de conducción afecte fuertemente la proporción de luz interceptada, y la tasa fotosintética del dosel (DeJong y Moing, 2008). También el alto IAF puede explicar el hecho de que el cultivo puede alcanzar producciones similares a los cultivos herbáceos a pesar de que su tasa fotosintética potencial sea relativamente modesta.

Como en otras rosáceas arbóreas, el sorbitol y la sacarosa son los principales azúcares primarios presentes como producto de la fotosíntesis, y en menor medida la glucosa y la fructosa. El nivel de sorbitol en la hoja duplica, o incluso triplica al de la sacarosa. Esto no sólo ocurre en la hoja, sino que también en el floema. En los frutos pequeños, en cambio predominan la glucosa y la fructosa, aunque van declinando gradualmente, y la sacarosa pasa a ser el azúcar principal en la fase III de crecimiento del fruto. Los niveles de almidón y de sorbitol permanecen relativamente bajos y sin cambios durante todo el período de crecimiento del fruto (DeJong y Moing, 2008).

Cuando la planta de duraznero presenta un cuajado de frutos normal (>30 %), la cantidad de frutos resulta excesiva, y debido a que éstos son destinos muy fuertes para una cantidad de fotoasimilados insuficiente, el raleo de frutos se transforma en

una práctica cultural indispensable. La realización de ésta permite lograr un adecuado tamaño del fruto a la cosecha, como también para que el crecimiento del tallo, del tronco y de la raíz no se vean sumamente restringidos.

Sin embargo, el crecimiento vegetativo parece ser un destino tan fuerte como el crecimiento del fruto cuando la intensidad de poda es muy fuerte. Esto posiblemente se atribuye a que el crecimiento vegetativo no sólo se incrementa sino que se adelanta en el tiempo, compitiendo más fuertemente con los procesos de floración, cuajado y crecimiento inicial de los frutos. Esto explicaría la respuesta negativa de los durazneros de bajos requerimientos de frío a la poda invernal, que es la que se realiza normalmente en este cultivo. En los durazneros precoces esta práctica afecta sensiblemente el cuajado de los frutos, y consecuentemente el número de frutos por planta. Esto se observa especialmente en los años en que las condiciones ambientales no son favorables para el proceso de establecimiento de los frutos, como normalmente ocurre en Santa Fe (Gariglio *et al.*, 2012).

7. Propagación

Los diferentes patrones utilizados en el duraznero se pueden propagar por vía sexual o por vía asexual, según el caso. Luego de obtenido el patrón, la variedad deseada se propaga por injerto, siendo muy utilizado el injerto de yema (Fig. 18).

La propagación del portainjerto por semilla es la más difundida en la Argentina y en el mundo para el caso de los patrones francos, a pesar de la variabilidad genética que ello genera. Sin embargo, hay otras razones que justifican su uso, fundamentalmente el bajo costo y la facilidad de obtención de las semillas, que en muchas ocasiones provienen de plantas que crecen en hábitats definidos y en forma silvestre. No se deben utilizar semillas de variedades precoces debido a que sus embriones son inmaduros y presentan escasa capacidad de germinación. Sin embargo, la situación ideal es la selección de plantas madres representativas del fenotipo esperado, con el vigor deseado, y con un comportamiento sanitario adecuado. Estas plantas deben estar alejadas de los lotes comerciales para evitar la polinización cruzada.

Una vez recogidos los frutos, se debe separar la semilla de la pulpa y posteriormente lavadas y secadas, para ser almacenadas hasta el momento de la estratificación. El requerimiento de frío de las semillas en el proceso de estratificación es proporcionalmente acorde al requerimiento de frío para romper la dormición de las yemas de la misma variedad. La dormición de las semillas está dada por una combinación de efectos del endocarpio leñoso y de la acumulación de inhibidores de la germinación (Lang, 1996). En términos generales, se recomienda una estratificación a 3–5 °C durante 10–12 semanas (Loreti y Morini, 2008). Si se elimina el endocarpio leñoso previo a la estratificación, con 4–5 semanas se alcanzan porcentajes de germinación superiores al 80 % en distintos biotipos de «Cuaresmillo».

Existen patrones que por su origen híbrido no se pueden propagar por semilla, ya



Figura 18. Brote emitido de un injerto de yema realizado sobre pie de duraznero «Cuaresmillo».

que la segregación produciría la posible pérdida de las características por las cuales fueron seleccionados. En estos casos se utilizan los métodos de propagación por estacas leñosas o semileñosas. Estos patrones incluyeron en sus programas de mejora la característica de facilidad de enraizamiento. Las estacas leñosas son obtenidas hacia fines del otoño de la parte media o terminal de las ramas del año y en general se obtienen buenos resultados con tratamientos mediante reguladores de crecimiento auxínicos que inducen la rizogénesis. La época de recolección de las estacas también tiene una marcada influencia en la capacidad de enraizamiento, aunque este efecto es muy dependiente del tipo de patrón (Loreti y Morini, 2008). Cuando las estacas son obtenidas en invierno es necesario realizar el calentamiento de la

base de las mismas por unos pocos días a 18–20°C, y realizar tratamiento de auxinas para promover el enraizamiento (Fiorino y Loreti, 1965). En la actualidad, muchos portainjertos clonales se multiplican por micro propagación, para lo cual se requiere poco material vegetal, y el proceso se realiza en corto tiempo.

8. Patrones y variedades

8.1. Patrones

El portainjerto «Cuaresmillo» es el más difundido en la zona Litoral de Argentina (Radice y Dessy, 2008). Presenta las ventajas de su gran afinidad para el injerto, se propaga por semilla, y produce plantas vigorosas. Otro pie de injerto muy difundido en la Argentina es el «Nemaguard», cuya característica más importante es su tolerancia a nemátodos. Otros materiales menos frecuentes son «Nemared», que presenta características muy similares al anterior, y «Flordaguard», que es el más recomendado para la región productiva de Florida (EUA), caracterizada por la baja acumulación de frío invernal (Ferguson y Chaparro, 2007).

Estos pies de injerto se propagan básicamente por semilla, no se adaptan bien a suelos arcillosos, y presentan problemas en casos de replantación. Además, existen portainjertos clonales, provenientes de ciruelos que tienen muy buen comportamiento en situaciones de replante, y toleran suelos más pesados. Entre ellos se pueden

mencionar 'Bromton', 'Ferdor Julior', 'GF 655/2', 'Mr. S 2/5' (Radice y Dessy, 2008). También los híbridos de duraznero y almendro, tales como 'Garfinem 1', 'Garfinem 3', 'Barrier', 'Hansen 536' y 'Hansen 2168', tienen muy buen comportamiento en situaciones de replante. Sin embargo, estos portainjertos llevan pocos años de evaluación en Argentina, y deben estudiarse en diversos tipos de suelo (Weibel, s/f).

8.2. Variedades

Las variedades de durazneros de bajos requerimientos de frío cultivadas en el país, no son numerosas y en determinadas zonas de producción, el panorama varietal es sumamente reducido. La colección disponible en el Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral se constituyó en uno de los más importantes del país en cuanto a cantidad de variedades en evaluación, superando actualmente las treinta. De ellas, ocho han sido evaluadas y seleccionadas durante más de 10 años siendo las recomendadas para su cultivo en la zona (Gariglio *et al.*, 2009). Entre estas se destacan 'Flordastar', 'Fla 91-8c', 'Earlygrande', 'Flordaprince', 'Flordaking', 'San Pedro 1633', 'Tropic Snow', y 'Hermosillo'. Estas variedades permiten escalonar la cosecha desde fines de octubre hasta fines de la primera semana de diciembre. Sin embargo, existen numerosas variedades promisorias entre las que se destacan aquellas que permiten prolongar el período de cosecha más allá de la variedad 'Hermosillo', como 'Jubileo', 'Fla. 1-8 bis', y 'Chimarrita'. Las variedades que maduran después de mediados de diciembre presentan una presión de plagas clave mucho más alta que en el período anterior, por lo que el manejo se dificulta. Los durazneros 'Opodepe' y 'Rojo dos' se destacan por su calidad de fruto, especialmente la alta proporción de coloración roja, la firmeza de la pulpa, y su comportamiento reproductivo. Estas propiedades permitirán en el futuro, seguramente reemplazar a otras variedades que maduran en la misma época, tales como 'Flordaprince', 'Flordaking', y 'San Pedro 1633'.

Las nectarinas presentan el inconveniente de un menor rendimiento debido a un tamaño de fruto relativamente reducido (Fig. 17), pero pueden constituir un nicho de mercado que debe analizarse en cada situación particular.

9. Prácticas culturales

9.1. Plantación

La decisión de la plantación debe contemplar aspectos de adaptación agroecológica, estudios de mercado, análisis económico y financiero, tipo de duraznero a realizar, entre otras variables. En la zona centro-este de Santa Fe, debido a que la fruticultura es una actividad incipiente, se ha propiciado un modelo de actividad complementaria, a pequeña escala, basado en el aprovechamiento de la mano de obra ociosa, y una comercialización regional.

Luego de la toma de decisión, proviene la sistematización y la preparación del terreno que incluye sistemas de drenaje superficial, caminos internos, laboreo, y la

realización de los hoyos de plantación. Otro aspecto a tener en cuenta son los cortavientos debido a la acción perjudicial de este factor biótico sobre las plantas frutales, como la rotura de ramas, la inclinación de las plantas, el rameado y el desprendimiento del fruto, entre otros. Lo más recomendable es realizar la plantación del cortaviento 1 o 2 años antes que la de los frutales.

La orientación de la plantación no tiene mucha influencia en marcos de plantación relativamente amplios. En cambio, en la medida que aumenta la densidad de plantación y se comienzan a utilizar formas de conducción planas, la orientación de las hileras comienza a ser relevante. Se recomienda que sean en el sentido norte-sur, tanto por la captación de radiación como por la influencia del viento dominante en la zona.

La plantación se realiza desde fines de otoño a la salida de invierno (junio-agosto), teniendo la precaución de que las variedades de bajos requerimientos de frío comienzan a brotar muy temprano.

Es muy importante la poda de plantación, reduciendo la copa de manera significativa, de modo de balancear la relación copa/raíz. La profundidad de plantación debe ser tal que la zona del injerto quede sobre el suelo.

9.2. Conducción y poda

Desde hace algunas décadas se está proponiendo priorizar las formas de conducción y poda que disminuyan el período improductivo inicial de la plantación. Esto básicamente se logra con un aumento de la densidad de plantación y poda mínima durante los primeros años, con predominio de la poda en verde.

En la zona pampeana, sin embargo, los aumentos de la densidad de plantación no han dado los resultados esperados. Los suelos fértiles, el régimen de precipitaciones relativamente altas, las temperaturas benignas, y el uso de pie de injerto franco hace que las plantas sean muy vigorosas y de gran tamaño, por lo que un aumento de la densidad de plantación dificulta el manejo de la planta sin que se consigan efectos positivos sobre el rendimiento y la calidad de la fruta con densidades superiores a las 600–700 plantas por hectárea.

Todo sistema de conducción debe tender a maximizar la captación de la radiación solar, y lograr una distribución uniforme de la misma en toda la copa, de modo que toda la planta sea productiva. En los lugares del dosel donde la luz no alcanza un determinado valor límite, se resiente la calidad de la fruta, por ejemplo en los atributos de color, contenido de sólidos solubles, y tamaño. En la medida en que la deficiencia de luz se hace más marcada, ese sector de la copa se va tornando improductivo ya que el proceso de inducción floral disminuye. Así, el contenido de sólidos solubles se reduce significativamente cuando la cantidad de luz es del 50 % respecto de la radiación incidente sobre la copa, mientras que este umbral es del 30 % para el color, 10 % para el tamaño del fruto, y del 23 % para la floración (Marini *et al.*, 1991). Además, debe tenerse en cuenta que en el duraznero, los ramos mixtos suelen secarse si no

reciben una cierta cantidad de luz, lo cual hace que este cultivo sea más exigente en cuanto a la distribución de la luz en la copa respecto de la manzana (Corelli-Grappadelli y Marini, 2008).

De este modo, un aumento de la densidad de plantación puede conducir a que sólo la parte superior de la planta tenga una adecuada iluminación tornándose improductiva la parte media e inferior de la misma. Esto explica la importancia de los patrones enanizantes o restrictivos, que permiten aumentar la densidad de plantación, mejorar la captación de luz, pero sin afectar la distribución de luz en la planta.

Si bien es la densidad de plantación la variable de mayor influencia en las modificaciones del rendimiento (Marini y Sowers, 2000), la forma de conducción de las plantas individuales también es un aspecto a considerar, ya que ciertas formas se adaptan mejor a determinadas densidades de plantación (Corelli-Grappadelli y Marini, 2008). Por otro lado, la alta radiación incidente en la región determina que en las formas de conducción abiertas, tal como el vaso simple, la corteza de las ramas se dañe severamente al quedar las ramas del esqueleto demasiado expuestas a la radiación. Por esta razón, son preferidas las formas de conducción que logren ramas comparativamente más verticales, con ángulos de inserción cerrados.

Si bien existen numerosos sistemas de conducción para el duraznero, en este capítulo solamente se describirán los más elementales, existiendo a su vez variantes de cada uno que se mencionarán.

Vaso

Es el sistema más tradicional de conducción. El vaso típico contiene tres ramas primarias, cada una de las cuales tiene dos ramas secundarias y cuatro terciarias. La planta adulta alcanza una altura variable, desde 2,5 a más de 4 metros.

En la zona central de Santa Fe se adoptó una modificación del vaso, con 4 o 5 ramas primarias sin ramificaciones o ramas secundarias. Este sistema es muy simple y adaptable a una fruticultura incipiente.

El marco de plantación en este sistema es muy variable de acuerdo con la apertura y extensión lateral que se le da a la planta, desde 6 x 6 m, 6 x 5 m, 5 x 5 m, hasta 5 x 3 m para los vasos más cerrados con ejes más verticales.

Palmeta

Este sistema se comenzó a utilizar comercialmente en Italia hacia mediados del siglo XX. Las plantas se caracterizan por poseer un eje central y ser planas, con las ramas principales extendidas en el sentido de la línea y con el crecimiento controlado hacia el espacio interfilar. Esto permite utilizar plataformas para los trabajos culturales (poda, raleo de frutos, cosecha) en lugar de escaleras. Tradicionalmente, la palmeta es un sistema apoyado sobre una estructura de alambre, que permite darle a las ramas del esqueleto el ángulo deseado, que normalmente es en torno a los 45°. La planta



Figura 19. Variantes de palmeta conducidas de forma libre en la zona central de Argentina. A la izquierda una planta con pisos de diferente edad insertos a distintas alturas del eje principal. A la derecha, los brazos salen desde la base de la planta y se distribuyen espacialmente ocupando el espacio de la planta.

presenta tres pisos de dos ramas cada uno, separados entre sí por 80–100 cm. Las ramas de cada piso son definidas en años sucesivos para respetar la jerarquía de las mismas con el eje principal.

En nuestra zona, este sistema se ha adoptado con modificaciones, ya que la planta se conduce en forma libre, y en este caso los brazos de la palmeta tienen ángulos variables. También suele darse a la planta una forma de abanico, con 4 o 5 ejes que salen desde un mismo punto (Fig. 19).

Otra de las ventajas de la palmeta es que por ser una planta plana presenta una muy buena penetración y distribución de luz. Los marcos de plantación típicos de este sistema de conducción son de 4,0 a 5,5 m entre filas, y 3,0–6,0 m en la fila, según vigor de la planta y fertilidad del suelo. La altura final de la planta es superior al vaso, siempre por encima de los 3,5 m, pudiendo sobrepasar los 4–5 m. La desventaja de este sistema es el costo de las estructuras de sostén de la planta, en el caso de que sean palmetas apoyadas.

Formas libres

Estos sistemas, entre los que se encuentran el de líder central, el fuseto, y el eje libre, tienen por objetivo aumentar marcadamente la densidad como ocurre en manzano (1000–2000 plantas ha⁻¹). Sin embargo, presentan el inconveniente de provocar un excesivo sombreado, lo que conduce a la pérdida de ramos productivos en la parte basal de la copa (Corelli–Grappadelli y Marini, 2008).

Las plantas poseen un eje central que alcanza los 3,0–3,5 m de altura, sin ramas del esqueleto permanentes, ya que se renuevan en pocos años. No se adoptó masivamente debido a la pérdida de productividad cuando el sombreado se hace excesivo.

Ypsilon

Es el sistema que mejor se adapta a altas densidades, pudiéndose lograr entre 900 y 2000 plantas ha⁻¹ (Corelli–Grappadelli y Marini, 2008). La distancia entre filas es de 4,0 a 4,5 m, y la distancia entre plantas entre 1,2 y 1,5 m. La planta tiene forma de 'Y', con las dos ramas perpendiculares a la línea de plantación. Existen muchas variantes de este sistema, entre los que se menciona el tatura trellis.

Este sistema se adapta muy bien al cultivo bajo estructuras cubiertas, como macro-túneles o invernaderos, donde se trata de obtener primicia con variedades precoces de bajos requerimientos de frío.

En todos los sistemas de conducción, el paso de la fase de formación a la plena producción es gradual y se produce en no más de 3–4 años, comenzando durante la segunda estación de crecimiento desde la plantación.

9.2.1. Poda de producción

El duraznero fructifica sobre ramos mixtos relativamente largos (30–100cm) que deben renovarse anualmente ya que una vez que han fructificado no lo vuelven a hacer. La nueva floración ocurrirá sobre las ramificaciones que surgen de los mismos durante la estación de crecimiento. De este modo, el duraznero es un claro ejemplo de como se produce un agrandamiento innecesario de la copa, tornándose totalmente improductiva en el centro en caso de no realizar poda de producción. Además, el duraznero envejece rápidamente y disminuye su vida útil y su productividad si no se poda anualmente.

Durante la poda de producción, es normal la eliminación de entre el 50 a 70 % de los ramos mixtos presentes en la planta, dejando una cantidad acorde a la cosecha esperada. Así, se eliminan los ramos mixtos demasiado vigorosos, los débiles, y los mal ubicados, además de la eliminación de los ramos vigorosos verticales, conocidos como chupones. La renovación de los ramos de la cosecha previa consiste en despuntarlos hasta la ramificación (nuevo ramo mixto) más cercana al esqueleto que presente un vigor normal (Fig. 20). También pueden eliminarse si se han envejecido, o si en su cercanía hay un nuevo ramo mixto que esté inserto sobre el esqueleto (Fig.

Figura 20. Rebaje de un ramo fructífero de modo de acercar los cargadores al esqueleto de la planta.



20). El criterio para decidir el raleo y/o rebaje de los viejos ramos fructíferos es básicamente que no queden zonas del esqueleto sin ramos fructíferos.

Otro aspecto a discutir es el rebaje de los ramos fructíferos de mayor longitud (ramos mixtos) durante la poda invernal. En general esta práctica no se recomienda, y menos aún en las variedades precoces de bajos requerimientos de frío. Esto se debe a que aumenta la competencia entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, afectando el cuajado de frutos cuando las condiciones climáticas no son favorables para este proceso fisiológico (Gariglio *et al.*, 2012). En las variedades de medio y alto requerimiento de frío, muchas veces se practica el rebaje como alternativa para disminuir el costo del raleo de frutos y para favorecer la emisión de ramos de reemplazo más cerca del esqueleto.

La poda se realiza tradicionalmente en el invierno, denominándose poda en seco. Sin embargo, en la zona central de Santa Fe las variedades precoces presentan un reducido período de dormición por lo que el tiempo disponible para la poda invernal es muy breve, entre 30 y 40 días (Weber *et al.*, 2011). Por otro lado, debido a las condiciones favorables de clima y suelo, y la combinación copa/pie, las plantas son grandes y vigorosas por lo que la poda invernal suele ser una práctica cultural de difícil ejecución en el tiempo disponible. Sin embargo, estas variedades luego de la cosecha tienen por delante una larga estación de crecimiento (135–180 días), por lo que la renovación de los ramos mixtos se puede realizar durante el período vegetativo, conocida como poda en verde, y que se realiza desde la finalización de la cosecha y hasta 15–20 días antes de la finalización del receso invernal (Weber *et al.*, 2011). Ésta

presenta la ventaja de que el trabajo puede realizarse con el personal propio de la empresa, al que se puede capacitar adecuadamente. En pequeños micro-emprendimientos como los que existen en la zona central de Santa Fe, esta posibilidad es muy importante ya que aún no existen cuadrillas que se puedan contratar para realizar el trabajo. Esta poda en verde no afecta la producción de la planta, promueve una mejor distribución de los ramos productivos en la canopia, y permite un mejor control del vigor de las plantas (Weber *et al.*, 2011). El principal recaudo a tener es el de no descubrir el esqueleto de la planta ya que la radiación incidente sobre la corteza de los mismos produce severos daños que obligan a la eliminación de parte del esqueleto dañado a los pocos años.

En el caso de que no se realice una renovación de los ramos fructíferos en la poda en verde, al menos deben eliminarse los ramos vigorosos en la parte superior de la canopia, de modo de equilibrar el crecimiento de la planta y permitir el ingreso de luz, favoreciendo el crecimiento de los ramos reproductivos en la parte media y baja de la copa.

9.3. Control de malezas

Las decisiones acerca del manejo del suelo en un cultivo frutal puede afectar la prevalencia de malezas, insectos, pequeños mamíferos, plagas, la fertilidad y erosión potencial del suelo, y la disponibilidad de agua (Tworkoski y Glenn, 2008).

En la zona central de Santa Fe el espacio entre las hileras de los árboles se mantiene cubierto por vegetación natural o cultivada, mientras que en la hilera de plantas se eliminan las malezas mediante el uso de herbicidas. Este espacio libre normalmente no supera los 1,5–2,0 m de ancho (Fig. 21). Se debe tener presente que el rendimiento del duraznero es más sensible que el crecimiento vegetativo al incremento de la competencia de las gramíneas utilizadas como cultivo de cobertura. El espacio libre de malezas debe ser en los árboles adultos de aproximadamente $9 \text{ m}^2 \text{ árbol}^{-1}$ (Tworkoski *et al.*, 1997). Sin embargo, esta pérdida de rendimiento no es tal si se lo mide expresado por unidad de sección transversal de tronco o por unidad de agua utilizada por el cultivo.

En este sistema mixto, la vegetación ubicada entre las hileras de los árboles se mantiene controlada en altura mediante el uso de desmalezadoras. El material cortado, puede ser acercado mediante rastrillado a las plantas formando un *mulching* vegetal que previene la germinación de malezas y favorece la conservación de agua. Este manejo permite mantener las propiedades físicas del suelo, evita su compactación, favorece la flora y la fauna del suelo, facilita el tránsito de herramientas en épocas lluviosas, y no compite fuertemente con el cultivo del duraznero. Sin embargo, aumenta las necesidades hídricas por lo que no es demasiado utilizado en zonas áridas. Por otro lado, el cultivo de cobertura afecta la transferencia de energía hacia y desde el suelo, disminuyéndola. De este modo, la presencia de vegetación puede ser contraproducente en la lucha contra las heladas primaverales, debido a un balance de energía menos favorable.

Figura 21. Control de malezas en fincas de duraznero en la zona central de Santa Fe. En el espacio entre hileras se hace control mecánico por desmalezado mientras que en la hilera de plantas se realiza control químico.



Los herbicidas utilizados pueden ser preemergentes o posembrantes. Los primeros actúan sobre las semillas de las malezas durante la germinación, mientras que los segundos actúan sobre las malezas germinadas y establecidas.

9.4. Riego y fertilización

En el manejo de la fertilización, lo más racional es realizar un plan de acuerdo con las necesidades del cultivo y la oferta de nutrientes del suelo. Como método de control de los mismos está muy difundido el análisis foliar, cuyos límites y rangos de valores aceptables para el duraznero se detallan en la tabla 15.

Los análisis foliares deben realizarse durante el mes de enero, sobre hojas completamente desarrolladas, y ubicadas en la parte media del ramo mixto, el cual en lo posible no debe tener ramos anticipados (ramificaciones). La importancia de seguir el protocolo de extracción de muestra se debe a que el contenido de nutrientes en la hoja cambia en el tiempo y con la edad de la hoja.

El nitrógeno es el elemento más utilizado. Sin embargo, hubo un cambio de tendencia marcado, ya que siendo comunes aplicaciones de más de 200 kg ha⁻¹ de este elemento, en la actualidad se redujo a menos de la mitad, fundamentalmente debido a un aumento de la eficiencia de aplicación y de aprovechamiento. Si bien en el pasado, una concentración de 3,0 a 3,5 % de N en el análisis foliar era la situación recomendada, hoy se considera adecuado valores levemente debajo del 3,0 %

El fósforo, a pesar de que es un elemento clave en la utilización y transferencia metabólica de energía en las plantas, presenta pocos antecedentes en el mundo de lotes con problemas de deficiencia. No sucede lo mismo con el potasio, cuya deficiencia es relativamente común. El síntoma de deficiencia de este elemento es un

Elemento mineral	Concentración en hoja	Rangos extremos normales
	%	
Nitrógeno	2,80–3,50	2,40–3,50
Fósforo	0,19–0,40	0,10–0,40
Potasio	1,30–3,00	1,20–3,00
Calcio	1,10–3,00	1,00–3,00
Magnesio	0,24–0,60	0,24–0,80
Azufre	0,14–0,40	0,10–0,40
	ppm	
Manganeso	30–150	20–200
Hierro	100–250	30–250
Boro	30–70	20–80
Cobre	5–20	4–20
Zinc	20–60	20–60

Tabla 15. Rangos recomendables de contenido de los principales nutrientes para el cultivo del duraznero, expresados sobre peso seco de la hoja.

Datos extraídos de Johnson y Uriu (1989); Johnson (2008); Jones et al. (1991); Sánchez y Curetti (2009).

color verde pálido y el enrollado de las hojas como suele observarse en situaciones de estrés hídrico. Es común encontrar respuestas en el tamaño de los frutos, el contenido de sólidos solubles y en el color de la fruta aún cuando este elemento no esté en deficiencia (Tagliavini y Marangoni, 2002). La aplicación en exceso de este elemento puede causar un desbalance catiónico en el suelo y causar deficiencias de otros nutrientes como el magnesio.

El calcio y el magnesio no fueron detectados como un problema en las fincas comerciales del mundo, existiendo evidencias desencontradas respecto de que puede mejorarse el comportamiento postcosecha con aplicaciones de calcio previas a la madurez del fruto (Johnson, 2008). El azufre tampoco suele presentarse en deficiencia ya que se aplica indirectamente por diversas formas, como ser pesticidas, agua de riego, lluvia ácida y otros contaminantes atmosféricos, componente secundario de fertilizantes, entre otros. El boro es otro elemento que en el duraznero suele no presentar problemas de deficiencia, lo cual se atribuye a la alta movilidad de este elemento en las plantas ricas en sorbitol, debido a la formación de un compuesto formado con el boro muy translocable en el floema. Suelen ser más comunes los síntomas de toxicidad por boro cuando se aplica repetidamente al suelo. El manganeso y el cobre, tampoco suelen estar deficientes en las plantaciones de duraznero.

Sí en cambio, son comunes las deficiencias de zinc en diferentes tipos de suelo y clima, siendo el duraznero más sensible a la deficiencia de este elemento que otros frutales. El síntoma típico produce un amarillamiento internerval de las hojas en expansión que puede confundirse con las de manganeso. Cuando la deficiencia

es mayor, se produce un acortamiento de entrenudos con el arrosetamiento de las hojas (Johnson, 2008). La manera más eficiente de aportar zinc, son las aplicaciones foliares de sulfato de zinc.

La deficiencia de hierro también suele ser un problema común en duraznero, cuando es cultivado en suelos calcáreos con pH superior a 7,5. En estos casos aparece un amarillamiento generalizado de las hojas más jóvenes, permaneciendo las nervaduras de color verde, lo cual se denomina clorosis férrica. La deficiencia de hierro se soluciona eligiendo un pie de injerto tolerante a la clorosis férrica o produciendo una leve acidificación del suelo, además de la aplicación directa del elemento.

En lo referente a los requerimientos hídricos del duraznero, suelen ser mayores a los de otros cultivos. Es originario de zonas húmedas y aparentemente es una planta que no presenta los mecanismos desarrollados para la conservación del agua. De allí que es recomendable que las plantaciones comerciales se realicen en condiciones de riego permanente o suplementario. Sin embargo, debe evitarse el encharcamiento ya que el duraznero es una de las plantas más sensibles al exceso de agua y a las condiciones de anaerobiosis (Johnson, 2008). El coeficiente de cultivo (K_c) para calcular la demanda de agua en función de la evapotranspiración potencial suele ser mayor a 1,0, fluctuando entre 1,1 a 1,2, aunque hay quienes reportan un valor cercano a 1,5. Durante la estación de crecimiento, este valor parte de 0,2 y aumenta linealmente con el desarrollo de la fronda hasta los valores máximos indicados, ya que la demanda de agua está en relación con la interceptación de luz. De este modo $K_c = 0,0087 x - 0,4263$, siendo x igual a la cantidad de días transcurridos desde la ruptura de la dormición de las yemas vegetativas.

9.5. Raleo y regulación de la carga de frutos

Bajo condiciones medianamente favorables, la planta de duraznero produce miles de flores que luego del cuajado se transforman en una cantidad excesiva de frutos por planta. Al llegar a la cosecha, el exceso de carga hace que los frutos resulten muy pequeños y de mala calidad organoléptica, lo cual los hace no comercializables. Además, se producen roturas de ramas y se afecta el crecimiento vegetativo y la futura cosecha (Marini y Reighard, 2008).

Para evitar estos efectos negativos, el número de frutos por planta debe ser regulado por el agricultor. Esta práctica cultural está generalizada en las fincas comerciales de duraznero de todo el mundo, y normalmente se realiza en forma manual, lo cual la hace una de las prácticas más costosas del cultivo.

Desde principios del siglo XX, se conocía que la cantidad de frutos por planta debía estar en relación con la cantidad de hojas por cada fruto, aunque esta relación no se conocía. Hacia el año 1930 se estableció que esta relación oscilaba entre las 30–40 hojas por fruto. Posteriormente, se observó que el raleo debía ser realizado lo más temprano posible y debía dejarse un espacio entre frutos de 15–20 cm. Sin embargo,

en estos experimentos no se especificaba claramente la cantidad de cargadores que se dejaban por planta luego de la poda invernal. De esta manera, tanto los indicadores de cantidad de hojas por fruto como la distancia entre los mismos pueden significar cargas de frutos por planta muy diferentes según la cantidad de ramos fructíferos presentes, cuando en realidad lo importante es determinar la cantidad más adecuada de frutos por árbol. Otra alternativa que puede utilizarse es de acuerdo con la sección transversal del tronco (STT) de la planta. Determinada la sección (en cm^2), como regla general se puede decir que los durazneros precoces, cuya maduración ocurre en octubre y noviembre, toleran 1 fruto cm^2 de STT, los durazneros de media estación, con maduración en diciembre y enero, 2 frutos cm^2 de STT, y los durazneros tardíos, con maduración entre fines de enero y marzo, 3 frutos cm^2 de STT. Experiencias realizadas en la zona centro-este de Santa Fe, permiten concluir que se pueden alcanzar adecuados rendimientos y calidad de fruta con durazneros precoces, con cargas de frutos entre 1,0 y 1,5 frutos cm^2 de STT (Giovannelli, 2011).

Existen numerosos métodos para disminuir la carga de frutos por planta, como la reducción de la intensidad de la floración, la poda y el raleo de flores y/o frutos.

Reducción de la intensidad de la floración

Esta técnica consiste en reducir el proceso de inducción floral mediante la aplicación de un inhibidor como son las giberelinas. Mediante esta técnica se reduce la intensidad de floración en aproximadamente un 40 %, y en la misma proporción se disminuye el tiempo de raleo de frutos (Agustí *et al.*, 1997; González-Rossia *et al.*, 2007). Sin embargo, esta práctica debería utilizarse sólo en sitios donde los riesgos de heladas tardías son poco frecuentes.

Poda

La poda es una manera efectiva de ralear la cantidad de flores por planta, y por ende de los frutos que cuajarán. En base a esto, la cantidad de cargadores a dejar por planta debería ser acorde a la cantidad de frutos por planta que se espera obtener de la misma. También se pueden rebajar los cargadores (lo cual no es recomendado en las variedades precoces de bajos requerimientos de frío) hasta en un 50 % de su longitud. Si este rebaje es más intenso, se afecta el tamaño del fruto a la cosecha (Marini y Reighard, 2008).

Raleo de flores y/o frutos

El raleo de flores suele hacerse al estado de botón rosa (antes de antesis), en forma manual o mediante la utilización de un cepillo que se pasa de un lado del ramo. De este modo, se puede reducir la cantidad de flores en un 50 %.

El raleo químico de flores no se mostró consistente y prácticamente no es usado en el mundo. Lo mismo sucede con el raleo químico de frutos. Es por eso que el

raleo manual es el método más utilizado para duraznero actualmente. En general, si se ha ajustado adecuadamente el número de cargadores por planta, se deben dejar tres frutos por cargador en las variedades precoces, y entre cuatro y seis frutos por cargador en las variedades más tardías. De este modo, la distancia entre frutos debería ser de aproximadamente 12, 15, y 20 cm para variedades de calibre pequeño, mediano, y grande, respectivamente. Igualmente, la cantidad de frutos por cargador debe ser mayor en la parte alta de la copa, intermedio en la parte media, y más baja en el tercio inferior de la planta.

El raleo manual se realiza en el momento en que comienza a lignificarse el carozo, siendo ésta una situación de compromiso entre realizarlo lo más temprano posible para obtener una mayor respuesta al raleo, y atrasarlo por si ocurren daños climáticos como una helada tardía. A pesar de lo mencionado, el raleo siempre es efectivo aunque se haga en forma tardía ya que el fruto aumenta considerablemente su tamaño los últimos 10 días antes de la madurez.

En el trabajo, los obreros suelen ayudarse con mangueras de goma o palillos acolchados con los cuales golpean suavemente a los cargadores para provocar una caída previa de frutos, y luego terminan de ajustar la carga en forma manual.

9.6. Cosecha

El momento de cosecha es de suma importancia en la determinación de la calidad del producto y de su vida poscosecha, tal como se describe en el capítulo respectivo. Una cosecha demasiado temprana disminuye la calidad organoléptica con la que la fruta llega al consumidor. Por el contrario, si se demora la recolección se mejora la calidad de la fruta pero ésta pierde consistencia más rápidamente, y su vida poscosecha disminuye considerablemente. Esto hace que normalmente la fruta se coseche en un estado temprano de madurez y nunca alcance su aroma y sabor potencial. Estas razones justifican la existencia de una producción y comercialización regional, ya que la calidad del producto que se ofrece supera ampliamente a la proveniente de zonas más distantes, cosa que no ocurre en todos los cultivos frutales.

Los indicadores de madurez más utilizados en duraznero son el color de fondo de la epidermis del fruto y la firmeza de la pulpa. El viraje del color de fondo de verde a amarillento, o de verde a blanquecino, en las variedades de pulpa amarilla o pulpa blanca, respectivamente, es el indicador más utilizado. En los cultivares donde el sobre-color rojo no permite observar con claridad el color de fondo, la firmeza de la pulpa es el indicador más conveniente.

En la zona central de Santa Fe, la cosecha comienza la tercera semana de octubre y se completa a fines de diciembre (Tabla 16). La cosecha durante dicho período es continua con buen escalonamiento de las variedades en cuanto a su fecha de madurez.

Las nectarinas y las variedades de duraznero de menor tamaño de fruto no alcanzan altos rendimientos. Sin embargo, al elegir los cultivares que se utilizarán no

Variedad	Plena Floración	Cosecha
Flordastar	26 julio	20 octubre
Fla. 91-8c	14 julio	20 octubre
Nect 24 (n)	27 Julio	25 octubre
Earlygrande	17 julio	26 octubre
Floradaking	06 agosto	31 octubre
Opedepe	20 agosto	02 noviembre
Folordaprince	04 agosto	03 noviembre
SunWright (n)	s/d	08 noviembre
Don Agustín (Fla. 81-12)	25 julio	08 noviembre
Rojo dos	s/d	09 noviembre
San Pedro 1633	26 agosto	09 noviembre
Nect 29 (n)	09 agosto	10 noviembre
Nect 22 (n)	31 julio	15 noviembre
Lara (n)	03 agosto	19 noviembre
Tropic Snow	24 julio	19 noviembre
Carolina (n)	08 agosto	22 noviembre
Aurora 1	20 agosto	22 noviembre
Hermosillo	24 julio	27 noviembre
Jubileo	20 agosto	29 noviembre
Fla. 1-8bis	09 agosto	30 noviembre
Brasil (n)	15 julio	06 diciembre
Chimarrita	s/d	15 diciembre
Maciel	20 agosto	20 diciembre
Marfim	26 agosto	20 diciembre
Granada	20 agosto	27 diciembre

Tabla 16. Fecha promedio de floración y de cosecha de diferentes variedades de duraznero y nectarinas de bajos requerimientos de frío, cultivados en la zona centro-este de Sana Fe.

solo se debe tener presente el rendimiento sino la calidad de los frutos y la época de cosecha. Debido a que el duraznero es un producto de corta vida postcosecha, y que una variedad se cosecha en un lapso aproximado de 10 días, para conseguir presencia en el mercado en fresco es importante que una finca logre un período prolongado y continuo de cosecha, para lo cual debe poseer variedades que entren en cosecha cada semana.

10. Plagas y enfermedades

Las plagas comunes del duraznero son la cochinilla blanca (*Pseudalacaspis pentagona*), el piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*), el gusano del brote

(*Grapholita molesta*), y la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*). En cuanto a enfermedades se destacan el torque del duraznero (*Taphrina deformans*), la viruela (*Coryneum Beijerinckii*), la podredumbre morena (*Monilia fructigena*), la agalla de corona (*Agrobacterium tumefaciens*), la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *Pruni*), y la muerte súbita cuyo agente causal no está claramente definido.

Bibliografía

- Agustí, M.; Juan, M.; Almela, V.; Andreu, I. y Speroni, C.** (1997). "Estímulo del desarrollo de los frutos de hueso". Valencia: Generalitat Valenciana, Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Badenes, M.L.; Martínez-Calvo, J. y Liácer, G.** (1998). "Estudios comparativos de la calidad de frutos de 26 variedades de melocotones de origen norteamericano y dos variedades-población de origen español". *Investigación Agrícola: Producción y Protección Vegetales*, 13, 57–70.
- Bassi, D. y Monet, R.** (2008). "Botany and taxonomy". En: Layne, D.R. y Bassi, D. (Eds). *Peach. Botany, production and uses* (1–36). Wallingford, UK: CAB International.
- Corelli-Grappadelli, L. y Marini, R.P.** (2008). "Orchard planting systems". En: Layne, D.R. y Bassi, D. (Eds). *Peach. Botany, production and uses* (264–288). Wallingford, UK: CAB International.
- DeJong, T.M. y Moing, A.** (2008). "Carbon assimilation, partitioning and budget modeling". En: Layne, D.R. y Bassi, D. (Eds). *Peach. Botany, production and uses* (244–263). Wallingford, UK: CAB International.
- Ferguson, J. y Chaparro, J.** (2007). "Rootstocks for Florida peaches, nectarines, and plums". University of Florida. IFAS extension. [en línea]. Consultado el 13 de febrero de 2012 en <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS36600.pdf>>.
- Fiorino, P. y Loreti, F.** (1965). "La propagazione del pesco per talea legnosa". *Atti del Congresso del Pesco. Tipo-lito degli Stimmattini* (483–495). Verona, Italia.
- Gariglio, N.F.; González-Rossia, D.E.; Mendow, M.; Reig, C. y Agustí, M.** (2006). "Effect of artificial chilling on the depth of endodormancy and leaf and flower budbreak of peach and nectarine cultivars using excised shoots". *Scientia Horticulturae*, 108, 371–377.
- Gariglio, N.; Mendow, M.; Weber, M.; Favaro, M.A.; González-Rossia, D. y Pilatti, R.A.** (2009). "Phenology and reproductive traits of peaches and nectarines in central-east Argentina". *Revista Scientia Agrícola*, 66, 757–763.
- Gariglio, N.F.; Weber, M.; Castro, D. y Micheloud, N.** (2012). "Influence of the environmental conditions, the variety, and different cultural practices on the phenology of peach in the central area of Santa Fe (Argentina)". En: Zhang, X. (Ed.). *Phenology and climatic change* (217–240). Rijeka, Croacia: InTech, Open Access Publisher. [en línea]. Consultado el 10 de mayo de 2012 en <http://cdn.intechopen.com/pdfs/32931/InTech-Influence_of_the_environmental_conditions_the_variety_and_different_cultural_practices_on_the_phenology_of_peach_in_the_central_area_of_santa_fe_argentina_.pdf>.
- Giovannelli, C.** (2011). Valutazione dei parametri qualitativi di cv di pesco e nettarina a basso fabbisogno di freddo coltivate nella Provincia centro-orientale di Santa Fe (Argentina). Tesi di laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Alimentari. Facoltà di Agraria. Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali. Università Degli Studi di Padova, Italia.
- Girona, J.; Mata, M.; Goldhamer, D.A.; Johnson, R.S. y DeJong, T.M.** (1993). "Patterns of soil and tree water status and leaf functioning during regulated deficit irrigation scheduling in peach". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118, 580–586.
- González Rossia, D.; Reig, C.; Juan, M. y Agustí, M.** (2007). "Horticultural factors regulating effectiveness of GA3 inhibiting flowering in peaches and nectarines (*Prunus persica* L. Batsch)". *Scientia Horticulturae*, 111, 352–357.

- INDEC. Censo Nacional Agropecuario.** (2002). [en línea]. Consultado el 5 de Noviembre de 2005 en <http://www.indec.mecon.gov.ar/agropecuario/cna_principal.asp>.
- Johnson, R.S.** (2008). "Nutrient and water requirements of peach trees". En: Layne, D.R. y Bassi, D. (Eds). *Peach. Botany, production and uses* (303–331) Wallingford, UK: CAB International.
- Johnson, R.S. y Uriu, K.** (1989). "Mineral nutrition". In: LaRue, J.H. y Johnson, R.S. (Eds.). *Peaches, plums, and nectarines. Growing and handling for fresh market* (68–91). Oakland, California: University of California Coop. Ext. DANR Publication 3331.
- Jones, J.B. Jr.; Wolf, B. y Millis, H.A.** (1991). *Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens, Georgia: Micro–macro Publishing Inc.
- Kader, A.A.; Heintz, C.M. y Chordas, A.** (1982). "Postharvest quality of fresh and canned clingstone peaches as influenced by genotypes and maturity at harvest". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107, 947–951.
- Lang, G.A.** (1996). *Plant Dormancy: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. Wallingford, UK: CAB International.
- Li, Z.** (1984). "Peach germplasm and breeding in China". *HortScience*, 19, 384–351.
- Loreti, F. y Morini, S.** (2008). "Propagation techniques". En: Layne, D.R. y Bassi, D. (Eds). *Peach. Botany, production and uses* (221–243). Wallingford, UK: CAB International.
- MAGIC** (2003). "Estadísticas de producción de frutas y hortalizas". Portal del gobierno de la provincia de Santa Fe. [en línea]. Consultado el 13 de junio de 2006 en <<http://www1.santafe.gov.ar/index.php/user/content/view/full/3598>>.
- Marini, R.P. y Sowers, D.L.** (1994). "Peach fruit weight is influenced by crop density and fruiting shoot length but not position on the shoot". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119, 180–184.
- (2000). "Peach tree growth, yield, and profitability as influenced by tree form and density". *HortScience*, 35, 837–842.
- Marini, R.P. y Reighard, G.L.** (2008). "Crop load management". En: Layne, D.R. y Bassi, D. (Eds). *Peach. Botany, production and uses* (289–302). Wallingford, UK: CAB International.
- Marini, R.P.; Sowers, D.L. y Marini, M.C.** (1991). "Peach fruit quality is affected by shade during final swell of fruit growth". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116, 383–389.
- Pérez, S.** (2004). "Yield stability of peach germplasm differing in dormancy and blooming season in the Mexican subtropics". *Scientia Horticulturae*, 100, 15–21.
- Radice, S. y Dessy, S.** (2008). *Nuevas formas de cultivo del duraznero en la zona de Chascomús con empleo de diferentes portainjertos*. Buenos Aires: Impresiones Buenos Aires – Editorial.
- Sánchez, E.E. y Curetti, M.** (2009). "Producción y manejo nutricional de frutales de clima templado". *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*, 44, 1–7.
- Tagliavini, M. y Marangoni, B.** (2002). "Major nutritional issues in deciduous fruit orchards of Northern Italy". *HortTechnology*, 12, 26–31.
- Topp, B.L.; Sherman, W.B. y Raseira, M.C.B.** (2008). "Low–chill cultivar development". In: Layne, R.D. y Bassi, D. (eds.). *The Peach. Botany, Production and Uses* (106–138). Wallingford, UK: CAB International.
- Tworowski, T.J. y Glenn, M.** (2000). "Yield, shoot and root growth, and physiological responses of mature peach trees to grass competition". *HortScience*, 36, 1214–1218.
- (2008). "Orchard floor management systems". En: Layne, D.R. y Bassi, D. (Eds). *Peach. Botany, production and uses* (332–351). Wallingford, UK: CAB International.
- Tworowski, T.J.; Glenn, D.M. y Welker, W.V.** (1997). "Carbohydrate and nitrogen partitioning within one–year shoots of young peach trees grown with grass competition". *HortScience*, 32, 1174–1177.
- USDA** (2011). "Phytosanitary Regulation of the Entry of Fresh Fruits and Vegetables into the United States" [en línea]. Consultado el 10 de enero de 2012 en <<http://www.ers.usda.gov/data/fruitvegphyto/>>

Weber, M.E.; Pilatti, R.; Sordo, M.H.; García, M.S.; Castro, D. y Gariglio, N.F. (2011). "Changes in the vegetative growth of the low-chill peach tree in response to reproductive shoot pruning after harvesting". *New Zealand Journal of Crop & Horticultural Science*, 39, 153–160.

Weibel, A. (s/fecha). "Duraznero: portainjertos tolerantes al replante". *Revista idia*, XXI, 73–76. [en línea]. Consultado el 13 de febrero de 2012 en <<http://www.biblioteca.org.ar/libros/210374.pdf>>.

Capítulo 4

Manzano

1. Taxonomía y origen

La manzana doméstica común corresponde al género *Malus* que pertenece a la subfamilia Maloideae de la familia Rosaceae.

Posiblemente se trate de un híbrido complejo actualmente designado como *Malus x domestica* (Borkh.) o *Malus domestica* (Borkh). En la bibliografía puede encontrarse con sinónimos tales como *Pyrus malus* (L.), *Malus malus* (Britt.), *Malus pumila* (Mill.) y *Malus sylvestris* (Mill.), aunque ahora se los considera ilegítimos. El origen y los ancestros de *Malus x domestica* siguen siendo desconocidos. La distribución de esta especie es amplia en las montañas de Asia central a altitudes entre 1200 y 1800 m aproximadamente.

La dispersión, cultivo, y usos de la manzana se fue generalizando a lo largo de milenios, con la expansión de imperios, colonizaciones y diferentes religiones a lo largo del planeta.

2. Características de la planta

El tamaño de la planta depende del potencial genético de los diferentes cultivares y del vigor del pie de injerto utilizado. Si se utilizan portainjertos enanizantes la altura de la planta ronda los 3 m; sobre portainjertos semienanizantes, las plantas alcanzan los 5 m; y mediante el uso de pie franco, 6 m. También influyen la calidad del suelo, las características climáticas y las prácticas culturales utilizadas.

2.1. Yemas y ramos

El manzano posee yemas de flor y de madera. Algunos autores consideran a las yemas de flor como mixtas, ya que contienen órganos vegetativos y reproductivos (Dennis Jr., 2003).

Las yemas florales están presentes sobre ramos cortos, como los dardos y las brindillas. Normalmente los brotes de mayor vigor (<30 cm) no poseen yemas de flor y son denominados ramos de madera. Sin embargo, en algunas variedades se forman gran cantidad de yemas de flor sobre estos ramos de mayor vigor, como se observa en los cultivares de bajos requerimientos de frío cultivados en la zona central de Santa Fe. En estas variedades, estos ramos deberían ser denominados ramos mixtos, al igual que ocurre en el duraznero.

En los ramos más vigorosos, las yemas de flor están ubicadas lateralmente, mientras que en las brindillas pueden aparecer tanto en la yema terminal como en las laterales. En los dardos las flores siempre se originarán de la yema apical.

Las flores se agrupan en inflorescencias que generalmente contienen entre 5 y 7 flores hermafroditas. Dicha inflorescencia recibe el nombre de «cima», ya que la flor terminal es la que tiene el desarrollo más avanzado. Generalmente, esta flor terminal, también llamada “flor reina”, es la que primero abre y muchas veces es la que dará el fruto de mayor tamaño. Las flores están formadas por cinco carpelos que contienen generalmente dos óvulos, cinco pétalos, cinco sépalos, cinco estilos y 20 estambres.

2.1.1. Polinización

La polinización es uno de los factores clave en la producción de frutos ya que una polinización exitosa dará como resultado una alta proporción de cuajado de frutos en materiales compatibles y con un período de floración coincidente (Sanzol y Herrero, 2001).

El manzano es una especie predominantemente autoincompatible, pero existen otros numerosos factores que afectan el proceso de polinización dentro de un huerto frutal (Sanzol y Herrero, 2001). Entre éstos se pueden mencionar a las características del clima (humedad, temperatura); la cantidad y calidad de polen que producen las flores de un cultivar y su capacidad para liberarse; la actividad forrajera de los insectos polinizadores; la longitud del período de floración; el grado de superposición del período de floración entre los cultivares principales y polinizadores; la presencia de interincompatibilidad, partenocarpia, apomixis; la duración del período de polinización; y la cantidad y ubicación de los cultivares polinizadores.

La longitud del periodo de floración dependerá de la satisfacción de los requerimientos de frío de las variedades, haciéndose más prolongado en la medida que éstos no sean cubiertos, con la ocurrencia de “olas” de aperturas de flores. Otro aspecto que influye sobre la duración del período de floración es la ubicación de las flores, siendo mayor la amplitud de la floración cuando las yemas florales están sobre brotes largos (Cuffia y Castro, 2012), mientras que la floración de los dardos es más uniforme. El grado de solapamiento de los cultivares está influenciado por el momento de inicio de la floración y por la longitud del período de floración. Como umbral mínimo debe existir un 50 % de solapamiento entre el período de floración del cultivar y su polinizador.

Algunos de los cultivares de manzano apropiados para su cultivo en la región central de Santa Fe son “Caricia”, “Eva” y “Princesa”. Según pudo observarse en diferentes años, no presentan una floración uniforme, produciéndose incluso una alteración en el orden de floración entre años. Por ello, el período de solapamiento entre dos de los cultivares mencionados en algunos años supera el 50 % de solapamiento, pero en otros no.

En lo referente a la compatibilidad, la mayoría de los manzanos son autoincompatibles, por lo que necesitan polen de otra variedad para fructificar (Matsumoto *et al.*, 1999). Sin embargo, existen algunas variedades con facultad de producir fruta con su propio polen (Castro *et al.*, 2012) y otros con capacidad para producir fruta de manera asexual (Castro *et al.*, 2012; Dennis Jr., 2003).

Los cultivares “Eva”, “Caricia” y “Princesa”, bajo las condiciones agroecológicas de la zona central de Santa Fe son intercompatibles, por lo que todos pueden actuar como polinizadores de los demás, siempre que exista un solapamiento adecuado. El cultivar “Eva” en la mayoría de los años es el primer cultivar en florecer, seguido por “Caricia” y “Princesa”, los que presentan menor estabilidad en su fenología entre años.

De acuerdo con datos preliminares, “Caricia” sería la única variedad autocompatible, mientras que “Eva” y “Caricia” podrían producir fruta de manera asexual (Castro *et al.*, 2012).

Otro aspecto importante es que en manzano las flores se caracterizan por su protoginia, es decir que la madurez de los órganos florales femeninos ocurre antes que la de los masculinos. Como consecuencia existe una mayor probabilidad de que el cultivar más temprano actúe como polinizador de uno más tardío y no a la inversa.

2.2. El fruto

El fruto de los manzanos es un pomo. Está formado por un ovario ínfero compuesto por 5 carpelos. Es carnoso e indehisciente, y su parte central está dividida en tantas porciones como carpelos. Al ser flores con ovario ínfero, el receptáculo interviene de manera directa en la formación del fruto.

Desde el punto de vista comercial, las características más importantes de los frutos son el tamaño (calibre o diámetro ecuatorial), la forma (determinada por la relación entre la altura o diámetro polar y el calibre), las características organolépticas (concentración de azúcares, firmeza y pH) y el porcentaje de cobertura con el color característico del cultivar (Iglesias *et al.*, 2008; 2012).

Tanto el tamaño de los frutos como su forma y color son características determinadas por el cultivar (Hampson y Kemp, 2003), aunque todas las propiedades de los frutos, y especialmente las características organolépticas pueden variar con las prácticas culturales (Castro *et al.*, 2011b; Iglesias *et al.*, 2008). Así, existen cultivares como “Fuji” con potencial genético para lograr frutos grandes (250–300 g) (Iglesias *et al.*, 2012), mientras que otros presentan un potencial más reducido, tal como los cultivares “Caricia”, “Eva” y “Princesa”. De este modo, si bien el tamaño de los frutos puede mejorarse mediante el raleo, el factor limitante será el potencial genético.

Tabla 17. Parámetros característicos de los frutos de los cultivares “Caricia”, “Eva” y “Princesa” cultivados en la zona central de Santa Fe.

	“Caricia”	“Eva”	“Princesa”
Calibre (mm)	68,0	61,3	67,8
Peso (g)	128,6	106,7	134,0
A/C (relación Altura/Calibre)	0,84	0,94	0,84
Color rojo (%)	67	57	61
Firmeza (N)	82,7	78,5	79,5
SST (°Brix)	13,3	14,3	14,3
pH	3,5	3,6	3,9

De los materiales cultivados en la zona central de Santa Fe, el cultivar “Princesa” es el de mayor peso medio, seguido por “Caricia” y “Eva” (Tabla 17).

El calibre mínimo para obtener un buen valor de mercado generalmente es de 60–65 mm, por lo tanto mediante buenas prácticas culturales se pueden conseguir una alta proporción de frutos que superen este valor, ya que los valores medios de calibre son cercanos a dicho umbral (Tabla 17).

La relación A/C de la fruta puede ser usada para establecer la forma de los frutos, diferenciándose tres categorías: frutos achatados ($A/C < 0,80$), frutos irregulares ($0,80 < A/C < 0,85$) y frutos alargados ($A/C > 0,85$). En función de esta clasificación, tanto los frutos de “Caricia” como de “Princesa” tienen una forma irregular, mientras que los de “Eva” tienen una forma alargada (Tabla 17).

El porcentaje de color rojo es otra característica muy importante para la comercialización. Algunos materiales derivados del cultivar “Gala” tienen dificultad para adquirir el color rojo en la madurez comercial dado que la producción de antocianinas es máxima en estadios muy avanzados de madurez (Iglesias *et al.*, 2008), es decir cuando los frutos están sobremaduros y no aptos para comercializar. Además las porciones del fruto donde incide la luz directamente alcanzan una mayor proporción de cobertura roja en comparación con la porción más sombreada, con lo cual se da la ocurrencia de frutos bicoloreados (rojo-verde). Esto ocurre en los cultivares “Caricia”, “Eva” y “Princesa” cultivados en la zona central de Santa Fe, ya sea porque algunos de estos cultivares son derivados de “Gala”, como por la influencia negativa de las altas temperaturas del verano sobre la coloración de los frutos (Jackson, 2000). “Caricia” es la variedad que alcanza la mejor coloración, seguida de “Princesa”, y en última instancia “Eva”.

3. Producción mundial

Los manzanos crecen fácilmente en zonas de climas templado frío, debido a sus requerimientos de bajas temperaturas invernales. Sin embargo, el desarrollo de nuevas variedades y tecnologías de cultivo permitieron que el cultivo se expandiera exitosamente en climas cálidos (O'Rourke, 2003). La producción mundial de esta fruta ha tenido un continuo crecimiento desde la segunda guerra mundial, con una breve interrupción en la década iniciada en 1980. China aportó todo el aumento en la superficie cultivada desde ese momento, incrementando su participación en la producción mundial del 10,7 % en 1990 a 36,7 % en el año 2000 (O'Rourke, 2003).

3.1. Producción nacional

Argentina se ubica como el primer productor de América del Sur. Las principales zonas productoras se ubican al sur del paralelo 30; en las provincias de Río Negro, Neuquén, Mendoza, Buenos Aires y Chubut, en ese orden de importancia.

Los cultivares predominantes son "Red Delicious" y "Granny Smith", seguidas de "Gala", "Golden Delicious", "Rome Beauty", "Fuji" y "Braeburn". "Red Delicious" y sus clones representan el 66 % de la producción, "Granny Smith" el 19 %, "Gala" y sus clones, el 10 %. Las restantes variedades significan un 5 % de la producción regional.

En lo referente a la utilización de la producción, las manzanas del Alto Valle de Río Negro se destinan principalmente a la industria (53 %), y en menor medida al consumo interno (30 %) y la exportación (15 %).

3.2. Los manzanos de bajos requerimientos de frío en Argentina

Los primeros cultivares de bajo requerimientos de frío liberados al mercado fueron "Ein Shemer" y "Anna", ambos generados en Israel (Hauagge y Cummins, 2000).

Actualmente existe una gran variedad de cultivares de manzanos de bajos requerimientos de frío con mejor calidad de fruta, que fueron desarrollados principalmente en Israel, USA, Japón, Brasil y Méjico.

Los principales cultivares utilizados en Argentina son "Anabela" (IAPAR 76), "Eva" (IAPAR 75), "Caricia" (IAPAR 77), y "Princesa", todos desarrollados en Brasil. La producción de estos materiales se distribuye en las provincias de Córdoba (Paez-Morón, 2003), Corrientes, Misiones (Provasi *et al.*, 2000) y Santa Fe (Castro *et al.*, 2010). No obstante su producción y superficie cultivada es pequeña aún, no existiendo estadísticas oficiales que den cuenta del número de hectáreas dedicadas a su cultivo; sin embargo, es posible observar un aumento paulatino y sostenido en la superficie cultivada.

4. Requerimientos agroecológicos

4.1. Temperatura

El manzano, al igual que otros frutales originarios de climas templados, presenta un período de dormición invernal, que le permitió a lo largo de su evolución sobrevivir a

la severidad del invierno en su zona de origen. Durante este período, tolera temperaturas por debajo de -30 °C siendo uno de los frutales más tolerantes al frío invernal.

Para la ruptura de la dormición se necesita la acumulación de una cantidad de frío que depende de la especie y de los cultivares dentro de una especie (Hauagge y Cummins, 1991). En manzano, las variedades tradicionales requieren en promedio 1200 unidades de frío (UF) (Hauagge y Cummins, 1991), mientras que las variedades de bajos requerimientos, entre las que se encuentran “Caricia”, “Eva” y “Princesa”, presentan requerimientos entre 300 a 450 UF.

Una vez que la planta reasume el crecimiento, la sensibilidad a las bajas temperaturas aumenta con el desarrollo fenológico (Tabla 18). Cuando las heladas tardías son severas se puede producir la muerte de las flores, disminuyendo o impidiendo el cuajado de los frutos. Por otro lado, en caso de ocurrir condiciones de bajas temperaturas en el rango subletal pueden producirse frutos deformados debido a la muerte o daño parcial de algunos óvulos, y también suele observarse la formación de tejidos corchosos (Palmer *et al.*, 2003).

En la zona central de Santa Fe, las heladas primaverales no causan daño en el manzano debido a que su floración es relativamente tardía, ocurriendo fuera del período de riesgo de ocurrencia de heladas tardías.

Sin embargo, aunque no se produzcan heladas, las condiciones climáticas, y particularmente la temperatura durante el momento de floración tiene una gran influencia sobre el periodo de polinización efectiva, es decir sobre el tiempo durante el cual las flores de un cultivar son capaces de formar las frutas (Sanzol y Herrero, 2001). Las temperaturas modifican la velocidad de los procesos biológicos vinculados a la polinización, como

Tabla 18. Temperaturas críticas expresadas sobre su efecto sobre la mortalidad (%) para los diferentes estadios fenológicos de manzanos, de acuerdo con la escala BBCH completa. Datos tomados de Palmer *et al.* (2003).

	Estadio fenológico según BBCH				
	56 ¹⁴	57	59	65	69
10 % de mortalidad	-7,8	-2,8	-2,2	-2,2	-2,2
90 % de mortalidad	-12,0	-6,1	-4,1	-3,9	-3,9

14. 56: Estadio de yema verde. Flores simples separándose (aún cerradas) / 57: Estadio de yema roja. Pétalos florales, alargándose. Sépalos, ligeramente abiertos. Pétalos recién visibles / 59: Estadio de balón. La mayoría de las flores, con pétalos formando una bola hueca / 65: Plena floración. Alrededor del 50 % de las flores están abiertas. Caen los primeros pétalos / 69: Fin de la floración. Todos los pétalos caídos.

la liberación y germinación del polen, el crecimiento del tubo polínico, o la longevidad de los óvulos, y también sobre la actividad de los insectos polinizadores (Palmer *et al.*, 2003). De esta manera y a partir de estas múltiples consecuencias, la temperatura puede tener un efecto negativo o positivo sobre el cuajado de frutos y el rendimiento. Luego del cuajado, el crecimiento de los frutos también se ve afectado por la temperatura.

Las temperaturas cálidas anteriores a la cosecha tienen un efecto negativo sobre el color de la piel de los frutos (Jackson, 2001) pudiendo en algunos años alcanzar sólo el 50 a 70 % de color rojo, como en el caso de la zona central de Santa Fe (Castro *et al.*, 2011b). Por otra parte, cuando se dan temperaturas elevadas en el verano, las yemas pueden tener una dormición más profunda en el invierno y por lo tanto acentuar los síntomas de falta de frío invernal.

4.2. Requerimientos nutricionales

4.2.1. Movilización de reservas

En los árboles de hoja caduca como el manzano, la apertura de yemas, el crecimiento inicial de los brotes y la floración se dan a expensas de las reservas acumuladas antes del período de la dormición (Cheng y Fuchigami, 2002).

Si bien los carbohidratos son necesarios para el crecimiento, el principal nutriente aportado por las reservas y que determina el potencial del crecimiento posterior es el nitrógeno (Cheng y Fuchigami, 2002). Los requerimientos absolutos de este nutriente son los más altos, y la demanda varía en función del cultivar, el pie de injerto, la edad y la densidad de plantación. Una gran parte del nitrógeno utilizado por la planta es reciclado antes de la caída de las hojas; en "Golden delicious" sobre portainjerto M.9 más del 50 % del nitrógeno aportado se removilizó para sostener el crecimiento de nuevas estructuras vegetativas (Neilsen y Neilsen, 2003). De hecho, la absorción de nitrógeno por las raíces no comienza sino hasta que comienza la removilización del nitrógeno de las reservas (Neilsen y Neilsen, 2003). Debido a esto es necesario mantener una adecuada nutrición nitrogenada antes del período de dormición para aumentar las reservas que permitirán el crecimiento inicial durante la próxima estación de crecimiento. Sin embargo, no debe excederse la fertilización nitrogenada ya que los brotes vegetativos pueden alcanzar un vigor excesivo, fundamentalmente en zonas con temperaturas nocturnas cálidas durante la estación de crecimiento (Faust, 2001). Por lo tanto el manejo del nitrógeno es crucial para lograr una planta con buen balance vegetativo-reproductivo.

El segundo elemento más demandado es el Potasio; las concentraciones foliares de K se encuentran en segundo lugar luego del N, mientras que en el fruto es el mineral más abundante. Concentraciones foliares de K < 1 % producirán efectos severos sobre las hojas, afectando su tasa fotosintética y contribuyendo a la reducción del tamaño de los frutos y del rendimiento (Tabla 19).

El Boro influye sobre el proceso de floración, cuajado y crecimiento de fruto (Faust, 2001; Neilsen y Neilsen, 2003). Este nutriente es necesario para el proceso de fertiliza-

ción de las flores, por lo que la deficiencia severa ocasionará flores defectuosas e interrupciones en el proceso de fertilización que derivarán en una baja tasa de cuajado.

El calcio es un elemento importante para la calidad del fruto, tanto en cosecha como en poscosecha. En la tabla 19 se muestran los valores normales para el contenido de nutrientes en hojas.

4.2.2. Determinación del estado nutricional

La evaluación del estado nutricional en los árboles se realiza mediante análisis foliares a mitad de la estación de crecimiento (entre 110 y 125 días después de plena floración), porque es cuando la cantidad de nutrientes se estabiliza en climas templados (Neilsen y Neilsen, 2003). Cuando los árboles se encuentran en climas subtropicales o tropicales puede no darse un período estable como en los climas templados, por lo que resulta más complejo evaluar el contenido nutricional (Faust, 2001). Existen tablas donde se muestran los valores de referencia considerados normales para determinados nutrientes (Tabla 19). Sin embargo dichos valores deben evaluarse con precaución ya que dependen del portainjerto, la variedad, las condiciones climáticas, el tipo de suelo, las labores culturales y la fisiología de las plantas.

Además de las dificultades citadas, puede existir una disparidad de resultados para una misma muestra según el laboratorio que efectúe el análisis. Dichas disparidades pueden modificar la interpretación de los resultados y conducir a decisiones diferentes y a menudo contradictorias.

Elemento mineral	Deficiencia	Normal
	%	
Nitrógeno	< 1,5	1,7-2,5
Fósforo	< 0,13	0,15-0,30
Potasio	< 1	1,5-2,5
Calcio	< 0,7	1,2-2,0
Magnesio	< 0,2	0,26-0,36
Azufre	< 0,1	0,1-0,3
	ppm	
Manganeso	< 25	25-120
Hierro	< 45	45-500
Boro	< 20	20-60
Cobre	< 5	5-12
Zinc	< 14	15-120
Molibdeno	< 0,05	0,1-0,2

Tabla 19. Valores críticos de concentración de nutrientes en hojas de manzanos expresados sobre peso seco de la hoja.

Datos adaptados de Neilsen y Neilsen (2003).

Por lo tanto, lo ideal sería contar con valores de referencia para cada cultivar y bajo las condiciones climáticas más representativas de la zona de producción. Como esto resulta muy costoso, los valores de referencia de los que se disponen deben tomarse como orientativos y no como exactos a la hora de evaluar el estado nutricional del huerto (Neilsen y Neilsen, 2003).

4.2.3. Efecto del portainjerto

Los portainjertos han sido seleccionados en base a su capacidad para transferir a la copa ciertas características deseables, como precocidad en la floración, capacidad para reducir el vigor de la copa, resistencia a determinadas plagas y enfermedades. Sin embargo no se ha reparado en la misma medida en cuanto a su capacidad y eficiencia para absorber agua y nutrientes (Neilsen y Neilsen, 2003).

En un estudio reciente se encontró que las concentraciones de ciertos minerales en hoja y fruto varió más en función de los portainjertos utilizados que de la variedad (Amiri y Fallahi, 2009). En efecto, las variedades injertadas sobre M9 tuvieron concentraciones mayores de N, Mg, Fe y Mn que los portainjertos MM 106, MM 111 y franco. Además las relaciones N/Ca, K/Ca y (Mg + K)/Ca fueron diferentes entre los portainjertos, pero estuvieron dentro del rango normal para lograr una buena calidad poscosecha.

La importancia de este hallazgo radica en que pueden utilizarse diferentes combinaciones cultivar × portainjerto bajo distintas calidades de suelo con el objetivo de incrementar la eficiencia en el uso de los nutrientes de la solución del suelo.

5. Patrones y variedades

5.1. Variedades

Las variedades comúnmente producidas en las zonas con baja disponibilidad de frío invernal en Argentina son las siguientes:

Anabela (IAPAR 76)

Es un híbrido de “Gala” × “Anna”. El color principal del fruto es rojo (40 % de cobertura) sobre un fondo amarillo. Los frutos necesitan estar bien expuestos al sol para colorearse. Tiene buena calidad para hacer dulces. Su sabor es dulce. Es vigorosa y muy productiva, con mejor comportamiento sobre portainjertos semienanizantes que en enanizantes. Tiene buen comportamiento agronómico con 300 unidades de frío (Hauagge y Cummins, 2000).

Caricia (IAPAR 77)

Es un híbrido de “Prima” × “Anna”. Tiene frutos de moderado tamaño, de sabor subácido. También tiene buena calidad para hacer dulces. Los árboles son vigorosos, con hábito de fructificación sobre dardos mayoritariamente, es resistente a la

sarna del manzano, a las enfermedades causadas por *Glomerella* sp. Tiene buena producción y buen comportamiento agronómico con 350 unidades de frío (Hauagge y Cummins, 2000).

Eva (IAPAR 75)

Es un híbrido de “Anna” × “Gala”. Sus frutos son de tamaño moderado, con buena coloración roja sobre un color amarillo, dulces a subácidos. Los árboles tienen crecimiento compacto, con capacidad para florecer en dardos pero también en ramas de un año. Tiene excelente cuajado y es muy productiva. Buen comportamiento con 350 unidades de frío (Hauagge y Cummins, 2000).

Princesa

Es un híbrido de “NJ56” × “Anna”. Sus frutos tienen mayor tamaño que las anteriores, y de color rojo vetado. Su sabor es dulce-subácido. Tiene mucho menos cuajado que “Eva”, lo que en ciertas localizaciones puede constituirse en un problema. Los árboles tienen vigor moderado y son muy precoces para la entrada en producción. Es muy susceptible al oidio del manzano y al “corazón mohoso”. Florece profusamente sobre ramas de un año y en dardos. Se comporta bien bajo 450 unidades de frío.

Cabe aclarar que los porcentajes de cobertura del color principal dependerán de las características del área de producción, principalmente la temperatura durante la fase de crecimiento del fruto hasta la maduración.

5.2. Patrones

En lo referente a portainjertos, se mencionan algunos de los utilizados en la zona central de Santa Fe, describiendo las principales características de acuerdo con lo mencionado por Webster y Wertheim (2003).

5.2.1. Enanizantes

M.9

Induce una gran precocidad y una alta eficiencia de cultivo. Otras ventajas son que produce buen tamaño de fruto, y resistencia a enfermedades en la corona. Sus desventajas son el pobre anclaje, la sensibilidad al frío invernal, a los áfidos y al fuego bacteriano.

M.26

Es un poco más vigoroso que el M.9. Sus ventajas son su buena eficiencia de cultivo, buen tamaño de fruto, y mejor anclaje que M.9. Es tolerante a la sequía, al frío invernal. Sus desventajas son la poca tolerancia a los áfidos y al fuego bacteriano, es ineficiente en la absorción de calcio y es sensible a suelos pesados y húmedos. Suele producir “chupones”.

5.2.2. Semienanizantes

M.7

Induce buena productividad, tiene buena adaptabilidad a suelos diversos, es resistente al fuego bacteriano y a enfermedades del cuello. Sus desventajas son que produce “chupones” y que es sensible a los daños por frío invernal.

MM.106

Tiene una alta eficiencia de cultivo, buen anclaje, produce pocos “chupones”, mediana resistencia a los daños por frío invernal y a la sequía, y resistente a los áfidos. Por el contrario puede producir tamaños de frutos menores que M.9, es susceptible a enfermedades del cuello, al fuego bacteriano y al virus del mosaico del tomate.

MM.111

Es ligeramente más vigoroso que el MM.106. Tiene poca precocidad a la entrada en producción pero buena eficiencia en la producción cuando los árboles son maduros. Presenta buen anclaje y produce pocos “chupones”. Muestra tolerancia moderada a los daños por frío y a los áfidos. Es sensible a las enfermedades del cuello de la raíz.

6. Prácticas culturales

6.1. Marco de plantación

La distancia entre filas dependerá en gran medida del sistema de conducción y del pie de injerto, aunque también se suele tener en cuenta las maquinarias disponibles en la finca.

La orientación de las filas en un huerto es de vital importancia para lograr la mayor intercepción posible de radiación. En filas orientadas en sentido N-S ambas secciones del árbol recibirán la misma cantidad de horas de luz. En las filas orientadas en sentido E-O la sección del árbol orientada hacia el sur recibirá casi un 60 % menos de luz que la orientada al norte. Sin embargo, en la medida que más plana sea la forma del árbol menor será el efecto de la orientación de las filas de plantación. Como valores orientativos se puede decir que la altura máxima de las plantas debería ser 2 veces el espacio entre las filas (sin superar los 4 m de altura), y que el área libre para el paso de la maquinaria no debería ser inferior a 2 m.

Es muy importante en el diseño de la plantación la ubicación de los polinizadores. Es aconsejable plantar tres variedades juntas de modo de ampliar el período de floración y lograr al menos un 50 % de superposición con la variedad principal. Las formas en la que pueden ubicarse los polinizadores es intercalando en la misma hilera una planta de una variedad polinizadora cada 4 o 5 plantas de la variedad principal, o lo que es más común, intercalar líneas completas de polinizadoras cada 4 o 5 hileras de la variedad principal.

Las distancias más comunes utilizadas con los cultivares “Caricia”, “Eva” y “Princesa” son 2,5 × 3,5 m para portainjertos moderadamente enanizantes, y 1,5 × 3,5

m para portainjertos enanizantes. El primer valor corresponde a la distancia entre plantas dentro de la fila de plantación y el segundo a la distancia entre filas de plantación. Estos valores son orientativos y pueden ser modificados en función de lo discutido en este apartado.

6.2. Conducción y poda

La productividad depende de la radiación fotosintéticamente activa disponible; del índice de área foliar del cultivo y la forma del dosel arbóreo (que determinará la intercepción de esa radiación); de la tasa fotosintética de los árboles y de la “pérdida” por respiración para el crecimiento y el mantenimiento de la estructura. Finalmente también la productividad dependerá de la forma en que se distribuyen los asimilados disponibles hacia los órganos que se cosechan, que en este caso son los frutos. De todos esos factores, los que se pueden modificar mediante las prácticas de manejo son la intercepción de luz mediante el diseño de la plantación, el sistema de conducción, la poda (Wünsche *et al.*, 1996), y la partición de asimilados mediante diferentes técnicas que modifiquen la cantidad de frutos por planta.

Los objetivos de la poda de árboles frutales son los de modificar la forma de la planta, el tipo y ubicación de los ramos que se formarán, la intensidad de la floración y la fructificación, y la calidad de los frutos. También la poda permite reparar daños en la estructura de la copa, contener el tamaño de la planta, y propiciar la penetración de la luz y de los productos aplicados mediante las pulverizaciones (Ferree y Schupp, 2003).

La forma más adecuada para los árboles de manzano dependerá del hábito de ramificación y fructificación de los cultivares, del vigor del pie de injerto, y de las capacidades estructurales y económicas de la finca. Los sistemas de conducción más utilizados en los manzanos de bajos requerimientos de frío en la zona central de Santa Fe se describen a continuación.

Mini líder central

Es una forma cónica que se utiliza con portainjertos enanizantes o semienanizantes (M.9, MM. 111, MM. 106). Generalmente tiene dos pisos de ramas estructurales y el eje central se despunta anualmente por sobre el segundo piso. El primer piso de ramas estructurales está a 60–90 cm del suelo, y el segundo piso un metro por encima del anterior. Como es una forma cónica los pisos desarrollan en sentido paralelo a la línea de plantación y hacia el espacio entre líneas. La altura máxima es de 3 a 4 m.

Palmeta de brazos paralelos

Este tipo de sistema de conducción precisa de una estructura de contención, comúnmente llamada espaldera que consta de tantos hilos de alambre como brazos tendrá la palmeta. Es una forma plana por lo que las ramas que desarrollen hacia la entrelínea serán suprimidas. Este sistema tiene un eje central que se despunta por encima

del último brazo de la palmeta. Es utilizado en portainjertos semienanizantes como el MM. 111, pero también con enanizantes como M.9.

Palmeta de brazos oblicuos

Es igual que la anterior, pero los brazos de la palmeta no son horizontales sino que tienen un ángulo de inserción de 45° aproximadamente con respecto al tronco principal.

En manzano existe relación directa entre la radiación total interceptada por la fronda y el rendimiento, debido a su altísimo potencial fotosintético. Sin embargo, lo que explica la capacidad productiva de las plantas es la proporción de la radiación interceptada por los dardos y no la que es interceptada por el resto del dosel (Wünsche *et al.*, 1996). De allí la importancia del sistema de conducción y poda, y la regulación del vigor de la planta mediante la elección del pie de injerto adecuado (Ferree y Schupp, 2003). El grado de relación entre la interceptación de radiación por parte de los dardos y la productividad será más fuerte en variedades con tendencia a fructificar únicamente sobre dardos, y menor en aquellas variedades donde la fructificación también se da en los brotes más vigorosos del año o en brindillas.

6.3. Control de malezas

Las malezas son plantas espontáneas que por su capacidad de crecimiento y porcentaje de cobertura del suelo se consideran dañinas para el cultivo. Muchas de estas especies, cuando crecen sin ningún tipo de manejo pueden reducir tanto la producción de frutos como el crecimiento vegetativo de las plantas de manzanos (Hoagland *et al.*, 2008; Pelizza *et al.*, 2009).

Existen varias estrategias para realizar un manejo eficiente de las malezas, tales como el uso de herbicidas sintéticos, el control mecánico de malezas, los cultivos de cobertura, y las coberturas muertas tales como aserrín, viruta, hojarasca (Hoagland *et al.*, 2008; Merwin, 2003; Pelizza *et al.*, 2009) dependiendo de la disponibilidad zonal. Un manejo eficiente debería hacer uso de varias de estas herramientas de manera combinada según los diferentes momentos fenológicos del cultivo, y la edad de la plantación.

El uso de productos químicos es muy eficiente en el control de malezas en el corto plazo, pero no es el manejo más adecuado para la conservación del suelo en lo referente a su fertilidad biológica y la conservación del agua. Una lista de productos permitidos en la Argentina se muestra en la tabla 20. En todos los casos las aplicaciones deberán hacerse siguiendo las normas de seguridad e higiene y las dosis recomendadas en la guía de productos fitosanitarios.

En cuanto al uso de coberturas tanto vivas como muertas la eficiencia será distinta en función de la edad de la plantación. Las coberturas muertas (hojarasca, viruta o aserrín, expellers) cuando se aplican en capas de 10 a 15 cm de espesor sobre el suelo tienen un excelente control sobre las malezas, sin embargo son poco eficientes

Tabla 20. Productos químicos, cultivos de cobertura y coberturas muertas utilizadas en el manejo de malezas en el cultivo de manzano.

Productos Químicos¹⁵	Cultivos de cobertura^{15, 16, 17}		Coberturas muertas^{16, 17}
	Leguminosas		
Diurón	<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco	Plástico negro
Norfluorazon	<i>Trifolium pratense</i>	Trébol rojo	Aserrín de pino
Oxyfluorfen	<i>Medicago lupulina</i>	Mielga negra	Acículas de pino
Simazine	<i>Medicago polymorfa</i>	Alfalfa de secano	Viruta de madera
Terbacil	<i>Lotus corniculatus</i>	Lotus	
Glifosato	<i>Vicia sativa</i>	Vicia	
Paraquat			
Sethoxydim			
	No Leguminosas		
	<i>Raphanus sativus</i>	Nabón	
	<i>Lolium multiflorum</i>	Rye grass anual	
	<i>Avena strigosa</i>	Avena	
	<i>Poa pratensis</i>	Poa	
	<i>Festuca rubra</i>	Festuca roja	
	<i>Agrostis tenuis</i>	Agróstide común	

en estimular la actividad biológica del suelo (Hoagland *et al.*, 2008). El cultivo de plantas de cobertura en la línea de plantación logra un buen control de las malezas y la retención de los nutrientes no aprovechados por las plantas de manzanos, que de otro modo se perderían, sin embargo en huertos jóvenes puede producir un retraso en el vigor vegetativo por competencia (Hoagland *et al.*, 2008; Pelizza *et al.*, 2009).

Una buena estrategia de manejo de malezas en huertos jóvenes sería la utilización de herbicidas (o control mecánico) en los hoyos de plantación y la aplicación de coberturas muertas una vez por año sobre la línea de cultivo (pudiendo abarcar el hoyo de plantación). En el espacio entre líneas puede realizarse el cultivo de especies de interés, o si no existe ese objetivo, directamente el control mecánico con desmalezadora.

15. Tomado de Merwin (2003).

16. Tomado de Hoagland *et al.* (2008).

17. Tomado de Pelizza *et al.* (2009).

En huertos adultos se puede incorporar el cultivo de cobertura en la línea de plantación, lo cual mejorará la actividad biológica del suelo, retendrá nutrientes debido a la exploración radical diferencial con respecto al manzano, y además puede facilitar la presencia de enemigos naturales de ciertas plagas (Hoagland *et al.*, 2008).

6.4. Fertilización

6.4.1. Implantación

En la implantación de los huertos se debe proveer los nutrientes necesarios para un rápido desarrollo del sistema radicular y un crecimiento vegetativo adecuado. Para ello son fundamentales los aportes de nitrógeno, fósforo y potasio.

En este sentido es recomendable la aplicación de 85 g de un fertilizante compuesto (N-P-K), como por ejemplo Triple 15, por árbol en plantas de 1 año, y de 170 g para árboles de 2 a 3 años. Alternativamente se pueden utilizar otros fertilizantes como Sulfato de amonio, a razón de 110 g por árbol en plantas de hasta 1 año, y 170 g en plantas de 2 a 3 años. Otra opción es el uso de urea en cantidades de 60 g en plantas de un año, y de 85 g por árbol en plantas de 2 a 3 años.

6.4.2. Huerto en producción

El esquema de fertilización debe garantizar una buena producción de reservas para afrontar el crecimiento vegetativo y reproductivo inicial del próximo ciclo de crecimiento, ya que el momento crítico para lograr una respuesta en el rendimiento y la calidad de los frutos va desde la brotación hasta el cuajado inicial de los frutos. Por lo tanto el objetivo de la fertilización debería ser la reposición de lo que se pierde del sistema y la mejora del estado nutricional del cultivo después de la cosecha. Para ello se debe tener en claro cuáles son las necesidades del cultivo y qué cantidad de nutrientes se pierde del sistema. Las necesidades de la planta estarán dadas por el crecimiento vegetativo y el crecimiento de los frutos. Las pérdidas de nutrientes del sistema se dan generalmente por la cosecha, la extracción de residuos de poda, y la lixiviación por fuera del volumen de suelo explorado por las raíces.

La única forma de reponer en el sistema los nutrientes exportados por los frutos y obtener una respuesta en la producción, es la fertilización.

Ejemplo: supongamos un huerto con el cultivar "Caricia" de 9 años, cuya producción estimada es de 26 kg por planta. Si la densidad de la plantación es 1143 pl ha⁻¹, la producción de frutos es 30.000 kg ha⁻¹. Suponiendo un índice de cosecha del 60 %, la producción total de biomasa se elevará a 50.000 kg ha⁻¹ (30.000/0,6). En la tabla 21 se muestra la oferta del suelo y la demanda total por parte de la plantación.

De la tabla 21 se desprende que en este caso hipotético habría que realizar una fertilización con 64 kg ha⁻¹ de N, de los cuales 38 kg ha⁻¹ (33 g por árbol) se deberían aportar desde brotación hasta el crecimiento inicial de los frutos. El razonamiento es igual para cada uno de los nutrientes listados, aunque el momento de aplicación variará con la movilidad y la facilidad de lixiviación que tenga cada elemento.

	Demanda de los frutos¹⁶ (kg ha ⁻¹ año ⁻¹)	Demanda total (kg ha ⁻¹ año ⁻¹)
N	38,3	63,9
P	3,8	6,3
K	41,2	68,6
Mg	4,3	7,1
Ca	11,4	18,9

Tabla 21. Cálculo de la fertilización para el cultivar “Caricia”, de acuerdo con un rendimiento hipotético de 30 t ha⁻¹.

6.5. Riego

El diseño de un sistema de riego debe contemplar el balance hídrico que se establece entre los aportes y las pérdidas de agua, mediados por la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Cuando las pérdidas determinadas por la escorrentía, la infiltración descendente por debajo de la zona radical (percolación), la evapotranspiración de los manzanos, los cultivos de coberturas y la evaporación directa del suelo superan a los aportes, dados por la precipitación y el flujo ascendente capilar en la zona radical, el mantenimiento de un intervalo hídrico óptimo en el suelo se logra mediante el riego. Sin embargo, existen momentos del ciclo del cultivo en que se pueden contemplar deficiencias moderadas de agua sin perjudicar la producción en términos cuali y cuantitativos. El momento más sensible a déficits hídricos y que repercutirá sobre la producción y la calidad de los frutos es el período comprendido desde la brotación hasta el cuajado inicial de los frutos.

Una de las tantas formas para calcular la demanda de agua por parte del cultivo es mediante el uso de los coeficientes de cultivo. La ecuación para calcular la demanda hídrica de los manzanos es;

$$ET = ET_0 \times Kc$$

ET = Evapotranspiración del cultivo; ET0 = Evapotranspiración de referencia; Kc = coeficiente de cultivo para manzano, el cual variará en función de la forma del dosel arbóreo, la radiación incidente, la velocidad del viento, las precipitaciones totales, el uso de cultivos de cobertura, entre otros factores. Existen valores de referencia para corregir los valores de Kc en función de dichos factores (Tabla 22).

Por otro lado, es necesario recordar que los distintos sistemas de riego tienen eficiencias diferentes considerando la lámina de agua aportada y la efectivamente absorbida por las plantas, por lo que deberá tenerse en cuenta dicha eficiencia a la hora de calcular la lámina bruta a aportar mediante el riego.

Tabla 22. Valores de Kc para manzanos bajo distintos climas (húmedo y seco) y para situaciones con y sin cultivo de cobertura. Adaptado de Jackson (2000).

Con cultivo de cobertura												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Situación 1 ¹⁸	1,10	1,10	0,80	0,85	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,90	1,00	1,10
Situación 2 ¹⁹	1,25	1,25	0,95	0,95	0,85	0,00	0,00	0,00	0,85	1,00	1,15	1,25
Sin cultivo de cobertura												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Situación 1	0,85	0,80	0,80	0,75	0,65	0,00	0,00	0,00	0,60	0,70	0,80	0,85
Situación 2	1,00	0,95	0,90	0,85	0,70	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	0,95	1,00

Por último, en zonas donde existe una buena cantidad de lluvias y sólo se necesite riego complementario, hay que afectar la cantidad de lluvia caída por un coeficiente que nos devuelva la precipitación efectiva, que será la cantidad de agua que infiltrará en el suelo.

6.6. Raleo de frutos

En condiciones normales de cultivo las plantas de manzanos producen una cantidad de frutos que de persistir todas en la planta serán de baja calidad comercial. Muchos atributos de calidad de los frutos dependen de la cantidad de frutos que cumplen el ciclo desde el cuajado hasta la cosecha. Por ejemplo, Link (2000) encontró que el peso medio de los frutos estuvo relacionado negativamente con la cantidad de frutos por planta. Además, este autor halló que la carga frutal tiene una influencia importante sobre la distribución de calibres, estableciendo tres categorías, tales como calibres pequeños (< a 60 mm); calibres medios (60 a 70 mm); y calibres grandes (> a 70 mm), de modo que es esperable recibir un precio creciente para los frutos conforme aumenta el tamaño.

Si tomamos como ejemplo al cultivar “Princesa”, veremos que existe una relación negativa entre el peso medio de los frutos y la carga frutal expresada en frutos cm⁻² de sección transversal del tronco (STT). Con una carga de 2 frutos por cm² de STT

18. Clima húmedo con vientos suaves a moderados.

19. Clima seco con vientos suaves a moderados.

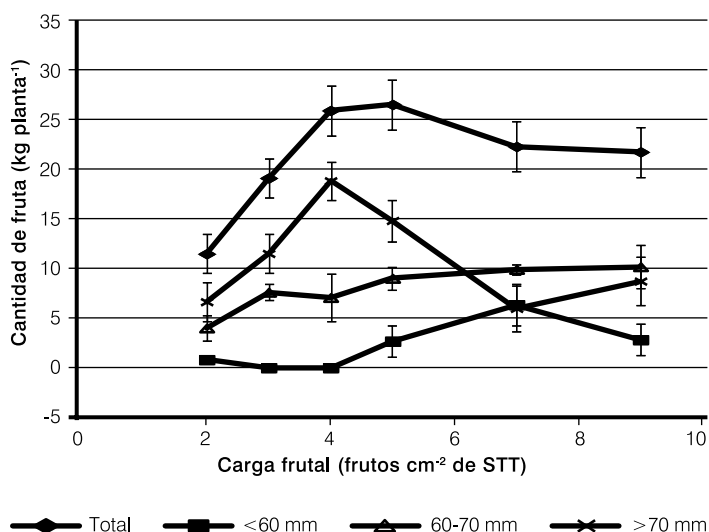


Figura 22. Efecto de la carga frutal expresada por unidad de sección transversal del tronco (STT) sobre el rendimiento por planta (Total) y por calibres, para el cultivar "Princesa".

el peso medio de los frutos es de 152,4 g, con 4 frutos por cm² de STT disminuye a 147,0 g, y con 9 frutos por cm² de STT se reduce a 122,4 g. Estos cambios drásticos en el peso medio de los frutos no siempre son acompañados por cambios en la producción total, ya que a partir de 4 frutos por cm² de STT el rendimiento no varía significativamente rondando los 25 kg pl⁻¹. En cambio, la producción por planta disminuye a 11 kg pl⁻¹ cuando se reduce el número de frutos a 2 frutos por cm² de STT (Fig. 22). Así, una disminución de la carga de frutos de 4 a 2 frutos por cm² de STT implica una ganancia de peso medio de los frutos de solo 5 g, pero una pérdida de producción por planta de 14 kg de fruta aproximadamente (Fig. 22).

En cuanto a la distribución de calibres, se observó que a medida que aumentó la carga frutal la cantidad de frutos en la categoría 2 (60–70 mm) creció de una manera más o menos lineal, pero los frutos en la categoría 3 (>70 mm) siguieron una respuesta de tipo parabólica con un máximo en 4 frutos por cm² de STT (Fig. 22).

Debido a lo anterior, la carga óptima no será aquella que produzca el mayor tamaño medio, sino la que promueva la máxima cantidad de frutos de calibre > a 70 mm (categoría 3), con una producción estable en el tiempo. De acuerdo con este criterio, la carga frutal óptima en el cv. "Princesa" deberá aproximarse a los 4 frutos por cm² de STT, lo que para una planta mediana (8 cm de diámetro en la base del tronco), corresponderá a 200 frutos totales por planta.

Siguiendo con el mismo razonamiento, se determinó que la carga frutal óptima para el cultivar "Caricia" es de 4 frutos por cm² de STT, y para el cultivar "Eva" de 7

frutos por cm^2 de STT. Nótese que este cultivar soporta casi el doble de carga frutal que “Princesa” y “Caricia”.

El modo de regular la carga frutal es a través de la práctica cultural denominada raleo de frutos, tal como fue expuesto en el capítulo anterior para duraznero, que puede realizarse de manera manual o química. Cuando se realiza el raleo manual, y de acuerdo con trabajos realizados por los autores, en el cultivar “Eva” pueden dejarse hasta dos frutos por inflorescencia, mientras que en “Caricia” y “Princesa” debe dejarse un fruto. Además, una regla útil a tener en cuenta es que la distancia mínima entre inflorescencias con frutos debe ser al menos dos veces el tamaño medio del fruto de la variedad, o sea unos 15 cm.

Para efectuar el raleo químico existen varios tipos de productos que pueden utilizarse durante la floración o durante el período inicial de crecimiento del fruto. Los productos autorizados más utilizados son el etefón, el ácido naftalenacético (ANA) y el carbaril.

Hasta el momento, se evaluaron dos cultivares (“Caricia” y “Eva”) y tres estadios fenológicos de aplicación; plena floración (estadio 65 de la escala BBCH), caída de pétalos (estadio 67 de la escala BBCH), y frutos cuajados (estadio 71 de la escala BBCH).

La intensidad de raleo de las aplicaciones de cualquiera de los productos químicos difiere según el cultivar y el estado fenológico. La aplicación en plena floración produjo una menor intensidad de raleo que en caída de pétalos independientemente del cultivar, lo que se atribuye a que en plena floración sigue habiendo yemas florales que no alcanzaron la antesis, las que son menos afectadas por los raleadores químicos. Cuando el ANA (15 ppm de ingrediente activo, i.a.) y el etefón (200 ppm i.a.) son aplicados en “Caricia”, no difieren en su intensidad de raleo y tienen un buen desempeño ya que producen una carga final cercana a los 4 frutos por cm^2 de STT. En “Eva” estos productos y el Carbaril (1200 ppm de producto comercial) producen una intensidad de raleo homogénea y cercana a los 7 frutos por cm^2 de STT.

La aplicación al momento de cuajado de frutos en el cv. “Caricia” no fue efectiva ya que la carga frutal remanente fue superior a los 4 frutos por cm^2 de STT. En “Eva” solo la aplicación de Etefón (200 ppm de i.a.) tuvo resultados satisfactorios.

6.7. Cosecha

El único índice de madurez fiable para las condiciones climáticas de la zona central de Santa Fe es el índice de almidón. Mediante la utilización de este índice se compara el patrón de coloración azul de la pulpa de manzano con una cartilla patrón y se obtiene el estado de madurez (Bouzo, datos no publicados). Como se mencionó anteriormente, el porcentaje de cobertura del color rojo no es un buen indicador de madurez. Tampoco existen datos patrón para otros indicadores como la firmeza o los grados Brix. Para más información sobre índices de madurez para manzanos se recomienda la lectura de Benítez (2005).

En la zona central de Santa Fe la cosecha se realiza entre fines de diciembre y principios de enero, dependiendo del año. El cultivar “Eva” es el primero que se cosecha, mientras que tanto “Caricia” como “Princesa” se cosechan con posterioridad, coincidiendo su cosecha la mayoría de los años evaluados.

7. Plagas y enfermedades

En la tabla 23 se muestran las principales plagas y enfermedades de los manzanos, las que son ampliadas en el capítulo correspondiente.

7.1. Manejo de aves plagas

Los problemas causados por las aves suelen ser importantes para la producción frutihortícola a nivel mundial. En Australia se estiman pérdidas entre el 7 y 22 % (Tracey *et al.*, 2007), en Florida (EUA) entre el 11 y 28 % para frutas tropicales (Tillman *et al.*, 2000). En Argentina, existen antecedentes de daños por aves en cultivos de duraznero, manzano, peral, naranjo y mandarina (Bruggers *et al.*, 1998; Mareggiani *et al.*, 2007; Giayetto, 2009). Entre las especies de aves asociadas a los daños, se citan las palomas (*Columba spp.* y *Zenaida auriculata*) en cultivos de carozo, la lora argentina (*Myiopsitta monachus*) en frutales de carozo y pepita (Giayetto, 2009). Además de estas especies, pueden producir daños en frutales los horneros (*Furnarius rufus*), zorzales (*Turdus spp.*) y calandrias (*Mimus spp.*) (Giayetto, 2009).

Tabla 23. Principales plagas y enfermedades encontradas en manzanos cultivados en la zona central de Santa Fe.

Enfermedades		Plagas	
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Botryosphaeria obtusa</i> y <i>B. dothidea</i>	Pudrición negra	<i>Cydia pomonella</i>	Gusano de la pera y la manzana
<i>Venturia Inaquealis</i>	Sarna del manzano	<i>Ceratitis capitata</i> – <i>Anastrepha sp.</i>	Mosca de la fruta
<i>Podosphaera leucotricha</i>	Oidio del manzano	<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>	Piojo de San José
		<i>Lepidosaphes ulmi</i>	Cochinilla coma
		<i>Pseudococcus affinis</i>	Cochinilla harinosa
		<i>Grapholita molesta</i>	Gusano del brote

En la provincia de Santa Fe un ave considerada plaga es la lora argentina o cotorra. En el cultivo de manzano se han observado pérdidas de producción de hasta un 11 % (Scotta y Sánchez, 2010).

Los daños causados por aves pueden ser directos como corte de yemas, roturas de ramas, corte del pedúnculo durante la formación del fruto, caída de frutos, y frutas comidas a finales de la maduración. Los daños indirectos se pueden producir cuando estas actúan como vectores de enfermedades (Tracey *et al.*, 2007; Giayetto, 2009). Ante esta problemática es necesario implementar programas de Manejo Integrado de Plagas que contemplen distintas medidas de control, buscando un compromiso entre las necesidades del cultivo, los costos de distintos métodos, y la necesidad de respetar la población vecina y el medio ambiente (Prokopy, 2003; Tracey *et al.*, 2007).

En la provincia de Santa Fe, en el marco de la Ley provincial N° 4.390 de control de plagas agrícolas, la cotorra (*Myiopsitta monachus*) fue declarada plaga, y para su control se realizaron campañas mediante la aplicación de productos tóxicos en la boca de los nidos. Este trabajo era realizado por personal capacitado e inscripto en el Ministerio de la Producción, y fue observada una disminución importante de la población en los departamentos del centro norte de la provincia como resultado de estas campañas (De La Peña, 2000). Esta Ley fue derogada en el 2008, cuando se sancionó la Ley provincial N° 12.923 de protección vegetal.

En Argentina el control letal de aves mediante el uso de productos avicidas no se puede realizar hasta el momento, ya que no hay productos registrados para tal fin. Entre las técnicas de menor impacto sobre el ambiente podemos mencionar la exclusión mediante la utilización de redes, y el ahuyentamiento basado en elementos de naturaleza física o química.

La exclusión mediante la utilización de redes es un método físico para prevenir el acceso y los daños producidos por aves. El uso de redes necesita de la incorporación de cambios en el manejo del cultivo ya que disminuye la luz en hasta un 25 %, la velocidad del viento hasta un 50 %, y aumenta la humedad relativa hasta un 50 % (Tracey *et al.*, 2007). Este método si bien es efectivo es de alto costo.

El ahuyentamiento, basado en elementos de naturaleza física genera disgusto para las aves, como llamadas de alarma/angustia, explosiones, espantapájaros, cometas, globos, disparos de escopeta, cintas reflectantes, entre otros. Estos métodos deben ser manejados con mucha precisión para tener un efecto perdurable, requieren una combinación y variación creativa y constante para no generar acostumbramiento.

Los repelentes químicos son compuestos que al ser adheridos a una fuente alimenticia actúan a través del sistema sensorial y causan en las aves una disminución de la palatabilidad del alimento, pero sin disminuir su preferencia. Las aves pueden rechazar un alimento por el cambio de apariencia o por la preferencia cuando interviene el sentido del olfato o el gusto. Esta conducta de evasión o rechazo puede durar un corto periodo y no ser suficiente cuando la presión alimenticia es fuerte, por lo que

el efecto repelente de los productos químicos está condicionado por factores externos al químico específico. Los repelentes químicos pueden ser primarios o secundarios. Los primarios modifican el olor, gusto, tacto y vista del producto, tales como el antranilato de dimetilo; antranilato de metilo; sulfato de aluminio amonio sinergizado (Bullard, 1998; Tracey *et al.*, 2007). Los repelentes secundarios son aquellos que cuando las aves lo consumen se sienten enfermas y por ello desarrollan una aversión a ese alimento, tal como la antroquinona; methiocarb, captan, thiram, trimethacarb y oxalato de cobre, oxiclورو de cobre e hidróxido de cobre (Bullard, 1998; Tracey *et al.*, 2007).

En Argentina el único producto químico registrado como repelente de aves en cultivos es el antranilato de metilo (Rayén®), el cual está solamente inscripto para repeler palomas medianas (*Zenaida auriculata*) y grandes (*Patogioenas maculosa* y *P. picazuro*) en cultivos de girasol y sorgo maduro. En algunos cultivos frutihortícolas se encuentran registrados como insecticidas o fungicidas productos químicos con propiedades repelentes para aves, aunque no están registrados para esta última finalidad. En esta situación se pueden mencionar al methiocarb, el oxiclورو de cobre e hidróxido de cobre, thiram y captan (CASAFE, 2011).

El antranilato de metilo es un ester del ácido antranílico que se encuentra inscripto en la industria alimentaria como aromatizante de golosinas, bebidas y de medicinas. Aparece de forma natural en los aromas de algunas frutas como la mandarina, y también se emplea en algunas mezclas como protector solar debido a que posee características de absorción de los rayos ultravioletas. Este producto está inscripto para su uso en EUA como repelente de aves en cultivos de manzano, donde se recomienda su aplicación 15 días antes de comenzar la cosecha.

Bibliografía

- Amiri, M.E. y Fallahi, I.** (2009). "Potential of mineral uptake efficiency by some Apple rootstocks". *The proceedings of the international plant nutrition colloquium XVI*. [en línea]. Consultado el 20 de octubre de 2012 en <<http://www.escholarship.org/uc/item/58p8c7cn>>.
- Benítez, C.** (2005). "Índices de madurez y parámetros de calidad". *Peras y Manzanas: Factores que afectan la calidad de los frutos*. (109–144). Ediciones INTA.
- Bruggers, R.L.; Rodriguez, E. y Zaccagnini, M.E.** (1998). "Planning for bird pest problem resolution: A lose study". *Internacional Biodeterioration & Biodegradation*, 42, 173–184.
- Bullard, R.** (1998). "Métodos no letales de control de aves perjudiciales a la agricultura". En: Rodriguez, E.N. y Zaccagnini, H. (Eds.) *Manual de capacitación sobre manejo integrado de aves perjudiciales a la agricultura* (102–111). [en línea]. Consultado el 16 de noviembre de 2011 en <http://www.mgap.gub.uy/dgssaa/Proyectos/Documentos/FIN/MANUAL_DE_CAPACITACION.pdf>.
- CASAFE** (2011). "Guía de Productos fitosanitarios 2011". Tomo 1 y 2. Buenos Aires: Cámara de sanidad agropecuaria y Fertilizantes.
- Castro, D.C.; Cuffia, M.; Cuello, C.; Walker, E.; Gariglio, N. y Radice, S.** (2012). "Estudio del sistema reproductivo en manzanos de bajos requerimientos de frío: resultados preliminares". *Libro de Resúmenes del XXXV Congreso Argentino de Horticultura* (FRGMB1., 285). Corrientes, Argentina.
- Castro, D.; Masueco, R.; Bonafede, E.; Weber, M.; Cuello, C.; Favaro, J. y Gariglio, N.** (2011a). "Influencia del estado fenológico, el producto químico y el cultivar sobre la eficiencia del raleo de frutos en manzanos de bajos requerimientos de frío". *Libro de Resúmenes del XXXIV Congreso Argentino de Horticultura* (FRTC 5, 193). Buenos Aires, Argentina.
- Castro, D.; Bonafede, E.; Masueco, R.; Weber, M.; Neffen, E.; Gonzáles-Curtolo, M.; Favaro, J. y Gariglio, N.** (2011b). "Influencia de la carga frutal sobre el tamaño, la calidad y el rendimiento de fruta en manzanos de bajos requerimientos de frío". *Libro de Resúmenes del XXXIV Congreso Argentino de Horticultura* (FRTC 6, 194). Buenos Aires, Argentina.
- Castro, D.C.; Favaro, J.C.; Weber, M.; Bonafede, E.; Masueco, R.; Rista, L. y Gariglio, N.** (2010). "Influencia de la carga frutal sobre el tamaño de los frutos y el crecimiento vegetativo en manzanos de bajos requerimientos de frío". *Libro de Resúmenes del XXXIII Congreso Argentino de Horticultura* (F TC 029, 219). Rosario, Argentina.
- Cheng, L. y Fuchigami, L.** (2002). "Growth of young apple trees in relation to reserve nitrogen and carbohydrates". *Tree Physiology*, 22, 1297–1303.
- Cuffia, M. y Castro, D.** (2012). "Evaluación de la fenología reproductiva de las variedades de manzano "Eva", "Caricia" y "Princesa" en la zona central de Santa Fe". *XVI Encuentro de Jóvenes Investigadores de la Universidad Nacional del Litoral y VII Encuentro de Jóvenes Investigadores de Universidades de Santa Fe*. Santa Fe, Argentina.
- De la Peña, M.R.** (2000). "Población de la cotorra (*Myiopsitta monachus*) en el departamento las colonias provincia de Santa Fe, Argentina". *Revista FAVE*, 14(2), 71–76.
- Dennis, F. Jr.** (2003) "Flowering, pollination and fruit set and development". En: Ferree, D.D. y Warrington, I.J. (Eds.). *Apples, botany, production and uses* (153–166). Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Faust, M.** (2000). "Physiological considerations for growing temperate-zone fruit crops in warm climates". En: Erez, A. (Ed.). *Temperate fruit crops in warm climates* (137–156). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

- Ferree, D.C. y Schupp, J.R.** (2003) "Pruning and training physiology". En: Ferree, D.D. y Warrington, I.J. (Eds.). *Apples, botany, production and uses* (319–344). Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Giayetto, A.** (2009). "Aves en los montes frutales". *Fruticultura y Diversificación*, 59, 15–22.
- Hampson, C.R. y Kemp, H.** (2003). "Characteristics of important commercial Apple cultivars". Ferree, D.D. y Warrington, I.J. (Eds.). *Apples, Botany, Production and Uses* (61–89). Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Hauagge, R. y Cummins, J.N.** (2000). "Pome fruit genetic pool for production in warm climates". En: Erez, A. (Ed.). *Temperate fruit crops in warm climates* (267–304) Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- (1991). "Phenotypic variation of length of bud dormancy in Apple cultivars and related *Malus* species". *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 116 (1), 110–106.
- Hoagland, L.; Carpenter-Boggs, L.; Granatschein, D.; Mazzola, M.; Smith, J.; Peryea, F. y Reganold, J.P.** (2008). "Orchard floor management effects on nitrogen fertility and soil biological activity in a newly established organic apple orchard". *Biology and Fertility of Soils*, 45, 11–18.
- Iglesias, I.; Echeverría, G. y Lopez, M.L.** (2012). "Fruit color development, anthocyanin content, standard quality, volatile compound emissions and consumer acceptability of several "Fuji" apple strains". *Scientia Horticulturae*, 137, 138–147.
- Iglesias, I.; Echeverría, G. y Soria, Y.** (2008). "Differences in fruit color development, anthocyanin content, fruit quality and consumer acceptability of eight "Gala" apple strains". *Scientia Horticulturae*, 119, 32–40.
- Jackson, J.E.** (2000). "Apple production at low latitudes". En: Erez, A. (Ed.). *Temperate fruit crops in warm climates* (305–342). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Link, H.** (2000). "Significance of flower and fruit thinning on fruit quality". *Plan Growth Regulation*, 31, 17–26.
- Mareggiani, G.; Arregui, C.; Pelicano, A. y Bertolaccini, I.** (2007). "Manejo integrado de plagas en frutales cítricos". En: Sozzi, G.O. (Ed.). *Árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento* (436–463). Buenos Aires, Argentina: Editorial Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.
- Matsumoto, S.; Komori, S.; Kitahara, K.; Imazu, S. y Soejima, J.** (1999). "S-genotypes of 15 apple cultivars and self-compatibility of 'Megumi'". *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 68, 236–241.
- Merwin, I.A.** (2003). "Orchard-floor management systems". En: Ferree, D.D. y Warrington, I.J. (Eds.). *Apples, botany, production and uses* (303–318). Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Neilsen, G.H. y Neilsen, D.** (2003) "Nutritional requirements of apple". En: Ferree, D.D. y Warrington, I.J. (Eds.). *Apples, botany, production and uses* (217–236). Wallingford, UK: CABI Publishing.
- O'Rourke, D.** (2003). "World production, trade, consumption and economic outlook for apples". En: Ferree, D.D. y Warrington, I.J. (Eds.). *Apples, Botany, Production and Uses* (15–30). Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Páez Morón, P.G.** (2003). "Manzanas de bajos requerimientos de horas de frío". Proyecto Frutihortícola: Tecnologías para el Desarrollo Sustentable Regional. *Boletín N° 4*. INTA Centro Regional Córdoba.
- Palmer, J.W.; Privé, J.P. y Tustin, D.S.** (2003). "Temperature". En: Ferree, D.D. y Warrington, I.J. (Eds.). *Apples, botany, production and uses* (217–236). Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Pelizza, R.T.; Mafra, A.L.; Talamini do Amarante, C.V.; Nohatto, M.A. y Vargas, L.** (2009). "Coberturas do solo e crescimento da macieira na implantação de um pomar em sistema orgânico de produção". *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, 31 (3), 739–748.
- Prokopy, R.J.** (2003). "Two decades of bottom-up, ecologically based pest management in small commercial apple orchard in Massachusetts". *Agriculture, ecosystems and environment*, 94, 299–309.

Provasi, A.A.; Pieckun, A.A.; Rybak, M.; Lasserre, S.R. y Bogado, E.F. (2000). "Posibilidad de producción y comercialización de manzanas subtropicales en Misiones". *Miscelánea* N° 43. Cerro Azul, Argentina: EEA INTA Cerro Azul.

Sanzol, J. y Herrero, M. (2001). "The effective pollination period in fruit trees" (Review). *Scientia Horticultura*, 90, 1–17.

Scotta, R.R. y Sánchez, D.E. (2010). "Evaluación de antranilato de metilo como repelente de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en un cultivo de manzano en el Departamento Las Colonias (Santa Fe)". *Libro de resúmenes del XXXIII Congreso Argentino de Horticultura*. Rosario, Argentina.

Tracey, J.; Bomford, M.; Hart, Q.; Saunders, G. y Sinclair, R. (2007). *Managing Bird Damage to Fruit and Other Horticultural Crops*. Canberra, Australia: Bureau of Rural Sciences.

Tillman, E.A.; Van Doom, A. y AVERY, M.L. (2000). Bird damage to tropical fruit in south florida. Proceedings of the Wildlife Damage Management Conferences (Paper 13). [en línea]. Consultado el 3 de noviembre de 2012 en <http://digitalcommons.unl.edu/icwdm_wdmconfproc/13>.

Webster, A.D. y Wetheim, S.J. (2003) "Apple rootstocks". En: Ferree, D.D. y Warrington, I.J. (Eds.). *Apples, botany, production and uses* (125–152). Wallingford, UK: CABI Publishing.

Wünsche, J.N.; Lakso, A.N.; Robinson, T.L.; Lenz, F. y Denning, S.S. (1996). "The bases of productivity in apple production systems: the role of light interception by different shoot types". *Journal of American Society of Horticultural Science*, 121(5), 886–893.

Capítulo 5

Higuera

1. Introducción y descripción de la planta

La higuera (*Ficus carica* L.) pertenece a la familia de las *Moráceas*, y es originaria de la zona mediterránea de Asia sudoccidental. Se supone que es la primer planta domesticada por el hombre (Kislev *et al.*, 2006).

La planta se caracteriza por ser de crecimiento muy rápido, pudiendo alcanzar entre 3 a 6 m de altura, y hasta 9–10 m de ancho de copa (Flores Domínguez, 1990). Posee tronco grueso y robusto pero de madera blanda con corteza gris y brotes frágiles. Sus ramas son grandes y de tendencia colgante, que enraízan fácilmente en contacto con el suelo (Cohen, 2011).

Tanto el árbol como sus frutos poseen células secretoras de látex, que constituye el fluido citoplasmático de los laticíferos. Este látex contiene sustancias gomosas que resultan muy costosas en términos energéticos para la planta (Kang *et al.*, 2000), pero que sirven para su defensa contra insectos, microorganismos y hongos patógenos.

La copa es amplia, con hojas grandes, verde intensas en el haz, y pálidas y muy reticuladas en el envés. Son ásperas al tacto, caducas y palmadas, con lóbulos más o menos pronunciados de acuerdo con la variedad; alcanzan una dimensión entre 10 y 20 cm de longitud y de ancho.

El hábito de crecimiento es variable según el cultivar, desde brotes abiertos e incluso colgantes, hasta hábitos verticales y compactos. El sistema radicular es superficial, fibroso, abundante, y muy extendido lateralmente.

La inflorescencia de la higuera es un receptáculo floral excavado, denominado sicono en cuyo interior se encuentran numerosas flores unisexuadas muy pequeñas y cuya única salida al exterior es el ostíolo. Ese falso fruto es blando y se encuentra recubierto de una piel muy fina cuyo color puede ser verde, negro, morado, ó marrón

rojizo, dependiendo de las distintas variedades. En su interior se encuentran los verdaderos frutos, llamados aquenios (Flores Domínguez, 1990).

El receptáculo floral se hincha y se vuelve carnosos, formando una masa que se denomina breva o higo, según la fecha de madurez y el tejido sobre el que se forma. Las flores femeninas se componen de ovario, estilo largo y estigma bífido (Fernández Márquez, 2006). La flor masculina está constituida por tres sépalos y tres estambres.

2. Valor nutritivo

El fruto de la higuera es una fuente importante de minerales, fundamentalmente de calcio, potasio y hierro (Tablas 24 y 25). Su contenido de grasas y sodio es prácticamente nulo. Aporta fibras totales y solubles, así como vitaminas A y C.

2.1. Utilización

La fruta es consumida en fresco, deshidratada, o a través de la elaboración de mermeladas. Además, se considera que la planta tiene propiedades medicinales. Los higos cocidos se utilizan desde la antigüedad contra el dolor de garganta y el dolor de encías, así como por sus propiedades laxantes. El látex se utiliza contra el tratamiento de verrugas. Por otro lado, las hojas cocidas, se utilizan como remedio para la diabetes y para las calcificaciones en los riñones e hígado (Flaishman *et al.*, 2008).

Para el consumo en fresco el fruto adquiere sus mejores características organolépticas cuando ya no tiene capacidad para conservarse. Por ello, existen diferentes alternativas para transformar al fruto en un producto más duradero, una vez que alcanzó el estado de madurez más adecuado (Flaishman *et al.*, 2008). El desecado es la forma más tradicional de conservación que se conoce desde tiempos prehistóricos, siendo éste el principal destino de la producción, mientras que el consumo en fresco representa apenas el 3 %. Los frutos deshidratados tienen un contenido de agua entre el 18 al 22 %. Otros subproductos que pueden obtenerse son la fruta congelada, conservas y pastas.

3. Producción mundial y nacional

La higuera se cultiva tanto en climas cálidos como templados. En el continente Europeo, Turquía es el principal productor, con 260000 t, seguido de Grecia (80000 t), España (63000 t), e Italia (35000 t).

En el continente Africano, se destaca Egipto, con una producción de 220000 t, siguiéndole en importancia Marruecos (80000 t) y Argelia (42000 t).

En América, Estados Unidos alcanza las 40000 t, seguido de Brasil (16000 t). En Asia, Irán produce alrededor de 78.000 t, y Siria 43000 t. De este modo, la producción mundial totaliza aproximadamente 1200000 t (Agostini *et al.*, 2002), ocupando alrededor de 427000 ha.

De este modo, Turquía concentra el 25 % de la producción mundial de higos, y más del 50 % del comercio mundial. Además junto con Siria, Argelia, y Brasil, son los principales países en los que la producción crece en la actualidad, mientras que en

Tabla 24. Composición del fruto de la higuera deshidratado. Adaptado de Vinson (1999).

Componente de la dieta	Cantidad cada 100 g de higo
Calorías totales	283 cal
Grasa total	0,52 g
Grasa saturada	0,0 g
Colesterol	0,0 g
Sodio	12,26 mg
Potasio	609 mg
Carbohidratos totales	66,16 g
Fibra total	12,21 g
Fibra soluble	3,47 g
Fibra insoluble	8,74 g
Azúcares	49 g
Proteínas	3,14 g
Vitamina A	9,76 UI
Vitamina C	0,68 mg
Calcio	133 mg
Hierro	3,07 mg

Tabla 25. Comparación del aporte de nutrientes minerales de diferentes frutos tradicionales. Adaptado de Vinson (1999).

Fruta	Potasio (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)
Manzana (154g)	117	11	0,3
Banana (126g)	324	4,9	0,3
Dátil (40g)	240	10	0,2
Higo seco (40g)	244	53	1,2
Uva (138g)	255	15	0,4
Naranja (154g)	279	62	0,2
Durazno (40g)	290	7,2	0,6
Frutilla (147g)	244	20,6	0,6

Italia y España se da el proceso contrario (Flaishman *et al.*, 2008). El mercado mundial se caracteriza por una mayor demanda de fruta fresca, mientras la de higo deshidratado se mantiene estable. Esto tal vez se deba a que el comercio mundial de fruta fresca fue tradicionalmente muy reducido debido a la corta vida postcosecha de este fruto; actualmente, con la aparición de nuevas variedades de mejor comportamiento, combinado con mejores prácticas de cultivo y de postcosecha, se abren nuevas perspectivas para el mercado de la fruta fresca (Aksoy *et al.*, 2005).

En el país, las principales zonas productoras se encuentran en el noroeste, en la región de Cuyo, y en la provincia de Buenos Aires (Prataviera y Godoy Aliverti, 1991). A partir del año 1990, se registró un importante crecimiento en la superficie cultivada, principalmente en las provincias del NOA y Formosa.

Argentina participa en la exportación de frutos frescos a mercados europeos con resultados altamente satisfactorios al aprovechar la producción en contraestación y el reconocimiento internacional del cultivar denominado «Brown Turkey» o «higo turco». Durante el año 2002, las exportaciones argentinas alcanzaron un valor de US\$ 28616

y un volumen de 16338 kg. Los destinos principales fueron los países limítrofes (Uruguay y Brasil), abasteciendo también a Suiza, Francia y Mongolia, entre otros. Por otro lado, el mercado interno en la Argentina no está abastecido con la demanda de higos frescos, secos, y otros subproductos. Es por ello que las importaciones alcanzaron valores de 500 toneladas anuales durante los años 2002–2003, siendo los principales países abastecedores Turquía y Chile.

En la zona central de la provincia de Santa Fe, el cultivo de la higuera es relativamente reciente. A partir de los últimos 10 años se comenzaron a realizar pequeñas plantaciones (0,1–2,0 has) que van desde Coronda al sur, hasta San Cristobal al norte. El cultivo se está convirtiendo en una alternativa complementaria a la producción hortícola y/o como nueva opción productiva para emprendedores. La producción alcanzada, actualmente está abasteciendo la demanda de la ciudad de Santa Fe, Esperanza, y localidades cercanas, así como a pequeñas industrias dulceras.

4. Biología floral

La higuera produce dos cosechas, la de brevas y la de higos. Las brevas se originan desde yemas axilares ubicadas en la parte terminal de los brotes de la estación de crecimiento anterior. Comienzan a crecer en la primavera y maduran entre diciembre y enero. Los higos se producen lateralmente en las axilas de las hojas de los brotes del año (Fig. 23), y su maduración comienza a partir de enero. La duración de la cosecha



Figura 23. Brote del año de la higuera. Los frutos se forman axilarmente dando origen a los higos (sobre brotes del año). Las yemas que no alcanzan a desarrollar al final de la estación de crecimiento, darán las brevas a partir de la próxima estación (sobre madera de un año).

de higos depende del vigor de los brotes del año. Cuanto más vigorosos son estos, más prolongado será el período de cosecha.

Al final del ciclo anual de crecimiento se produce la caída de las hojas, y las yemas reproductivas ubicadas en la parte terminal del brote que no han dado higos, pasan el invierno en estado de reposo. En la primavera, estas yemas retoman el crecimiento, dando la cosecha de brevas y reiniciando el ciclo anual (Melgarejo Moreno, 2000).

Bajo condiciones de inviernos benignos, los higos que no alcanzan a madurar en la estación de crecimiento permanecen en el árbol durante el invierno y completan su desarrollo en la siguiente estación de crecimiento. Cuando el invierno es más riguroso, estos frutos sufren daños y se caen, salvo que sean pequeños (Fase I de crecimiento); en estos casos se forman brácteas que los cubren y protegen del frío, y darán brevas en la próxima estación de crecimiento.

Debido a que hay variedades de higueras que no dan brevas, las variedades se clasifican en dos grupos: **a)** Higueras de una sola cosecha o uníferas, de recolección en otoño; **b)** Higueras de dos cosechas o bíferas que dan, además, otra cosecha en verano.

4.1. Crecimiento del fruto

En la axila de las hojas se encuentran dos yemas reproductivas y una yema vegetativa. En determinadas variedades, como Brown Turkey, normalmente es una sola inflorescencia la que se desarrolla, pero en otros cultivares, como Kadota, suelen desarrollar ambos tipos de siconos.

El crecimiento del fruto de la higuera se puede dividir en tres fases. La fase I se extiende hasta que el fruto alcanza un diámetro de 1,5 cm (5–6 semanas). En esta fase el fruto incrementa rápidamente su diámetro pero tiene una baja tasa de incremento de peso.

La fase II es reducida, se distingue por la apertura de las brácteas que protegen el ostíolo, y por el engrosamiento de los frutos. Tiene una duración de 20–25 días, el cual puede reducirse a 7–10 días si es estimulado el crecimiento del fruto. En esta etapa el fruto no cambia su diámetro ni su peso.

El fase III se extiende desde el inicio de la maduración hasta la madurez comercial. Es un período que dura entre 3 y 5 semanas, donde se produce un rápido engrosamiento del fruto, así como una alta tasa de acumulación de peso fresco y seco, y una gran acumulación de azúcares. El 70 % del peso seco total, y un 90 % del contenido de azúcares, se acumula en este período. También se produce un notable cambio en la pigmentación, fundamentalmente en los frutos de coloración oscura, y pérdida de firmeza.

Las brevas presentan un patrón de crecimiento diferente, en comparación con los higos. La fase II y la fase III son más cortas, y duran unas 2 semanas cada una.

El fruto es de tipo climatérico y muy percedero, sujeto a una rápida degradación fisiológica, a pesar de que posee una actividad respiratoria y una producción de etileno moderada (Kader, 2003). Se considera que su vida postcosecha puede variar de 1 o 2 días hasta 4 a 6 semanas, dependiendo de las condiciones de alma-

cenamiento, el estado de madurez a la cosecha, y las características propias de la variedad. Otra característica de este fruto, es que a pesar de ser clasificado como climatérico, una vez cosechado su contenido de azúcares no se incrementa, por lo que si la cosecha se produce en estado inmaduro nunca alcanzará las condiciones óptimas de sabor (Flaishman *et al.*, 2008).

5. Requerimientos agroecológicos

La higuera requiere de un sitio bien soleado para expresar la máxima producción de frutos. Se recomiendan los tipos de suelos permeables y bien drenados, con buena fertilidad. También prefiere suelos ricos en calcio y crece muy bien en terrenos con pH entre 8 y 8.5. Sin embargo, se adapta a diferentes tipos de suelos, inclusive los pedregosos y muy superficiales.

Es uno de los frutales más tolerantes a la salinidad, incluso a los cloruros. También la planta establecida es muy resistente a la sequía, posiblemente debido a su sistema radicular muy extendido, que alcanza hasta tres veces el diámetro de la copa.

La higuera está adaptada a diferentes regiones y climas, pero su crecimiento es óptimo en zonas templadas (Flores Mora y Jiménez Bonilla, 2007). En el hemisferio norte se la cultiva entre los 35 y 40° de latitud. Tolerancia bien las altas y bajas temperaturas (Agostini, 2002). En climas cálidos, como el centro de Brasil vegeta continuamente, y como la mayoría de las especies del género *Ficus* no entra en reposo vegetativo y no muestra abscisión de hojas. Las mejores condiciones se dan en zonas con inviernos benignos y veranos calurosos, con precipitaciones escasas. El clima mediterráneo es en el que mejor se adapta (templado–cálido–seco). La humedad alta y las lluvias frecuentes perjudican la calidad de los frutos.

La higuera tiene bajos requerimientos de horas de frío y tolera heladas leves. A pesar de ello, es importante destacar que las heladas ocurridas en invierno pueden provocar la muerte de un número importante de brevas que se encuentran en un estado de desarrollo más o menos avanzado (López y Salazar, 2010). Los umbrales térmicos para este frutal son de -12,2 °C para evitar la muerte del árbol por helada y -6,6 °C para los frutos. Sin embargo, se debe tener presente que la tolerancia al frío depende del origen del cultivar. En determinadas variedades más sensibles al frío, las heladas tempranas o tardías producen la muerte de la parte terminal de los brotes del año, y con ello se afecta seriamente la producción de brevas. A modo de resumen se puede decir que las bajas temperaturas invernales, entre -5 a -10 °C según la variedad, constituyen un factor limitante para el cultivo comercial de la higuera (Ferguson *et al.*, 1990).

En zonas de clima templado la dormición es poco profunda, y se consigue hacer brotar rápidamente las yemas cuando se hace forzado a temperaturas adecuadas (Kawamata *et al.*, 2002), lo cual hace suponer que se trata de ecodormición y no de un proceso de endodormición. Con temperaturas nocturnas superiores a 12 °C la planta continúa creciendo y madurando sus frutos.

Las condiciones de temperatura también afectan el color y la forma de los frutos. En condiciones de climas más fríos, la pulpa toma un color más intenso y los frutos son más alargados. Los frutos no sufren daño por enfriamiento, por lo que pueden almacenarse hasta temperaturas de -1 °C, con 90–95 % de humedad relativa. El uso de aire forzado para reducir la temperatura de la fruta recién cosechada tiene un enorme impacto sobre la conservación posterior de los frutos.

Las lluvias también afectan la calidad de los frutos, aumentando el rajado. Además, los frutos que maduran en condiciones de tiempo lluvioso, desarrollan olores desagradables que impiden su comercialización. A pesar de lo mencionado, se considera que el clima condiciona mucho más la producción de fruta para deshidratado, mientras que la producción de fruta para mercado en fresco puede realizarse bajo condiciones ecológicas más diversas (Flaishman *et al.*, 2008).

6. Tipos de higueras cultivadas

6.1. Higueras comunes

La principal característica de estas variedades es que no requieren de la polinización para la obtención de la producción comercial; sin embargo, se prefiere hablar de frutos persistentes más que de frutos partenocárpicos, ya que no se trata de un fruto verdadero.

Las higueras comunes producen una o dos cosechas cada año, según la variedad. La primera cosecha corresponde a las brevas formadas sobre ramas del año anterior, y la segunda cosecha corresponde a los higos que se forman sobre los brotes del año. Dentro de este grupo se encuentran las variedades comerciales difundidas en Argentina.

6.2. Higueras de Smirna

Estas variedades necesitan de la polinización para el establecimiento del fruto. Tradicionalmente se cultivaron en Oriente Medio y norte de África, y actualmente también en California (EE. UU.).

Poseen sólo flores femeninas y las variedades polinizadoras se denominan “Cabrahigos”. Los frutos verdaderos se desarrollan, y su principal destino es el deshidratado.

6.3. Higueras tipo San Pedro

Estas higueras tienen la particularidad de que las brevas son persistentes, mientras que para la producción de higos necesitan de la “caprificación” (polinización).

6.4. Cabrahigos

Son higueras utilizadas para polinizar a las higueras de Smirna, en presencia del himenóptero *Blastophaga psenes*. Generalmente, presentan tres floraciones al año. No presentan valor para consumo humano.

6.5. Polinización

De acuerdo con lo que se mencionó, la clasificación anterior depende de la necesidad de polinización. Así, las higueras tipo Smirna deben polinizarse, utilizando variedades del tipo Cabrahigos y en presencia de un agente polinizante muy específico.

Los cabrahigos producen tres generaciones de siconos al año, con la siguiente denominación; **i)** “Mamas”, que nacen en ramas del año anterior, y maduran al comienzo del verano. Las flores masculinas están insertas cerca del ostiolo y las femeninas en toda la cavidad; **ii)** “Prohigos”, situados en las axilas de las hojas nueva y maduran al final del verano o en el otoño; **iii)** “Mamonas”, que aparecen en el otoño. Cuando comienzan los primeros fríos no abscisionan, quedando en reposo y madurando en la primavera siguiente.

En cuanto al ciclo de *Blastophaga*, lo realiza dentro de las flores brevistilas de los futuros frutos del cabrahigo, ya que su oviscapto no puede llegar hasta el fondo del ovario de las flores macrostilas, que son las que existen en las variedades partenocárpicas.

Los machos de *Blastophaga* emergen de las agallas de las flores femeninas llamadas “mamas” y fecundan a las hembras, y luego mueren aún dentro del mismo sicono. Las hembras fecundadas salen del sicono y cargan el polen de las flores masculinas. Luego penetran en el sicono de la segunda generación del cabrahigo (prohigo), y depositan sus huevos en las flores brevistilas. Las larvas nacen y se desarrollan. Los diferentes frutos del cabrahigo permiten que la avispa tenga frutos donde realizar la oviposición prácticamente durante toda la estación de crecimiento.

El polen de los cabrahigos se emplea para fecundar higueras del tipo Smirna. Para polinizar las brevas se utiliza el polen de los prohigos, siendo el de las mamonas el usado para polinizar los higos de finales de verano.

El proceso de polinización se denomina “caprificación”, que consiste en favorecer el traslado de polen de los cabrahigos a las higueras de tipo Smirna, por medio del *Blastophaga*. Artificialmente se consigue llevando ramilletes de higos macho con el insecto. No es recomendable la plantación de los cabrahigos en el mismo sitio en que están las variedades productoras debido a que la polinización es muy desuniforme. De este modo los árboles cercanos a los polinizadores tendrían una excesiva polinización, que promueve el crecimiento y el rajado de los frutos; por el contrario, las plantas más alejadas de los polinizadores tendrían una polinización deficiente.

El rajado de los frutos, puede ser disminuido de manera importante mediante una aspersión de cloruro de calcio al 1 % (Aksoy y Anak, 1994)

Algunas variedades de higueras comunes, como ‘Autumn Honey’ y ‘Brown Turkey’ pueden producir brevas caprificadas. Estos frutos suelen ser más grandes, y tener mayor capacidad de almacenamiento, pero son más sensibles al rajado (Rodov *et al.*, 2005).

7. Variedades más utilizadas

Brown Turkey

Es un árbol vigoroso, grande y productivo. La cosecha de los higos comienza hacia fines de diciembre y se puede prolongar hasta fines de mayo cuando se realizan podas intensas. Los frutos son de tamaño grande y de buen comportamiento postcosecha (Fig. 24).



Figura 24. Frutos de la variedad Brown Turkey embalados para su comercialización en la zona central de Santa Fe, Argentina.

Guarinta

La fecha de cosecha es unos 15 días más tardía que la variedad Brown Turkey y también presenta una postcosecha más delicada. Es originaria de una mutación de la variedad 'Málaga'. Fruto grande (80–90 g), con forma de pera. Muy buen sabor. Madura desde el ostíolo hacia el ápice. Color verde amarillento con pulpa rojiza.

Kadota

La característica de esta variedad es que el fruto exuda una sustancia de apariencia melosa, por lo cual también recibe el nombre de 'gota de miel'. El fruto es amarillento verdoso con pulpa de color ámbar. En zonas áridas y calurosas no tiene un buen comportamiento porque el fruto adquiere una textura mantecosa. Esta variedad puede ser polinizada y en estas circunstancias da un fruto de características parecidas a los higos tipo Smirna.

Elegible

Fruto mediano (50–70 g) con presencia de pilosidad, color verde claro y pulpa de color claro. Es una variedad muy vigorosa, que se puede adaptar para la producción de brevas en el sistema de poda intensivo.

A continuación, se detallan los países o regiones productoras y algunas de las variedades, en ese orden (Flores Domínguez, 1990). Turquía: 'Bursa Siyahi' (Smirna) y 'Sari Lop' (Smirna). California: 'Adriático' (o 'Verdone'), 'Black mission', 'Kadota' y 'Conadria'. España: 'Cuello de dama blanco' y 'Napolitana negro'. Grecia: 'Kalomon' (Smirna). Italia: 'Petreli', 'San Giovanni' y 'Dottato' (o 'Kadota').

Una correcta identificación de las variedades es necesaria, ya que existen materiales idénticos que se han difundido con nombres diferentes y viceversa, variedades distintas que se conocen con un mismo nombre (Flaishman *et al.*, 2008).

8. Multiplicación

La higuera puede ser propagada por estacas, acodo aéreo y/o injerto. La propagación por semilla es posible en los tipos que la producen naturalmente y en los tipos partenocárpicos debidamente polinizados. Por otro lado, la polinización por semilla solo tiene interés para los fitomejoradores (Guera y Costa, 1988). Aunque la facilidad de propagación fue el principal criterio en la selección clonal de patrones, otros atributos tales como resistencia a plagas, enfermedades y desfavorables condiciones climáticas o la capacidad para disminuir el tamaño del vástago, han cobrado mayor prioridad (Webster, 1995).

La multiplicación vegetativa de las plantas se realiza a partir de una porción de ellas, y es fundamentalmente utilizada en la conservación o reproducción de plantas o clones de interés. Entre los métodos más utilizados se citan la reproducción por estacas y por acodos. La estaca se obtiene a partir de ramas de diferente edad, o incluso de las raíces, que colocadas en las adecuadas condiciones ambientales son capaces de formar raíces y brotes. La longitud de las estacas por lo general son de 30 a 40 cm (Espinosa, 1996), y su extracción debe hacerse hacia el final del otoño o al comienzo del período invernal. La fase de establecimiento *in vitro* tiene como objetivo obtener material viable para iniciar el proceso de micropropagación, por lo que es indispensable contar con material vegetal pretratado en condiciones de invernadero, ya que el material tomado directamente de campo posee en su superficie una variedad de microorganismos que deben ser reducidos para facilitar los procedimientos de desinfección (Flores Mora *et al.*, 2009). La micropropagación permite la multiplicación masiva de plantas, libre de virus y la conservación de germoplasma (Villalobos, 1988).

Para efectuar un acodo aéreo, se corta un anillo de 2 cm de ancho de la corteza de un vástago grueso o de una rama delgada. En algunas variedades es común la emisión de brotes desde la base de la planta, muchos de los cuales si toman contacto con el suelo son capaces de enraizar y se pueden pasar a macetas para la formación de una nueva planta (Fig. 25).

9. Sistema de cultivo

En los sistemas tradicionales de plantación en secano, la higuera se cultivaba en marcos de plantación muy amplios, alcanzando los 9 x 9 m, y hasta 12 x 12 m. En cultivos bajo regadío o en zonas con mayores precipitaciones conducidas bajo el sistema de poda tradicional, los marcos de plantación pueden variar entre 6 x 6 m, y hasta 5 x 3 m.

En los sistemas de conducción con poda intensa, donde la planta posee un esqueleto mínimo y el crecimiento del año es rebajado anualmente a 1 o 2 nudos, el tamaño de la planta permite aumentar las densidades de plantación de manera considerable, llegando a marcos de plantación tan reducidos como 4 x 3 y hasta 4 x 2 m (Fig. 26).

La plantación del cultivo debe realizarse a la salida del invierno, cuando la planta está aun en dormición, de modo de evitar daños por frío. Las plantas pequeñas son

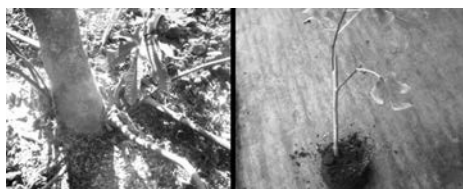


Figura 25. Brotes emitidos desde la base de la planta, los cuales si al extraerlos se observa que están enraizados se pueden colocar en contenedores para originar una nueva planta.



Figura 26. Plantación de higuera en la zona del cinturón hortícola Santafesino, en un marco de plantación de 4 x 2 m.

susceptibles al daño por sol hasta que el dosel vegetal cubra el tronco y las ramas principales. Puede ser recomendable la utilización de pintura blanca de base acuosa para aumentar la reflexión de la radiación y disminuir el daño por quemado de la corteza (Flaishman *et al.*, 2008).

La plantación comienza a ser productiva a partir del segundo año de plantación y alcanza la plena producción entre los 3 y 5 años de su iniciación. A los 15–20 años la producción comienza a declinar.

10. Conducción y poda de la higuera

La poda tiene gran importancia sobre la formación y productividad de los árboles. Mediante esta práctica cultural se pretende obtener frutos de calidad, mantener el equilibrio vegetativo entre las distintas ramas del árbol, entre éstas y el sistema radicular, y favorecer la iluminación de las partes inferiores del árbol (Rigitano y Ojima, 1963).

La higuera tiene un desarrollo natural en forma colgante, por lo que en un sistema de poda tradicional, debe levantarse el árbol y formar la cruz a una altura entre 0,9 y 1,2 m. En la forma de vaso tradicional se eligen de 3 a 6 ramas principales. Estas se ramifican en secundarias luego de alcanzar un metro o más de longitud. Se procura que los árboles adultos no sobrepasen los 2,5–3,0 m de altura.

En el sistema tradicional de baja densidad de plantación, se considera que la poda de fructificación en la higuera no tiene sentido, debido a que no es una especie vecera y la calidad de los frutos no es mejorada por dicha práctica cultural. Se considera que la poda reduce la cosecha sin aumentar la calidad de los frutos restantes.

En el sistema de poda intensivo se procura aumentar la densidad de plantas para incrementar la productividad por hectárea. Durante la estación de crecimiento los brotes alcanzan 2,5 m de altura aproximadamente (Fig. 27), con lo cual la cosecha y



Figura 27. Planta de higuera conducida bajo un sistema de poda intensiva. El tronco principal no sobrepasa los 0,8–1,0 m y el esqueleto es muy reducido.



Figura 28. A la derecha se observa la planta de higuera sin podar y a su izquierda la misma planta conducida bajo un sistema de poda intensiva.

la mayoría de los trabajos se pueden realizar sin necesidad de escaleras. En función de la edad de la planta, se deja una cantidad creciente de ramos fructíferos, de acuerdo con lo siguiente:

Primer año	2 brotes
Segundo año	4 brotes
Tercer año	8 brotes
Cuarto año	16 brotes
Quinto año en adelante	25–30 brotes

Al final de la estación de crecimiento, en el sistema de poda intensivo se rebajan los brotes del año a 1 o 2 nudos (Fig. 28).

Con este sistema de poda intensa, los brotes se vigorizan con lo cual se prolonga el período de cosecha. De este modo, se pueden recolectar higos desde fin de diciembre hasta fines de abril en zonas de clima templado–cálido, mientras que en el sistema tradicional la cosecha es mucho más reducida (Fig. 29).

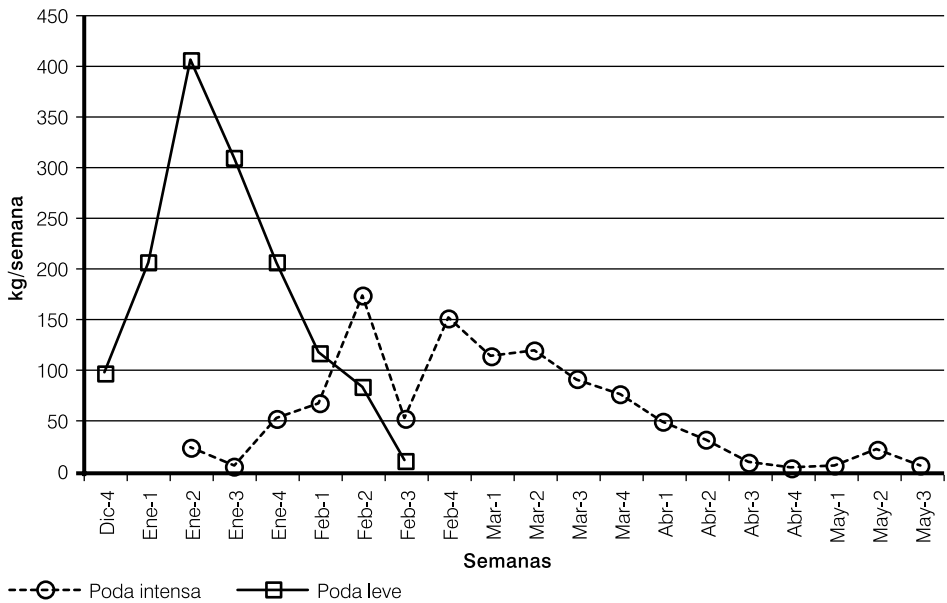


Figura 29. Diferencias en la distribución de la cosecha en la variedad 'Guarinta' sometida a diferentes sistemas de poda. Datos de producción referidos a la cosecha semanal de 100 plantas.

Cuando se realiza un sistema de conducción intermedio, propiciado una copa de 2,5 a 3,0 m de altura, la poda invernal es relativamente liviana, y se hace con el objetivo de renovar ramas enfermas o envejecidas. Una poda más severa se realiza cada 3 años para estimular la emisión de madera nueva de reemplazo.

La higuera recibe podas de rejuvenecimiento, ya que en un manejo tradicional, la planta a partir de los 30 años comienza un período de decaimiento. Se puede cortar la planta a ras del suelo o respetando el tronco principal (0,8–1,2 m).

10.1. Producción de brevas

Para favorecer la producción de brevas en el sistema de conducción tradicional se suele utilizar la poda de 'Argenteuil'. Esta se aplica a un 35–50 % de las ramas del árbol, de modo de no perjudicar la cosecha de higos. Consiste en eliminar el botón terminal al principio de la vegetación, en las ramas portadoras de futuras brevas. Luego, se suprimen los brotes nacidos junto a los frutos, dejando solamente dos brotes en la base de la rama. Luego de la cosecha, la rama se poda, dejando las ramas de reemplazo basales.

Debe tenerse presente que las brevas se forman sobre brotes relativamente poco vigorosos (30–40 cm). Para ello es necesario obtener una fuerte ramificación de la

higuera, de modo de disminuir el vigor de los brotes. Es esta la razón por la que se justifica el despuntado o desyemado al inicio de la estación de crecimiento.

En un sistema de poda intensivo en el que se pretenda favorecer la producción de brevas la poda debe realizarse luego de la cosecha de las brevas; esto permite el crecimiento de los brotes de reemplazo en lo que queda de la estación de crecimiento. Los sistemas de poda invernal intensa, no producen brevas porque se eliminan las ramas sobre las que se asientan las yemas fructíferas o los frutos pequeños en estado de quiescencia.

10.1.1. Untura o atemperamiento

Consiste en anticipar la maduración de las brevas. La más utilizada es la untura con aceite de oliva, aunque también puede utilizarse etileno o ácido giberélico. Además, provoca una concentración de la maduración permitiendo un ahorro en la mano de obra para la cosecha.

El atemperamiento con aceite de oliva consiste en introducir una gota de aceite en el ostiolo del fruto cuando éste inicia la apertura de las brácteas. Puede corroborarse el momento de la aplicación, seccionando un fruto y comprobando si ha virado a rojo su coloración interior (fase II). Si se hace en forma anticipada, los frutos abscisionan sin llegar a madurez.

Se realiza manualmente a aproximadamente un 40 % de los frutos del árbol. A la semana se puede tratar otro 20 % adicional.

Utilizando Ethrel con una concentración de 300 ppm, se obtiene un resultado muy parecido al logrado con aceite de oliva, aunque la abscisión de frutos de la segunda cosecha es mayor. Con 200 ppm, se logra la maduración de los frutos 15 días después de realizado el tratamiento y produce muy baja abscisión de frutos. Dosis mayores de 300 ppm producen una caída de frutos muy alta. Al final del verano, se puede adelantar la madurez aplicando Ethrel a razón de 200 ppm. En España, realizando el tratamiento en el mes de agosto provoca la maduración en 5 días, concentrando la madurez de la fruta y disminuyendo la demanda de mano de obra para la cosecha. Este tratamiento, provoca abscisión de frutos atrasados.

En la zona central de Santa Fe se ha utilizado con éxito la untura de higos al final del período vegetativo. En abril-mayo, cuando la temperatura ambiente desciende, los higos detienen su crecimiento y no alcanzan la maduración por lo que abortarán luego de la ocurrencia de heladas invernales. La untura, principalmente en esta situación, permite la rápida maduración de estos frutos.

11. Cosecha y rendimiento

La higuera es una planta precoz ya que durante el segundo año comienza la cosecha. A partir del cuarto año se logra la plena producción en el sistema de poda intensivo, alcanzando valores en torno a los 10 kg por planta, aunque determinados años se pueden alcanzar los 15 kg por planta, lo que da una producción entre 12 a 18 t ha⁻¹ (Tabla 26).

Tabla 26. Rendimientos normales del cultivo de la higuera en fincas comerciales del Cinturón Hortícola Santafesino. Marco de plantación 4 x 2 m.

	Brown Turkey	Guarinta
2da. Cosecha (kg planta ⁻¹)	3,95	2,72
3ra. Cosecha	9,30	6,74
4ta. Cosecha	12,10	10,46
5ta. Cosecha	9,21	8,11

Bajo condiciones de cultivo en invernadero, alargando el período de cosecha, se alcanzan valores cercanos a las 25 t ha⁻¹ de frutos de alta calidad (Flaishman *et al.*, 2008).

En el momento de cosecha para el mercado en fresco los frutos deben alcanzar un estado muy particular de madurez. Si son cosechados inmaduros no alcanzarán un adecuado sabor aun luego de un prolongado período de almacenamiento, mientras que si se cosechan sobremaduros sufren un rápido deterioro. En la variedad 'Brown Turkey', el momento de cosecha se caracteriza por una apariencia de "rayado" típico, con un 70–90 % de coloración púrpura (Fig. 24). La cosecha es mejor realizarla durante la mañana y de forma manual. En condiciones de alta temperatura, la piel del fruto al ser tocada con los dedos se ve afectada. Un operario puede cosechar entre 100 y 200 kg por jornal. En el momento de plena cosecha y bajo condiciones de altas temperaturas, como ocurre durante los meses de enero y febrero, la cosecha debe realizarse diariamente, mientras que cuando la temperatura desciende, la frecuencia puede disminuir hasta una vez por semana.

Debido a que los frutos maduran secuencialmente a lo largo del brote, la poda intensa que estimula el crecimiento, y por ende la longitud de los ramos del año, permite una distribución más amplia de la cosecha. En la zona central de Santa Fe esta se extiende desde principios de enero hasta fines de abril o fines de mayo según los años. El momento de mayor cosecha se obtiene durante el mes de enero para la variedad 'Brown Turkey' o en el mes de febrero para la variedad 'Guarinta' (Fig. 30), estando la producción de ambas variedades desfasadas en unos 15 días. La cosecha es relativamente abundante hasta fines de marzo y luego decae considerablemente durante abril y mayo.

Es recomendable que quienes realizan la cosecha usen guantes y tengan los brazos cubiertos para prevenir irritaciones en la piel causada por el latex. Sin embargo, los guantes reducen la sensibilidad para detectar la firmeza y el momento más adecuado de cosecha.

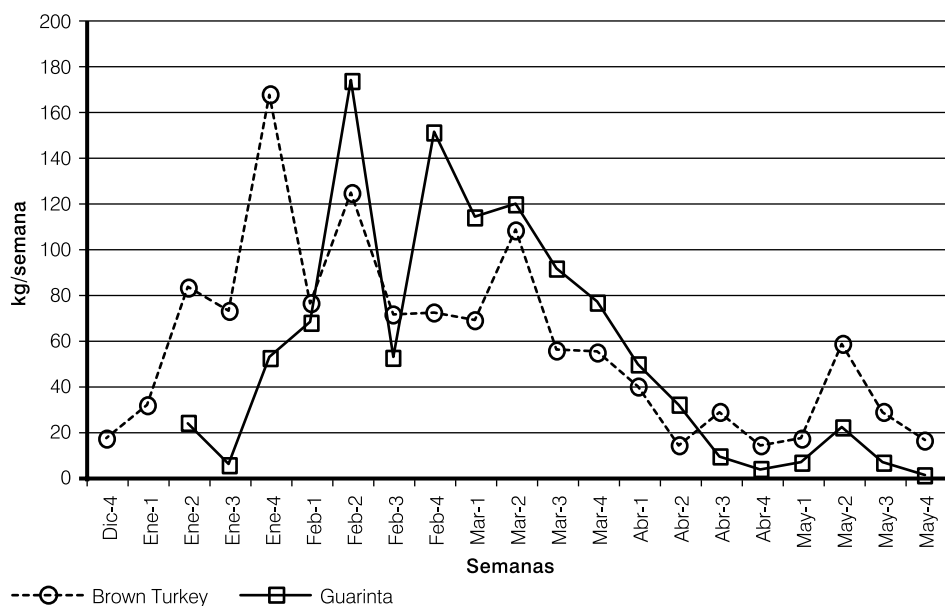


Figura 30. Distribución de la cosecha de higos para las variedades 'Brown Turkey' y 'Guarinta'. Resultados expresados como producción semanal de 100 plantas.

12. Otras prácticas culturales

12.1. Irrigación

La higuera tolera mejor las condiciones de sequía cuando se la compara con otros árboles frutales por lo que resulta muy atractivo su cultivo para zonas secas. De todos modos, no existe demasiada información sobre los requerimientos hídricos de la planta, aunque algunos estudios indicarían que con un aporte de agua mediante riego del 50 % de la evaporación de tanque de referencia, sería el adecuado (d'Andria *et al.*, 1992). Deben evitarse cambios bruscos de humedad durante el período final de crecimiento del fruto de modo de evitar su rajado.

12.2. Fertilización

La cultura histórica es que la higuera en general no se abona, no obstante muchas experiencias han demostrado la eficacia de la incorporación al terreno de estiércoles y fertilizantes como por ejemplo, nitrato de amonio o superfosfato (Melgarejo Moreno, 2000). Asimismo, se destaca como muy aconsejable la realización de aportes de oligoelementos a dosis que oscilan entre 50 y 100 g árbol⁻¹, pudiéndose aplicar éstos al suelo o por aspersión foliar. La higuera responde muy bien a la fertilización nitro-

genada, pero los frutos pierden calidad ya que se afecta el sabor y la capacidad de conservación, si bien el tamaño mejora.

En España, se recomiendan para la producción de frutos frescos, un aporte de 25–30 t de materia orgánica, 50 kg de N, 150 kg de P, y 110 kg de K. En cambio para la producción de frutos secos, se reducen los aportes a 10 t de materia orgánica, 21 kg de N, 90 kg de P, y 70 kg de K.

El calcio, el azufre, y el magnesio, proporcionan consistencia y calidad en cuanto a riqueza de azúcares. Debido a que la planta prefiere suelos con pH alcalino, se recomienda el encalado del suelo cuando el pH es inferior a 6. El agregado de potasio aumenta el rajado de los frutos en la zona del ostíolo, y decrece el porcentaje de frutos dañados por quemado de sol. En estos casos importa la relación del potasio con el magnesio y el calcio, y no el contenido de potasio por sí solo (Flaishman *et al.*, 2008).

En California, el cultivo se fertiliza solamente con Nitrógeno, y con una aplicación entre 22 y 45 kg ha⁻¹ (Ferguson *et al.*, 1990).

13. Plagas y enfermedades

La higuera es un cultivo que posee escasos problemas de plagas y enfermedades. En la zona central de Santa Fe se han observado problemas de cochinillas y taladros en lo referente a plagas, y roya como principal enfermedad. En los capítulos 9 y 10 se abordan estos aspectos con más detalle.

Bibliografía

- Agostini, J.P.; Acuña, L.E.; Haberle, T. y Rohatsch, P.** (2002). "Adaptabilidad del higo *Ficus carica* (L.) cv. Roxo de Valinhos a las condiciones ecológicas de Misiones" [en línea]. Consultado el 10 de julio de 2011 en <http://www.inta.gov.ar/montecarlo/INFO/documentos/alternativos/aptitud_higuera.pdf>.
- Aksoy, U. y Anac, D.** (1994). "The effect of calcium chloride application on fruit quality and mineral content of fig". *Acta Horticulturae*, 368, 754–762.
- Aksoy, U.; Sen, F. y Meyvacı, K.B.** (2005). "Phosphine fumigation to control pests as an alternative to methylbromide and its effect on dried fig quality". *Third International Symposium on Fig*, p. 48. Vilamoura, Portugal, 16–20 May.
- Cohen, S.** (2011). "The fig". *New Orleans Review*, 37(1), 20–30.
- d'Andria, R.; Calandrelli, D.; Grassi, G.; Limongelli, F. y Maggio, A.** (1992). "Effetti dell'irrigazione sull'accrescimento del fico nel Cilento". *Rivista di Frutticoltura*, 11, 75–81.
- Espinosa, P.** (1996). "Técnicas de propagación vegetativa". Instituto Agropecuario Nacional. Argentina. pp 57–61.
- Ferguson, L.; Michailides, T.J. y Shorey, H.** (1990). "The California fig industry". *Horticultural Reviews*, 12, 409–490.
- Fernández Márquez, A.** (2006). "El sector del higo en Cáceres". [en línea]. Consultado el 11 de noviembre de 2011 en <<http://www.camaracaceres.es/actividades/publicaciones/libros/completos/18/contenidos/cultivo.htm>>.
- Flaishman, M.A.; Rodov, V. y Stover, E.** (2008). "The Fig: Botany, horticulture, and breeding". *Horticultural Reviews* 34 (113–196). Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons Inc.
- Flores Domínguez, A.** (1990). *La higuera. Frutal mediterráneo para climas cálidos*. Madrid: Ediciones Mundi Prensa.
- Flores Mora, D; Jiménez Bonilla, V; Chacón Cerdas, R.** (2009). "Cultivo de tejidos en *Ficus carica* con miniestacas". [en línea]. Consultado el 13 de agosto de 2012 en <<http://www.latindex.ucr.ac.cr/am010/am010-12.pdf>>
- Flores Mora, D; Jiménez Bonilla, V.** (2007). "Desarrollo del cultivo de higo para consumo fresco y procesado, como una alternativa de diversificación para el sector agrícola". [en línea]. Consultado el 8 de agosto de 2012 en <<http://frutales.files.wordpress.com/2011/01/h-04-desarrollo-del-cultivo-del-higo1.pdf>>
- Guera, M.P y Costa, R.M.B.F.L.** (1988). "Propagación de la higuera 'Roxo de Valinhos' a través del cultivo de meristemos". *Actas del Congreso Brasileiro de Fruticultura* 9 (465–467). Sociedade Brasileira de Fruticultura. Campinas, Brasil..
- Kader, A.A.** (2003). "A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears". *Acta Horticulturae*, 600, 737–740.
- Kang, H.; Kang, M.Y. y Han, K.H.** (2000). "Identification of natural rubber and characterization of rubber biosynthetic activity in fig tree". *Plant Physiology*, 123, 1133–1142.
- Kawamata, M.; Nishida, E.; Ohara, H.; Ohkawa, K. y Matsui, H.** (2002). "Changes in the intensity of bud dormancy and internal composition of current shoot in fig". *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 71, 177–182.
- Kislev, M.E.; Hartmann, A. y Bar-Yosef, O.** (2006). "Early domesticated fig in the Jordan Valley". *Science*, 312, 1372–1374.

López, D.M. y Salazar, A. (2010). "Estados fenológicos de la higuera". [en línea]. Consultado el 18 de Junio de 2012 en <http://www.afrasa.es/utilidades/estados-fenologicos/id_13/estados-fenologicos-de-la-higuera>.

Melgarejo Moreno, P. (2000). *Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. El medio ecológico, la higuera, el alcaparro y el nopal*. Madrid: Editorial Vicente y Mundi Prensa.

Prataviera, A. y Godoy Aliverti, R. (1991). "El cultivo de la higuera". INTA. Centro regional Catamarca-La Rioja. EEA Catamarca.

Rigitano, O. y Ojima, M. (1963). "Época de poda da figueira cultivada no estado de São Paulo". *Bragantia*, 22, 529–536.

Rodov, V.; Horev, B.; Goldman, G.; Vinokur, Y.; Yablowich, Z.; Golubowich, S. y Flaishman, M.A. (2005). "Purple fig: Pollination effects on fruit quality and storage potential". *Alon Hanotea*, 60, 110–112.

Villalobos, V.M (1988). "Perspectivas de la biotecnología para el mejoramiento genético y la propagación vegetativo en América Central". [en línea]. Consultado el 12 de agosto de 2012 en <[http://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=lang_es&id=LilOAAIAAJ&oi=fnd&pg=PA71&dq=Davis,+R.+\(1988\).+Hormonas+vegetales&ots=P-GScTE5za&sig=bD-zPaf6SLKCsoErmOVW20dZ2DA#v=onepage&q&f=true](http://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=lang_es&id=LilOAAIAAJ&oi=fnd&pg=PA71&dq=Davis,+R.+(1988).+Hormonas+vegetales&ots=P-GScTE5za&sig=bD-zPaf6SLKCsoErmOVW20dZ2DA#v=onepage&q&f=true)>

Vinson, J. (1999). "The functional food properties of figs". *Cereal Foods World*, 44(2), 82–87.

Webster, A. D. (1995). "Temperate fruit tree rootstock propagation". [en línea]. Consultado el 20 de agosto de 2012 en <<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/01140671.1995.9513912>>

Capítulo 6

Frambueso

1. Taxonomía y origen

La frambuesa roja (o *red raspberries*) es originaria del norte de Europa, y es la especie más cultivada dentro de este grupo de frutas. Pertenece a la familia de las *Rosaceae* y su nombre científico es *Rubus idaeus* (L.). Sin embargo, el género *Rubus* incluye otras numerosas especies, como la frambuesa negra (*R. occidentalis* L.) o *black raspberries*, originaria de América del Norte. Menos conocida es la frambuesa púrpura, que resultó del cruzamiento entre la frambuesa negra y la frambuesa roja, que algunos autores la reconocen como *R. neglectus* (Peck).

Las zarzamoras (o *blackberries*) son frutas que suelen confundirse con la frambuesa. Sin embargo, existe una forma muy sencilla de diferenciarlas. La frambuesa cuando se cosecha pierde el receptáculo floral, el cual queda adherido a la planta. En cambio, en las zarzamoras el receptáculo floral permanece en el fruto, formando parte de él. Las zarzamoras también pertenecen al género *Rubus*, y se destacan especies como *R. procerus*, *R. lacinatus*, *R. argutus*, *R. allegheniensis*, *R. frondosus*, entre otras.

Además existen híbridos entre frambuesas y zarzamoras, conocidos como '*Loganberry*' y '*Nessberry*'. Los *Boisenberries* pertenecen a este grupo de híbridos.

2. Caracterización de la planta

Las plantas del género *Rubus* tienen características comunes, como que las flores son pentámeras, y los frutos son compuestos, agregados en torno al receptáculo, por lo que para que ocurra el desarrollo normal del fruto, deben desarrollarse entre 80 y 100 pequeñas drupas (Crandall, 1995).

El sistema radicular de las plantas es perenne y la parte aérea es bienal. Todos los años emergen brotes desde las raíces o desde la corona de la planta; al final del

primer año estos brotes se lignifican y pasan a denominarse cañas. Al segundo año, luego de fructificar, las cañas entran en senescencia (Pritts, 2008).

En las variedades reflorescientes los brotes del año son capaces de fructificar en su parte terminal (1/3 o 1/2 del vástago), el cual entra en senescencia luego de la cosecha. La parte basal, en cambio, continúa viva, y sus yemas permanecen en dormición durante el invierno. En la primavera siguiente produce frutos, y posteriormente también comienza su senescencia (Pritts, 2008).

De esta manera, las variedades reflorescientes producen dos cosechas, una sobre la parte basal de las cañas del año anterior, y otra más tardía sobre la parte terminal de los brotes del año. Por el contrario, las variedades uníferas, sólo fructifican sobre las cañas del año anterior. En el caso de la frambuesa, existen ambos tipos de variedades, mientras que en las zarzamoras, son comunes las variedades uníferas.

Las raíces son superficiales, yemíferas, y producen nuevos brotes aunque existen algunas especies dentro del género que no presentan estas características, por lo que la nueva brotación proviene de la base de la planta.

3. Producción mundial

Las frutas finas o berries representan aproximadamente el 2 % de la producción mundial de frutas, alcanzando en torno a los 4,5 millones de toneladas anuales. Si bien estos valores y el intercambio comercial son más bajos en comparación a otras frutas, las características y cualidades de estos productos generan una demanda constante y creciente, además de presentar altos valores relativos de venta. La frutilla representa el 72 % de la producción total de frutas finas, el 10 % corresponde al arándano, y el 9 % a la frambuesa. El remanente, corresponde principalmente a las moras arbustivas.

La producción mundial de frambuesa se sitúa en el orden de las 412 mil toneladas, concentrándose el 90 % en los países del hemisferio norte. Durante el período 1999–2004, la producción mundial creció a una tasa promedio anual de 1,5 %. A pesar de ello, el consumo mundial transita por una etapa de demanda insatisfecha, originando situaciones de precios elevados en algunos países desarrollados (Enriquez, 2004). Rusia es el primer productor de frambuesa, con el 30 % del volumen total, siguiéndole Serbia y Montenegro con el 15 %, y Estados Unidos y Polonia con el 10 % cada uno. Otros productores de menor importancia son Alemania (8 %), Ucrania (6 %), Hungría (5 %) y Canadá (4 %) entre otros (Informe frutícola, 2005). Chile produce 35.000 toneladas anuales, siendo el principal productor del hemisferio sur. La participación de Argentina en el contexto mundial es insignificante.

Las exportaciones mundiales de frambuesa fresca sumaron 109 mil toneladas en el año 2004, con un precio promedio de 2.000 dólares por tonelada. Los principales oferentes mundiales son Estados Unidos y Polonia, que exportan cada uno el equivalente al 30 % del total de frambuesa fresca comercializada. Estados Unidos se perfila como el principal exportador, dado que su producción crece a una tasa promedio anual de 40 % (Enriquez, 2004).

El 90 % de la producción mundial de frambuesa se congela debido a su alta perecibilidad. La industria posteriormente utiliza la fruta, transformándola principalmente en jugos concentrados, mezcla de jugos, mermeladas, jaleas, yogurt, helados, y licores. En el hemisferio norte no hay disponibilidad de fruta fresca desde diciembre hasta abril, época que coincide con la cosecha en el hemisferio sur.

4. Producción nacional

Se estima que la producción argentina de frambuesa en 2004 fue de apenas 580 toneladas, 30 % superior al año anterior. Las principales zonas productoras son la Comarca Andina del Paralelo 42 °, el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, y la provincia de Buenos Aires. La Comarca Andina es la zona por excelencia, y aporta el 45 % de la producción nacional; abarca las localidades de El Bolsón (sudoeste de Río Negro), El Hoyo, Epuyén y Lago Puelo (noroeste de Chubut). Esta área presenta las condiciones agroecológicas ideales para su cultivo.

En la Comarca Andina, la superficie cultivada con frambuesa, representa la mitad de la destinada en esa región a frutas finas. Los rendimientos oscilan entre 4,5 y 15 t ha⁻¹, pero sólo el 10 % de los productores obtienen una productividad superior a las 10 t ha⁻¹, mientras que el 30 % obtiene rindes que oscilan entre 4 y 7 t ha⁻¹.

En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén los rendimientos promedios oscilan en torno a las 8 t ha⁻¹, y en esta zona se produce el 35 % del total nacional. Esta región se está transformando en una importante cuenca para este cultivo, que se vislumbra como una interesante alternativa a la clásica producción de frutales de pepita. Se espera que en los próximos años cobre un rol cada vez más preponderante en el abastecimiento de frambuesa congelada para el mercado interno y externo.

En la provincia de Buenos Aires, existen dos zonas de producción bien diferenciadas. La región conocida como Mar y Sierras (Mar del Plata, Balcarce, Tandil y Azul), y una amplia región más cercana a Buenos Aires (Baradero, Capilla del Señor, General Rodríguez, Luján y San Andrés de Giles). En general, las fincas cultivadas con frambuesa no superan las 2 ha, surgiendo esta actividad como alternativa para elevar la rentabilidad de las explotaciones existentes.

La zona de Mar y Sierras, cuenta con la ventaja de la amplia amplitud térmica durante la época de producción, lo que favorece la obtención de frutos más grandes y dulces (con elevados °Brix), mientras que la segunda zona mencionada presenta como aspecto favorable la cercanía a los principales centros de consumo y vías de salida para exportación.

En la provincia de Buenos Aires se obtienen rendimientos que oscilan entre 6 y 7 t ha⁻¹, y si bien el objetivo final es la exportación gran parte de la producción se destina a la fabricación de dulces.

También se están desarrollando emprendimientos puntuales en las provincias de Mendoza, Entre Ríos y Santa Fe (Enriquez, 2004).

5. Producción regional

En la zona central de Santa Fe, la producción de frambuesa se encuentra dividida en diferentes distritos, sumando en su totalidad una superficie de 15,45 ha. En la zona de Coronda se cultivan 7,35 ha, en Desvío Arijón 6,8 ha, en Monte Vera 0,8 ha, y en Esperanza 0,5 ha.

La variedad 'Autumm bliss' representa casi el 95 % de la producción, mientras que del 5 % restante participan las variedades 'Rubi', 'Heritage' y 'Himbo top'.

Los primeros emprendimientos surgieron a consecuencia de la promoción de la actividad realizada a través de un lote demostrativo que implantó el INTA AER Santa Fe en el año 2007 en convenio con la Municipalidad de Coronda, y en el marco de un proyecto de extensión conducido desde la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral. Desde ese momento, la superficie creció de manera importante (3-4 ha por año) hasta la actualidad.

6. Requerimientos agroecológicos

La frambuesa es muy resistente a las bajas temperaturas invernales, y también demostró que puede soportar fuertes calores estivales, lo cual *a priori* se consideraba que podía limitar fuertemente su adaptación a la zona. A pesar de la tolerancia a las heladas, las yemas son relativamente sensibles al frío y un descenso brusco de la temperatura puede necrosarlas. Por otro lado, las heladas primaverales pueden dañar a veces los brotes tiernos (Paglieta, 1986).

Las condiciones favorables para esta planta son las de inviernos con bajas temperaturas, pero no excesivas, y veranos relativamente frescos, con una importante amplitud térmica. La tolerancia a las bajas temperaturas invernales llega hasta -29 °C en frambuesa, y -18 °C para zarzamoras.

Los requerimientos de frío invernal oscilan entre 700 a 1700 horas de frío (< 7,2 °C), aunque algunas variedades desarrollan bajo condiciones de inviernos más benignos (Rodríguez y Avitia, 1984; Jennings, 1988). Descensos fuertes de la temperatura a comienzos del otoño pueden dañar las partes apicales de los rebrotes más vigorosos, aún no lignificados.

En cuanto a los requerimientos de agua, necesita al menos de 700 a 900 mm anuales de aporte hídrico. Si las precipitaciones son abundantes en el período invernal no la perjudican, siempre que no se produzcan encharcamientos. En cambio, si se producen lluvias durante la etapa de madurez de los frutos, estos se ablandan, lo cual acelera su deterioro y se enmohecen con facilidad (Paglieta, 1986).

Es necesario que el suelo no sea compacto, ya que el sistema radical de esta planta no soporta los estancamientos de agua. El tipo de suelo óptimo es aquel rico en materia orgánica, con elevada capacidad de retención de humedad, suelto, y con pH levemente ácido, entre 5,5 y 6,5. El sistema radicular es preferentemente superficial, distribuyéndose en una capa de suelo de 25 cm de espesor. Sin embargo, pueden

darse raíces más vigorosas que llegan a alcanzar 1,8 m de profundidad y sirven para el mantenimiento de la planta en períodos críticos de sequía (Paglieta, 1986). Es por ello que los suelos deben ser relativamente profundos (0,60 a 1,20 m), de textura franca o franco arcillosa, pero es fundamental un buen drenaje, para que la plantación pueda permanecer productiva por un período de 10 años o más (Rodríguez y Avitia, 1984).

En la zona de Coronada, varios de los requerimientos agroecológicos no se cumplen satisfactoriamente pero pueden ser compensados. Por ejemplo, la acumulación de frío en la zona no alcanza a cubrir los requeridos por el cultivo. Esto hace que la ruptura de la dormición de las yemas de las cañas del año anterior sea defectuosa, y la producción resultante muy baja. Por ello, sólo pueden usarse variedades reflorescientes, cuya floración y producción se produce sobre los brotes del año provenientes de las raíces yemíferas, que no presentan requerimientos de frío.

Por otro lado, las altas temperaturas del verano (enero–febrero) producen daños en los frutos, y condicionan el crecimiento vegetativo. Es por ello que la producción de febrero es la más baja del período de cosecha. Sin embargo, el prolongado período de crecimiento que se consigue en esta zona permite lograr cosechas abundantes y de alta calidad hasta fines de junio, compensando los daños que producen las altas temperaturas del verano.

La frambuesa es intolerante al sombreado (Whitney, 1982), por lo que debe evitarse una densidad de vástagos excesiva (Oliveira *et al.*, 2004).

7. Aspectos fisiológicos de interés

Las variedades de frambuesa y zarzamora son autocompatibles, y la polinización es entomófila. Este último aspecto es de gran importancia debido a que 80–100 frutos pequeños deben ser polinizados, fecundados, y crecer normalmente para dar origen a un fruto comercial aceptable. Las flores de la frambuesa son muy atractivas para las abejas, y es recomendable el uso de 2–5 colmenas por hectárea (Crandall, 1995).

El crecimiento del fruto es relativamente rápido, requiriendo entre 30–35 días entre la fecundación y la cosecha para las frambuesas, y 35–45 días para las zarzamoras. El crecimiento muestra una doble curva sigmoidal típica, y el 85 % de su peso y tamaño final se consiguen en la última fase de crecimiento del fruto. En lo referente a su maduración, el fruto es de tipo no climatérico.

Con respecto a los requerimientos de frío, se mencionó que las yemas ubicadas sobre las cañas no llegan a cubrir los requerimientos. En el caso de las zarzamoras, se han desarrollado variedades de bajos requerimientos de frío (200–300 HF) que se utilizan en el SE de Estados Unidos y Brasil, entre otras zonas productoras.

8. Variedades

Existen variedades remontantes o reflorescientes, y no remontantes. En la zona centro del país sólo se utilizan variedades remontantes a las cuales se las conduce para obtener una cosecha anual.

La variedad 'Heritage' es reflorescente, originaria de Estados Unidos, y es la predominante a nivel mundial. La planta es muy vigorosa y posee espinas muy marcadas. Ha demostrado un amplio rango de adaptación y estabilidad de rendimiento.

Los frutos son cónicos, excepcionalmente firmes en estado maduro, de color rojo claro brillante, y sabor regular. Presentan un tamaño relativamente pequeño al inicio de la maduración, y se caracterizan por su fácil desprendimiento a la cosecha, y por la capacidad de permanecer en buenas condiciones, incluso cuando están sobremaduros. La fruta es apta para la elaboración de dulces aunque regular para conservas al natural.

La variedad 'Autumn Bliss' también es reflorescente, de origen británico, y de gran prestigio en Europa. El fruto no es tan firme como Heritage, pero posee mejor sabor y generalmente mayor tamaño (Tabla 27). Su período de fructificación es anterior a Heritage (2 a 3 semanas). Es resistente a pulgones y a *Phytophthora*.

En general, la calidad de los frutos obtenidos en la zona de Coronda mejora en el otoño (Tabla 27), debido a que las temperaturas se hacen más próximas a las normales para este cultivo, mientras que durante el verano son demasiado elevadas.

La variedad 'Autumn Bliss' presenta menos cambios en el tamaño de los frutos a lo largo de la estación de cosecha en comparación con 'Heritage' (Fig. 31). Así, mientras en la primera variedad el incremento del peso de los frutos desde la primavera-verano hacia el otoño apenas llega al 20 %, en la variedad 'Heritage' este incremento supera el 100 %, aunque en ningún momento alcanza el tamaño de 'Autumn Bliss'.

La variedad 'Rubi' es reflorescente, originaria de Estados Unidos. Surgió del cruzamiento de 'Heritage' y 'Titán', heredando las características más deseables de ambas. Se caracteriza por presentar escasa ramificación de los brotes del año, fruto mediano, cónico, rojo intenso brillante, consistencia mediana y buen sabor. También presenta buen comportamiento poscosecha de los frutos. Es un poco más tardía que 'Heritage' y presenta susceptibilidad a *Phytophthora*, por lo que su vida útil es reducida en la zona central de Santa Fe.

Tabla 27. Peso medio y contenido de sólidos solubles en frutos de frambuesa, cvs 'Autumn bliss' y 'Heritage' en dos momentos del período de cosecha.

Variedad	Peso Medio (g)		Sólidos Solubles (°Brix)	
	Verano	Otoño	Verano	Otoño
Autum Bliss	3,5	3,9	9,3	9,9
Heritage	2,1	2,8	10,0	10,8

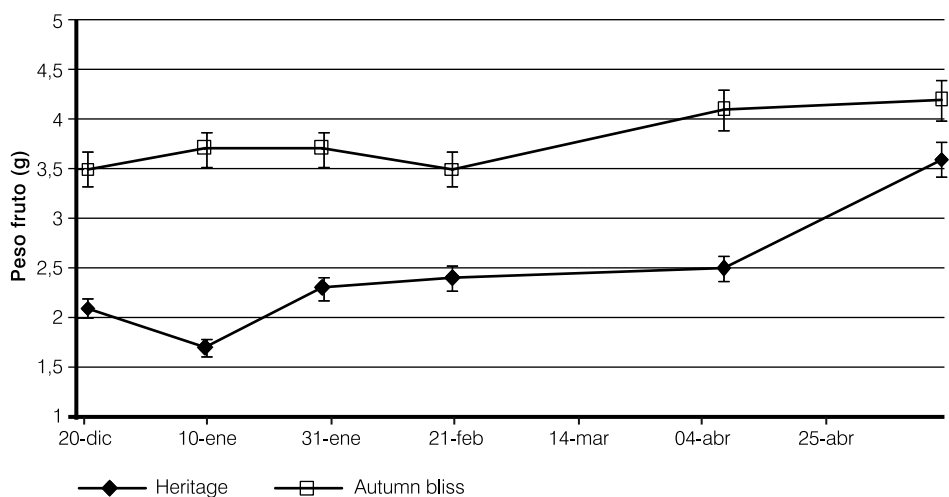


Figura 31. Cambios en el peso medio de los frutos de las variedades 'Autumn bliss' y 'Heritage' cultivados en la zona de Coronda, Santa Fe para diferentes fechas de cosecha.

'Himbo top', es una nueva variedad de tipo reffloresciente. Las plantas son vigorosas, y la fruta tiene buen tamaño, y compacta. Además, mantiene su color y no cambia la apariencia externa de la fruta durante todo el período de cosecha.

La calidad de la fruta para el mercado en fresco es notablemente superior a 'Autumn Bliss'. Por otro lado, su utilización mediante el sistema de congelado IQF brinda un fruto de excelente calidad, con menor proporción de frutas incompletas, siendo una fruta muy aromática.

9. Propagación

En la frambuesa se debe procurar la producción de plantas libres de patógenos, para lo cual se deben evaluar las plantas madres en el laboratorio, y luego conservarlas en invernaderos protegidas de los insectos vectores de virus.

Estas plantas madres se utilizan para proveer material para la propagación de las plantas a campo o a través de la metodología del cultivo de tejidos.

La frambuesa roja y las zarzamoras se pueden propagar por estacas de raíces o por retoños provenientes de las raíces. Las raíces que se deben utilizar para la propagación deben ser relativamente pequeñas (6–9 mm de diámetro), debido a que son las que presentan la mayor densidad de yemas. A estas raíces se las corta en trozos de 7–10 cm de longitud. Luego, se las coloca en canteros, o en recipientes plásticos con un sustrato adecuado.

10. Prácticas culturales

10.1. Preparación de suelo

La frambuesa requiere una buena preparación de suelo ya que es un cultivo cuya vida útil llega a los 7–10 años. En la zona de Coronda los suelos utilizados provienen del monocultivo de frutilla desde hace varias décadas. Luego de finalizada la cosecha de la frutilla, se realizan laboreos tradicionales y en algunos casos se cultivan abonos verdes.

Es común realizar la desinfección del suelo, para lo que se utiliza metam o bromuro de metilo, con la finalidad de disminuir el nivel de inóculo de los patógenos de suelo y reducir la incidencia de las malezas. La desinfección del suelo se realiza sólo en el camellón, para lo cual previamente se coloca sobre éste un *mulching* plástico, el que permanece durante gran parte del primer año de plantación.

Esta técnica cultural tiene un gran impacto sobre el rendimiento y el establecimiento de las plantas. Posiblemente esto se debe a que la frutilla no es un buen cultivo antecesor, ya que incrementa los niveles de inóculos de suelo perjudiciales para la frambuesa, especialmente hongos de los géneros *Verticillium* y *Phytophthora*. En experiencias realizadas por los autores con tres variedades, el rendimiento durante el primer año de plantación para los tratamientos en los que se utilizó metam amonio fue muy superior al control, ya que en todas las variedades al menos se duplicó el rendimiento (Tabla 28).

Por otro lado, el establecimiento de las plantas que se logra en los años sucesivos en los tratamientos en los que se realizó desinfección del suelo es más uniforme, no presenta claros por falta de plantas, y la vida útil de la plantación es muy superior. Los lotes controles, sin tratamiento de suelos, deben roturarse luego de tres o cuatro años de cultivo.

10.2. Marco de plantación

El marco de plantación tradicional que se utiliza es de 2,5 m entre hileras y 0,60 m entre plantas (Fig. 32). Durante la primera estación de crecimiento se logra una densidad continua de vástagos en la hilera, fundamentalmente en los lotes en los que se realizó la desinfección del suelo.

Tabla 28. Efecto de la desinfección del suelo sobre el rendimiento acumulado de frambuesa al final del primer año de cultivo.

<u>Variedad \ tratamiento</u>	<u>Metam amonio (g m⁻²)</u>	<u>Testigo (g m⁻²)</u>	<u>Diferencia (%)</u>
Autumn Bliss	902	445	+ 102
Heritage	699	253	+ 176
Rubí	769	219	+ 252



Figura 32. Plantación de frambuesa donde se puede observar el camellón, la separación de las plantas en la hilera y la distancia entre hileras.



Figura 33. Conducción de las plantas de frambuesa en espaldera con doble línea de alambre.

10.3. Fecha de plantación

Las plantaciones se realizan desde julio a finales de agosto. Se coloca la planta a 5 cm de profundidad y se corta la caña a 10–15 cm de altura.

10.4. Conducción y poda

10.4.1. Métodos de conducción

Si bien existen varios métodos, el que más aceptación tuvo en la zona fue el de espaldera con doble línea de alambre. Consiste en colocar dos filas dobles de alambre a diferentes alturas, la primera a 70–80 cm, y la segunda a 1,5–1,6 m, con una separación lateral entre 10 a 15 cm (Fig. 33.). Con este sistema no es necesario atar los tallos a los alambres, sino simplemente introducirlos entre ellos e impedir su inclinación a lo largo de la hilera. Se utilizan postes cada 5 a 9 metros.

Actualmente, la separación entre alambres en la parte alta de la espaldera es mayor al de la parte baja, de modo de favorecer el volcado de los brotes del año, ya que la longitud de éstos supera ampliamente la altura de la espaldera, debido a la amplitud de la estación de crecimiento que se da en la zona central de Santa Fe.

Otro sistema de conducción es la espaldera sencilla. En este caso se utilizan dos o tres filas de alambre a diferentes alturas, a los cuales se atan los tallos de frambuesa. El primer alambre debe estar colocado cuando la planta alcance los 60 cm de altura. Si se demora, la frambuesa comienza a tomar una forma achaparrada, haciéndose difícil guiar adecuadamente los tallos. Los siguientes alambres se colocan cada 40 cm del anterior. Este sistema se dejó de utilizar debido al trabajo que implica el atado de los brotes y los daños que se producen en los mismos por la acción del viento.

En el sistema holandés, el tutorado de las cañas del año se realiza con dos filas de alambre colocados a 80 ó 100 cm del suelo, dejando a los brotes del año entre las

cañas tutoradas. En este caso, los alambres van separados 40 ó 50 cm de distancia. Este sistema es poco utilizado porque presenta dificultades para las labores fitosanitarias y para la cosecha de los frutos. La ventaja que presenta es que los rendimientos por planta son altos, ya que al inclinar los tallos laterales se provoca una mayor brotación de las yemas.

Este sistema no se utiliza en la zona de Coronda porque no se realiza la cosecha sobre las cañas del año, las que son eliminadas durante la poda invernal.

10.5. Poda

Debido a que las yemas ubicadas sobre la caña de un año no logran acumular el frío suficiente en la zona central de Santa Fe, la brotación y la floración es deficiente. Por ello, todos los años después de finalizado el ciclo anual del cultivo, y durante el período de ocurrencia de heladas invernales, las cañas se podan al ras del suelo.

En la primavera se produce el surgimiento de los brotes del año desde la base de la planta, y principalmente desde el sistema radicular. La fructificación sobre los brotes del año ocurre más tarde, a partir de noviembre, y se extiende de manera continuada durante toda la estación de crecimiento.

Este hábito de fructificar sobre los brotes del año sólo se da en las variedades reflorescentes, por lo que son las únicas que se pueden cultivar en la zona central de Santa Fe. Por lo expuesto, el manejo de la poda es muy sencillo y consiste en la eliminación total de la vegetación durante el período invernal.

10.5.1. Raleo y/o rebaje de vástagos

En las plantaciones jóvenes (2–4 años), la cantidad de brotes del año que surgen del sistema radicular es muy alto, y puede superar los 50 a 60 por metro lineal de surco. Bajo estas condiciones se observa un envejecimiento de la planta durante el verano (fines de enero o febrero) que condiciona la cosecha del resto de la estación de crecimiento. Esto es debido a que la emisión de las inflorescencias sobre los brotes del año requiere de un continuo crecimiento de los mismos, y de su ramificación. La competencia que genera el número excesivo de brotes hace que los mismos sean más débiles, y con menor capacidad de crecimiento y ramificación. Es por ello que la disminución del número de brotes permite incrementar el rendimiento hasta un 17 % (Tabla 29).

Los mejores resultados se han conseguido con una cantidad de brotes en un rango relativamente amplio, entre 10 a 20 vástagos por metro. El momento en que se realiza el raleo de los brotes del año es muy importante. Cuando el raleo se realiza temprano (septiembre), si bien se obtiene un incremento en el rendimiento (Tabla 29), se estimula una mayor brotación que produce un efecto contrapuesto al buscado. Bajo estas circunstancias, el trabajo debe repetirse encareciendo los costos de producción.

Cuando el raleo se realiza a fines de diciembre, la poda permite rejuvenecer la planta justo en el momento previo en el que la cosecha sufre un descenso importante,

Tabla 29. Influencia de la época de raleo de brotes sobre el rendimiento de plantas de tercer año, de la variedad 'Autumn Bliss'.

Tratamientos	Rendimiento (kg ha⁻¹)
Raleo temprano	9049 b ²⁰
Raleo diciembre	9136 a
Testigo	7794 c

como consecuencia de las altas temperaturas de enero y febrero. De este modo, las plantas raleadas en diciembre están en mejores condiciones para afrontar la cosecha de fin de verano y otoño, que es la más importante en términos cuali y cuantitativos. Esto explica el mejor comportamiento de este tratamiento, en comparación con las plantaciones no raleadas, o las raleadas más temprano (Tabla 29).

En el caso de las plantaciones de mayor edad (+4 años), la cantidad de brotes del año emitidos desde el sistema radicular de la planta disminuye, y en muchos casos se torna innecesaria la práctica cultural del raleo de brotes.

Otra técnica que favorece notablemente el rebrote de las cañas y permite mantener a las plantas en activo crecimiento es la poda de las inflorescencias terminales, luego de que sus frutos se hayan cosechado. Esta técnica es recomendable aplicarla a todas las situaciones, pero es imprescindible en aquellos casos en los que por diferentes motivos, no se haya realizado el raleo de los brotes del año.

Según lo expresado, se puede observar que de acuerdo con la fecha e intensidad de poda de los vástagos del año se puede modificar la curva de distribución de la cosecha en función de las conveniencias técnicas y/o comerciales (Oliveira *et al.*, 1996), siendo esta flexibilidad una característica muy particular de la frambuesa.

10.6. Control de malezas

Para evitar la competencia por el agua y nutrientes del suelo que ejercen las malezas es necesario mantener limpia de malas hierbas la plantación. El sistema más difundido en la zona de Coronda es el uso de desmalezadora mecánica en el espacio entre hileras. En menor medida se realizan laboreos mecánicos o aplicaciones de herbicidas no selectivos como el glifosato. Esta última operación se debe realizar con mucho cuidado debido al riesgo de deriva del herbicida. En la línea de cultivo, se aplican gramínicidas específicos para el control de gramilla rastrera (*Cynodon dactylon* L. Pers.) y diversas gramíneas anuales. Esta tarea es fundamental debido a que la presencia de estas malezas produce la pérdida de plantas de frambuesa y la

²⁰ Los valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes utilizando el test de Tukey para la separación de medias ($P = 0,05$).

disminución de la vida útil de la plantación. Las malezas anuales de hoja ancha son eliminadas de manera manual en la línea del cultivo.

10.7. Riego y fertilización

El mayor conocimiento de la nutrición de la planta de frambuesa y su manejo son aspectos de suma importancia para lograr un adecuada calidad y cantidad de producción. Por el contrario, si el suministro de nutrientes no es el adecuado, el crecimiento de la planta es subóptimo, la producción disminuye, y la susceptibilidad de la planta a distintas enfermedades se incrementa. Así, en muchas ocasiones el menor crecimiento de la planta, la decoloración de sus hojas, o un anormal desarrollo son el resultado de deficiencias o errores en el manejo nutricional.

10.7.1 Requerimientos nutricionales del cultivo

El cultivo de frambuesa posee una demanda relativamente alta de nitrógeno, un bajo requerimiento de fósforo, y una alta demanda de potasio en comparación a otros cultivos (Tabla 30).

La aplicación de fertilizantes en el cultivo de frambuesas en la zona de Coronda se realiza de dos modos diferentes, **a)** mediante la aplicación de fertilizantes granulados en la superficie del suelo y a lo largo de la fila, con o sin incorporación, y **b)** la aplicación de fertilizantes hidrosolubles por riego por goteo (fertirriego). Lo normal es la utilización de ambos sistemas de manera complementaria, aunque esto no siempre sucede.

En lo referente a las aplicaciones de fertilizantes granulados, se recomiendan 3 aplicaciones distribuidas durante el ciclo anual. La primera aplicación normalmente se realiza 1 o 2 semanas previas a la brotación, y la segunda cuando los brotes del año posean una altura entre los 20 a 30 cm (prefloración). Por último, la tercera aplicación se realiza cuando se está finalizando la cosecha de la primera inflorescencia.

Mediante este sistema se aplican aproximadamente no más de 20 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 8 kg ha⁻¹ de fósforo, y 15 kg ha⁻¹ de potasio.

Debido a las características de los suelos arenosos de la zona, la fertirrigación se realiza normalmente tres veces por semana. Se efectúan aportes equilibrados de minerales, respetando las relaciones entre los principales nutrientes de acuerdo con las distintas etapas fenológicas del cultivo (Tabla 31). Así, en la primer etapa del cultivo es mayor la proporción relativa de fósforo y de calcio, mientras que desde el cuajado de frutos en adelante aumenta notablemente la proporción de potasio. Se priorizan los fertilizantes de reacción ácida y con una fuente de nitrógeno bajo la forma de nitratos.

Como alternativa para hacer un seguimiento del estado nutricional de la planta, se pueden realizar análisis foliares (Tabla 32), que deben ser tomados desde mediados de enero a mediados de febrero. Se deben extraer las hojas recientemente expandidas de los brotes del año (normalmente 45 cm por debajo del ápice). Cada muestra debería estar compuesta de unas 50 hojas provenientes de 10 plantas (Scheer y Garren, 1981).

Tabla 30. Requerimiento anual de los principales macronutrientes por parte de cultivo de la frambuesa. *La demanda de nutrientes se calculó para un rendimiento de 12–15 t ha⁻¹.*

Nutrientes	Requerimiento (Kg ha ⁻¹)
Nitrógeno (N)	150 a 160
Fósforo (P)	30 a 50
Potasio (K)	150 a 180
Calcio (Ca)	45 a 60

Tabla 31. Relaciones entre los principales nutrientes con respecto al nitrógeno, en las distintas etapas del cultivo de frambuesa.

Nutrientes	Hasta cuajado de frutos	Desde cuajado de frutos
N	1,00	1,00
P	0,40	0,20
K	1,00	2,13
Ca	0,50	0,20

Tabla 32. Contenidos foliares de algunos macronutrientes (%) y micronutrientes (ppm), considerados como referencia para la evaluación del plan de fertilización en el cultivo del frambueso (adaptado de Scheer y Garren, 1981).

Elemento	Subóptimo	Normal	Excesivo
	%		
Nitrógeno	2,5	2,8	4,0
Potasio	1,0	1,5	3,0
Fósforo	0,2	0,3	0,6
Calcio	0,5	0,6	2,5
Magnesio	0,2	0,4	1,0
Manganeso	20,0	80,0	300,0
	ppm		
Hierro	30,0	50,0	150,0
Cobre	1,0	2,0	50,0
Zinc	13,0	34,0	80,0
Boro	30,0	46,0	80,0

La frambuesa, al igual que la frutilla es sumamente sensible a la salinidad, razón por la cual el agua de riego debe ser de excelente calidad y no es recomendable aplicar fertilizantes al momento de la plantación, para no perjudicar a las raíces. Por esta misma razón es que debe fraccionarse lo máximo posible la fertilización, y el motivo por el cual se combina la fertirrigación con aplicaciones complementarias directamente al suelo.



Figura 34. Utilización de *mulching* plástico bicapa de 50 micrones, técnica que pretende disminuir la temperatura del suelo, la incidencia de malezas y conservar la humedad.



Figura 35. Utilización de macrotúneles con malla de sombreo para proteger al cultivo de la excesiva radiación y temperatura durante el verano.

10.8. Técnicas para mejorar la calidad y la producción

10.8.1 Uso de *mulching* bicapa

En los últimos años se ha implementado con buenos resultados la utilización de *mulching* bicapa de 50 micrones, aplicado de modo tal que el color blanco quede por fuera y el negro por dentro (Fig. 34). Con esta técnica se pretende disminuir la temperatura del suelo en el lomo, mejorar la conservación de la humedad, y disminuir la incidencia de malezas.

10.8.2 Uso de media sombra

Tal como fue expuesto en el primer capítulo, debido a las altas temperaturas habituales que se registran en la zona central de Santa Fe durante los meses de enero y febrero, se ha comenzado a evaluar con buenos resultados el uso de estructuras tipo macrotúneles con cobertura de mallas de sombreo (Fig. 35).

Con esta técnica se pretende disminuir la incidencia del daño directo por sol que provoca una decoloración del fruto (Fig. 36), así como disminuir la temperatura de la planta. La zarzamora es más tolerante a las altas temperaturas en comparación con la frambuesa; aunque existen variedades de este último cultivo con mejor comportamiento a las altas temperaturas.

La estructura de macrotúneles ha comenzado a difundirse para el cultivo de la frutilla, en reemplazo de los tradicionales microtúneles. Estas estructuras son fácilmente desmontables y por lo tanto, una parte de ellas son utilizadas durante el verano para el sostén de las mallas de sombreo en el cultivo de la frambuesa.



Figura 36. Daño directo causado por la excesiva radiación en frutos de frambuesa.



Figura 37. Frutos de la variedad 'Himbo Top' en cubetas plásticas para su destino al mercado en fresco.

10.9. Cosecha

El color resulta ser el índice de madurez más utilizado en combinación con la facilidad de desprendimiento de la fruta de su receptáculo floral, el que queda adherido a la planta. A medida que madura, la frambuesa registra un cambio gradual de coloración del verde al rojo oscuro y se va manifestando un ablandamiento de la fruta.

La maduración dentro de la inflorescencia es escalonada, y la emisión de estructuras reproductivas en los brotes del año de las variedades reflorescientes es continua, siempre que se estimule un constante crecimiento de la planta.

Esto hace que la recolección requiera de numerosas cosechas. Los intervalos de cosecha dependerán de la variedad, el estado de la plantación, y de las condiciones del tiempo. Al inicio del período de cosecha, las recolecciones se realizan cada 4 o 5 días, pero en la época de plena maduración se deben realizar cosechas diarias, sobre todo si se trata de fruta para consumo en fresco.

Generalmente, la cosecha se limita a las horas de menor temperatura, y se realiza directamente en cubetas cuando la producción es destinada a la venta en fresco (Fig. 37). Por el contrario, la fruta se coloca en pequeños cajones plásticos cuando el destino es la industria.

10.9.1. Período de cosecha

La cosecha comienza en el mes de noviembre y se prolonga hasta la aparición de las primeras heladas (junio). La cosecha mensual acumulada aumenta continuamente hasta el mes de abril, y a partir de allí disminuye (Fig. 38).

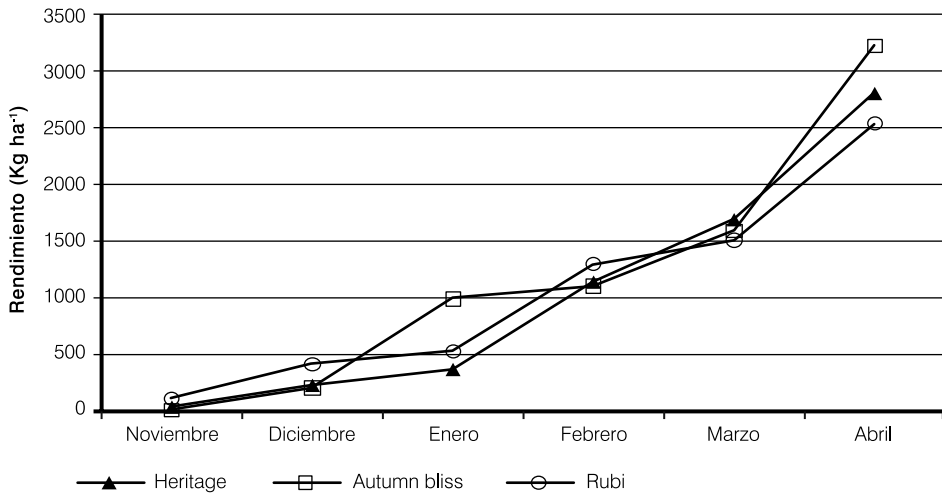


Figura 38. Producción mensual de tres variedades de frambuesa en la localidad de Coronda, en la zona central de Santa Fe, correspondientes a un cultivo durante el año de su implantación.

10.9.2. Rendimiento del cultivo

Los rendimientos alcanzados por la frambuesa en la zona central de Santa Fe son altos, no habiendo prácticamente diferencias entre la producción alcanzada durante el año de implantación y los años sucesivos, siempre que se realice desinfección de suelo previo a la plantación del cultivo.

11. Plagas y enfermedades

Las plagas más comunes de la frambuesa son las arañuelas (*Tetranychus urticae* Koch), los trips (*Frankliniella* sp.), el siete de oro (*Astylus atromaculatus*), y los nemátodos del género *Xiphinema*, que transmite el *Tomato ringspot virus*. La enfermedad más problemática que se ha observado en la zona es la roya (*Pucciniastrum americanum*), que ataca hojas y frutos, y los hongos de suelo como *Phytophthora*, *Fusarium*, *Verticillium*, *Rhizoctonia* y *Sclerotinia*. También se han observado síntomas del tizón de la caña (*Didymella applanata*).

Bibliografía

Crandall, P. (1995). *Bramble Production. The management and marketing of raspberries and blackberries*. New York: The Haworth Press, Inc. 213p.

Enriquez, L. (2004). "Análisis de la Tendencia del Mercado Internacional de Frutas finas Frescas y de las Exportaciones Argentina". *Fundación ExportAr*, 20, 9–33.

Jennings, D.L. (1988). *Raspberries and blackberries: Their breeding, diseases and growth*. New York, U.S.A.: Academic Press.

Oliveira, P.B.; da Fonseca, L.L. y Monteiro, A.A. (1996). "Off-season production of primocane fruiting red raspberry using summer pruning and polyethylene tunnels". *HortScience*, 31, 805–807.

Oliveira, P.B.; Oliveira, C.M. y Monteiro, A.A. (2004). "Pruning date and cane density affect primocane development and yield of 'Autumn Bliss' Red Raspberry". *HortScience*, 39, 520–524.

Paglieta, R. (1986). *El Frambueso*. Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa.

Pritts, M. (2008). "Primocane-fruited raspberry production". *HortScience*, 43, 1640–1641.

Rodríguez, A.J. y Avitia, G.E. (1984). *El cultivo de la frambuesa roja*. Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.

Scheer, W.P.A. y Garren, R. (1981). "Commercial red raspberry production". *Was. Coop Ext. Serv.* PNW Bul. 176.

Whitney, G.G. (1982). "The productivity and carbohydrate economy of a developing stand of *Rubus idaeus*". *Canadian Journal of Botany*, 60, 2697–2703.

Capítulo 7

Papaya o Mamón

1. Taxonomía y origen

La papaya o mamón cuyo nombre científico es *Carica papaya* (L.), pertenece a la familia de las Caricáceas, una pequeña familia botánica de solo 4 géneros y 27 a 30 especies. Es nativa de Centroamérica, posiblemente entre el sur de México y el norte de Nicaragua. Luego de su difusión posterior en el mundo se la conoce con varios nombres comunes, como “mamão” o “mamoeiro” en Brasil, “lechosa” en algunos países centroamericanos, “papaya” en otros países como Chile y España, y “mamón” en nuestro país y Paraguay, y “papaw” o “pawpaw” en inglés.

2. Características de la planta

Es una planta herbácea, perenne, que puede alcanzar una altura desde 1,5–2,0 m hasta 9,0 m. El tallo es erecto y en su interior está seccionado en las partes más jóvenes por tabiques transversales, los cuales adquieren mayor consistencia a medida que envejecen y a la vez cambian su coloración. Normalmente no se ramifica, a menos que se le puede o que se le produzca algún daño mecánico (Campostrini y Glenn, 2007).

Las hojas son alternas, aglomeradas en las partes distales del tallo, con un pecíolo largo de 25–100 cm, conspicuas de 25–75 cm de diámetro, lisas, más o menos profundamente palmeadas con venas medianamente robustas; la base es profundamente cordada con lóbulos sobrepuestos. Una vez que ocurre la senescencia, éstas abscinden, dejando cicatrices características en el tronco, al tiempo que se desarrollan las inflorescencias y posteriormente los frutos. Tanto el tallo como las hojas y los frutos producen abundante látex cuando sufren algún tipo de herida, cuya extracción es aprovechada comercialmente para la obtención de papaína.

El sistema radicular está compuesto por unas pocas raíces grandes, con una estructura semejante a la del tallo, pero de coloración blanca y provista de un profuso

sistema de raíces absorbentes. Es muy superficial, lo que condiciona el laboreo del terreno posterior a su plantación. En suelos profundos y sueltos crece hacia abajo casi verticalmente hasta los 60 centímetros de profundidad (Rodríguez Pastor *et al.*, 1995).

2.1. Comportamiento floral

La planta es diclino dioica existiendo variedades que se diferencian por poseer flores femeninas, otras con flores hermafroditas, y finalmente variedades que poseen flores masculinas. Las flores se disponen en inflorescencias en cimas modificadas, apareciendo en las axilas de las hojas. Las variedades masculinas, producen flores sésiles y ubicadas en grupos sobre largos racimos pendulares de 60–90 cm de longitud (Fig. 39). Las variedades femeninas producen flores en cortos pedúnculos de 4–6 cm, con un pistilo funcional y desprovistas de estambres. Las formas hermafroditas exhiben numerosas desviaciones. Los problemas en la polinización, el cuajado de los frutos y la producción están íntimamente asociados con la expresión sexual, resultado de complejas interacciones genotipo–ambiente (Nakasone y Paul, 2004). El polen puede ser transportado por el viento o por insectos.

Las plantas hermafroditas pueden tener flores femeninas o hermafroditas o ambas, dependiendo de las condiciones ambientales y la época del año (Fig. 40). En trabajos realizados por los autores con ocho híbridos en invernadero, en siete de ellos presentaron flores femeninas y hermafroditas, induciéndose en primer término las femeninas. Para ilustrar la complejidad que tiene la especie en cuanto a su diferenciación sexual, el híbrido restante presentó los tres tipos de flores (Céccoli *et al.*, 2013). El clima seco y caluroso puede causar la supresión del ovario y la aparición de flores masculinas. En cambio, en condiciones de temperaturas relativamente bajas (< 20 °C) las flores pueden transformar sus estambres en carpelos (carpeloidía), dando lugar luego a frutos deformes (fruto carpeloide o “cara de gato”) (Rodríguez Pastor *et al.*, 1995). Las plantas hermafroditas tienden a la autopolinización lo cual resulta en progenies relativamente uniformes, y con mejor calidad de frutos y mayor peso (Rodríguez Pastor, 2002). Posiblemente esto sea debido a una autopolinización más eficiente que la que ocurre en las plantas femeninas, al depender éstas de la polinización cruzada o alogamia. Las plantas femeninas son menos productivas y con frutos redondeados. Para la producción comercial es recomendable el uso de cultivares caracterizados por producir predominantemente flores hermafroditas. Al respecto, en papaya el sexo está determinado por una herencia monogénica en el que participan tres alelos. Los alelos fueron designados como M para masculino, M^H para hermafrodita y m para femenino. Todos los dominantes homocigotas, tales como MM, MM^H y M^HM^H son letales para el cigoto (Nakasone y Paull, 2004). Esto supone una importante limitante para la obtención de genotipos estables y definidos, del punto de vista productivo, principalmente para el caso de la obtención de un cultivar hermafrodita homocigota.



Figura 39. Aspecto que presenta una planta masculina en floración correspondiente a un genotipo de bajo porte.



Figura 40. Vista de una planta hermafrodita en producción al segundo año de su plantación.

2.2. Características del fruto

El fruto es una baya de forma ovoide u oblonga, piriforme en aquellos que provienen de flores hermafroditas, o casi cilíndrica en los provenientes de flores femeninas. El peso puede oscilar entre 200 g y 8 kg, con un solo lóculo de color anaranjado o rojizo por dentro, y de 10–25 cm o más de largo y 7–15 cm o más de diámetro. Los frutos jóvenes están constituidos por una corteza de color verde y rica en conductos de látex. Cuando alcanzan la madurez se produce un viraje de color hacia el amarillo y naranja. El pericarpio es carnoso y consistente, y su color puede variar entre amarillo y rojizo, según el cultivar (Campostrini y Glenn, 2007).

La producción de frutos ocurre durante todo el año dado que la floración es continua, siempre que las condiciones de temperaturas se encuentren dentro del rango biológico óptimo para la especie. Cada planta puede producir unos 100 frutos que maduran entre 5 y nueve meses después de su establecimiento, y la primera flor aparece entre 6 a 12 meses desde la siembra. El fruto comienza su proceso de maduración desde adentro hacia afuera.

Las plantas tienen una producción bastante precoz, principalmente en los cultivares tempranos en los que la cosecha se inicia a partir de los 10 meses de su plantación, y continúa por varios años. Sin embargo, el rendimiento declina a medida que el cultivo envejece, por lo que usualmente son replantados o abandonados luego del tercer año de producción.

Las semillas con ubicación parietal pueden superar el medio millar en un fruto de regular tamaño. Las mismas son de color negro, redondeadas u ovoides, y encerradas en un arilo transparente. Cuando germinan, los cotiledones son ovoide-oblongos, aplanados y de color blanco (Allan, 2007).

País	Producción 2011 (t)	% (2008–2011)
India	4713800	38,6
Brasil	1871300	17,5
Indonesia	695214	6,9
Nigeria	703800	6,8
México	616215	6,2
Etiopía	232400	2,3
Rep. Dem. Congo	225772	2,1
Colombia	86912	2,1
Tailandia	351693	1,9
Guatemala	200000	1,8
Otros	1489758	13,7

Tabla 33. Principales países productores de papaya en toneladas (t) y en proporción a la producción mundial (%) (Fuente: FAOSTAT, 2012).

3. Producción mundial, nacional y regional

La producción mundial de papaya es de aproximadamente 11 millones de toneladas. Los tres principales países productores son: India, Brasil y Nigeria con 4,7, 1,9 y 0,7 millones de toneladas respectivamente, lo que representa el 63 % de la producción total (Tabla 33) (FAOSTAT, 2012). A nivel regional, Brasil es el líder en producción de papaya, siendo su principal mercado el interno, al igual que la exportación a algunos países europeos. Otros países productores en Sudamérica son Perú, Venezuela y Colombia, siguiendo luego en importancia Bolivia, Paraguay y Chile (FAOSTAT, 2012). Si se consideran los principales países exportadores, en primer lugar se encuentra México (45 %), Brasil (15 %) y Malasia (10 %), siendo las exportaciones anuales en miles de toneladas de 90, 30 y 21, respectivamente (FAOSTAT, 2012).

Argentina no se caracteriza por ser un país productor de papaya, dado que la superficie cultivada en el año 2012 era de 46 ha, concentradas en las provincias de Jujuy y Salta (40 ha). En menor medida les siguen Formosa, Corrientes y Misiones (Peralta y Liverotti, 2012). El rendimiento promedio en estas provincias es de 40 t ha⁻¹. A pesar de contar con esta producción nacional, la oferta en el Mercado Central de Buenos Aires, se conforma principalmente por los envíos provenientes de Brasil, con cerca del 60 % del volumen comercializado, y el resto por la producción que ingresa de Jujuy (30 %), Salta (8 %) y Corrientes (2 %) (Peralta y Liverotti, 2012). El promedio anual de comercialización de papaya es de aproximadamente 110 t, con fuertes fluctuaciones entre años.

La región central de Santa Fe no se caracteriza por producir frutos de papaya con fines comerciales, como así tampoco no existían antecedentes experimentales sobre el cultivo. Por tal motivo, hace algunos años se realizaron experiencias en la Facultad

de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral con producción en condiciones de aire libre e invernadero (Favaro *et al.*, 2005; Favaro *et al.*, 2007; Céccoli *et al.*, 2013). Se utilizaron híbridos precoces provenientes de la empresa Western Seed (Islas Canarias, España) y una variedad naturalizadas en la zona (T). La producción de frutos presentó diferencias entre cultivares tanto en invernadero como al aire libre. Algunos de estos resultados serán comentados posteriormente en este mismo capítulo.

4. Requerimientos agroecológicos

La papaya requiere un rango de temperaturas de 21 a 35 °C, con una temperatura óptima de 25 °C, aunque puede tolerar extremos mínimos y máximos de 12 y 40 °C; respectivamente. Debido a su origen tropical, su producción se encuentra comprendida idealmente entre los paralelos terrestres de 30 grados. Las áreas con ocurrencia de heladas plantean una severa limitante para su cultivo.

Aún tratándose de una planta propia de climas cálidos, su actividad fotosintética se reduce cuando la temperatura es superior a 30 °C. Cuando las temperaturas descienden de 20 °C la floración se limita, aumentando la frecuencia de aborto floral o induciéndose la formación de frutos pequeños y de poco sabor. Por otra parte, las temperaturas mayores de 32 °C y menores a 10 °C afectan severamente la producción de polen y su viabilidad (Allan, 2002).

Las plantaciones deben estar a pleno sol, lo cual es importante para el buen desarrollo del cultivo, y para el color, sabor y en general la calidad del fruto. Es por esto que no es recomendable intercalar con otros cultivos que pudieran proyectarle sombra. Pero a su vez, los frutos son muy sensibles a la radiación directa del sol, pudiéndose dañar cuando no existe una buena cobertura foliar.

La humedad relativa adecuada debe estar en el rango de 60–85 %. En climas con un exceso de humedad del ambiente son más frecuentes los ataques de enfermedades causadas por hongos y bacterias.

Al tratarse de una planta con una estructura herbácea, además de la altura que pueden alcanzar algunas variedades y la carga de frutos en su estratos superiores, es bastante vulnerable a los vientos intensos, siendo proclives al vuelco, por lo que resulta muy recomendable en tales situaciones el uso de cortinas cortavientos (Clemente and Marler, 1996).

La textura del suelo idealmente debe ser franca a franca arcillosa, aunque puede adaptarse a otros tipos, siempre y cuando los suelos tengan buena capacidad de retención de agua, aunque sin que implique riesgos de encharcamiento. En estos casos, se provoca la asfixia radicular, principalmente de persistir esta situación por más de 2 días. En caso de sobrevivir a una saturación prolongada del suelo, las plantas se recuperan muy lentamente. Con respecto a la profundidad enraizable de los suelos, el cultivo se favorece cuando ésta supera los 50 cm, con un pH de entre 5,5 y 7,0 (Almeida *et al.*, 2003).

Es una especie que requiere importantes cantidades de agua, no inferiores a 100 mm por mes, aunque dependiendo del estado de crecimiento y condiciones meteorológicas. En casos de deficiencia de agua prolongada, las hojas se tornan amarillas y se produce su abscisión. Además, en las plantas sometidas a estrés hídrico frecuentemente se reduce su altura.

Respecto de la salinidad, se trata de una especie moderadamente sensible, con un umbral de aproximadamente 3 dS m^{-1} (Maas, 1993). Al respecto, algunos autores utilizaron para el riego agua moderadamente salina ($1,4$ a $4,0 \text{ dS m}^{-1}$) sin encontrar efectos adversos (Elder *et al.*, 2000).

5. Ecofisiología del cultivo

La papaya es una planta con un metabolismo fotosintético C3 (Jeyakumar *et al.*, 2007). La máxima tasa fotosintética se alcanza con una intensidad del flujo fotónico fotosintético relativamente alto, de $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ PPFD (Reis y Campostrini, 2008). A diferencia de otras especies C3, donde la fotorrespiración puede disminuir la tasa de asimilación neta en un 25 a 30 %, si las plantas de papaya tienen un buen suministro de agua pueden mantener altas tasas fotosintéticas en condiciones de saturación lumínica con una despreciable pérdida por fotorrespiración. Esto permite apreciar que se trata de una especie con buena adaptación a condiciones de alta luminosidad (Jeyakumar *et al.*, 2007), aunque con diferencias entre los diferentes cultivares (Campostrini *et al.*, 2001). Al respecto, y a pesar que en un invernadero normalmente suele reducirse la radiación solar en valores superiores a 30 %, se obtuvieron en estos sistemas forzados fuertes incrementos en los rendimientos, además de una reducción en el consumo de agua (Rodríguez Pastor, 2002). Esta misma situación fue observada por los autores en las experiencias desarrolladas en Esperanza, Santa Fe. Posiblemente esto se deba a la obtención de un régimen térmico más apropiado para este cultivo.

La adaptación a condiciones tropicales permitió a la especie lograr una evolución con una rápida reacción o plasticidad a condiciones rápidamente cambiantes de nubosidad y plena insolación. Este comportamiento es logrado mediante una apropiada modificación de la conductancia estomática, que posibilita a la planta alcanzar una alta optimización en el uso del agua durante el día (Clemente y Marler, 1996). No obstante, cuando las condiciones ambientales son muy severas, como es normal durante el mediodía solar, se observó una disminución marcada de la tasa fotosintética (Allan y Jager, 1978). Esto principalmente es debido al incremento extremo en el déficit de presión de vapor del aire. Si estas condiciones se prolongan en el día pueden provocar una disminución en la productividad del cultivo estimada entre 35–50 % (Xu y Shen, 1997). Considerando esta limitante ambiental, se realizaron experiencias con el uso de microaspersión sobre las hojas, en donde además de reducir su temperatura, se logró un incremento en el número de frutos por planta (Reis y Campostrini, 2008).

El balance en la relación entre fuente y destino es crítica para el establecimiento, crecimiento y acumulación de azúcares en los frutos. En general se considera que cada hoja puede proveer fotoasimilados para 3 frutos (Zhou *et al.*, 2000), por lo que la pérdida de hojas afecta fuertemente la producción y calidad de los frutos. Una defoliación del 50 % reduce significativamente la producción de flores, el establecimiento y la concentración de sólidos solubles en los frutos (Salazar, 1978).

El tamaño de los frutos no sólo está condicionado por la provisión de asimilados, sino por haberse efectuado una eficiente polinización. Esto explica el mayor tamaño y uniformidad de los frutos obtenidos a partir de flores hermafroditas, debido a la casi total autopolinización (Chan *et al.*, 1994). Sin embargo, hay trabajos que dan cuenta que algunas flores hermafroditas poseen protandria, en donde los estambres liberan el polen antes que el estigma alcance la madurez (Parés *et al.*, 2002), por lo que estas flores también dependerían de la alogamia o polinización entomófila, con polen de otras flores masculinas o hermafroditas.

6. Propagación

6.1. Tipos de propagación

Aunque puede realizarse la propagación vegetativa, el método de mayor difusión y el recomendado es la propagación sexual, mediante semillas. La primera, puede ser realizada por medio de estacas o injertos, aunque no brindan los efectos deseados, por fallas o lento desarrollo inicial. Otra técnica posible de utilizarse, para algunos casos especiales es el cultivo *in vitro* para mantener las características de la planta seleccionada, sin perder su identidad debido a la segregación, que existe en mayor o menor medida aún en las variedades hermafroditas.

La propagación mediante semillas puede realizarse utilizando cultivares híbridos, en cuyo caso deben ser adquiridas a empresas proveedoras. Otra alternativa es la utilización de semillas de polinización abierta. Estas semillas deben provenir de una plantación que tenga idealmente plantas hermafroditas, o bien hermafroditas y femeninas, y sin plantaciones de otras variedades masculinas en las adyacencias. De esta manera, y ante la segura ausencia de plantas masculinas, las semillas serán el resultado de la polinización abierta, determinada por la acción de insectos y del viento. La descendencia producida de semillas provenientes de plantas hermafroditas será en un 66 % hermafrodita y 33 % femeninas. En el caso de provenir de plantas hermafroditas y femeninas, la segregación será en un 50 % de ambas. Lo importante es que con semillas provenientes de una u otra situación, se asegura de todas maneras la ausencia de plantas masculinas en la plantación.

Una vez extraídas las semillas de los frutos, se debe eliminar el mucílago que las recubren, frotándolas con arena o con la mano directamente. Luego deben colocarse las semillas a la sombra sobre papel, para que en pocos días estén totalmente secas. La viabilidad y el poder germinativo de las semillas dependen de la variedad, del empaque

y la forma de conservarse. En general el poder germinativo no dura más de un año, siempre que se conserven adecuadamente en un envase seco (Guzmán Díaz, 1998).

6.2. Manejo del almácigo

Las semillas de papaya se suelen caracterizar por una germinación no uniforme, por lo que se aconseja, a los fines de obtener una mayor uniformidad de las plantas, realizar la siembra con semillas pregerminadas. Es recomendable hacer previamente un tratamiento con Captan y giberelina (GA_3) para lograr una protección frente a patógenos y uniformar más aún la germinación.

Las semillas frescas, con menos de un mes de extraídas del fruto tienen una cierta latencia, que impide su germinación. Una vez superado ese período y más aún con el tratamiento con GA_3 , la germinación ocurre a partir de los 10 a 15 días de sembradas, lo que depende principalmente de la temperatura. Cuando la temperatura del ambiente es cercana a los 27 °C, la germinación puede ocurrir incluso antes de los 10 días. Los rangos de temperaturas extremas, mínimas y máximas son de 8–10 °C y 37–40 °C, respectivamente.

La siembra es recomendable realizarla en macetas de polietileno negras con un diámetro y profundidad aproximada de 10 cm y 20 cm, respectivamente. Éstas se rellenan con una mezcla de suelo desmenuzado (2 partes), mantillo o turba (1 parte) y arena (1 parte). Estos componentes deben desinfectarse previamente con vapor, calor o fumigantes.

Para la siembra se calcula el número de semillas de acuerdo con la densidad final del cultivo a lograr más un 10 % previsto por posibles fallas. Esto es siempre y cuando se tenga la seguridad de que provienen de híbridos o de una población exenta de cultivares masculinos. Si no es así, se debe duplicar o triplicar la densidad de siembra, poniendo dos o tres semillas por macetas y luego de su plantación, al momento de la floración se cortan, dejando la que presente flores hermafroditas y/o femeninas.

Para la fertilización se utiliza una mezcla de un fertilizante de liberación lenta con una proporción mineral de 10–30–10, y a una dosis de 600 g m⁻³ de sustratos desinfectado. En caso de no conseguirse esa formulación, puede utilizarse una similar manteniendo fundamentalmente la dosis de fósforo (P_2O_5).

El sistema de protección debiera ser un invernadero con sombra mediante malla de un 30 % de índice de obstrucción, aunque previo al trasplante deben rustificarse las plantas dejándolas a pleno sol. El tamaño apropiado de las plantas para su implantación es cuando tienen el tallo con un diámetro similar al de un lápiz y una altura de entre 10 a 15 cm, lo que representa una edad aproximada de dos meses desde la germinación.

Para la zona central de Santa Fe y en áreas con heladas invernales suaves, el trasplante debe hacerse en primavera, aunque con plantas de mayor tamaño. Para ello se suelen producir las plantas inicialmente en bandejas multiceldas (Fig. 41a) y luego se realiza un repique a macetas de mayor tamaño que las anteriores (Fig. 41b).

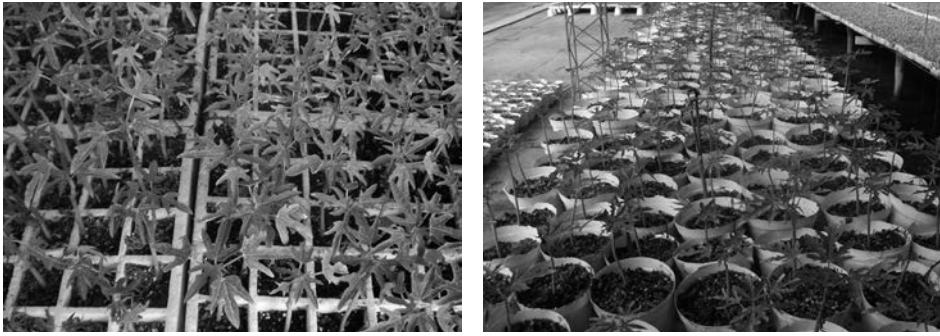


Figura 41. Producción de plantas mediante la utilización de bandejas multiceldas (izq) y su posterior repique a macetas de 25 cm de diámetro (der).

7. Cultivares

Debido a que la papaya se reproduce por semilla, se han desarrollado un gran número de cultivares (variedades e híbridos), empleándose en cada zona de cultivo las que hayan demostrado una mejor respuesta productiva a sus condiciones ambientales. Sin embargo, en regiones donde es natural la presencia de esta especie, como en el trópico y subtropico, es difícil el mantenimiento de las variedades debido a los múltiples cruzamientos que se realizan por la libre polinización. En Argentina, es habitual la existencia de plantas individuales a nivel doméstico, tanto para el aprovechamiento de sus frutos como para fines ornamentales. Estas variedades suelen denominarse “locales” o “nativas” por su absoluto desconocimiento en cuanto a su procedencia y genética.

En cuanto a las variedades de polinización abierta, existen algunas que fueron obtenidas o se difundieron ampliamente en países o regiones en las que el cultivo tiene importancia. Algunas de las más conocidas son “Maradol” (Cuba); “Solo” (Hawái); “Lucía” (Colombia, y luego con gran difusión en Costa Rica); “Bettina” (Australia); “Betty” (Florida); “Hortus Gold” (Sudáfrica); “Red Panamá”, “Singapore”, “Hortusgred” y “Fairchild” (Canarias). Considerando su importancia y la derivación que a partir de ellas posibilitó la obtención de otras variedades merecen destacarse las dos primeras.

La variedad “Maradol” es precoz ya que su cosecha puede iniciarse a los 7 meses después del trasplante, iniciando su fructificación a muy baja altura del suelo. Tiene un alto potencial de producción, en condiciones óptimas pueden superar las 100 t ha⁻¹. El peso promedio de los frutos es de 1,5–2,0 y hasta 5,0 kg. El exterior de los mismos es de color amarillo–anaranjado brillante, su interior es de color rojo salmón intenso, pudiendo alcanzar 12 °Brix. Actualmente en la zona de Yuto (Jujuy) hay plantaciones de esta variedad.

La variedad "Solo" fue originada a principios de siglo pasado a partir de un único fruto, de tamaño pequeño obtenido en un mercado en Barbados (Campostrini y Glenn, 2007) y por un proceso repetido de autopolinización y selección se obtuvo esta variedad caracterizada por tener frutos pequeños. A partir de esta variedad a su vez, fueron obtenidas luego los cultivares "Solo 5", "Solo 8", "Kapoho Solo", "Waimanalo Solo" (éste último mediante cruzamiento de las variedades "Betty" (Florida) con "Solo 5" y "Solo 8"), y finalmente en los últimos años las variedades "Sunrise" y "Sunset" cuyos frutos alcanzan un peso promedio de 600 g y el color de su pulpa es rojo–naranja y amarillo–naranja, respectivamente. Son variedades que normalmente superan los 12 °Brix de concentración de sólidos solubles totales, llegando a alcanzar incluso 17 °Brix.

Dentro de los híbridos merecen destacarse los originados en Taiwan, Costa Rica y España. Los híbridos con origen en Taiwan, denominados de tipo "Formosa", tienen un tamaño de frutas mayor que las variedades derivadas del tipo "Solo", y con un peso promedio de 1 kg, con la pulpa de color anaranjado. Derivados de este tipo aparecieron luego los híbridos "Tainung 2" y "Tainung 5". Otro híbrido con este origen es "Red Lady", que está siendo evaluado actualmente en el INTA Yuto en tres sistemas de producción: invernadero, con media sombra y con manta térmica (Armella, comunic. personal).

También hay numerosos híbridos desarrollados en las Islas Canarias, que fueron obtenidos a partir de genotipos mexicanos. Algunos de estos híbridos fueron evaluados en Esperanza, Santa Fe y Misiones. En las dos primeras localidades se realizó un trabajo comparativo en invernadero y al aire libre, a los fines de evaluar el crecimiento, desarrollo, rendimiento de frutos, y producción de látex para obtención de la enzima papaína. En este grupo se mencionan los cultivares "Marel", "Tolimán" y "WS771". Se trata de híbridos con tolerancia a las heladas suaves, de bajo porte, precoces y con alta productividad potencial. En todos estos híbridos, el tamaño de los frutos supera el 1,5 kg.

Finalmente, un virus que se difundió rápidamente en el mundo a partir de la década de 1970 es el virus de la mancha anular de la papaya (PRSV), que ha diezariado las plantaciones en Hawái, Brasil y demás países productores. La inserción de un gen derivado de plantas del género *Carica* que no son interfértiles con la especie papaya, utilizando los cultivares Sunrise y Sunset han permitido obtener los primeros genotipos transgénicos de papaya con resistencia a PRSV, siendo "SunUp" y "Rainbow" los primeros liberados en el año 1998, y posteriormente "Huanong 1" liberado en el año 2006. Estos logros permitieron la recuperación de las plantaciones en los principales países productores (Chen *et al.*, 2001; Souza *et al.*, 2005).

8. Prácticas culturales

8.1. Plantación

Para la implantación del cultivo se debe considerar como primer requisito que el suelo tenga un adecuado drenaje superficial. Esto es debido a la susceptibilidad que presenta esta especie al encharcamiento, aspecto que fue comentado anteriormente



Figura 42. Traslante de papaya realizado en Santa Fe mediante el sistema de lomos con surcos.



Figura 43. Cultivo de papaya en invernadero en Esperanza, Santa Fe con una separación entre líneas de plantas de 1,50 m y riego localizado por goteo.

al mencionarse los requerimientos agroecológicos. Además, y para facilitar la infiltración del agua, es recomendable principalmente en suelos como en los de la región central de Santa Fe que tienen un horizonte textural con un alto contenido de arcilla, que en primer lugar al preparar el suelo se realice un cincelado en profundidad. Esto también favorecerá el mejor anclaje de las plantas, un mayor crecimiento de las raíces en profundidad y un menor riesgo de vuelco.

Algunas alternativas para realizar la plantación es mediante la conformación de camas o lomos con surcos (Fig. 42), o en terreno plano con posterior aporcado de tierra alrededor del tronco a modo de montículo.

La distancia de plantación convencional es de 3,0 x 3,0 m en cuadro o en tresbolillo. Sin embargo, las distancias apropiadas dependen del manejo de la plantación, condiciones ambientales, variedad utilizada, y en muchos casos de la duración prevista de la plantación. Se ha sugerido distancias de 3,0 m entre hileras para permitir las labores de cultivo, y 0,9 a 1,5 m entre plantas. En experimentos realizado por los autores en Santa Fe se han realizado plantaciones a 4 m entre hileras para permitir el paso de maquinaria, y 2 m entre plantas dentro de la hilera. Con esta densidad se obtuvieron rendimientos de hasta 60 t en el segundo año de cosecha. Con las distancias de plantación citadas anteriormente se logra una densidad de entre 1.100 y 1200 plantas ha⁻¹. Sin embargo, en cultivos en invernadero y con genotipos de bajo porte, se puede utilizar una densidad de aproximadamente 2.500 plantas ha⁻¹. En trabajos realizados en Esperanza, Santa Fe en invernadero, se utilizó una densidad de 2.200 plantas ha⁻¹, con una separación de 1,4 m entre hileras y 3,0 m entre plantas (Céccoli *et al.*, 2012). Esta separación entre hileras con frecuencia permite aprovechar el sistema de fertirriego ya instalado para cultivos hortícolas por ejemplo, como tomate (Fig. 43). En este trabajo y utilizando ocho híbridos experimentales provenientes de

las Islas Canarias y una variedad local no identificada, se alcanzaron rendimientos mínimo y máximo de 44 y 92 kg planta⁻¹, respectivamente según el híbrido, en comparación con 22 kg planta⁻¹ obtenido con la variedad local.

Estos resultados correspondieron al rendimiento acumulado a los 20 meses desde el trasplante. Esto confirma el enorme potencial de rendimiento de los cultivos híbridos en invernadero (Galán Saúco y Rodríguez Pastor, 2007). También, la comparación entre los sistemas de producción es elocuente en cuanto a la limitante que imponen los factores ambientales, principalmente las bajas temperaturas invernales que caracteriza esta zona, por cuanto con el híbrido de mayor productividad en invernadero, al aire libre se obtuvo un rendimiento de sólo 24 kg planta⁻¹. En éste último caso, el experimento se realizó en una finca comercial muy cercana al río Paraná, en donde las heladas invernales no tienen la severidad que pueden alcanzar en la ecorregión del Espinal, tal como se expuso en el primer capítulo de este libro. Esto representa una limitante severa, que hace imposible el cultivo al aire libre en esta zona. Sin embargo, en estos casos puede plantearse una estrategia de cultivo anual, mediante el trasplante con plantas bien desarrolladas a fines del invierno o inicios de primavera, para cosechar a fines de otoño, siempre y cuando se utilicen híbridos precoces.

8.2. Control de malezas

El período crítico vinculado a la competencia de las malezas con el cultivo son los primeros cinco meses. Lo ideal en ese período es hacer el desmalezado manual, principalmente en torno a la planta, el resto del lomo puede ser mantenido con motoguadaña. En caso de optar por un herbicida no selectivo como el glifosato, deberán tomarse precauciones extremas para evitar el contacto del herbicida con las plantas. Una opción para la aplicación es hacerlo con aspersión mediante la protección del pico aspersor con cono invertido, utilizar bajas presiones y elegir el momento en donde la velocidad del viento sea despreciable y el suelo no esté caliente. Entre los lomos del cultivo puede mantenerse una cobertura vegetal controlada con una desmalezadora. No es recomendable el uso de rastra de disco debido a que puede dañar parte del sistema radicular superficial del cultivo. Otras medidas que pueden paliar el problema que originan las malezas es el uso de mulching en la líneas de cultivo y el riego localizado por goteo (Nakasone y Paull, 2004).

8.3. Riego

Dependiendo de las condiciones ambientales, como la radiación, la temperatura, la presión de vapor del aire y la velocidad del viento, como así también la tasa potencial de crecimiento del cultivar utilizado, los requerimientos de agua anuales oscilan entre 1500 y 2000 m³ ha⁻¹. Por las características de su sistema radical superficial, es importante no solo la lámina a aportar sino la frecuencia de riego. En este sentido, aunque

se puede utilizar riego por surco (Fig. 4), el empleo de sistemas de riego localizado por goteo incrementa la eficiencia de utilización del agua, la posibilidad de programar mejor la frecuencia de riego, proporcionando un bulbo húmedo óptimo para el desarrollo de las plantas. El estrés hídrico en el cultivo induce esterilidad femenina en las flores hermafroditas (Terra *et al.*, 2003), lo que implica una disminución importante de la producción. Además, otra consecuencia es la obtención de frutas de menor tamaño y la posibilidad de aparición de desórdenes fisiológicos como los producidos por deficiencias localizadas de calcio.

Con respecto al cálculo de la lámina de riego sobre la base del conocimiento de la evapotranspiración de referencia, existen pocos estudios con relación a la constante de riego, K_c . No obstante, y como datos orientativos, en Brasil se ha determinado que la misma varía entre 0,54–0,64 durante la fase vegetativa, 0,87–1,16 durante la fase de floración y fructificación, y 0,91–1,20 durante la fase productiva (Montenegro *et al.*, 2004).

8.4. Fertilización

Al tratarse de un cultivo con un rápido crecimiento y una alta productividad, debe considerarse adecuadamente el plan de fertilización a realizar. Sólo a modo orientativo, la extracción total mineral por tonelada de fruta es de: 1,8 kg de N, 0,2 kg de P, 2,1 kg de K, 0,2 kg de Mg y 0,3 kg de Ca según la recopilación hecha por Bertsch (2003) de trabajos realizados por varios autores. A modo de ejemplo, y de acuerdo con estas relaciones, para una producción estimada de 50 t ha⁻¹, el cultivo extraerá por hectárea como mínimo, expresado ahora en términos de unidades fertilizantes: 90 kg N, 23 kg de P₂O₅, 130 kg de K₂O, 17 kg de MgO y 21 kg de CaO. Estos datos son orientativos, por cuanto deberá considerarse la eficiencia de la fertilización, que en gran parte dependerá del tipo de fertilizante y el sistema de suministro, siendo máximo en la fertirrigación por goteo bien utilizada. Esto se debe a que si se fracciona la fertilización sobre la base de la demanda parcial del cultivo, la que a su vez depende de su curva de crecimiento esperada, se logrará hacer los aportes al momento que el cultivo lo requiera y se mejorará la eficiencia de uso de los fertilizantes. Para el control del estado nutricional del cultivo, pueden realizarse análisis de tejido foliar según protocolos específicos de muestreo y comparar con los rangos normales determinados para la especie (Tabla 34).

Aparte de la fertilización mineral, pueden utilizarse abonos orgánicos, principalmente al momento de la preparación del suelo previo al trasplante, pudiendo distribuirse el fósforo en ese momento, principalmente localizado en la línea de las plantas (Bertsch, 2003). La cantidad por hectárea de abonos orgánicos dependerá del tipo de abono y la textura del suelo. Sólo como orientación puede indicarse que en suelos franco arcillosos puede utilizarse una dosis de 20 t ha⁻¹, y en suelo franco arenosos esta cantidad puede incluso ser duplicada.

<u>Elemento mineral</u>	<u>Concentraciones extremas</u>
	<u>%</u>
Nitrógeno	1,0–2,5
Fósforo	0,2–0,4
Potasio	2,5–5,5
Calcio	1,0–2,5
Magnesio	0,2–1,5
Azufre	0,1–0,4
	<u>ppm</u>
Manganeso	15–150
Hierro	100–250
Boro	15–30
Cobre	2–10
Zinc	10–40
Hierro	15–100
Molibdeno	0,2–20

Tabla 34. Rango de concentraciones normales extremas (mínimas y máximas) en hojas de papaya expresadas en porcentaje sobre base de materia seca. *Datos extraídos de: Mills y Jones (1996); Reuter y Robinson, 1997; Malavolta et al., 1989; Chatterjee y Dube, 2004.*



Figura 44. Aspecto de una planta a la que se efectuó el rebajado en un cultivo en Santa Fe y que se encontraba previo a la realización del desbrote.

8.5. Prácticas especiales

Entre algunas prácticas a tener en cuenta para una adecuada conducción del cultivo se encuentra el desbrote. La misma consiste en eliminar los brotes laterales que pueden desarrollarse sobre el tallo. Esto es importante hacerlo porque de mantenerse los mismos, suelen producir frutos pequeños, además que si se desgajan con posterioridad, se producen heridas que facilita la infección de la planta.

Por otra parte, previa a la cosecha suele producirse la senescencia de las hojas más viejas, las que deben ser retiradas manualmente.

El rebajado es otra técnica posible de realizarse, pero no se cuenta con demasiados antecedentes. La misma consiste en realizar el corte del tallo a una altura aproximada de 0,75 m del suelo, una vez finalizada la cosecha (Fig. 44). De esta manera, se produce un rebrote a partir de los cuales puede obtenerse una nueva cosecha en un lapso de 4 a 5 meses. Hay autores que indican que con esta práctica es posible conseguir que el cultivo comience su producción más rápida que si se optara por una nueva plantación (Elder *et al.*, 2002).

9. Cosecha

Un criterio inicial básico para la cosecha es la posición de la fruta en el árbol, por cuanto las situadas en la parte inferior son las primeras que se establecieron, y por lo tanto normalmente son las de mayor tamaño. Luego, el principal criterio para iniciar la cosecha es el desarrollo de color amarillo en la epidermis de la fruta, lo cual se puede observar entre las costillas del tercio apical, a modo de una franja o raya de maduración. Por lo general, la manifestación de una franja es el grado mínimo de maduración con la cual se puede iniciar la cosecha. Si la cosecha se inicia antes de la aparición de esta primera franja, la maduración no será completa, como así tampoco el sabor no será el mejor. Al contrario, si se cosecha muy madura, con la mayor parte del fruto de color amarillo, la fruta resultará muy susceptible a los golpes y pudriciones.

La cosecha se debe realizar con una frecuencia aproximada de dos veces por semana, aunque esto depende de la temperatura. Se realiza en forma manual, y la fruta puede desprenderse mediante una rotación, o bien con alicates. Es conveniente realizar la cosecha al inicio del día, luego no exponer la fruta al sol, como así tampoco apoyarla en el piso. Algunos cuidados que deben tenerse para la seguridad de los operarios es la utilización de anteojos o antiparras, debido a que el látex que puede desprenderse al quitar la fruta del árbol puede afectar seriamente la vista.

Es posible realizar una posmaduración (desverdizado) de las frutas fuera de la planta, mediante la aplicación de etileno exógeno. Al contrario, en casos en que se persiga mantener la fruta un tiempo más prolongado luego de la cosecha, se encontraron buenos resultados mediante la aplicación de productos inhibidores de la acción del etileno endógeno (Ergun y Huber, 2004).

En Esperanza y Santa Fe fueron realizadas experiencias para evaluar el efecto de la aplicación de ethephon (ácido 2-cloroetil fosfónico) en frutos cosechados o en aspersión dirigida a frutos en la planta (Favaro *et al.*, 2007). En estos trabajos se observó que la utilización de este producto permitió acelerar la madurez con una dosis de 5000 ppm, aunque con efectos indeseables cuando se utilizó dirigido directamente a los frutos en las plantas, ya que causó la abscisión tanto de flores como de frutos, e incluso hojas (Fig. 45). La aplicación de este producto en frutos cosechados puede ser promisoria a los efectos de acelerar la maduración, aunque se requiere la realización de nuevas experiencias mediante la evaluación de diferentes dosis y métodos de aplicación.

De todos modos, en la zona central de Santa Fe los frutos por lo general no llegan a la madurez comercial, de manera que normalmente se cosechan cuando alcanzan su tamaño final o incluso poco antes, al estado verde o grado 0 (Umaña *et al.*, 2011). Estos frutos tienen como destino su industrialización para la elaboración de dulces. Incluso, se ha difundido su comercialización con este estado de madurez por parte de algunos supermercados de la región.

Los frutos pueden tener diferentes destinos comerciales. Una posibilidad es su consumo directo en frutas al estado de madurez organoléptica, o bien la obtención de



Figura 45. Aspecto que presentaron las plantas como efecto de la aplicación de etefón por aspersion dirigida a los frutos en la planta.

subproductos como frutas abrillantadas, cubeteadas (“cascos”) en almíbar, dulces, jugos, helados y también gaseosas, como el caso de la marca “Palau” difundida en Argentina en las regiones del NOA y Cuyo. Luego, uno de los usos industriales más importantes de la papaya es la obtención de látex, a partir del cual se extrae y purifica la papaína. Se trata de una enzima utilizada en la industria cárnica para el ablandamiento de las carnes. También se utiliza durante el proceso de fabricación de la cerveza para lograr el aclaramiento de la bebida, en la industria farmacéutica y en cosmética, en estos últimos casos, con un crecimiento creciente y sostenido. En trabajos realizados por los autores, en donde el látex fue extraído individualmente de los frutos antes de su cosecha mediante incisiones superficiales del epicarpio, en las variedades más productivas se obtuvo una producción de casi 1 mL de látex por fruto (Céccoli *et al.*, 2013). Luego, el destino comercial final de estos frutos fue para la producción industrial de dulce.

10. Plagas y enfermedades

Las plagas de mayor importancia en Argentina son los ácaros, en particular el ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks.) y eventualmente en condiciones de ambientes secos, la arañuela roja o colorada (*Tetranychus telarius* L.). Existe una plaga clave del cultivo, que es la mosca de la fruta de la papaya (*Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker) que provoca grandes pérdidas en las regiones tropicales y subtropicales, pero que no fue reportada en nuestro país. Luego, eventualmente puede haber ataques de mosca de las frutas (*Ceratitis capitata* Wied.), chicharrita (*Empoasca* spp.), mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius), pulgón verde (*Myzus persicae* Sulzer). Entre las principales enfermedades se encuentran las virosis, y principalmente el virus PRSV (de la mancha anular de la papaya). Entre los hongos cabe mencionar la podredumbre del pie (*Phytophthora parasitica* Dastur), antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz), viruela (*Asperisporium caricae* Maul.) y oidio (*Oidium caricae* Noak.).

Bibliografía

- Allan, P. y Jager, J.** (1978). "Net photosynthesis in macadamia and papaw and the possible alleviation of heat stress". *Crop Production*, 7, 125–128.
- Allan, P.** (2002). "Carica papaya responses under cool subtropical growth conditions". *Acta Horticulturae*, 575, 757–763.
- (2007). "Phenology and production of Carica papaya "Honey Gold" under cool subtropical conditions". *Acta Horticulturae*, 740, 217–223.
- Almeida, F.T.; Salassier, B.; Fernandes de Sousa, E.; Marin, S.L.D. y Grippa, S.** (2003). "Growth and yield of papaya under irrigation". *Scientia Agricola*, 60(3), 419–424.
- Bertsch, F.** (2003). "Absorción de nutrimentos por los cultivos". Asoc. Costarricense de la Ciencia del Suelo, San José, Costa Rica. 307 p.
- Campostrini, E.; Kiyoshi, O. y Martinez, C.A.** (2001). "Leaf gas exchange characteristics of four papaya genotypes during different stages of development". *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23, 522–525.
- Campostrini, E. y Glenn, D.M.** (2007). "Ecophysiology of papaya: a review". *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 413–424.
- Céccoli, G.; Panigo, E.; Bouzo, C.A.; Gariglio, N.F. y Favaro, J.C.** (2013). "Yield, Sexual Differentiation and Latex Production of Several *Carica papaya* L. Genotypes under Greenhouse and Field Cultivation in Argentina". *Chilean Journal of Agricultural Research* (enviado).
- Chan, Y.K.; Uthai, N.; Wisnu, B.; Koay, S.H. y Espino, R.C.** (1994). "Commercial papaya cultivars in Asian". En: Yon, R.Md (Ed.). *Papaya* (5–17). Malasia. Ed. Food Technology Research Centre.
- Chatterjee, C. y Dube, B.** (2004). "Nutrient Deficiency Disorders in Vegetables and their Management". En: Mukerji, K.G (Ed.). *Fruit and Vegetable Diseases*, Vol. 1 (145–188). London, Springer.
- Chen, G.; Ye, C.M.; Huang, J.C. y Li, B.J.** (2001). "Cloning of the Papaya ringspot virus (PRSV) replicase gene and generation of PRSV-resistant papayas through the introduction of the PRSV replicase gene". *Plant Cell Reports*, 20, 272–277.
- Clemente, H.S. y Marler, T.E.** (1996). "Drought stress influences gas-exchange responses of papaya leaves to rapid changes in irradiance". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 12, 292–295.
- Elder, R.J.; Macleod, W.N.B.; Bell, K.L.; Tyas, J.A. y Gillespie, R.L.** (2000). "Growth, yield and phenology of 2 hybrid papayas (*Carica papaya* L.) as influenced by method of water application". *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40, 739–746.
- Elder, R.J.; Reid, D.J.; Macleod, W.N.B. y Gillespie, R.L.** (2002). "Post-ratoon growth and yield of three hybrid papayas (*Carica papaya* L.) under mulched and bare-ground conditions". *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42(1), 71–81.
- Ergun, M. y Huber, D.J.** (2004). "Suppression of ethylene perception extends shelf-life and quality of 'sunrise solo' papaya fruit at both pre-ripe and ripe stages of development". *European Journal of Horticultural Science*, 69, 184–192.
- FAOSTAT** (2012). "FAO Statistical Yearbook 2012". World Food and Agriculture. Roma, Italia. 368 p.
- Favaro, J.C.; Morando, F.; Bouzo, C.A. y Gariglio, N.F.** (2005). "Evaluación de híbridos de papaya". *Informe frutihortícola*, (246), 8.

- Favaro, J.C.; Gariglio, N.F.; Bouzo, C.A. y Buyatti, M.A.** (2007). "Maduración anticipada de papaya". *Horticultura Argentina*, 26(61), 87.
- Galán Saúco, V. y Rodríguez Pastor, M.A.C.** (2007). "Greenhouse cultivation of papaya". *Acta Horticulturae*, 740, 191–195.
- Guzmán Díaz, G.A.** (1998). "Guía para el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.)". MAG Costa Rica. Serie: Cultivos no tradicionales. Imprenta Nacional. San José. Costa Rica. 71 p.
- Jeyakumar, P.; Kavino, M. y Kumar, N.** (2007). "Physiological performance of papaya cultivars under abiotic stress conditions". *Acta Horticulturae*, 740, 209–214.
- Maas, E.V.** (1993). "Plant growth response to salt stress". En: Lieth, H. y Al Masoom, A. (Eds). *Towards the Rational Use of High Salinity Tolerant Plants* (279–291). Dorchrecht. Kluwer Academic Publishers.
- Malavolta, E.; Vitti, G. y De Oliveira, S.** (1997). "Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações". Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, Brasil. 319 p.
- Mills, H.A. y Jones, J.B. Jr.** (1996). "Plant analysis Handbook II: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide". Athens (GA): Mico–Macro Publishing.
- Montenegro, A.T.; Bezzerra, F.M.L. y Lima, R.N.** (2004). "Evapotranspiração e coeficientes de cultura do mamoeiro para a região litorânea do Ceará". *Engenharia Agrícola*, 24(2), 464–472.
- Nakasone, H.Y. y Paull, R.E.** (2004). "Papaya". En: Nakasone H.Y. y Paull R.E. (Eds.). *Tropical Fruits* (239–268). Wallingford, UK. CAB International.
- Parés, J.; Basso, C.; Jáuregui, D.** (2002). "Momento de anthesis, dehiscencia de anteras y receptividad estigmática en flores de lechosa (*Carica papaya* L.) cv. "Cartagena Amarilla" ". *Bioagro*, 14(1), 17–24.
- Peralta, M.E. y Liverotti, O.** (2012). "Gacetilla de Frutas y Hortalizas". Convenio INTA–CMCBA N° 19, 10 p.
- Reis, F.O. y Campostrini, E.** (2008). "Trocas gasosas e eficiência fotoquímica potencial em mamoeiro do grupo "Formosa" cultivado em condição de campo". *Bragantia*, 67(4), 815–822.
- Reuter D.J. y Robinson J.B.** (1997). "Plant Analysis: an interpretation manual". CSIRO Publishing. 572 p.
- Rodríguez Pastor, M.C.** (2002). "Consideraciones sobre la utilización de diferentes densidades en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) "Baixinho de Santa Amalia" en Islas Canarias". *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24(3), 707–710.
- Rodríguez Pastor, M.C.; Galán Saúco, V. y Espino de Paz, A.I.** (1995). "Técnicas de cultivo de papaya en Canarias. Cuaderno de Divulgación", 1/95. Gobierno de Canarias, Cons. de Agr. y Alim. 23 p.
- Salazar, R.** (1978). "Determination of photosynthesis in commercial varieties of papaw (*Carica papaya* L.) and its possible relationship with the production and quality of the fruits". *Revista ICA*, 13, 291–295.
- Souza Jr., M.T.; Nickel, O. y Gonsalves, D.** (2005). "Development of virus resistant transgenic papayas expressing the coat protein gene from a Brazilian isolate of Papaya ringspot virus". *Fitopatologia Brasileira*, 30(4), 357–365.
- Terra, F.; Sales, C.; Fernandez, E. y Grippa, S.** (2003). "Expressão sexual do mamoeiro sob diferentes laminas de irrigação na região norte Fluminense". *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25(3), 383–385.
- Umaña, G.; Loría, C.L. y Gómez, J.C.** (2011). "Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las características fisiocoquímicas de la papaya híbrido Pococí". *Agro-nomía Costarricense*, 35(2), 61–73.
- Xu, D.Q. y Shen, Y.** (1997). "Midday depression of Photosynthesis". En: Pessaraki, M. (Ed.). *Handbook of Photosynthesis* (451–459). New York. Marcel Dekker.
- Zhou, L.; Christopher, D.A. y Paull, R.** (2000). "Defoliation and fruit removal effects on papaya fruit production, sugar accumulation, and sucrose metabolism". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125, 644–652.

Capítulo 8

Flores y follaje de corte

1. Producción mundial y nacional de flores y follaje de corte

El sector florícola a nivel mundial ocupa un área de 190000 ha y su consumo alcanza un valor de 44000 millones de dólares por año, siendo el sector de la flor de corte el que cubre el principal volumen de comercialización, seguido por las plantas en macetas (Laws, 2005). Se considera a este sector como uno de los más dinámicos de la economía a nivel mundial y un importante generador de puestos de trabajo.

Las flores y plantas ornamentales forman parte de la vida diaria en casas y oficinas, brindando calidez al entorno, favoreciendo el bienestar psicológico de la población. La Unión Europea (UE) consume más del 50 % de las flores del mundo, siendo Alemania el mayor consumidor, seguido por el Reino Unido, Francia e Italia (Laws, 2005).

En Argentina, el sector florícola ha experimentado un importante crecimiento en la última década, debido a un cambio de hábitos en el consumo de la población de clase media y alta, que utilizan en mayor medida estos productos como decorativos (Di Benedetto, 2004). Este crecimiento resulta de interés porque constituye una alternativa de diversificación de ingresos para el productor (INTeA, 2003).

En la estructura de producción nacional del sector florícola predomina claramente la explotación familiar, y el 99,6 % de las explotaciones venden su producción exclusivamente en el mercado interno. Existen aproximadamente 1500 empresas que cultivan en el país unas 2750 ha de especies ornamentales, de las cuales algo más de 700 ha se cultivan bajo cubierta, y el resto a campo o bajo umbráculos (INTeA, 2003). Las especies más cultivadas son el clavel (*Dianthus caryophyllus*), el crisantemo (*Dendranthema grandiflora*), y la rosa (*Rosa x hybrida*), complementadas con otras flores menores como, gypsophila (*Gypsophila paniculata*), fresia (*Freesia x hybrida*), helecho plumoso (*Asparagus plumosus*), lisianthus (*Eustoma grandiflorum*), liliium (*Lilium sp.*), entre otras. El principal centro comprador es el área metropolitana de Buenos Aires y el partido de La Plata.

En la provincia de Santa Fe, la producción de flores y follaje para corte se realiza tradicionalmente en el área sur, en los alrededores de Rosario, y en el área centro–este que comprende el cinturón verde de la ciudad de Santa Fe (Dpto. La Capital) y el Albardón Costero (Dpto. Garay) (Buyatti *et al.*, 2009).

Con respecto a las especies a tratar en este capítulo, el cultivo de lisianthus fue introducido en la zona de La Plata entre 1984 y 1985, y en la actualidad representa aproximadamente el 1,25 % de las varas que se comercializan en el país. Junto con otras especies como gerberas, girasoles y Asparagus, son cultivadas en gran parte en el Área Metropolitana de Buenos Aires, con una importante expansión hacia el interior del país, principalmente Corrientes, Santa Fe, Mendoza, y Salta.

2. Lisianthus

2.1. Características de la planta

El lisianthus es una planta originaria de las praderas húmedas de la zona meridional de los Estados Unidos y norte de Méjico. Pertenece a la familia Gentianáceas, y su denominación científica es, *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shin., sinónimo de *Eustoma russellianum* (Hook).

Es conocida en la actualidad por su cultivo para flor fresca de corte, y posee un enorme potencial de comercialización en el mercado nacional y de exportación por ser una flor vistosa y con muy buena duración en florero. Su posicionamiento en el mercado es aún incipiente por ser una especie novedosa.

Es una planta herbácea que forma una roseta de hojas sobre las cuales se desarrolla un tallo rígido que puede alcanzar un largo de 50 a 90 cm, con hojas verde

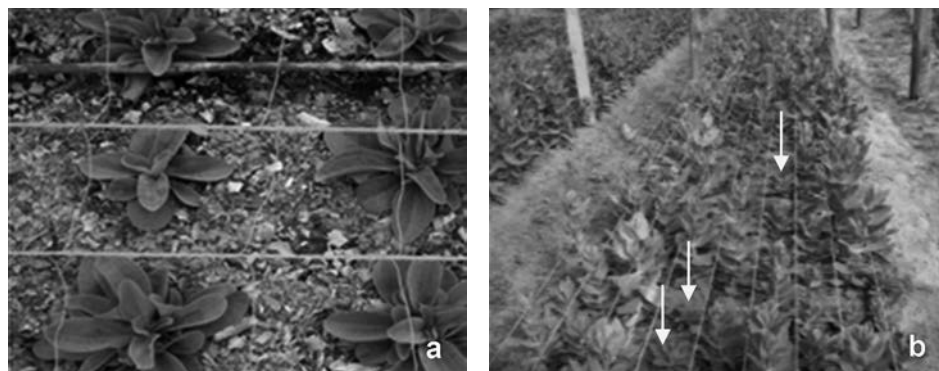


Figura 46. Detalle de plantas de lisianthus arrosietadas (a), y plantas con crecimiento normal intercaladas con plantas arrosietadas (flechas) (b).

glauco en cuyo extremo aparecen las flores largamente pecioladas, de 6 a 9 cm de diámetro y de 7 a 10 cm de largo. Estas flores pueden ser simples (4–6 pétalos) o dobles (20 o más pétalos) (Melgares de Aguilar Cormenzana, 2001; Domínguez Ramírez, 2002; Verdugo *et al.*, 2007).

La reproducción se realiza normalmente por semillas, las que son muy pequeñas (17000 semillas en 1 cm³), por lo que son comercializadas en forma peleteada. Los plantines de *lisianthus* se pueden adquirir en viveros especializados, o producirlos haciendo una siembra en contenedores plásticos. El tiempo de obtención de los plantines es de 16 a 19 semanas en invierno, 12 a 14 semanas en primavera/otoño, y de 10 a 12 semanas en verano. Un factor determinante en la calidad del plantín es que no se produzca la inducción al arrosetamiento (formación de hojas en tallos cortos) (Fig. 46). Este fenómeno puede alcanzar hasta un 90 % de las plantas retrasando la floración y la cosecha (Verdugo *et al.*, 2007), y se atribuye a la sensibilidad a altas temperaturas desde el período comprendido entre la imbibición de la semilla y hasta dos hojas desplegadas.

2.2. Requerimientos agroecológicos

El suelo debe ser rico en materia orgánica (7 %), estar libre de enfermedades y patógenos, principalmente *Fusarium sp.*, por lo que es importante su desinfección previa a la plantación. La profundidad efectiva no debe ser menor a 15–25 cm, con buen drenaje y aireación. Las temperaturas óptimas del suelo se encuentran entre 13 y 23 °C, y la humedad debe ser relativamente constante durante todo el ciclo del cultivo, evitando los excesos.

En lo referente a la temperatura, el óptimo de crecimiento ocurre con registros diurnos entre 15 y 25 °C, y nocturnos superiores a 15 °C. Temperaturas nocturnas por encima de 10 °C y diurnas de 22 °C son las más eficaces para la floración. Las altas temperaturas y los días largos aceleran la diferenciación de la yema floral mientras que las bajas temperaturas y los días cortos causan el efecto contrario (Pergola, 1992). La diferenciación de las flores comienza cuando la planta tiene entre 4 y 5 hojas completamente desplegadas.

En relación con la respuesta fotoperiódica, ésta depende de la variedad y del grupo de crecimiento (I–IV). También se observó una importante respuesta a la intensidad lumínica, manifestándose un retraso en la floración en condiciones de baja radiación, tal como ocurre en nuestra zona para el trasplante de otoño–invierno. En estas condiciones de baja intensidad lumínica y temperatura la planta alcanza un mayor desarrollo y calidad comercial, aunque el ciclo del cultivo se alarga hasta 200 días. En cambio, bajo condiciones de días largos y alta radiación, como se observa en los trasplantes de primavera–verano, se adelanta el ciclo de cultivo y la cosecha se alcanza en apenas 80 días posteriores al trasplante, afectando la calidad de la vara por una disminución en el número de flores por vara.

2.3. Aspectos fisiológicos de interés

2.3.1. Componentes del rendimiento. Factores críticos

Un problema serio que presenta el *lisianthus* es el arrosetamiento, lo que ocurre cuando los plantines crecen con temperaturas relativamente altas (Ohkawa *et al.*, 1991), y bajo estas condiciones las plantas no florecen.

La formación de las rosetas ocurre con apenas tres días de exposición a altas temperaturas, mientras que con más de 14 días se inhibe completamente el alargamiento del tallo, incluso cuando las plantas son expuestas con posterioridad a temperaturas más bajas. En general, se ha determinado que temperaturas durante el día entre los 30 a 35 °C, y nocturnas de 20 a 25 °C, desencadenan la formación de rosetas vegetativas (Ohkawa *et al.*, 1991; Pergola, 1992; Ohkawa *et al.*, 1994).

2.4. Variedades

En la actualidad existen diferentes empresas que proveen semillas de *lisianthus*. Las variedades se diferencian por el tipo de flores, simples o dobles, y por su diferente respuesta a la intensidad lumínica. Por ejemplo, dentro de la serie Arena® existen variedades con diferente precocidad de floración. El Grupo I se caracteriza por tener una floración muy temprana, el Grupo II una floración intermedia, el Grupo III una floración tardía, y finalmente el Grupo IV es el de floración considerada muy tardía. Esto permite realizar una cosecha escalonada, mejorando la comercialización y la permanencia en el mercado. La mayoría de los grupos de la serie Arena® han sido probados en nuestra zona con muy buen comportamiento.

2.5. Prácticas culturales

2.5.1. Preparación del terreno

El cultivo necesita de suelos sueltos y bien aireados, lo que se consigue con el laboreo y la aplicación de materia orgánica. El pH óptimo debe estar comprendido entre 6,0 y 6,8.

Es muy importante hacer una esterilización previa a la plantación debido a que el *lisianthus* es sensible a los patógenos del suelo; para su control existen diferentes alternativas tanto químicas como físicas. No obstante y a pesar de ello, no se recomienda cultivar *lisianthus* en un mismo sitio durante más de 2 años.

2.5.2. Obtención de plantines

El arrosetamiento es un factor que limita la producción del *lisianthus*. Para evitar este problema, se deben obtener plantines de calidad controlando adecuadamente la temperatura de la plantinera.

Es posible revertir el arrosetamiento y adelantar la cosecha luego del trasplante. Esto se logra mediante la utilización de luz artificial, de modo de interrumpir la noche, o mediante la aplicación de Giberelinas (GA_3), que estimulan el crecimiento del escapo floral (Domínguez Ramírez, 2002).

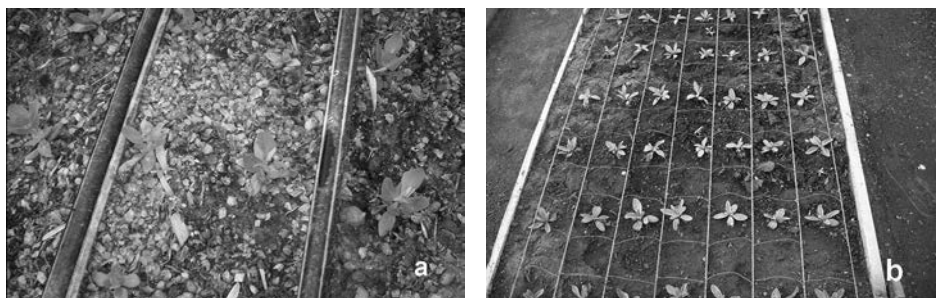


Figura 47. Aspecto que presentan las plantas de lisianthus al momento del trasplante; marco de plantación utilizado (a), y malla o red utilizada para la conducción posterior del cultivo (b).

2.5.3. Trasplante

La época de plantación dependerá de las variedades seleccionadas, pero en general se realiza desde el otoño (abril–mayo) y hasta la primavera (septiembre–octubre). El cuello de la planta se debe ubicar sobre el nivel del terreno, de forma de evitar pérdidas de plantas por exceso de humedad.

La planta al momento del trasplante debe poseer cuatro hojas totalmente desplegadas. El marco de plantación más difundido es de 12 x 12 cm, lo que representa una densidad de 64 plantas m² (Fig. 47a). Al momento de la implantación es importante efectuar un sombreado artificial y un riego adecuado para evitar el estrés térmico que induce al arrosetamiento de la planta.

2.5.4. Conducción

Como guía de plantación y para mejorar la distribución de las plantas, se utiliza una malla o red que se irá elevando posteriormente de manera de evitar el volcado de los tallos (Fig. 47b).

La primera floración es de muy buena calidad, obteniéndose tallos florales rectos y fuertes. En ocasiones, se realizan labores de “desbotonado” para eliminar el primer botón floral, tratando de uniformar la floración, ya que es más largo el período de apertura entre el primero y segundo botón, que el transcurrido entre el segundo y el tercer botón floral.

2.5.5. Control de malezas

Si la desinfección del suelo se realizó de manera correcta las malezas no deberían ser un inconveniente. En caso de que haya aparición de malas hierbas conviene eliminarlas lo antes posible con el fin de que no produzcan competencia, principalmente en el período de implantación del cultivo. Esta eliminación se realiza manualmente, y normalmente es necesario realizar esta labor una o dos veces en el ciclo del cultivo.

2.5.6. Riego y fertilización

Es aconsejable utilizar un sistema de riego localizado, preferentemente por goteo, para reducir el agua libre, y el exceso de humedad en el aire. Se pueden disponer líneas con los goteros insertados cada 10 a 20 cm, según el tipo de terreno y colocando una línea cada dos filas de plantas.

Durante las dos primeras semanas posteriores al trasplante se debe mantener el suelo con un alto contenido de humedad. Una vez que las raíces comienzan a crecer, el riego se hace con menor frecuencia y se comienza con la fertilización.

El *lisianthus* es una planta sensible a la salinidad la que puede producir quemaduras en raíces y hojas, disminuyendo la calidad. La fertilización se aportará con el agua de riego con una periodicidad de 15 días, y se pueden utilizar abonos solubles, especialmente formulados para fertirriego, tipo triple 15 o triple 18, con micronutrientes. Una dosis orientativa es de 10 g m⁻² en cada aplicación.

2.5.7. Cosecha

La cosecha se realiza cuando los tallos tienen de una a dos flores abiertas para que el paquete a comercializar tenga una buena presentación (Fig. 48). La misma consiste en cortar las varas en la base del tallo, para luego colocarlas con su base en agua limpia lo más rápidamente posible para evitar la deshidratación.

Posteriormente, las varas son trasladadas al cuarto de empaque en donde se eliminan las hojas de la parte inferior y se seleccionan por variedad y tamaño, evitando la presencia de flores o tallos defectuosos. Se forman paquetes de aproximadamente seis tallos cada uno. Para incrementar la vida de florero se recomienda aplicar dentro de las 48 h posteriores al corte una solución de agua con 6 % de azúcar, y pequeñas cantidades de biocida (hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio).

Posteriormente los paquetes se emban en cajas, las que deben poseer ventilación; el empaque debe realizarse de tal forma que los paquetes no se aprieten entre sí y que las flores no tengan contacto con los bordes de las cajas. La temperatura óptima de almacenamiento es de 1 a 2 °C.

Se recomienda realizar una sola cosecha, obteniendo así una excelente calidad comercial (Tabla 35).



Figura 48. Estado de desarrollo de un vara de *lisianthus* en su estado óptimo de cosecha.

Tabla 35. Días al estado de pimpollo visible (PV) y a floración (FL), largo, peso, y número de nudos de la vara, y número de flores y pimpollo (FP) de diferentes variedades de *lisianthus* cultivados en la zona central de Santa Fe.

<u>Variedad</u>	<u>PV (días)</u>	<u>FL (días)</u>	<u>Largo (cm)</u>	<u>Peso (g)</u>	<u>FP por vara</u>	<u>Nudos por vara</u>
Arena Red III	181 a	281 ab	93 a	56 a	6,00 ab	17 a
Blue	196 a	259 a	87 a	101 ab	8,18 ab	13 a
Arena White IV	275 b	302 b	111 b	59 a	4,76 a	16 a
Arena White II	168 a	266 a	101 ab	135 b	9,16 b	15 a

El cultivo tiene la capacidad de rebrotar para dar una segunda cosecha luego de tres meses; sin embargo, la calidad de las varas es inferior, tanto en su longitud y peso, como en el número de flores por vara.

3. Asparagus

3.1. Taxonomía y origen

El género *Asparagus* pertenece a la familia *Asparagaceae*, y posee numerosas especies nativas de Europa, Asia y África (González *et al.*, 1998).

3.2. Características de la planta

El *Asparagus* tiene uso principalmente como follaje de corte para acompañar ramos, bouquets y arreglos florales, por su delicada apariencia, su duración, y su intenso color verde (Atehortua *et al.*, 1997). Las esparragueras a lo largo de su vida útil pasan por tres fases: implantación o establecimiento, plena producción, y final de la vida productiva. Esta última fase está caracterizada por una disminución del rendimiento y la calidad del producto. Desde el punto de vista comercial, el cultivo dura entre 5 y 12 años, dependiendo del tipo de suelo, la intensidad de la producción, las prácticas culturales y las características de la especie o variedad (González *et al.*, 1998).

Es una planta herbácea que se caracteriza por no poseer hojas verdaderas, sino tallos modificados llamados cladodios. Tiene un órgano subterráneo con capacidad de almacenamiento de reservas y multiplicación. La parte superior del órgano subterráneo presenta varias yemas que evolucionarán originando los brotes anuales, formados por tallos más o menos cortos, densamente cubiertos por cladodios, en su mayoría de forma filiforme. Las ramificaciones, comúnmente se denominan "plumeros". Los frutos, que no son deseados en los plumeros comerciales, suelen ser más o menos pequeños, con forma redondeada y de color verde al principio, para finalmente tornarse a una coloración rojiza u oscura cuando maduran.

3.3 Producción mundial, nacional y regional

Existe una importante producción en Florida (EUA). También se registra una amplia producción en países centroamericanos como Costa Rica, Guatemala y República Dominicana, que disponen de buena infraestructura de transporte para la exportación, especialmente a Holanda, Alemania, Japón, y en menor medida Suiza, Austria, Suecia, Inglaterra, Finlandia e Italia (Atehortua *et al.*, 1997).

No existen datos de la producción a nivel nacional. Sin embargo, en el mercado y las florerías minoristas es posible conseguirlos.

3.4. Requerimientos agroecológicos

Las esparragueras prefieren suelos sueltos, ricos en materia orgánica, frescos y profundos, ya que desarrollan un gran sistema radicular. Son sensibles a los encharcamientos, lo que rápidamente se manifiesta en su follaje, el cual adquiere un color amarillento. Éste es uno de los aspectos que más influye en la calidad de los plumeros. La esparraguera es considerada como una planta que resiste conductividades eléctricas elevadas, aunque bajo estas condiciones disminuye la vida útil de la planta (Atehortua *et al.*, 1997; González *et al.*, 1998).

La temperatura óptima del cultivo es cercana a 20 °C, aunque puede desarrollarse en un rango de 5 a 30 °C. La temperatura influye de manera inversamente proporcional sobre la consistencia de los tallos. Si bien la planta es tolerante a las bajas temperaturas, el congelamiento causa daños severos en los cladodios (Atehortua *et al.*, 1997; González *et al.*, 1998).

Requiere ambientes húmedos, con porcentajes de humedad relativa óptimos entre 85 y 90 %. Se deben evitar los cambios bruscos de humedad relativa, ya que provocan alteraciones en las hojas, principalmente decoloraciones e incluso necrosis (González *et al.*, 1998).

El *Asparagus* se desarrolla mejor con poca luz, mientras que un exceso de intensidad lumínica puede provocar el amarillamiento de las hojas, perjudicando así uno de los principales parámetros de calidad de esta planta.

3.5. Aspectos fisiológicos de interés

Se considera una especie rústica, con una vida útil entre cinco a 12 años. A lo largo de este tiempo las plantas pasan por diferentes etapas. El ciclo de crecimiento y desarrollo anual se inicia con la brotación de las yemas superiores que se encuentran en un tallo modificado, siendo este órgano subterráneo o rizoma el responsable de la perennidad al cultivo. Las yemas brotadas forman primeramente los turiones, que evolucionarán hacia los tallos comerciales o plumeros. Estos son los responsables de la síntesis de carbohidratos que, a través de su transporte basípeto, permiten el engrosamiento y renovación del rizoma, que constituye el órgano de reserva de la planta. El manejo de la cosecha de los plumeros comerciales es fundamental en el control del nivel de reservas de los rizomas, y determinará la intensidad de la siguiente brotación, y la calidad comercial.

3.6. Variedades

Son numerosas las especies y cultivares empleados para la producción de follaje verde para corte, entre los que puede mencionarse a: *Asparagus setaceus* (cv. Nanus y Pyramidalis), *A. densiflorus* (cv. Sprengeri y Meyeri), *A. myriocladus* (no se conocen nombres de variedades), *Asparagus virgatus* (conocido vulgarmente como Tree Fern), *A. falcatus* (no se conocen nombre de variedades), *A. officinalis* (cv. Spitzenschleiber), y finalmente *A. myriocladus* y *A. densiflorus* (cv. Meyeri), que son los de mayor demanda en el comercio por su follaje fuera de lo común.

3.7. Prácticas culturales

3.7.1. Preparación del terreno

Es importante partir de un suelo desinfectado, el que debe poseer una profundidad útil de 15 a 25 cm para facilitar el enraizamiento. También se debe asegurar el drenaje, ya que la humedad excesiva provocará el amarillamiento de las hojas e incluso el necrosamiento de los bordes.

3.7.2. Plantación

El trasplante se debe efectuar desde finales de primavera hasta el inicio del otoño, ya que las plántulas necesitan una alta temperatura en el suelo para un buen enraizamiento.

Las plantas se pueden disponer en bancadas, con un ancho recomendable de 120 cm, distribuyéndose en un sistema de plantación a tresbolillo, consistente en cuatro líneas separadas a 30–40 cm entre sí, y con una separación entre plantas dentro de la línea de 30 a 40 cm. Con esta disposición se obtiene una densidad de plantación entre 4 y 8 plantas m², para el caso de *Asparagus densiflorus* cv. Meyeri. Para *Asparagus myriocladus* la densidad ideal es de 8 plantas m² (Fig. 49).

3.7.3. Conducción: aporcado, poda y reposo

Las esparragueras desarrollan los brotes nuevos desde la parte superior del rizoma, la cual tiende a quedarse al descubierto con el transcurso del tiempo, lo cual favorece su endurecimiento y desecación. Este hecho repercutirá negativamente en la brotación, por lo que al menos una vez al año se recomienda realizar un aporcado, aplicando sustrato sobre el rizoma.

También una vez al año es necesario realizar una poda drástica de las plantas, cortando a ras del suelo toda la parte aérea, con la finalidad de eliminar los restos de tallos cortados que van a dificultar la iluminación, y favorecer la proliferación de enfermedades. Lo más conveniente es realizar la poda a finales del verano, manteniendo un período de reposo (sin aporte de agua y nutrientes) de uno a dos meses. Tras el reposo, se reinicia el cultivo mediante el riego y la fertilización, de modo de obtener nuevos plumeros en 6 a 8 semanas.

Es necesario mantener constantemente el cultivo libre de malezas y retirar los tallos secos y cortos (González *et al.*, 1998).



Figura 49. Detalle de plantación de *Asparagus densiflorus* cv. Meyer (a), y *Asparagus myriocladus* (b).

3.7.4. Riego y fertilización

Es una operación importante para la producción de plumeros, especialmente si se busca follaje de color verde intenso. En general, las esparragueras no tienen un gran consumo de agua. Por el contrario, un exceso de humedad en el suelo puede ocasionar que los bordes de las hojas se tornen amarillentos o blanquecinos, o incluso se sequen causando la depreciación total de la hoja.

La lámina mensual de agua se sitúa entre 65 y 70 mm en verano, y entre 15 a 20 mm en invierno.

El riego de plantación debe ser realizado de manera que permita humedecer adecuadamente la profundidad del suelo donde el sistema radical se tiene que desarrollar. El sistema más recomendado es el riego por goteo.

En lo referente a la fertilización, antes de la plantación es fundamental añadir abono orgánico, en forma de estiércol, resaca, pinocha o turba. La fertilización química se realiza usando fertilizantes de liberación lenta. En particular, y con relación al hierro, experiencias realizadas por los autores en la zona central de Santa Fe, permitió observar un incremento en la producción y en el número de tallos por efecto de este microelemento.

Durante el primer año se recomiendan adicionar por cada 1000 m² de terreno 50 kg de N, 50 kg de P₂O₅ y 100 kg de K₂O. Dichos aportes se realizarán desde el momento en que la planta comienza a desarrollar los primeros plumeros.

3.7.5. Cosecha

La cosecha normalmente comienza a partir del segundo o tercer año de plantación, aunque en ensayos realizados en la zona central de Santa Fe se comenzó la cosecha durante el año de implantación, con muy buena calidad comercial.

El momento de recolección debe tener lugar cuando el plumero está maduro, es decir, cuando los cladodios están flexibles, tienen buena altura comercial y presentan el color verde típico del cultivar. Una vez cosechados, se deben hidratar con una solución que contenga algún bactericida. Los tallos florecidos o con presencia de semillas deben ser desechados.

La cosecha se debe llevar a cabo con regularidad, temprano a la mañana o al caer la tarde. Los tallos se cortan con tijeras lo más cerca posible del suelo para evitar que queden trozos que al secarse afecten negativamente a la sanidad del rizoma. La recolección conviene realizarla cada 2 ó 4 meses para darle tiempo a los tallos a que alcancen su tamaño óptimo, y en lo posible haciéndola coincidir con fechas de mayor demanda, como el día de la Madre, Navidad, San Valentín, entre otros.

3.7.5.1. Clasificación por calidad comercial

Para que los plumeros sean considerados como de primera clase, deben poseer follaje bien desarrollado y con color completamente verde, no deben estar despuntados, sin brotaciones laterales, y bien provistos de cladodios fuertemente unidos.

La longitud de los tallos es también un parámetro importante de calidad. Para *Asparagus densiflorus* var. *Meyeri*, la altura permite diferenciar dos categorías, una de 40 a 50 cm, y otra de más de 50 cm. En el caso de *Asparagus myriocladus*, los tallos deben tener entre 80 a 100 cm.

3.8. Rendimiento

Los rendimientos varían en función del cultivar y las condiciones de cultivo; por ejemplo *Asparagus densiflorus*, cv. *Meyeri*, tiene un rendimiento por cosecha de 4 a 6 plumeros por planta, mientras que en *Asparagus myriocladus* el rendimiento de tallos es menor, de 2 a 3 plumeros por planta. No obstante, la producción obtenida depende también del ritmo de cortes que se imponga.

4. Girasol

4.1. Origen y taxonomía

El girasol es una planta nativa de América del Norte, perteneciente a la familia *Asteraceae* (Lorenzo y Mascarini, 2006). Es una planta anual, en general de ciclo corto, que crece con gran vigor bajo condiciones favorables. Dentro de esta especie existen numerosas subespecies cultivadas como ornamentales, oleaginosas y forrajeras.

En el cultivo del girasol realizado como flor de corte se prioriza la obtención de un capítulo no demasiado grande, con diámetros inferiores a 7 u 8 cm. Además, los

principales cultivares ornamentales se caracterizan por no liberar el polen, aspecto que se valora positivamente al momento de su permanencia en florero ya que el polen mancha los enseres y la ropa (Melgares de Aguilar Cormenzana, 2001).

4.2. Características de la planta

Posee una raíz principal, pivotante, y un sistema de raíces secundarias y terciarias que exploran el suelo en sentido horizontal y vertical. El tallo es de consistencia semileñosa, siendo cilíndrico y con un diámetro variable entre 2 y 6 cm, y una altura entre 0,4 y 2,0 m. La superficie exterior del tallo es rugosa, asurcada y vellosa, excepto su base.

Con respecto a la filotaxis, las primeras hojas se encuentran insertas en una posición opuesta para luego transformarse en alternas, grandes, trinervadas, largamente pecioladas, acuminadas, dentadas y de áspera vellosidad tanto en el haz como en el envés. El número de hojas varía entre 12 y 40, según las condiciones de cultivo y la variedad. El color también es variable y va de verde oscuro a verde amarillento.

La inflorescencia está compuesta por un receptáculo floral o capítulo, con flores (radiales) externas, liguladas, y estériles, mientras que las flores del interior son hermafroditas y de forma tubulosa.

4.3. Producción mundial, nacional y regional

El girasol fue cultivado durante más de dos siglos en España y en el resto de Europa por su valor ornamental, debido al porte y sobre todo a la belleza de sus inflorescencias. Posteriormente, durante el siglo XIX, comenzó la explotación industrial de su aceite destinado a la alimentación. Hace unas décadas volvió a revalorizarse su cultivo como planta en macetas y para flor de corte en fresco.

En nuestro país, el cultivo de variedades para este uso no tiene aún un gran desarrollo. Actualmente, y a través del Instituto de Floricultura del INTA Castelar, se está llevando adelante una red de ensayos nacional, lo que permitió analizar la adaptabilidad de diferentes híbridos (Medrano *et al.*, 2011; Nocioni y Buyatti, 2011; Wicky *et al.*, 2011).

4.4. Requerimientos agroecológicos

No es una planta muy exigente en suelos, crece bien en la mayoría de las texturas, aunque prefiere terrenos arcillo-arenosos. Además, no requiere una fertilidad tan alta como otros cultivos para obtener un rendimiento aceptable. Sí necesita en cambio, un buen drenaje (Alba Ordoñez y Llanos, 1990).

El girasol no presenta un adecuado comportamiento a la salinidad, siendo su rango de tolerancia una conductividad eléctrica entre 2 y 4 dS m⁻¹, medida en el extracto de saturación a 25 °C. En lo referente al pH, no es muy sensible a variaciones en el suelo, tolerando valores que van desde 5,8 hasta más de 8,0 (Alba Ordoñez y Llanos, 1990).

En cuanto a la temperatura, sus semillas germinan con apenas 5 °C, aunque el proceso es más rápido y más favorable con el aumento de la temperatura.

Una vez que ha germinado, se adapta a un amplio rango de temperaturas, aunque su óptimo está entre 21 y 24 °C. Las bajas temperaturas (6–8 °C) pueden afectar el ápice de la planta y provocar la ramificación de los tallos, lo cual es indeseable (Alba Ordoñez y Llanos, 1990; Melgares de Aguilar Cormenzana, 2001). Por el contrario, las temperaturas cálidas aceleran el ciclo comprometiendo la altura de la planta y el tamaño de la inflorescencia.

El girasol es una especie tolerante a la sequía, aunque para obtener una vara floral de alta calidad es aconsejable mantener una adecuada provisión de agua, especialmente durante el período de formación del capítulo (Lorenzo y Mascarini, 2006).

La luz influye en su crecimiento y desarrollo, y su influencia varía en las diferentes etapas del cultivo (Del Valle, 1987). Al principio, durante la formación de las hojas, el fotoperíodo acelera o retrasa el desarrollo del girasol, dependiendo de la respuesta fotoperiódica de los híbridos. En ensayos realizados en nuestra zona con híbridos de días cortos, los tallos se alargaron en la medida que aumentó el fotoperíodo. Se producen modificaciones de más de 15 días en la fecha de floración de un determinado híbrido como respuesta al fotoperíodo (Alba Ordoñez y Llanos, 1990).

Los girasoles para flor de corte, en general son de respuesta neutra o día corto facultativo, aunque también existen híbridos cuya inducción floral ocurre bajo días largos. Así, para la variedad "Zebulo" el umbral fotoperiódico es de 16 h (Morisigue *et al.*, 2004).

4.5. Variedades

Existen variedades clasificadas según la respuesta al largo del día, y según su hábito de crecimiento, con o sin ramificación. En la zona central de Santa Fe se han evaluado diferentes variedades que se describen brevemente (Fig. 50).



Figura 50. Variedades de girasol evaluadas en la zona central de Santa Fe, "Premier Lemon" (a), y "Sunrich Orange" (b).

“Sunrich Orange”

Alcanza una altura de 90 a 150 cm. Diámetro de la flor entre 12 a 15 cm. Color naranja dorado. Sensible a la ramificación. Requiere días largos para florecer (época propicia primavera-verano). Libre de polen. Tiempo a floración entre 60 a 70 días.

“Premier Lemon”

Alcanza una altura de 120 a 160 cm. Diámetro de la flor entre 12 a 15 cm. Color amarillo limón. No ramifica. Florece tempranamente con fotoperíodos cortos (época propicia otoño-invierno). Libre de polen. Tiempo a floración entre 45 a 60 días.

4.6. Prácticas culturales

4.6.1. Preparación del terreno

Es conveniente partir con suelos desinfectados, para asegurarnos el control de insectos y enfermedades del suelo. Se construyen canteros de 1 m de ancho por no menos de 10 cm de altura y pasillos de 40–50 cm. El suelo debe estar bien desmenuzado para permitir un buen contacto con la semilla y asegurar una rápida germinación y emergencia.

4.6.2. Plantación

Se propaga a partir de semillas en siembra directa a una profundidad de 3 cm. La densidad de plantación es de 35 plantas m² de cantero. La duración del ciclo del cultivo es de 45 a 90 días, dependiendo del cultivar y la estación del año. Puede cultivarse durante todo el año, si bien deben elegirse los cultivares más adecuados para cada época de acuerdo con el largo del fotoperíodo y la temperatura (Melgares de Aguilar Cormenzana, 2001).

4.6.3. Riego y fertilización

Durante las primeras etapas entre la siembra y la aparición de hojas verdaderas se debe asegurar una buena provisión de agua. Un cultivo de girasol en activo crecimiento puede demandar entre 3 a 4 mm día⁻¹, llegando hasta 7,5 mm día⁻¹ con altas temperaturas.

Antes de definir el programa de fertilización se debería conocer la fertilidad actual del suelo, mediante un análisis químico del mismo.

Las necesidades del girasol son aproximadamente 80–100 kg ha⁻¹ de N, 40–50 kg ha⁻¹ de P₂O₅; y 200–220 kg ha⁻¹ de K₂O. Si se realiza fertirriego continuo se debe considerar que el 70–80 % del N, y 90–95 % del P se consumen durante las primeras etapas del cultivo. En cambio, la mayor necesidad de K ocurre durante la floración.

4.6.4. Conducción del cultivo

Será necesario el tutorado, aunque el hábito de crecimiento es erguido. Para lograr una buena calidad de vara floral se cultiva a un solo tallo, por lo que las variedades que tienen tendencia a ramificar se deben realizar desbrotes, práctica que consiste en la eliminación de los brotes que emergen de las yemas axilares (Fig. 51).

Figura 51. Eliminación de yemas axilares en girasol señaladas en la imagen mediante las flechas verticales.



4.6.5. Control de malezas

La utilización de *mulching* puede constituirse en una alternativa para el control de las malezas. Si no se utiliza, debe hacerse control manual de malezas. Otra alternativa es el control químico, mediante el uso de herbicidas específicos para girasol, como ser la trifluralina, pendimetalim, benazolim, entre otros, aunque la mayoría de ellos no están aprobados para cultivos ornamentales. Debe mantenerse el lote desmalezado, al menos hasta que comience la expansión de las brácteas.

4.6.6. Cosecha y poscosecha

El girasol se cosecha cuando el capítulo o inflorescencia alcanza 1/3 de apertura. En ese momento se cortan los tallos a nivel del suelo y se retiran las hojas del tercio o mitad inferior. Al igual que cualquier otra flor de corte es recomendable que la cosecha se realice en las horas del día de menor temperatura y se pongan inmediatamente en agua para evitar la deshidratación. Posteriormente, se pueden almacenar con frío para reducir al mínimo la respiración y transpiración, posibilitando el incremento de la vida útil en florero (Çelikel y Reid, 2002). En estudios realizados en la Universidad de California se ha demostrado que cuando es necesario el transporte y/o almacenamiento en seco, la aspersion en forma intermitente de agua con un detergente no iónico mejora la vida en florero. El mejor resultado se obtuvo mediante la aspersion con una concentración de 0,01 % de detergente durante una hora (Jones *et al.*, 1993).

Bibliografía

- Alba Ordoñez, A. y Llanos, M.** (1990). *El cultivo del girasol*. Madrid, España: Mundi prensa.
- Atehortua, L.; López, M.L. y Pizzano de Márquez, M.** (1997). *Helecho cuero (Rumohra adiantiformis) y Tree Fern (Asparagus virgatus)*. Santa Fe de Bogotá, Colombia: Ediciones Horti-Tecnia.
- Buyatti, M.; Micheloud, N.; Pagura, E.; Nocioni, S.; Gariglio, N.; Belavi, A.M. y Grosso, S.** (2009). "Diagnóstico del sector productivo en la región centro de la provincia de Santa Fe" (165–166) *Libro de resúmenes de la XI Jornadas Nacionales de Floricultura*. Montecarlo, Argentina.
- Çelikel, F.G. y Reid, M.S.** (2002). "Storage temperature affects the quality of cut flowers from the Asteraceae". *HortScience*, 37 (1), 148–150.
- Del Valle, L.** (1987). *El cultivo moderno del girasol*. Barcelona, España. Editorial De Vecchi S.A.U.
- Di Benedetto, A.** (2004). *Cultivo Intensivo de Especies Ornamentales. Bases Científicas y Tecnológicas*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.
- Domínguez Ramírez, A.** (2002). "Cultivo del lisianthus (*Eustoma grandiflorum*)". [En línea]. Consultado el 10 de mayo de 2011 en <<http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort02/Ponencia07.pdf>>.
- González, A.; Bañón, S. y Fernández, J.A.** (1998). *Cultivos ornamentales para complementos del ramo de flor*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- INTeA S.A.** (2003). *Estudio sobre la Caracterización de la Producción Florícola en la república Argentina*. Buenos Aires, Argentina: Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), e Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria (INTA).
- Jones, R.; Serek, M. y Reid, M.S.** (1993). "Pulsing with Triton X-100 Improves Hydration and Vase Life of Cut Sunflowers (*Helianthus annuus* L.)". *Hortscience*, 28 (12), 1178–1 179.
- Laws, N.** (2005). A Strong Year for Floriculture. A look at the UN Comtrade statistics. *Floraculture International*, 15(2), 26–29.
- Lorenzo, G.A y Mascarini, L.** (2006). El cultivo de girasol para flor de corte (*Helianthus annuus*). [En línea]. Consultado el 22 de Junio de 2012. Disponible en <<http://pfvc.blogspot.com.ar/2012/09/cultivo-de-girasol-ornamental.html>>.
- Medrano, N.; Mata, D.; Portas, A.M. y Díaz, M.** (2011). "Comportamiento de dos híbridos de girasol ornamental para flor de corte en dos fechas de siembra" (FLTC 19, 117). *Actas del XXXIV Congreso Argentina de Horticultura*. Buenos Aires, Argentina.
- Melgares de Aguilar Cormenzana, J.** (2001). "El cultivo del lisianthus para flor cortada (*Eustoma graniflorum*)". *Revista Flormarket*, II (2), 55–61. [En línea]. Consultado el 14 de junio de 2012 en <<http://www.bio-nica.info/Biblioteca/Melgares%202001%20girasol.PDF>>.
- Morisique, E.E.; Wicki, A.; Grosko, A.; Bartoloni, N.; Mascarini, L. y Bullrich, L.** (2004). "Efecto del fotoperiodo y la temperatura sobre la floración y la morfología de *Helianthus annuus* variedad Zebulon". *Actas del II Congreso Argentino de Floricultura y Plantas Ornamentales* (166–168). Buenos Aires, Argentina.
- Nocioni, S. y Buyatti, M.** (2011). "Producción de girasol ornamental (*Helianthus annuus*) para flor de corte. Seguimiento de dos variedades bajo cubierta". *Actas XXXIV Congreso Argentino de Horticultura* (FLTC15, 113). Buenos Aires, Argentina.

Ohkawa, K.; Kano, A.; Kanematsu, K. y Korenaga, M. (1991). "Effects of air temperature and time on rosette formation in seedlings of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Scientia Horticulturae*, 48 (1-2), 171-176.

Ohkawa, K.; Yoshizumi, T.; Korenaga, M. y Kanematsu, K. (1994). "Reversal of heat-induced resettin in *Eustoma grandiflorum* with low temperatures". *HortScience*, 29 (3), 165-166.

Pergola G. (1992). "The need for vernalization in *Eustoma russellianum*". *Scientia Horticulturae*, 1 - 2 (51), 123-127.

Verdugo, G.; Montesino Vásquez, A.; Zárate, F.; Erices, Y.; Gonzalez, A.; Barbosa, P y Biggi, M.A. (2007). *Producción de flores cortadas*. Santiago, Chile: Fundación para la Innovación Agraria. [En línea]. Consultado el 04 de marzo de 2012 en <<http://190.96.89.117/xmlui/bitstream/handle/123456789/3374/3FloresVReg.pdf?sequence=1>>

Wicky, M.A.; Papone, M.; Morisigue, D. y Mata, D. (2011). "Efecto de la fecha de siembra en el tiempo térmico a floración y en la calidad de vara de dos variedades de girasol ornamental". *Actas XXXIV Congreso Argentina de Horticultura* (FLTC27, 125). Buenos Aires, Argentina.

Capítulo 9

Manejo de plagas

1. Plagas polifitófagas de origen animal de los frutales

Existen especies de insectos, arácnidos y aves que por sus características alimentarias, se constituyen en plagas de varios cultivos frutales. Aunque no tienen necesariamente la misma importancia con relación a los daños económicos que producen, se pueden incluir en este grupo a hormigas, mosca de los frutos, taladros, trips, avispas, chinches, bichos de cesto, gorgojos de las raíces, ácaros, cochinillas, y aves.

1.1 Hormigas cortadoras de hojas (Hymenoptera, Formicidae)

Las hormigas se caracterizan por constituir un grupo de insectos denominados “sociales”, ya que están organizados en castas complejas, muy abundantes especialmente en áreas tropicales. Las especies más frecuentes en los sistemas agrícolas santafesinos pertenecen a los géneros *Atta* spp. y *Acromyrmex* spp. Estas últimas construyen nidos con una sola boca de entrada en forma de chimenea, mientras que las del género *Atta* edifican hormigueros con varias bocas. Un listado actualizado de especies para la provincia de Santa Fe, incluye un total de 162 taxones (considerando 141 especies y 61 subespecies) (Vittar y Cuezco, 2008).

El daño causado por estas hormigas conocidas como “cortadoras” es la defoliación parcial o total de las plantas frutales, mediante cortes en forma de media luna. Sin embargo, el daño no se limita solamente a las hojas, debido a que también atacan a las ramas. Todo el material vegetal recolectado es llevado al hormiguero y sobre él cultivan el hongo del que se alimentan.

En las vides, los daños en viveros pueden ser muy importantes, así como en el trasplante, ocasionando en ataques intensos, la destrucción total del follaje. En los cítricos y papaya cortan las ramitas y las hojas, llegando a defoliar totalmente a las plantas.

El control se puede realizar con insecticidas en diferentes formulaciones que se pueden aplicar sobre el hormiguero o en los caminos, o en cebos tóxicos en la

cercanía de los nidos. Los cebos son trasladados al interior de la colonia donde ejercen su efecto. Se pueden emplear clorpirifos, sulfluramida y fipronil (CASAFE, 2012). El efecto más prolongado es el de fipronil.

1.2. Moscas de los frutos (Diptera, Tephritidae)

Las principales especies son la mosca sudamericana de la fruta (*Anastrepha fraterculus*) y la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*). Son plagas claves de las plantaciones frutales de la provincia de Santa Fe, apareciendo todos los años y causando daño a los cultivos de naranja, mandarina, durazneros tardíos y manzanos, entre otros, tanto en otoño como en primavera-verano.

La duración del ciclo de cada especie está directamente influenciada por las condiciones climáticas y la disponibilidad de hospederos, entre los que se puede mencionar a los frutos de higuera, cítricos (excepto limón), ciruelo, duraznero, nectarino, kiwi, kaki, olivo, guayabo, níspero, damasco, vid, manzano, arándano, pera, mandarino, granado, pimiento, tuna, vid, frambueso, papayo y especies silvestres y ornamentales.

El daño directo se produce porque las hembras, que poseen un ovipositor aserrado, insertan varios huevos en el interior de los frutos, posteriormente al nacer las larvas comienzan a alimentarse de los tejidos internos de éste. Una vez completado el período larval salen al exterior del fruto, dejándose caer y enterrándose superficialmente en el suelo para transformarse gradualmente al estado de pupa. Además, cuando se encuentran en el estado larval producen daños indirectos al facilitar la entrada de enfermedades saprófitas que causan la putrefacción de los frutos y su caída prematura. Cuando el ataque es poco intenso o no se detecta, los frutos comienzan a deteriorarse durante la comercialización.

La herramienta más importante para constatar la presencia y la intensidad del daño es con la colocación de trampas, que pueden ser de atracción alimenticia o sexual. En las primeras, se emplean como atrayentes las proteínas hidrolizadas (algo costosas), el vinagre de frutas, el vino avinagrado ("picado") y los desechos de fermentos de frutas. Como atrayentes sexuales hay varios productos, aunque el más recomendado es el trimedlure que es específico para *C. capitata*.

Además, se recomienda hacer control cultural, recogiendo y enterrando los frutos atacados a más de 50 cm de profundidad, de modo de evitar la emergencia de los adultos y las futuras reinfecciones. También, y de ser posible, se puede cosechar la fruta apenas comienza a cambiar de color, ya que las hembras prefieren oviponer en los frutos maduros. Conviene eliminar cualquier planta hospedera de los alrededores de la plantación.

Otra alternativa es limitar la progenie mediante la liberación masiva de machos estériles, que es eficaz si la población es baja.

El control químico se realiza con el empleo de cebos (Insuasty *et al.*, 2007), formados por atrayente más insecticida, o con pulverizaciones sobre el cultivo. Los

cebos poseen una proteína hidrolizada y el insecticida puede ser mercaptotión, triclofon, fentión, o spinosad. Se puede aplicar con una mochila pulverizadora en algunos sectores del árbol (para preservar los enemigos naturales), principalmente por la mañana. Se pueden también hacer pulverizaciones totales con aplicación aérea.

1.3. Arañuela roja (*Tetranychus telarius*) (Acarina, Tetranychidae)

Estos ácaros se caracterizan por su distribución cosmopolita (Ferragut y Santonja, 1989). Se agrupan en colonias cubiertas de seda. Son extremadamente polípagos y se desarrollan sobre varios frutales, como los de carozo, pepita, cítricos, frutilla, frambueso, papayo e higuera, entre otros. Las malezas presentes en los cultivos son hospederos de la arañuela roja durante el invierno; ya sea en estado de huevo o adulto (Cerdeira *et al.*, 1999).

Se desarrolla mejor con altas temperaturas y baja humedad relativa, condiciones que en verano son frecuentes en la zona central de Santa Fe, pudiendo llegar a tener muchas generaciones que se desarrollan preferentemente en las hojas. Los vientos ayudan a su dispersión, aún a grandes distancias.

Los daños foliares se detectan por la presencia inicial de puntos claros que se van necrosando cuando se intensifica el ataque, llegando a la caída de las hojas, lo que causa el debilitamiento de las plantas. Se detectan también por la tela que tejen, en las que se desarrollan los estados juveniles. En ataques a cultivos de frutilla, los daños van desde caída prematura de las hojas, disminución de los rendimientos y del tamaño de los frutos, hasta la muerte de las plantas.

En frutales de hojas caducas se puede realizar el control con aceites minerales durante el período invernal. En verano, hay varios acaricidas que se recomiendan, entre los que se destacan la abamectina, dicofol, propargite, bifentrin (CASAFE, 2012). Las aplicaciones deben hacerse mientras dure la infestación, no superando los 4 tratamientos por ciclo del cultivo.

1.4. Taladro (*Praxithea derourei*) (Coleoptera, Cerambycidae); taladrillo (*Scolytus* spp.). (Coleoptera, Scolytidae)

Estas plagas prefieren árboles jóvenes, de especies de maderas blandas (sauces, álamos, abedules) y prácticamente todos los frutales, especialmente el duraznero. Suelen atacar a ejemplares debilitados debido a deficiencias nutricionales.

Estos insectos pasan el invierno en el interior de las plantas huéspedes en forma de larva. Poseen una sola generación anual, emergiendo los adultos al comienzo de la estación cálida. Las hembras colocan los huevos en los brotes terminales de las plantas, comenzando a evidenciarse los daños a partir del mes de diciembre.

Las larvas se alimentan en el interior de las ramas, cavando galerías descendentes que comienzan en el ápice de las más jóvenes, hasta alcanzar las más gruesas y finalmente el tronco de los árboles. Inicialmente, aparecen ramas quebradizas, y a medida

que la larva se desarrolla se ven afectadas las más gruesas. Debido a este hábito alimenticio, su presencia pasa inadvertida y se observa la aparición de ramas secas sin motivos aparentes. En el exterior de la corteza puede verse aserrín que proviene de las perforaciones. En ataques muy severos provocan la muerte del árbol. También producen daños indirectos ya que los orificios que provocan facilitan la entrada de enfermedades.

Debido a la forma de alimentación de la larva el control químico no es eficiente por lo que se recomienda la prevención, que exige recorrer frecuentemente las plantaciones frutales a partir de diciembre, para detectar los ataques tempranos. Se deben mantener los árboles sanos y fuertes, cortar y quemar las ramas dañadas y eliminar los árboles muy atacados. Así se interrumpe el ciclo de la plaga y se evitan futuras reinfestaciones.

Una práctica recomendable consiste en introducir alambres reforzados con algodón impregnado con insecticida en los orificios infestados por las larvas, los que luego se sellan con masilla o pasta cicatrizante. De este modo, se evita que la larva complete su desarrollo y emerjan los adultos. En Argentina, se recomienda el empleo de carbaril para forestales, así como la utilización de fungicidas para evitar el ingreso de hongos causantes de canchales.

1.5. Aves: Cotorra (*Myiopsitta monachus*). Palomas (*Zenaida auriculata*; *Columba maculosa*)

Estas aves afectan a los frutales de pepita y de carozo así como arándanos y otras especies frutales, provocando daños en las frutas y roturas de las ramas. También se determinó que pueden servir de vectores para esporas de hongos y bacterias (Giayetto, 2009). Las picaduras que producen en las frutas sirven de entrada de algunos patógenos que se desarrollan durante el almacenamiento y distribución.

En estas plagas, se ha demostrado que cuando se disminuye la población por algún método de control, el número de posturas (huevos) aumenta en la próxima temporada y se recuperan rápidamente los niveles poblacionales iniciales.

Una de las principales prácticas de control de aves es la caza. Actualmente se está incentivando la cetrería con el empleo de aves rapaces (halcones, aguiluchos, águilas, gavilanes) que puede considerarse una alternativa ambientalmente limpia.

Entre los medios físicos de control se pueden colocar redes antipájaros durante la época de fructificación, las que actúan como barreras. También se pueden emplear muñecos espantapájaros, que se van rotando de sitio para que las aves no se acostumbren a su presencia. Con el mismo fin, se pueden colgar cintas de vídeo desenrolladas o CD colgados, que producen reflejos que los espantan. Sin embargo, estos elementos son eficaces por poco tiempo.

Dentro de los métodos químicos se pueden mencionar los repelentes o los cebos tóxicos (Giayetto, 2009). Los repelentes pueden ser físicos, como el ultrasonido (al

que se acostumbran) o químicos, que aplicados en los frutos causan un olor o gusto desagradables. En Argentina, no hay productos aprobados para ese fin en cultivos. Los cebos tóxicos, que consisten en el empleo de un insecticida mezclado con granos, conlleva el riesgo de impactar negativamente sobre todo el ecosistema, ya que elimina todo tipo de aves. En Argentina no hay plaguicidas registrados para este uso, aunque se suelen hacer preparados caseros.

1.6. Trips del tabaco o de la cebolla (*Thrips tabaci*) y trips de las flores (*Frankliniella* spp.), (Thysanoptera, Thripidae)

Pueden atacar cultivos de ornamentales, frutales de carozo y de pepita, frambueso, higuera y cítricos. Son insectos muy pequeños (1–2 mm). Tanto los adultos como las ninfas roen los tejidos de las yemas, flores y frutos. Producen deformaciones, decoloraciones, manchado de la cáscara, agrietamientos y caídas de frutos pequeños. En las hojas, aparecen manchas de color plateado (Sánchez *et al.*, 2001). Las nectarinas son especialmente sensibles al daño de los trips.

Las hembras oviponen en los tejidos vegetales y las ninfas se desarrollan sobre los órganos aéreos de las plantas, completando el estado de pupa en el suelo.

El control químico se puede realizar con metiocarb o dimetoato. Se pueden aplicar al iniciarse la brotación o hinchado de yemas (según la especie). Cuando los frutos están formados es conveniente realizar pulverizaciones periódicas, hasta 15 días antes de la cosecha. Se recomienda el control de las plantas adventicias ya que en la estación fría los adultos se refugian en las malezas, desde donde reinician el ciclo e infectarán a los árboles frutales.

1.7. Avispas (*Vespula germanica*) (Hymenoptera, Vespidae)

Pueden causar daño a vid, frutales de carozo, níspero, cítricos, arándanos, y frambueso. En general, las avispas son insectos benéficos que alimentan a sus crías con néctar, polen y presas (artrópodos) que cazan y colocan en las celdas de los panales. Sin embargo, los adultos roen los frutos maduros de muchas especies permitiendo la entrada de enfermedades que causan la putrefacción de los mismos, pudiendo incluso desprender frutos pequeños que llevan a sus nidos.

El control biológico se puede realizar con el empleo de predadores o parasitoides identificados en varios países. El control químico puede ser directo sobre el nido (aéreo o en el suelo) para lo que es necesario encontrarlo observando el vuelo de las avispas. También se pueden colocar cebos tóxicos (atrayente+fipronil o atrayente+tiametoxam) que son recogidos por las obreras y llevados al nido provocando la mortalidad de las larvas. Se pueden hacer aplicaciones de tiametoxam en nidos. En Argentina no hay insecticidas registrados para el control de avispas.

Adelantar levemente la cosecha puede ser suficiente, en muchos casos, para evitar los daños directos sobre los frutos.

1.8. Chinchas (*Nezara viridula*) (Hemiptera, Pentatomidae)

Atacan numerosas especies cultivadas hortícolas y frutales, tales como arándanos, frutales de carozo, frutales de pepita, cítricos y frambueso.

Los adultos y las ninfas con el aparato bucal picador succionador producen puntuaciones y clorosis al succionar savia. Pueden provocar manchas y leves deformaciones en los frutos. Los daños son mayores en los frutos en formación. La población en las plantaciones frutales aumenta considerablemente en el otoño, al momento de la cosecha de la soja que ocupa grandes extensiones en Argentina.

Se han identificado enemigos naturales de las chinchas que contribuyen a disminuir su población. El control químico puede realizarse con insecticidas fosforados o neonicotinoides, aunque en Argentina no están registrados para esta plaga en frutales.

1.9. Bicho de cesto (*Oiketicus platensis*) (Lepidoptera, Psychidae)

Ataca cerezo, duraznero, ciruelo, manzano y peral, así como especies forestales y plantas ornamentales.

Posee una sola generación anual y sobrevive el invierno en forma de huevos dentro del canasto (Maugeri y Reyes, 2011).

Se alimenta de la corteza de los árboles y del parénquima de las hojas aunque puede también atacar tallos tiernos. Cuando roe los frutos produce deformaciones.

Tiene enemigos naturales importantes como aves (la cotorra), avispidas y moscas parásitas. Se recomienda arrancar los cestos aprovechando el momento de la poda. El control químico debe realizarse sobre las larvas pequeñas que salen del cesto a alimentarse. Se puede emplear cipermetrina, carbaril y fosmet.

1.10. Gorgojos de las raíces (*Naupactus* spp.) (Coleoptera, Curculionidae)

Afectan a cultivos de cítricos, kiwi y palto, y pueden ser también hospederos el frambueso, la frutilla y el arándano.

Los gorgojos adultos son de coloración opaca y hábitos aéreos. Se alimentan de hojas, brotes y ramitas. Los daños foliares no suelen ser importantes pues afectan sólo los márgenes de la lámina. Las larvas son ápodas y blanquecinas y se alimentan de las raíces, hábito alimenticio que se constituye en el principal daño en los cultivos. Poseen una sola generación anual.

Hay predadores y parásitos así como también hongos entomopatógenos que se pueden emplear para el control de esta plaga. El control químico se hace sobre los adultos cuando emergen del suelo. Por ende, las aplicaciones deben realizarse en la base del árbol. Se puede emplear metil azinfos realizando tratamientos semanales cuando se produce la emergencia de adultos. Pueden colocarse barreras tóxicas por medio de una cinta plástica adherida al tronco, la cual debe mantenerse impregnada con un insecticida. En Argentina no hay insecticidas registrados para esta plaga.

1.11. Cochinillas (Hemiptera, Coccoidea)

Las cochinillas son insectos pequeños que poseen aparato bucal picador-suctor, mediante el cual extraen savia de los tejidos vegetales. Suelen tener dimorfismo sexual y la reproducción, dependiendo de las especies, puede ser sexual, vivípara o partenogenética. La mayoría de las especies son ovíparas, siendo los huevos depositados bajo el cuerpo de la hembra, bajo el escudo (en las cochinillas cubiertas o con escudo), o envueltos en una masa algodonosa (cochinillas desnudas o descubiertas). Según la especie varía la cantidad de generaciones anuales.

Las especies de importancia agrícola son polífagas, alimentándose de diversos huéspedes, en su mayoría de plantas perennes, atacando diversos órganos, como hojas, ramas, troncos, y frutos. El control de las diferentes especies de cochinillas sigue los mismos criterios mencionados en este apartado.

Dentro de las cochinillas, las que se detallan a continuación son las especies que atacan a los frutales de la zona central de Santa Fe.

1.11.1. Piojo de San José [*Quadraspidiotus* = (*Diaspidiotus*) *perniciosus*] (Hemiptera, Diaspididae)

Afecta al manzano pero puede atacar alrededor de 2000 especies de árboles caducos.

Posee de dos a tres generaciones por año, las ninfas de la primera generación aparecen en la primera quincena de noviembre. Los escudos de esta cochinilla son de color gris, casi negro, lo que las hace más difícil de detectar que otras cochinillas. Las hembras paren ninfas de color claro que son la forma de dispersión de la plaga, trasladándose a otras ramas de la misma planta o hacia otros árboles.

Ataca la parte aérea de los frutales y si bien prefiere las partes leñosas (ramas y ramitas jóvenes) (Fig. 52a), también puede atacar frutos provocando la aparición de manchas anilladas de color rojizo, que disminuyen su valor comercial (Fig. 52b). Además de la succión de savia, inyectan saliva tóxica. Pueden provocar la muerte de plantas adultas si no se controla adecuadamente.

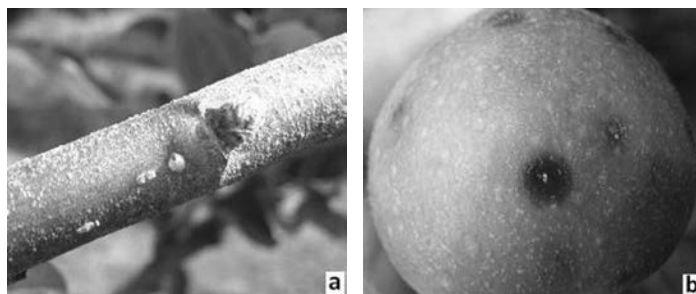


Figura 52. Ataque inicial de *Q. perniciosus* en ramas (a) y en frutos de manzano (b).

Se recomienda la aplicación invernal de aceite en los frutales de hojas caducas, mientras que en cítricos la aplicación debe efectuarse durante la estación de crecimiento. Las ventajas de este producto son su efectividad y selectividad. Cuando las infestaciones son altas, se deberá reforzar la aplicación de aceite en mezcla con insecticidas como clorpirifos, carbaril, dimetoato o metil azinfos (registrados para ese uso en Argentina) (CASAFE, 2012), aunque no son selectivos de enemigos naturales. En otros países se emplean imidacloprid, buprofezin y piriproxifen, que afectan menos la fauna benéfica.

1.11.2. Cochinilla blanca del duraznero (*Pseudaulacapsis pentagona*) (Hemiptera, Diaspididae)

Si bien es plaga clave del duraznero, también ataca a ciruelos, nogales, vides y planta ornamentales.

El escudo de las hembras es circular y de color castaño oscuro, casi negro, de aproximadamente 2 mm de diámetro, y por debajo se encuentra el cuerpo de color amarillo intenso. En los machos, el escudo es más alargado y el cuerpo es más pequeño que en la hembra, alargado y de color blanco.

El daño lo ocasionan por extraer savia, especialmente en los troncos, donde suelen formar densas colonias. También atacan a las ramas y a los frutos, produciendo en estos últimos una mancha rojiza con un halo blanco.

1.11.3. Cochinilla algodonosa (*Planococcus citri*) (Hemiptera, Pseudococcidae)

Esta plaga es una cochinilla sin escudo y afecta a caquis, granados, chirimoyos, guayabos y mangos, así como también a plantas ornamentales, pero es en los cítricos (naranja, limonero, mandarina y pomelo) donde produce grandes daños.

Ataca frutos, flores, hojas y ramas, donde además de los daños directos por la alimentación, segregan sustancias azucaradas que permiten el desarrollo de fumaginas que interfieren en la capacidad fotosintética de las hojas y la calidad comercial de los frutos, además de reducir el vigor general de las plantas (Ripa y Larral, 2008).

2. Plagas de origen animal de los frutales de carozo y pepita

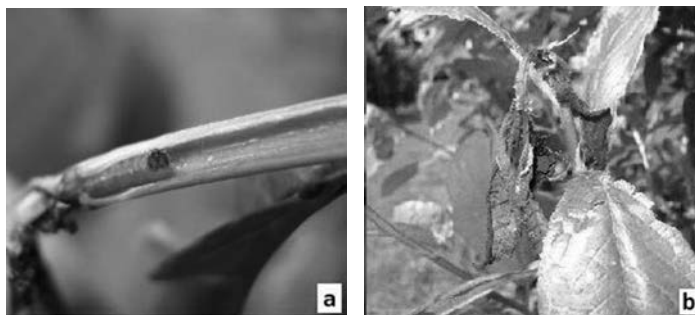
2.1. Gusano del brote del duraznero (*Cydia molesta*) (Lepidoptera, Tortricidae)

Es una de las plagas principales en las zonas donde se cultivan frutales de carozo y de pepita. Pueden afectar cerezo, duraznero, higueras, manzano, peral, ciruelo, damasco, membrillero, nectarina, nogal, almendro.

Posee de tres a cuatro generaciones anuales, que se superponen en los meses más calurosos (Cichón *et al.*, 2001). En el invierno se encuentran en forma de larva encapullada debajo de la corteza de los árboles, postes, leña o cajones de empaque. Finalizada la época fría, completan el ciclo y se transforman en mariposas.

El daño de las larvas de la primera generación aparece porque se desarrollan en el interior de los brotes y de las ramitas tiernas (Fig. 53a), ocasionando su marchita-

Figura 53. Larva de *C. molesta* (a), y daños en brotes tiernos de duraznero (b).



miento, con aspecto de quemado (Fig. 53b). Las generaciones posteriores atacan fundamentalmente a los frutos (son carpófagas). Inicialmente, las larvas muerden la epidermis, excavan galerías y luego se dirigen a las semillas.

Generan un exudado gomoso en el exterior. Pueden provocar la caída de los frutos. Finalizado el ciclo larval salen al exterior cavando nuevas galerías y transformándose al estado de pupa.

El control químico se realizará al observar daños en los brotes, antes de que pasen las polillas al fruto. Se hace aplicaciones utilizando cipermetrina, clorantraniliprole, deltametrina, fenitrotion, fosmet, metidation, metil azinfos, metomil o spinosad desde la caída de los pétalos cada 15 o 20 días (CASAFE, 2012). Se puede emplear el método de confusión sexual, con el empleo de feromonas colocadas en el huerto (dodecenil acetato) que impiden la copulación del macho por sobreabundancia de atrayente. Las feromonas pueden también emplearse como atrayentes para el monitoreo de la población

2.2. Gusano del manzano (*Cydia pomonella*) (Lepidoptera, Tortricidae)

A diferencia de la especie anterior, es considerada una plaga de los frutales de pepita atacando, en menor medida, a los de carozo.

La forma de resistencia invernal de esta polilla es como larva encapullada, permaneciendo resguardada en lugares protegidos. En la primavera aparecen los primeros adultos.

La hembra deposita los huevos en forma aislada o en pequeños grupos, sobre las hojas y los frutos; la larva recién nacida se alimenta inicialmente de las hojas por un corto periodo, luego penetra al fruto cavando galerías hasta llegar a las semillas de las que se alimenta. Para formar la pupa sale al exterior del fruto y busca lugares protegidos.

El momento más crítico para los cultivos es a partir del cuajado de los frutos. Los métodos de control son similares a los mencionados para *C. molesta*, presentando una mayor sensibilidad a los plaguicidas en el estado de huevo y durante los primeros estadios larvarios.

Como medidas culturales se recomienda realizar un seguimiento de los adultos, mediante trapeo con la feromona específica, a fin de obtener la curva de vuelo y determinar el momento más adecuado para los tratamientos químicos. También se recomienda, como medida para disminuir el número de individuos en las próximas generaciones, eliminar los frutos caídos que hayan sido atacados para evitar que la oruga salga del fruto y forme la pupa.

2.3. Pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*) (Heteroptera, Aphididae)

Afecta al duraznero y además a otros frutales como ciruelo, almendro, manzano, peral, membrillero y arándano, así como a frutilla y otras especies hortícolas (Recalde, 2008).

Este pulgón presenta formas ápteras de colores variables (verde claro, amarillo, rosado), que aparecen al principio del ataque, y aladas con la cabeza y el tórax oscuros que se observan al final del ciclo. Se agrupa en colonias en los brotes tiernos y al alimentarse de la savia provoca enrollamientos y malformaciones de las hojas (Fig. 54). En ataques severos provocan disminución del crecimiento de las plantas. En frutilla, suelen encontrarse sobre los brotes y en el follaje especialmente en las hojas basales.

El control químico se puede realizar con acetamiprid, clorantraniliprole, imidacloprid, pirimicarb y tiametoxam (CASAFE, 2012). Las aplicaciones deben comenzar al momento de la caída de los pétalos, cuando se observan los nacimientos de las primeras ninfas. Algunos autores señalan que el umbral de daño es de 3 a 10 % de brotes atacados.

Pueden existir otros tipos de pulgones que ataquen diferentes especies frutales, pero su control se asemeja a las recomendaciones mencionadas en este apartado.

3. Plagas de origen animal de los cítricos

3.1. Perro del naranjo (*Papilio thoas*) (Lepidoptera, Papilionidae)

Afecta principalmente a los limoneros y naranjos. Es una plaga común en las plantas cítricas de la provincia de Santa Fe, aunque es una plaga secundaria.

Las larvas de color oscuro forman grupos compactos en las hojas y los troncos. El adulto es una mariposa de gran envergadura alar de colores amarillo y negro. Los principales ataques se producen a partir de la primavera.

Los daños lo produce la larva al alimentarse de las hojas, llegando a producir defoliaciones importantes, especialmente en plantas pequeñas y en viveros.

En Argentina no hay insecticidas registrados para controlar esta plaga. En otros países, el control químico puede realizarse con aplicaciones de carbaril. También se emplea *Bacillus thuringiensis*.

3.2. Pulgón de los citrus (*Toxoptera citricida*) (Hemiptera, Aphidae)

Afecta a naranjos, mandarinos y limoneros. Es un pulgón pequeño de color marrón o negro, que se reproduce partenogénicamente durante todo el año.



Figura 54. Daño de *M. persicae* en brotes del duraznero.



Figura 55. Colonia de áfidos en hojas jóvenes de cítricos.

Prefiere alimentarse de los brotes terminales tiernos (Fig. 55), alimentándose de las hojas jóvenes y de las yemas florales, lo que produce su deformación. Cuando estos brotes se lignifican aumenta en las colonias la cantidad de individuos alados, que se dispersan por el monte frutal. Produce también daños indirectos como el desarrollo de fumaginas. Es además vector del virus que causa la “tristeza de los cítricos” (VTC). Si bien esta enfermedad inicialmente se trasmite a través de los injertos por el empleo de herramientas contaminadas, en la difusión posterior puede intervenir este pulgón.

El control puede realizarse con insecticidas sistémicos como imidacloprid aplicado al suelo o con aplicaciones al follaje. En Argentina, se recomienda esta última alternativa empleando dimetoato, diazinón, clorpirifos, fentión y metil demeton que se aplican al aparecer la plaga (CASAFE, 2012).

3.3. Mosca blanca (*Aleurothrixus floccosus*) (Hemiptera, Aleyrodidae)

Ataca naranjos, mandarinos, limoneros y pomelos. Son insectos pequeños de 2 mm, cubiertos de una secreción cerosa de color blanco. Se ubican fundamentalmente en el envés de las hojas, donde desarrollan su ciclo.

Los daños son producidos por los adultos y las ninfas que poseen aparato bucal picador, con el que perforan los tejidos. Las hojas atacadas se decoloran y luego adquieren un aspecto amarillento, pudiendo provocar su caída temprana. Producen también daños de tipo indirecto, al secretar melazas sobre las que se desarrollan fumaginas.

En Argentina sólo se pueden emplear aceites o mercaptotión para su control. Otros insecticidas que se utilizan en otros países son el buprofezin o el imidacloprid, que se aplican al follaje cuando se observan los primeros ejemplares de la plaga.

3.4. Ácaros de los cítricos

Varios ácaros pueden atacar a los cítricos, si bien su presencia en nuestra zona aún no reviste gravedad.

3.4.1. Ácaro de la lepra explosiva (*Brevipalpus obovatus*) (Acarida, Tenuipalpidae)

El ácaro de la lepra ataca limoneros, mandarinos, naranjos y pomelos y puede encontrarse también en vides. Es muy pequeño, de color anaranjado o rojo. Pasa el invierno como adulto y en la primavera se dirige a las yemas o brotes tiernos, ubicándose luego en el envés de las hojas.

Los síntomas que provoca en las plantas son manchas circulares castañas rojizas en ramas, hojas y frutos, que aparecen 30 a 60 días después de la infestación, y pudiendo ocasionar la caída de hojas y frutos. Las hojas se tornan primero plateadas, luego bronceadas, se enrollan (“acartuchan”) y luego caen. Las ramas y el tronco sufren descortezamiento. Además de los daños directos, puede ser vector del virus de la leprosis cítrica (CiLV).

Los productos registrados para el control de este ácaro son abamectina, aceite mineral, aldicarb, azufre, bromopropilato, cyhexatin, dicofol, dicofol + tetradifon, etion, oxidemeton metil, polisulfuro de calcio y spiroadiclofen (CASAFE, 2012). Los más eficientes son dicofol y spiroadiclofen que han demostrado un prolongado período de control (Aguirre y Cáceres, 2007).

3.4.2. Ácaro del tostado (*Phyllocoptruta aleivora*) (Acarida, Eryophyidae)

Es un ácaro muy pequeño (0,1 mm), de cuerpo alargado y color blanco-amarillento. El adulto posee solo dos pares de patas. Vive sobre las hojas, frutos y brotes. La hembra deposita los huevos sobre hendiduras. El ciclo de este ácaro es muy corto en condiciones de altas temperatura (7–8 días).

Los daños se producen al alimentarse de los frutos tiernos, y se manifiestan, en los naranjos, por un cambio de color, ya que la epidermis toma una coloración bronceada, mientras que, cuando los ataques se dan en el limonero produce un “plateado” característico.

3.4.3. Ácaro de las yemas o Ácaro de las maravillas

(*Eriopyes sheldoni* = *Aceria sheldoni*) (Acarida, Eryophyidae)

El adulto es muy pequeño, de cuerpo achatado y de color blanquecino, con dos pares de patas en la parte anterior. Este ácaro ataca las partes de la planta por donde surgen las flores o los brotes. Cuando el ataque se da en los brotes, estimula la aparición de brotaciones múltiples, mientras que cuando se produce en las yemas, los frutos sufren deformaciones severas. Afectan también a las flores, produciendo su caída y malformaciones. En las plantas chicas, producen retardo del crecimiento. En el verano pueden llegar a completar una generación en 15 días (Ripa y Larral, 2008).

Los síntomas son más severos en los limoneros, por tener yemas de mayor tamaño que proporcionan refugio, permitiéndoles además soportar las épocas de sequía y de temperaturas elevadas.

3.4.4. Ácaro blanco del limonero (*Polyphigotarsomerus latus*) (Acarida, Tarsonemidae)

El adulto es de cuerpo ovalado y de color blanco amarillento. Tiene una longitud de 0,2 mm, por lo tanto casi no puede ser visto a simple vista. De sus cuatro pares de patas, dos se encuentran desplazadas hacia la región anterior, otro par en la región media y un último par en la región posterior, muy delgadas, que no las utiliza para caminar.

El daño comienza en los frutos de 1,5 a 3,5 cm de diámetro ubicados preferentemente en el interior de las plantas, aunque se dispersan rápidamente favorecidos por el viento, el tránsito de las herramientas y otros insectos.

Los síntomas del ataque son la aparición de plateado, que aumenta de tamaño conforme crece el fruto. También ataca hojas donde produce deformaciones, decoloraciones y cicatrices. Cuando los ataques se dan en viveros produce detención del crecimiento de las plantas. Ataca preferentemente a los limoneros, aunque se lo cita también en naranjos, mandarinos y pomelos, además de otros frutales y plantas de jardín.

En Argentina estos ácaros pueden controlarse con abamectina, dicofol o bromopropilato. Las aplicaciones deben hacerse mientras dure la infestación. También puede utilizarse spirodiclofen (una vez al año, en octubre) (Cáceres y Aguirre, 2009).

3.5. Minador de las hojas de los citrus (*Phyllocnistis citrella*) (Lepidoptera, Gracillariidae)

Ataca principalmente naranjos, mandarinos, pomelos y limoneros. Es una plaga de reciente aparición en nuestro país, aunque en la actualidad se ha dispersado ocasionando severos daños. El adulto es un microlepidóptero de color blanquecino que se dispersa fácilmente favorecido por el viento. La hembra coloca los huevos en las hojas tiernas, próximos a la nervadura central.

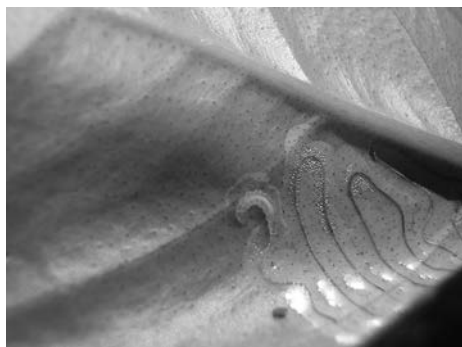


Figura 56. Daño del minador (*Phyllocnistis citrella*) en hojas de cítricos.

Los daños son causados por las larvas que perforan la epidermis de las hojas y se alimentan cavando galerías sinuosas (Fig. 56). En una misma hoja puede haber galerías ocasionadas por diferentes larvas. Las hojas atacadas se necrosan y caen. La pérdida de masa foliar disminuye la capacidad fotosintética de los árboles, y por ende su productividad. En ataques intensos pueden desarrollarse sobre hojas maduras, brotes e incluso sobre frutos recién formados. La formación de la pupa ocurre en el interior de las hojas, de donde nacen luego los adultos.

El control químico se lleva a cabo cuando se observan 0,7 larvas por hoja en las hojas jóvenes y cuando el porcentaje de superficie foliar afectada en nuevas brotaciones es mayor del 25 % (Flores, 2004). Los tratamientos suelen realizarse cada 15 o 20 días de noviembre a marzo que es la época de mayor ataque de la plaga (Salas *et al.*, 2006), siempre que haya hojas tiernas. Se puede emplear imidacloprid aplicado en el riego o sobre la corteza de los árboles o abamectina, aplicado preferentemente en brotes tiernos (Flores, 2004).

3.6. Cochinillas específicas de los cítricos

Además de las especies mencionadas, de hábitos polifitófagos, los cítricos poseen cochinillas específicas, dentro de las cuales se pueden mencionar:

3.6.1. Cochinilla roja australiana (*Aonidiella aurantii*) (Hemiptera, Diaspididae)

Si bien puede atacar olivos, se la considera como una de las principales plagas de los cítricos. El escudo de la hembra es marrón rojizo de aproximadamente 1,5 mm. En ataques severos producen caídas de hojas, frutas, disminución de los rendimientos y muerte de ramas y árboles jóvenes, además de la formación de grietas en la corteza y los frutos que atacan.

El control puede realizarse en primavera y verano con aceites minerales, carbosulfan, clopirifos, dimetoato, mercaptotón, al aparecer las ninfas. Es conveniente que transcurran entre 20 y 25 días entre los tratamientos.

3.6.2. Escama morada de los cítricos (*Lepidosaphes beckii*) (Hemiptera: Diaspididae)

Esta especie ataca exclusivamente a cítricos. El escudo de la hembra mide entre 2 a 4 mm, es alargado y curvado en forma de coma, de coloración castaño rojizo. Los daños que ocasiona son el debilitamiento y la deshidratación de las ramas donde se alimenta. Se adhiere a los frutos dificultando las tareas de limpieza y en ataques intensos provocan la caída.

En Argentina, no hay insecticidas registrados para esta plaga.

4. Plagas de origen animal de la frambuesa y la frutilla

4.1. Gorgojo de la frutilla (*Otiorhynchus sulcatus*) (Coleoptera, Curculionidae)

Puede atacar frutilla, frambueso, mora, arándano y tréboles. Los adultos miden 8–9 mm de color negro con manchas claras. Las larvas, de hábitos subterráneo son ápodas y de color blanquecino.

Las larvas causan los daños más severos ya que se alimentan de las raíces y rizomas, ocasionando síntomas de debilitamiento de las plantas (Del Río *et al.*, 2010). Los adultos, de hábitos nocturnos, consumen hojas y tallos apareciendo cortes semi-circulares característicos. En ataques severos, se puede producir la muerte de las plantas. Las actividades humanas (riego, labores culturales) favorecen su dispersión.

Debido al hábito de los estados inmaduros el control químico se dificulta. Se está investigando el uso de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Gerding *et al.*, 2000).

4.2. Gusano cortador (*Agrotis* sp.) (Lepidoptera, Noctuidae)

Son especies extremadamente polifitófagas. En frutales causan daños especialmente a la frutilla y al frambueso. Los adultos son mariposas nocturnas poco vistosas y de tamaño mediano. Depositán los huevos en la hojarasca. Las larvas al nacer permanecen en el suelo, causando los mayores daños a partir de la primavera. Poseen 3–4 generaciones anuales, que se suceden durante los meses de calor.

Las larvas se alimentan durante la noche, causando daños a las coronas de las plantas jóvenes. Durante el día permanecen ocultas a pocos centímetros de la superficie del suelo.

El control químico puede realizarse con imidacloprid cuando las infestaciones son elevadas. Conviene hacer los tratamientos al atardecer.

4.3. Babosa gris grande (*Deroceras reticulatum*) (Mollusca, Agriolimacidae)

Son especies extremadamente polifitófagas. En frutales causan daños especialmente a la frutilla y a la frambuesa. La babosa presenta colores variables desde el claro a pardo, llegando a 6 cm de longitud. El mucus que produce es de color blanco.

Los daños los causan especialmente en las frutas maduras, facilitando el ataque de otros insectos y de enfermedades. También pueden atacar la corona y las hojas (Recalde, 2008).

El control químico puede realizarse con meta acetaldehído con precauciones pues es un producto muy tóxico (Torres y Yañez, 1996).

4.4. Broca de la frutilla (*Lobiopa insulares*) (Coleoptera, Nitidulidae)

Es un coleóptero de hábitos alimenticios polífagos. Los adultos poseen el cuerpo achatado y son atraídos por los frutos maduros que no se han cosechado oportunamente, de los que se alimentan y es donde desovan y desarrollan las larvas. Cuando completan el ciclo, las larvas se dejan caer al suelo, donde forman la pupa. La duración del ciclo es relativamente corta, cuando las condiciones le son favorables. La forma de resistencia invernal es el adulto.

Es una plaga mencionada en los cinturones hortícolas de las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, causando severas pérdidas comerciales. Además de los daños directos ocasionados por la alimentación, las heridas que producen en los frutos sirven como puerta de entrada de hongos.

Entre las recomendaciones para su control se sugiere la recolección continua de frutos muy maduros o dañados, eliminar aquellos que no estén en condiciones de comercialización, realizar cosechas frecuentes, rotar los cultivos para evitar la supervivencia de la plaga, eliminar hospederos alternativos, entre otros (Guimañares *et al.*, 2009).

4.5. Burrito de la vid o gorgojo (*Naupactus xanthographus*) (Coleoptera, Curculionidae)
Ataca frutales del tipo “cherries” y “berries”. Los adultos son gorgojos pequeños de aproximadamente 1,5 cm, que viven en la parte aérea de las plantas. Las larvas son ápodas y de hábitos subterráneos. Poseen 1 sola generación anual.

Los adultos se alimentan de hojas, brotes tiernos, flores y frutos, mientras que las larvas son rizófagas, causando daños durante los meses de invierno, primavera y verano, época en la que emergen los adultos.

El control químico se hace con aplicaciones al follaje para el control de adultos empleando azinphos metil. La población de larvas puede disminuirse con aplicaciones a la corona de imidacloprid. No hay productos registrados en Argentina.

4.6. Siete de oro o Astilo moteado (*Astylus astromaculatus*) (Coleoptera, Melyridae)
Las larvas de este coleóptero son de color marrón rojizo, están cubiertas de largos pelos, son de hábitos terrestres y se alimentan de semillas o de la base de los tallos.

Los adultos presentan el abdomen de color negro, mientras que el tórax y el primer par de alas son amarillos con manchas negras. Comienzan a aparecer en diciembre, aunque los principales picos poblacionales se observan de enero a marzo. Aparecen en gran cantidad sobre las flores, ya que se alimentan de polen. Su presencia se registra en numerosos cultivos, especialmente “cherries” y “berries”, aunque su importancia económica como plaga, no está bien definida.

5. Plagas de origen animal en la higuera

La higuera es atacada por plagas comunes a otros cultivos como los ácaros y los trips, ya mencionados, pero además posee plagas específicas y dentro de ellas se pueden mencionar:

5.1. Cochinilla gris de la higuera (*Ceroplastes rusci*) (Hemiptera, Coccidae)

Además de la higuera y otros ficus, puede llegar a afectar a los cítricos. El adulto es una cochinilla grande que puede llegar a medir aproximadamente 5–6 mm. Es de coloración blanca con placas piramidales. Las ninfas comienzan a nacer en primavera, instalándose inicialmente en el envés de las hojas, para luego, cuando llegan a adultos atacar las ramas e incluso los frutos. Pasa el invierno como adulto.

Los daños que producen son directos, al alimentarse provocando el debilitamiento de la planta, e indirectos, ya que favorecen el desarrollo de fumaginas.

El control puede realizarse con reguladores de crecimiento como piriproxifen, aplicado en primavera cuando comienzan a nacer las ninfas y antes que se instalen. Además, debe procurarse un adecuado estado general de las plantas, ya que ésta plaga ataca preferentemente a los árboles debilitados.

5.2. Taladros y taladrillos (*Hypoborus ficus*) (Coleoptera, Scolytidae)

Esta especie es una plaga exclusiva de la higuera, aunque solo reviste importancia en árboles debilitados y en plantaciones descuidadas, por falta oportuna de podas o por ataques de otras plagas.

5.3. Mosca del higo (*Lonchaea aristella*) (Diptera, Lonchaeidae)

Las larvas se desarrollan exclusivamente sobre los frutos de las higueras, tanto silvestres como cultivadas ocasionando, en estas últimas, pérdidas de su valor comercial.

Se combate utilizando mosqueros con cebo o proteínas hidrolizables mezclado con malatión o fentiión.

6. Plagas de origen animal de plantas ornamentales

En cultivos de flores y follaje de corte las plagas más importantes son polifitófagas, es decir, que atacan varias especies de ornamentales.

6.1. Minador de hojas (*Liriomyza trifolii*) (Diptera, Agromyzidae)

Las hospederas son gerbera (*Gerbera jamesonii*), lisianthus (*Eustoma ruselianu*) y girasol (*Helianthus annuus*).

Los adultos son pequeñas moscas de 2 mm con manchas amarillas. Las larvas se desarrollan dentro de las hojas formando galerías que aumentan de tamaño según la larva crece. El adulto produce unos puntos blanquecinos sobre las hojas cuando coloca los huevos sobre las mismas.

La disminución de la superficie foliar causada por las galerías disminuye la fotosíntesis, retrasando la producción, perjudicando la calidad de la vara, y por lo tanto depreciando su valor comercial.

Para controlar el minador se puede emplear abamectina.

6.2. Trips (*Frankliniella occidentalis*) (Thysanoptera, Thripidae)

Causan daños graves en flores de corte de gerbera (Bado y Valvarrosa, 1999) aunque también en otras especies florales, tanto en invernadero como al aire libre (Katayama, 1997). Los adultos y las larvas producen severos daños raspando y succionando el fluido de las células que se encuentra en la superficie de los pétalos, originando vetas y decoloraciones visibles (manchas de color gris–plateado), como también la necrosis de los pétalos, provocando grandes pérdidas económicas por merma de calidad del producto.

El control químico se ha señalado al inicio de este capítulo.

6.3. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) (Hemiptera, Aleyrodidae)

Las hospederas son Gerbera (*Gerbera jamesonii*), Lisianthus (*Eustoma ruselianu*) y girasol (*Helianthus annuus*).

Las larvas y adultos se alimentan de las hojas y segregan una melaza sobre la que se desarrolla un moho (fumagina) que forma manchas, disminuyendo la fotosíntesis. Afecta a los pedúnculos y a las flores, limitando su comercialización.

Los productos que pueden ser utilizados en el control de estos insectos son: cipermetrina y diazinon. También se pueden emplear neonicotinoides como acetamiprid o tiametoxam, pero no están registrados en Argentina para cultivos florales.

6.4. Arañuela roja (*Tetranychus urticae*) (Acarina, Tetranychidae) y ácaros blancos (*Polyphagotarsonemus latus*), (*Tarsonemus pallidus*) (Acari: Tarsonemidae)

La arañuela roja se desarrolla en el envés veloso de las hojas de la gerbera, así como en casi todas las especies de flores y follajes de corte. Los ácaros blancos son relevantes en gerbera.

La arañuela roja provoca manchas localizadas a lo largo de las nervaduras principales, que finalizan afectando a toda la superficie foliar (Fig. 57). La actividad de este ácaro se favorece por condiciones ambientales cálidas y secas. A mitad de primavera, las poblaciones aumentan, manteniéndose elevadas hasta mediados de otoño. Su ataque decolora el follaje, disminuyendo su calidad.



Figura 57. Daño de arañuela roja en hojas de gerbera.

Los ácaros blancos oviponen sobre las hojas jóvenes del centro de la planta y en

los botones florales. Pueden ocasionar deformaciones de los bordes del limbo, plegamiento hacia el haz o el envés, engrosamiento del limbo que lo torna quebradizo. Las larvas ocasionan deformaciones de las lígulas, torsiones de la flor y reducción de su desarrollo perimetral. El grado de deformación es función de la densidad poblacional.

Para el control se puede emplear abamectina, dicofol, propargite y bifentrin. Las aplicaciones deben hacerse mientras dure la infestación. En Argentina, los acaricidas registrados para florales son abamectina, dicofol y aceites acaricidas (CASAFE, 2012).

6.5. Pulgones (*Aphis* sp.) (Hemiptera, Aphididae)

Son plagas frecuentes en los cultivos de flores. Durante la mayor parte del año, las hembras generan varias progenies por lo que el tamaño de la colonia puede aumentar en pocos días.

Son insectos picadores que succionan la savia de las plantas. Se encuentran en las hojas y a lo largo de flores y de los nuevos brotes. Pueden provocar malformaciones en flores, hojas, yemas y brotes; llegando a producir la caída de flores y hojas. Producen sustancias azucaradas que favorecen la aparición de otros patógenos. En algunos casos pueden transmitir enfermedades.

Para su control pueden utilizarse acefato, etiofencarb, fosfamidón, imidacloprid, metamidofos, pirimicarb, malatión, metomil e insecticidas del grupo de los piretroides. En Argentina están registrados la cipermetrina, diazinon y mercaptotión (CASAFE, 2012).

Bibliografía

- Aguirre, M.R.A. y Cáceres, S.** (2007). "Control de leprosis en naranja Hamlin en Bella Vista, Corrientes". *XVIII Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas y de Extensión*. Corrientes: Universidad Nacional del Nordeste.
- Bado, S.G. y Valvarrosa, A.** (1999). Plagas del cultivo de Gerbera bajo invernáculo. *Revista Produciendo*, 51, 60–64.
- Cáceres, S. y Aguirre, A.** (2009). "Manejo de la leprosis a través del control de los vectores e impacto económico en Argentina". *Taller Internacional sobre plagas cuarentenarias de los cítricos*, Méjico.
- CASAFE (Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes).** (2012). *Guía de Productos Fitosanitarios*, Buenos Aires, Argentina: Editorial CASAFE.
- Cerda, J.J.; Mendoza, M.; Santiago, J.; Nieto, F. y Cortez, S.** (1999). "Combate químico de malezas en manzano (*Pyrus malus* L.): coadyuvantes". *Agronomía mesoamericana*, 10, 7–15.
- Cichón, L.I.; Fernández, D.E. y Raffo, D.** (2001). "Carpocapsa, la plaga clave, de manzanos y perales del Valle". *Revista IDIA XXI*, 1, 96–99.
- Del Río, M.G.; Klasmer, P. y Lanteri, A.A.** (2010). "Gorgojos (Coleoptera: Curculionidae) perjudiciales para frutos rojos en la Argentina". *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69, 101–110.
- Ferragut, F. y Santonja, M.C.** (1989). "Taxonomía y distribución de los ácaros del género *Tetranychus* Dufour 1832 (Acari: Tetranychidae), en España". *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 15, 271–281.
- Flores, P.C.** (2004). "Minador de la hoja de los citrus, una plaga de reciente aparición en Argentina: características de la plaga y su control". *Revista Agromensajes*, 12, 22–25.
- Gerding, M.G.; France, A. y Cisternas, E.** (2000). "Evaluación de cepas nativas de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* sobre *Otiorynchus sulcatus* Fab. (Coleoptera: Curculionidae)". *Agricultura Técnica*, 60, 216–223.
- Giayetto, A.** (2009). *Aves en los montes frutales*. Fruticultura & Diversificación N° 59. General Rocca, Argentina: Editorial INTA Alto Valle.
- Guimañares, J.A.; Filho, M.M.; Pires de Mello Ribeiro, M.G.; Setti De Liz, R. y Moraes Rocha Guedes, I.** (2009). *Ocorrência e manejo da broca-do-morangueiro no Distrito Federal*. Comunicado Técnico 74. Brasil: Embrapa.
- Insuasty, O.B.; Cuadros Martínez, J.; Monro, R.R. y Bautista, J.D.** (2007). "Manejo integrado de moscas de la fruta de la Guayaba (*Anastrepha* spp.)" [en línea]. Santander, Colombia: Editorial Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Consultado el 29 de febrero de 2012 en <<http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Publicaciones/ManejoIntegradodeMoscas.pdf>>.
- Katayama, H.** (1997). "Effect of temperature on development and oviposition of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande)". *Japanese Journal of Applied Entomology & Zoology*, 41, 225–231.
- Maugeri, F.G. y Reyes, M.M.** (2011). "Evidencias de destrucción del bicho de cesto (*Oiketicus platensis*) (Lepidoptera: Psychidae) por parte de la cotorra común (*Myiopsitta monachus*)" *Nuestras Aves*, 56, 28–30.
- Recalde, J.** (2008). "Guía de reconocimiento de animales perjudiciales en cultivos frutales" [en línea]. Esquel, Argentina: Editorial EEA INTA Esquel. Consultado el 27 de marzo de 2012 en <<http://anterior.inta.gov.ar/esquel/images/publicaciones/plagasfrutales.pdf>>.

Ripa, R. y Larral, P. (2008). "Manejo de plagas en paltos y cítricos" [en línea]. Chile: Editorial INIA. Consultado el 31 de octubre de 2012 en <http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa_Chapter_08g.pdf>.

Salas, H.; Goane, L.; Casmuz, A. y Zapatiel, S. (2006). "Control del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton en plantas de limonero en vivero con insecticidas sistémicos". *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 83, 1–8.

Sánchez, M.Y.; González, H.J.; Mojica-Guzmán, A. y Anaya, S. (2001). "Trips (Insecta: Thysanoptera) asociados a frutales de los estados de México y Morelos, México". *Folia Entomológica Mexicana*, 40, 169–186.

Torres, A.N. y Yañez, C. (1996). "Evaluación de técnicas de control de babosas (Mollusca: Pulmonata) en fresas y hortalizas en zonas altas del estado de Táchira". *Agronomía Tropical*, 48, 291–303.

Vittar, F. y Cuezco, F. (2008). "Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la provincia de Santa Fe, Argentina". *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 67, 175–178.

Capítulo 10

Manejo de enfermedades

1. Enfermedades comunes a todos los frutales

1.1. Podredumbres de raíces, cuello, frutos y gomosis

En los cítricos estas enfermedades están causadas por *Phytophthora citrophthora* y *P. nicotianae* (= *P. parasitica*), que ocasionaron hace muchos años en Argentina el cambio de pie de injerto naranjo dulce (susceptible) por naranjo amargo (tolerante) (Fabbiani *et al.*, 1996). En papaya, *Phytophthora palmivora*, causa podredumbre en raíces y frutos, y es la enfermedad más destructiva y limitante que se presentó hasta ahora en la región central de Santa Fe. En frutales de pepita y carozo, *Phytophthora cactorum*, *P. syringae*, *P. cambivora* y *P. cryptogea* causan enfermedades similares. En duraznero se han identificado patógenos de los géneros, *Pythium sp.* y *Fusarium sp.*, causando la misma sintomatología (Tuset, 2000a).

Síntomas: consisten en una pudrición y muerte de las raíces. Los tejidos corticales de la base de los tallos y de las raíces se deshidratan gradualmente afectando solo la corteza, sin afectar al tejido leñoso. Esta sintomatología se evidencia a pocos centímetros debajo del suelo donde los tejidos mencionados aparecen como podridos. En la parte aérea se observa que el follaje se vuelve amarillo y hay una pérdida de turgencia de las hojas y secamiento de las ramitas, con una muerte súbita de la planta. El amarillamiento de las hojas, o las nervaduras cloróticas se pueden confundir con la carencia de nutrientes, aunque exista disponibilidad de los mismos en el suelo.

Epidemiología: estos hongos son activos en suelos muy húmedos y con drenaje pobre, especialmente en los arcillosos, como los existentes en la región central de Santa Fe. En estas condiciones se produce la germinación de las clamidosporas que dan lugar a esporangios, los cuales germinan directamente dando lugar a espo-

rangiosporos, o liberan abundantes zoosporas móviles. Tanto el esporangio como la zoospora, una vez fijados a la corteza producen un tubo germinativo corto que penetra en los tejidos de la planta. El micelio coloniza el espacio intercelular del tejido cortical y lo destruye (Tuset, 2000a; Tuset, 2000b). Se adaptan a un amplio rango de temperatura, aunque las óptimas son las comprendidas entre 18 a 24 °C para *P. nicotianae*, *P. cactorum*, *P. syringae*, *P. cambivora* y *P. cryptogea* (Tuset, 2000a; Tuset, 2000b), y 27–30 °C para *P. palmivora* (Nelson, 2008).

Manejo: el manejo de las podredumbres de raíces, del cuello y gomosis se realiza mediante medidas integradas: **a)** usar pies de injerto o variedades tolerantes cuando éstos existan, **b)** realizar los injertos de variedades de copa susceptibles a una altura mayor de 20 cm del suelo, **c)** en zonas con relieve plano–cóncavo que favorece el encharcamiento, los árboles deben ser plantados en lomos, **d)** evitar causar heridas a las raíces y tronco. Para el caso de los cítricos se consideran portainjertos tolerantes el naranjo amargo, *Poncirus trifoliata* y sus híbridos (citranges) y el citrumelo (Agostini *et al.*, 1991; Graham, 1995).

El control químico puede realizarse con aplicaciones preventivas de fungicidas (derivados del cobre, ditiocarbamatos, ftalamidas) en la base de la planta, para bloquear la germinación de los esporangios y de las zoosporas, tanto cuando se prevean importantes lluvias como cuando se observan los primeros exudados (Tuset, 2000b). También existen fungicidas sistémicos que deben ser aplicados a las hojas, como el fosetil–Al; o al suelo, como el fosetil–Al y el metalaxil (Nelson, 2008; Timmer *et al.*, 1998).

2. Enfermedades de los cítricos

2.1. Mancha negra de los cítricos (*Guignardia citricarpa* Kiely; anamorfo *Phyllosticta citricarpa* McAlpine)

Síntomas: se desarrollan manchas negras y picnidios en los frutos y ocasionalmente en las hojas de limonero (Kotzé, 2000). Afecta principalmente a frutos de limoneros, por lo cual no constituye un problema grave en los mandarinos y naranjos cultivados en la zona central de Santa Fe, aunque pueden llegar a observarse síntomas.

Epidemiología: las ascosporas son liberadas de los peritecios que se desarrollan en las hojas caídas y que constituyen el inóculo primario (Baayen *et al.*, 2002). La producción de ascosporas requiere de condiciones cálidas y húmedas (Kotzé, 2000). El período crítico para la infección comienza en el establecimiento de frutos y dura por 4–5 meses. Los síntomas aparecen luego de un período de latencia.

La Unión Europea y los Estados Unidos consideran a esta enfermedad como un serio riesgo fitosanitario y han regulado la importación de fruta, por lo cual el SENASA realiza inspecciones y rechaza toda partida en cuya fruta se detecte esta enfermedad

o alguna de las enfermedades consideradas cuarentenarias en “la UE y mercados con similares restricciones cuarentenarias” (SENASA, 2006).

En limoneros cultivados en Tucumán, además se ha detectado la presencia de otra especie, *Guignardia mangiferae* (anamorfo *Phyllosticta capitalensis*) que no es cuarentenaria, debido a su distribución cosmopolita (Fogliata *et al.*, 2011).

Manejo: la estrategia de manejo de la mancha negra de los cítricos se basa principalmente en la protección química durante el período susceptible mediante el uso de fungicidas, entre los cuales se pueden mencionar los cúpricos, ditiocarbamatos, bencimidazoles y recientemente, las estrobilurinas (Fogliata *et al.*, 2011).

2.2. Sarna de los cítricos (*Elsinoe fawcettii* Bitancourt & Jenk.; anamorfo *Sphaceloma fawcettii* Jenk.); (*Elsinoe australis* Bitancourt & Jenk.; anamorfo *Sphaceloma australis* Bitancourt & Jenk.)

En Argentina están presentes dos tipos de sarna en cítricos: la sarna de los citrus causada por *Elsinoe fawcettii*, que tiene varios patotipos y afecta hojas y frutos; y la sarna del naranjo dulce, causada por *Elsinoe australis*, que infecta sólo frutos de naranjos dulces y mandarinos y ha sido reportada exclusivamente en Sudamérica.

Síntomas: en las hojas tiernas se evidencian protuberancias circulares minúsculas sobre el lado superior de la lámina, y una depresión en el lado opuesto de la misma, que luego provoca una deformación de la hoja (Bitancourt y Jenkins, 1937). A medida que se desarrolla el fruto, se producen pequeñas pústulas circulares que luego confluyen en manchones que se resquebrajan con el aumento de tamaño del fruto. Los frutos muy atacados pueden caer al poco tiempo de haber sido afectados (Bitancourt y Jenkins, 1937). Generalmente la enfermedad no afecta el rendimiento pero ocasiona serios efectos en la apariencia externa del fruto (Agostini *et al.*, 2003), además de ser una enfermedad cuarentenaria para la exportación.

Epidemiología: el inóculo consiste en los conidios que son producidos en la superficie de las lesiones en hojas, ramas y frutos y luego son esparcidos por las lluvias (Timmer, 2000). Sólo los tejidos jóvenes son susceptibles a la infección. Las hojas pueden ser infectadas hasta que llegan a la mitad de su expansión, y el fruto es susceptible durante alrededor de 6–8 semanas luego de la caída de pétalos (Timmer, 2000). El rango de temperaturas óptimas para la infección y desarrollo de síntomas es de 23,5 a 27,0 °C y el período de mojado mínimo es de 2,5 a 3,5 h a esas temperaturas (Agostini *et al.*, 2003).

Existen diferentes grados de susceptibilidad de las especies y variedades de cítricos a la sarna, pero dado que no se han determinado aún los patotipos de *E. fawcettii* que están presentes en las áreas productoras de cítricos, es difícil selec-

cionar qué variedades plantar (Timmer, 2000). En la zona central de Santa Fe, las mandarinas del grupo Satsuma son las que mayores daños presentan.

Manejo: el manejo de la sarna de los cítricos se realiza fundamentalmente mediante control químico. Las aplicaciones de productos cúpricos que se usan para manejar la cancrrosis en general coinciden con las que deben aplicarse para controlar la sarna. Conviene realizar la primera aplicación antes de la floración, luego realizar dos aplicaciones más durante la caída de pétalos y la última cuando los frutos tienen 1 cm de diámetro (Timmer, 2000). También pueden usarse otros productos de contacto como los ditiocarbamatos y complementar con fungicidas del grupo de las estrobilurinas, carbendazim y benomil.

2.3. Cancrosis bacteriana de los citrus (*Xanthomonas citri* subsp. *citri* ex Hasse)

Síntomas: se manifiestan lesiones crateriformes rodeadas por un margen acuoso en hojas, frutos y ramas (Fig. 58).

Puede reducir drásticamente los rendimientos del cultivo causando defoliación en cultivares susceptibles y caída prematura de frutos. No obstante, las consecuencias más serias surgen del impacto de las restricciones a la comercialización internacional de frutas ya que se considera una enfermedad cuarentenaria (Gottwald *et al.*, 2002). Hacia 1990, luego de algunos intentos de erradicación que se efectuaron durante un período de 20 años, se consideró a la enfermedad como endémica del Litoral argentino (Canteros, 2001). El Noroeste argentino permanecía libre hasta el año 2002, cuando se detectó la enfermedad. En la zona central de Santa Fe, es una de las enfermedades más prevalentes.

Epidemiología: la bacteria infecta frutos, hojas y ramas (Gottwald *et al.*, 2002), y la temperatura óptima para el desarrollo de los síntomas se sitúa entre los 28 y 30 °C. Las infecciones de las hojas ocurren principalmente vía estomas y heridas causadas

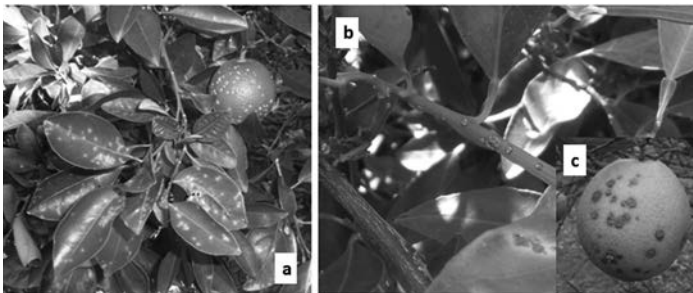


Figura 58. Síntomas causados por *Xanthomonas citri* subsp. *citri* en naranjo 'Navelate'. Lesiones en hojas y frutos inmaduros (a), cancrros en ramas (b), cancrros en frutos maduros (c).

por tormentas, poda, o por el minador de los citrus (*Phyllocnistis citrella*) (Gottwald *et al.*, 2002). Las lluvias que causan la acumulación de agua en los tejidos de las hojas y ramas, sumadas a velocidades de viento superiores a 30 km h⁻¹, facilitan la penetración de la bacteria a través del poro estomático. Las hojas que se han expandido en un 50 a 80 % de su tamaño definitivo son las más susceptibles a las infecciones estomáticas, mientras que el período más crítico para la infección en frutos es durante los noventa días posteriores a la caída de pétalos (Graham *et al.*, 1992).

Manejo: cuando la enfermedad es considerada endémica, como en Argentina, deben ponerse en práctica programas de manejo integrado que consisten en la selección de variedades poco susceptibles, producción de plantas libres de la enfermedad en viveros, en combinación con pulverizaciones con productos cúpricos y prácticas culturales como plantación de cortinas rompevientos cada 2–4 ha, control del minador de los cítricos, y saneamiento de herramientas y equipos. Actualmente es posible producir lotes libres de síntomas para superar las restricciones cuarentenarias (Canteros, 2001).

Los cultivares resistentes son la mejor solución a largo plazo para el manejo de la cancrrosis. Entre los cultivares de naranja y mandarina adaptados a la zona central de Santa Fe, se ha notado a campo una gran diferencia en susceptibilidad varietal. Las naranjas del grupo 'Navel' muestran una mayor incidencia y severidad de cancrrosis que las naranjas blancas, como los cvs. 'Valencia late' y 'Salustiana'; mientras que entre las mandarinas, el cv. 'Clemenules' muestra síntomas de enfermedad en hojas pero no en frutos, y 'Okitsu' prácticamente no muestra síntomas (Favaro *et al.*, 2014).

2.4. Huanglongbing (HLB) *Candidatus liberibacter asiaticus*, *C. I. americanus*, y *C. I. africanus*

Esta enfermedad es una de las más graves que afectan actualmente a los cítricos. Ha destruido grandes producciones en Asia y África, fue detectada en Brasil en 2004 y en Florida en 2005. Afortunadamente, Argentina está libre de esta enfermedad, pero su cercanía con las áreas productoras de cítricos de Brasil la coloca en una situación de riesgo. Está asociada a tres bacterias fastidiosas de floema. En Brasil están presentes *C. I. asiaticus* y *C. I. americanus* que son diseminadas en el campo por el psílido *Diaphorina citri* (Ayres *et al.*, 2008), vector que está presente en las principales zonas productoras de cítricos de Argentina (Bové, 2006).

Síntomas: todas las especies comerciales de citrus y cultivares son sensibles a HLB. Al comienzo de la infección el ataque es generalmente sectorial y los síntomas aparecen en una sola rama. Los síntomas incluyen hojas moteadas asimétricamente, frutas deformes, más pequeñas y con inversión de coloración, semillas abortadas, caída de hojas y frutos y muerte de brotes (Ayres *et al.*, 2008; Bové, 2006).

Manejo: esta enfermedad aún no ha sido controlada con éxito en ninguna parte del mundo (Bové, 2006). Por lo tanto, el manejo de HLB implica prevenir que las plantas se infecten. El control preventivo de HLB está basado en dos principios: a) control del insecto vector, y b) erradicación de las plantas infectadas sobre las cuales el insecto vector se infecta (Bové, 2006). En nuestro país, lo más importante es el monitoreo continuo de las plantaciones, y más importante aún, la detección de la presencia de la bacteria en el insecto vector por técnicas de biología molecular, lo que permite adelantarse a la infección. Además, es imprescindible plantar árboles certificados.

Para mantener a la Argentina libre de esta enfermedad, el SENASA declaró el alerta fitosanitario por medio de la resolución N° 458/2005 que obliga a denunciar la presencia de síntomas de la enfermedad. Entre las últimas medidas vinculadas a la lucha contra el HLB figuran la adopción obligatoria del sistema de producción de plantas cítricas bajo cubierta a partir del año 2011 (Resolución N°930/09 de SENASA) y la prohibición de la producción, plantación, comercialización y transporte del Mirto (*Murraya paniculata*), un árbol ornamental emparentado con los cítricos que es hospedante del HLB (Resolución N°447/09 de SENASA). En el año 2009, se declaró la Emergencia Fitosanitaria con respecto al Huanglongbing en todo el territorio del país (Resolución N°959/09 de SENASA).

2.5. Enfermedades causadas por virus y viroides en cítricos

2.5.1 Psorosis (*Citrus psorosis virus*, CPsV)

Es una enfermedad que se halla distribuida en todo el mundo, probablemente debido al movimiento incontrolado de material vegetal enfermo sin síntomas, dado que éstos tardan al menos diez años en manifestarse (Guerri, 2000).

Síntomas: el desarrollo de la enfermedad es lento, la manifestación de síntomas incluye descamaciones en la corteza de los troncos, manchas que se asemejan a pinceladas en las brotaciones jóvenes, gomosis en el xilema que provoca una mala circulación de savia y un gradual decaimiento que lleva a la muerte de las ramas afectadas (Zanek *et al.*, 2006). La mayoría de las especies de cítricos se infectan, si bien sólo algunas de ellas muestran los síntomas. Las especies más sensibles a la descamación son los naranjos dulces, los pomelos y las mandarinas. Los limoneros y naranjos amargos se infectan pero no muestran los síntomas (Guerri, 2000).

Epidemiología: se propaga principalmente por yemas infectadas (Zanek *et al.*, 2006). En Argentina, Uruguay y Texas se ha observado que existe una dispersión natural de la enfermedad en el campo, pero se desconoce cuál es el vector.

Manejo: el manejo de psorosis se basa en plantar árboles certificados, producidos por microinjerto de ápices caulinares que se preparan con yemas libres de virus.

2.5.2. Otros virus y viroides

Entre las enfermedades causadas por virus, la tristeza de los cítricos (*Citrus Tristeza Virus*, CTV), causó la desaparición de 18 millones de árboles en nuestro país cuando el pie de injerto más usado era el naranjo agrio (Cambra y Moreno, 2000). Luego de una reconversión a pies de injerto tolerantes, en el NEA predomina el uso de *Poncirus trifoliata* como pie, y en el NOA los híbridos de *Poncirus* (los citranges) y el mandarina Cleopatra, con lo cual se consigue manejar con éxito la enfermedad. Por otro lado, los viroides que causan la Exocortis (*Citrus exocortis viroid*, CEVd) y la Cachexia (variante específica del *Hop stunt viroid*, HSVd) están presentes en casi todas las regiones productoras de cítricos del mundo y aunque no son enfermedades importantes, representan un riesgo potencial (Figuerola *et al.*, 2010). El manejo de los virus y viroides en general se basa en la plantación de árboles certificados, libre de virus y en la desinfección de herramientas de poda. En el caso de ser posible, también pueden elegirse las variedades de copa y pie resistentes.

3. Enfermedades del manzano y duraznero

3.1. Cancro del manzano y del duraznero (*Botryosphaeria dothidea* (Moug.))

Síntomas: comienzan en las lenticelas produciendo pequeñas áreas necróticas, la corteza adquiere un color marrón anaranjado y se desprende (Fig. 59a). Posteriormente se forman canchros bien definidos de color café oscuro en las ramas de árboles jóvenes, provocando la muerte parcial o total de los órganos afectados. Los tejidos necróticos presentan una textura áspera debido a las protuberancias que aparecen sobre ellos (Fig. 59b). En frutos las lesiones comienzan como pequeñas manchas hendidas, rodeadas de un halo rojizo, alcanzando la zona carpelar y eventualmente comprometiendo todo el fruto, que se momifica manteniéndose pendiente en la planta o cayéndose (Fig. 59c) (Bonaterra, 2000; Schnabel *et al.*, 2006). En nuestra zona se manifiesta con mayor agresividad en los troncos y en las ramas principales de manzanos, el desarrollo de los canchros es inusual y su tamaño llega a afectar la viabilidad y longevidad de las plantas. Se manifiestan como hinchazones o abultamientos muy grandes en la capa de suber con una longitud que supera los 20 cm. En el centro se observa una grieta central que descubre tejido necrosado. Estas lesiones se ubican a lo largo de las líneas de descorche, con un desarrollo muy pobre de la capa de súber que queda rodeada por los abultamientos. El área presenta un aspecto aplanado que en muchos casos rodea al tronco ocasionando la muerte de la planta. Se detectó en cvs. 'Caricia', 'Princesa' y 'Eva' de manzano y cvs. 'Hermosillo' y 'Flor-dastar' de durazneros (Fig. 59d) (Rista *et al.*, 2011).

Epidemiología: presentan fructificaciones asexuales en forma de picnidios. Las estructuras de reproducción sexual son peritecios inmersos en el tejido cortical afectado procedentes de los troncos de manzanos y durazneros. Ascosporas y conidios

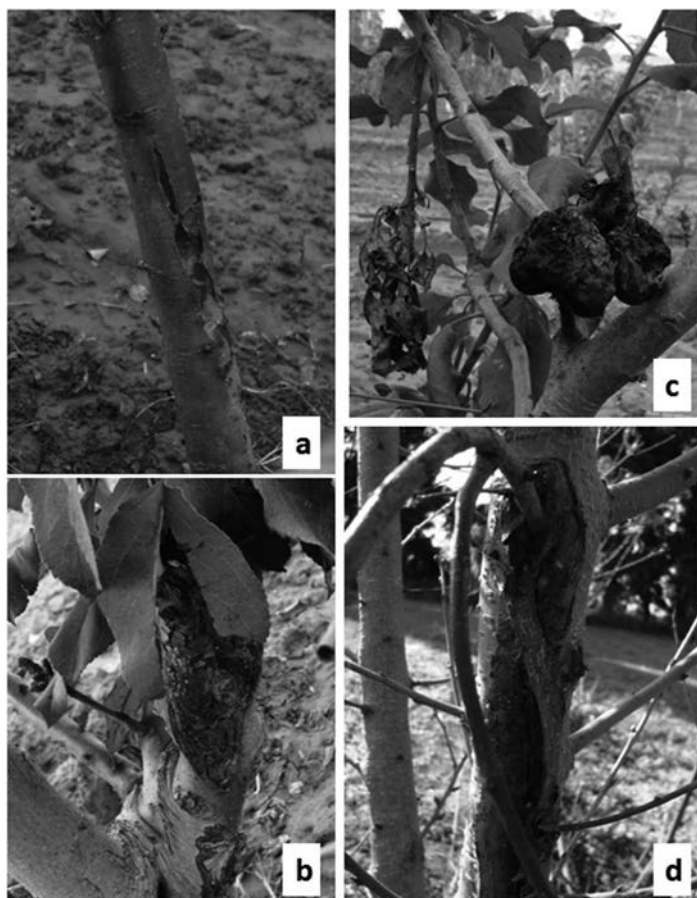


Figura 59. Síntomas causados por *Botryosphaeria* en frutales de pepita y carozo. Lesiones iniciales en ramas de manzano (a), formación de canchros en tronco de manzano (b), momificado de frutos de manzano (c), formación de canchros en tronco de duraznero (d).

son producidos durante toda la temporada, necesitando temperaturas entre 28 y 32 °C para una infección rápida. Sobreviven durante el invierno en canchros, corteza muerta colonizada y frutos. Las ramitas muertas y frutos que no completan su desarrollo son rápidamente colonizados. Las esporas son liberadas temprano en la primavera durante las lluvias, el agua o el viento las transportan hacia los puntos de infección.

No necesitan de heridas para su penetración, sin embargo cualquier daño favorece la infección y es más severa en árboles estresados por déficit hídrico o frío extremo.

Manejo: la medida más importante es la eliminación de todas las fuentes de inóculo. El hongo sobrevive en los frutos momificados y en las ramas con canchros. Las podas de conducción y limpieza pueden erradicarlos debiendo ser retiradas de las plantaciones las ramas para evitar su diseminación. Además del manejo cultural mencio-

nado debe confeccionarse un programa preventivo de aplicaciones de fungicidas durante la estación de crecimiento, a partir del estadio de punta plateada, continuando con intervalos de 10 a 14 días. El control químico sobre los canchros en la madera y para la podredumbre de la fruta no es efectivo.

El manejo más adecuado de estas enfermedades es la combinación de prácticas culturales con aplicaciones de fungicidas, dado que cada uno por separado no provee un control satisfactorio (Brown y Britton, 1986).

4. Enfermedades del duraznero

4.1. Mal de la munición (*Wilsonomyces carpophilum*)

Síntomas: afecta el follaje y también ramas jóvenes, frutos y yemas. El síntoma característico se expresa en hojas con lesiones circulares necróticas bien delimitadas donde la región central termina cayendo, dándole el aspecto de un cribado por municiones (Fig. 60). Los frutos atacados pierden mucho valor comercial (Sagasta, 2000).

Epidemiología: durante inviernos húmedos el hongo esporula sobre las yemas infectadas y las lesiones de las ramitas del año anterior. Para que se produzca la infección, tiene particular importancia el período de hoja mojada y su interacción con la temperatura, se requiere 24 horas de hoja mojada, las temperaturas extremas en las que el patógeno puede desarrollarse son 4 y 30 °C, con un óptimo entre 15 y 20 °C (Grove, 2002), aunque las esporas pueden germinar a temperaturas de 1 °C.

Manejo: la selección de cultivares se constituye en una medida importante para el manejo de esta patología. 'Spring Lady', 'May Crest' y 'Hermosillo' son muy susceptibles; 'June Gold' y 'Flavor Crest' presentan susceptibilidad media; 'Flordaking',

Figura 60. Lesiones típicas de viruela y cribado causadas por *Wilsonomyces carpophilum* en duraznero.



'Ginart' y 'Chato Japonés', susceptibilidad baja; 'Tropic Snow', 'Flordastar', 'Early Grande', 'Flordaprince' y 'San Pedro 1633' muy baja (Rista *et al.*, 2007).

En caso de necesitar control químico se recomiendan tratamientos otoñales con funguicidas que reduzcan las formas invernantes y si es necesario repetir un tratamiento a la caída de las envolturas florales, cuando el fruto es más susceptible de ser atacado. Existen sistemas de monitoreo que permiten pronosticar las posibilidades de aparición de estas patologías. Están basados en las condiciones de humedad foliar, humedad relativa, lluvia, temperaturas, velocidad y dirección de los vientos (Grove, 2002). Los tratamientos que se realizan para prevención del torque también actúan como preventivos para esta enfermedad.

4.2. Torque (*Taphrina deformans*)

Síntomas: sólo son afectados los tejidos muy jóvenes provocando alteración del crecimiento por hiperplasias e hipertrofias celulares en hojas, brotes, flores y frutos por incremento de los niveles de auxinas y citoquininas que generan el aumento desmedido del parénquima de las hojas, no así de las nervaduras lo que provoca el enrollamiento típico (Fig. 61). En los frutos se forman tumores o verrugas que los deforman y descalifican comercialmente, puede provocar la caída de los órganos (Georgescu y Delian, 2000).

Epidemiología: el patógeno pasa el invierno como micelio o esporas invernantes en las ramas, constituyéndose en el inóculo inicial. Las primeras infecciones ocurren a partir de la hinchazón de las yemas. Períodos frescos y húmedos favorecen el desarrollo, la temperatura óptima para el desarrollo del micelio es de 20 °C, con un mínimo de 8 a 9 °C y un máximo entre 26 y 30 °C (Mitidieri, 2003)

Manejo: existe una diferencia marcada respecto con el comportamiento de los distintos materiales comerciales. Se controla mediante la pulverización con funguicidas y la utilización de cultivares resistentes o poco susceptibles (De Cal, 2000; Ko



Figura 61. Alteración del crecimiento y cambio de coloración causado por *Taphrina deformans* en hojas de duraznero.

et al., 1998; Mitidieri, 2003). El éxito de los tratamientos depende de la oportunidad de su realización. Se distinguen dos períodos importantes para efectuarlos, a la caída de las hojas para la destrucción de las formas invernantes, y a la hinchazón de las yemas. Existen sistemas de pronósticos que determinan el riesgo de infección en función de la temperatura, la cantidad de lluvia, la susceptibilidad de los cultivares, el estado fenológico y el nivel de inóculo (De Cal, 2000).

4.3. Podredumbre morena o momificado de los frutos (*Monilia fruticola* y *M. laxa*)

Síntomas: es una enfermedad que afecta brotes, flores y frutos provocando la necrosis, muerte y momificación de los órganos afectados (De Cal y Usall, 2000; Mitidieri, 2003). En ocasiones aparece durante la poscosecha, tal como se describe en el capítulo 11.

Epidemiología: se manifiesta con mayor intensidad en primaveras y veranos húmedos pudiendo ocasionar importantes pérdidas de producción y serios problemas de comercialización.

Los factores que gatillan las epidemias son la presencia de frutos momificados, que constituyen la fuente de inóculo inicial, y los factores ambientales favorables. La temperatura óptima para el desarrollo de *M. fruticola* es de 25 °C, pero a 20 °C son suficientes de 3 a 5 horas de humedad foliar para que se produzca la infección. Cuando las hojas permanecen mojadas por más de 24 horas el parámetro de temperatura disminuye su influencia y la amplitud para que se produzca la infección se amplía desde los 5 a los 30 °C. Para la esporulación, 12 horas de humedad foliar son suficientes a una temperatura entre 5 y 23 °C (De Cal y Usall, 2000).

Manejo: eliminación de los frutos que quedan en los árboles, enterrado de los momificados que cayeron al suelo, realizar podas de los árboles a los efectos de eliminar los brotes afectados, realizar pulverizaciones con fungicidas teniendo en cuenta los parámetros ambientales mencionados, con benzimidazoles, carbámicos, triazoles o mezclas. Para eliminar las formas invernantes es necesario realizar pulverizaciones con cúpricos durante esa estación. Es un patógeno que genera fácilmente resistencia.

4.4. Roya (*Transzchelia* sp.)

Síntomas: se presenta como manchas amarillas cloróticas en el haz, mientras que en el envés se observan las pústulas que constituyen el signo característico de las royas (Fig. 62). Existe un comportamiento diferente según la resistencia del cultivar (los cultivares de origen europeo son más sensibles). Los brotes pueden ser infectados y se constituyen en la fuente de inóculo para la próxima campaña.

Epidemiología: la germinación de las esporas está altamente influenciada por la temperatura y la humedad. Entre los 10 y 30 °C el porcentaje de germinación es superior al 80 %, con un óptimo en 20 °C (Menniti, 1993). Valores de humedad relativa



Figura 62. Pústulas de roya (*Transschelia* sp.) en el haz (a) y en el envés (b) de hojas de duraznero.

superiores al 87 % durante un período superior a 16 horas son altamente eficientes para la infección (Menniti y Maccaferri, 1994).

Manejo: el control de la enfermedad se realiza mediante pulverizaciones preventivas con tratamientos realizados en otoño–invierno para disminuir la cantidad de inóculo y periódicas durante el verano a partir del mes de noviembre (Mitidieri, 2003; Sharma y Bhardwaj, 2001). Existen modelos que correlacionan la temperatura del aire, la lluvia y la presencia o ausencia de hoja mojada pudiéndose determinar las aplicaciones de funguicidas mediante estaciones de avisos. En nuestra zona es una enfermedad de fin de ciclo que no reviste demasiada importancia.

5. Enfermedades del manzano

5.1. Sarna del manzano (*Venturia inaequalis*)

Síntomas: todos los órganos verdes de la planta pueden ser atacados (hojas, pecíolos, flores y frutos), sin embargo los síntomas más evidentes son las manchas foliares y costras sobre la fruta. Los tejidos tiernos de hojas o frutas son los más susceptibles a la infección. Sobre las hojas se producen manchas al principio verde oliváceas, de bordes indefinidos, que luego se tornan negras en el envés. El color negro de la mancha se corresponde con la producción de conidios. Las infecciones en las frutas empiezan igual a las de las hojas, pero no se oscurecen tanto. Si la infección ocurre cuando el fruto es pequeño, la zona manchada deja de crecer, se agrieta, el fruto se deforma, y esas grietas pueden ser vía de entrada de otros microorganismos (Fig. 63). Normalmente los síntomas comienzan en la zona de la inserción del pedúnculo floral, por la acumulación de agua libre. Cuando el fruto ya está desarrollado no se produce deformación ni agrietamiento pero afecta su calidad estética (Jones y Aldwinckle, 1990).

Epidemiología: es una enfermedad policíclica, la infección es subcuticular y los ataques tempranos producen una gran defoliación, pero las hojas caídas no son productoras de inóculo para la temporada productiva siguiente porque se descom-

Figura 63. Síntomas de sarna (*Venturia inaequalis*) en frutos inmaduros (a) y hojas de manzano (b).



ponen. Los ataques de final de ciclo productivo, favorecidos por bajas temperaturas producen los pseudotecios que resistirán y producirán el inóculo primario (ascosporas) para el año siguiente, cuya máxima liberación ocurre coincidentemente con la floración, en presencia de agua libre sobre los tejidos. La cantidad de horas de hoja mojada para que ocurra la infección depende de la temperatura. Sin embargo, para la liberación de los conidios, responsables de los ciclos durante el cultivo, no es necesario que llueva; éstos son liberados por el viento y necesitan un menor período de hoja mojada para infectar (García y Moscardi, 1981).

Manejo: se deben integrar dos estrategias de control, una preventiva en base a fungicidas de contacto aplicados antes de que ocurran las infecciones, y otra curativa. Debido a que en nuestra zona existen numerosos períodos de infección durante la temporada y éstos son de muy difícil predicción, se debe recurrir a la aplicación periódica de fungicidas para proteger los tejidos y evitar la penetración. La estrategia curativa se lleva adelante mediante la utilización de fungicidas sistémicos que puedan penetrar en los tejidos vegetales. Los productos más utilizados pertenecen a varios grupos: cúpricos, azufrados, ditiocarbamatos, triazoles, imidazoles.

Lo importante en el manejo de la enfermedad es el momento de su aplicación, tomando en cuenta las condiciones ambientales. Se aconseja comenzar el tratamiento aplicando un fungicida antes de la brotación de las hojas y flores (estado de punta plateada). Esta aplicación preventiva puede dar protección por cinco semanas. Posteriormente se debe seguir con un programa de aplicaciones para prevenir futuras infecciones hasta que los tejidos sean adultos.

6. Enfermedades de la higuera

6.1. Roya de la higuera (*Cerotelium fici*) (Butler) Arthur

Esta enfermedad se encuentra presente en muchos de los lotes comerciales de las provincias de Misiones y Catamarca donde provoca una importante reducción de los rendimientos tanto por menor tamaño de los frutos como por menor número de ellos

(SENASA, 2012). En la región central de Santa Fe es una de las pocas enfermedades que afecta a la higuera, provocando la defoliación anticipada de las plantas, ya que aparece a comienzos de otoño.

Afecta a las hojas causando pústulas amarronadas (Fig. 64), defoliación, maduración prematura de los frutos y menor tolerancia al frío (Crocker, 1994). En la región central de Santa Fe normalmente no se realiza control químico de esta enfermedad, y no se encuentran cuantificados sus efectos sobre el rendimiento. Se han observado defoliaciones importantes a partir de febrero.

7. Enfermedades de la frambuesa

7.1. Roya (*Pucciniastrum americanum*) (Farl.) Arthur

Esta enfermedad ha sido reportada en Buenos Aires, Córdoba y en el Litoral argentino, alcanzando severidades cercanas al 50 % en hojas y frutos, mientras que las regiones productoras del sur (Chubut y Río Negro) permanecen libres (Lucero *et al.*, 2008).

Síntomas: se producen pústulas pequeñas de color amarillo en el envés de las hojas, que se corresponden con áreas cloróticas en el haz (Lucero *et al.*, 2008). Los síntomas comienzan en las hojas basales para luego pasar a los frutos. Puede llegar a causar defoliación, pero el mayor daño económico se produce cuando los signos aparecen en los frutos que se vuelven no comercializables (Fig. 65).

Manejo: pueden realizarse pulverizaciones de estrobilurinas y triazoles respetando los tiempos de carencia necesarios. Existen diferencias en comportamiento varietal. Entre los cultivares que se plantan en la región central de Santa Fe, 'Heritage' presenta una susceptibilidad moderada (Luffman y Buszard, 1989). Se ha observado una mayor incidencia de la enfermedad en lotes donde la distancia entre filas es menor a los 2,5 m.

8. Enfermedades de las flores

Si bien son numerosas las enfermedades que afectan a las flores de corte podemos mencionar como las más importantes a las podredumbres de las raíces y a la podredumbre de la flor por el hongo *Botrytis cinerea*.

8.1 Marchitamientos (*Phytophthora* sp., *Fusarium oxysporum*)

En el caso de los marchitamientos, que son una de las principales problemáticas del cultivo de especies florales, su sintomatología, epidemiología y manejo son similares a lo descrito para estos patógenos en el apartado "Enfermedades comunes a todos los frutales" (apartado 1). En este caso particular, cabe destacar que por el tipo de sistema de cultivo, se pueden aplicar métodos de erradicación química y física en el suelo de las formas resistentes, tales como metan sodio, metan potasio, solarización, aplicación de vapor. Estas técnicas permiten disminuir la cantidad de inóculo en el



Figura 64. Pústulas de roya (*Cerotelium fici*) en el envés de la hoja de higuera.



Figura 65. Pústulas de roya (*Pucciniastrum americanum*) en frutos de frambuesa.

suelo al inicio del ciclo del cultivo, que especialmente en el caso de *Fusarium* es un factor determinante de la magnitud de la epidemia (The American Phytopathological Society, 2001).

8.2. Moho gris de la flor (*Botrytis cinerea*)

Síntomas: los ataques de este hongo son muy importantes en cultivos invernales y en poscosecha, llegando a producir grandes pérdidas.

El hongo produce la desintegración de tejidos o podredumbre de color marrón sobre hojas, capullos o flores, y sobre estas lesiones aparece el moho gris característico conformado por el micelio, conidios y conidiósforos del patógeno.

Epidemiología: presenta mayor actividad cuando las temperaturas son templadas (entre 16 y 20 °C), y en sistemas con mala ventilación. El factor epidemiológico determinante es la cantidad de horas en que la flor permanece mojada, el patógeno tiene una gran capacidad de supervivencia dado que puede permanecer como micelio, conidios y esclerocios. El hongo penetra por heridas de cualquier índole, particularmente las provocadas por cortes de poda o grietas, y el granizo.

Manejo: en sistemas en que es posible ventilar, es necesario hacerlo de manera de disminuir el período de hoja mojada. Tratar de regar por goteo y no por aspersión. Proteger mediante la aplicación de fungicidas preventivos especialmente los carbámicos, triazoles, o bencimidazoles, solos o en mezclas y evitando la repetición de tratamientos con el mismo producto por la capacidad del patógeno de variar produciendo poblaciones resistentes (The American Phytopathological Society, 2001).

8.3. Enfermedades del *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum*)

Esta especie es una de las que mejor se adaptan a la zona por lo que además de las problemas fitopatológicos descritos en general se destacan algunas más específicas:

8.3.1. Virus del bronceado del tomate (*Tomato Spotted Wilt Virus*, TSWV)

Síntomas: se manifiestan como deformaciones de la parte apical de los brotes, que toman color amarronado y en algunos casos se llegan a ver mosaicos. En caso de no ser controlados los vectores, la virosis se puede extender fácilmente por la plantación. Las plantas afectadas no llegan a florecer, y si lo hacen son de muy baja o nula calidad.

Epidemiología y manejo: este virus es transmitido fundamentalmente por el Trips *Frankliniella occidentalis*, por lo que la lucha debe ser preventiva mediante el control de su vector con las medidas citadas en el apartado del control de plagas, así como la rápida eliminación y destrucción, preferiblemente con fuego, de las plantas afectadas (Garibaldi *et al.*, 1990).

8.3.2. Oídio (*Uncinula sp.*, *Sphaeroteca sp.*, *Erisiphe sp.*)

Síntomas: el Oídio es un hongo que se manifiesta como polvo blanco o ceniza muy típico, en hojas, brotes y también en frutos. Las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y terminan por secarse. Los daños que causa son graves y hay diferencias varietales de susceptibilidad. Es una enfermedad muy común y que causa graves daños.

Epidemiología: las esporas del hongo son transportadas por el viento y caen sobre las hojas, germinando, penetrando y formando haustorios que les permiten absorber las sustancias nutritivas. Los oídios son hongos exógenos, cuyas estructuras miceliarias y esporas se ubican sobre la superficie de la hoja u órgano atacado. Para que se desarrolle la enfermedad sólo hace falta pocas horas de hoja mojada y luego el período de hoja seca favorece la dispersión de los conidios (The American Phytopathological Society, 2001).

8.3.3. Oidiopsis (*Leveillula taurica*)

Síntomas y epidemiología: son similares a la de los oídios. La particularidad que lo distingue es que es endógeno, es decir que el cuerpo miceliar se desarrolla en el interior del parénquima de la hoja, lo que dificulta su control.

Manejo de los oídios en general: en la lucha química se pueden utilizar los inhibidores de la síntesis de los esteroides, siempre que se realicen rotaciones de productos de manera de evitar el desarrollo de poblaciones resistentes. En los exógenos la utilización de azufre, también es una opción económica de manejo muy eficiente (Bedòs, 1995).

Bibliografía

- Agostini, J.P.; Timmer, L.W.; Castle, W.S. y Mitchell, D.J.** (1991). "Effect of citrus root-stocks on soil populations of *Phytophthora parasitica*". *Plant Disease*, 75, 296–300.
- Agostini, J.P.; Bushong, P.M.; Bhatia, A. y Timmer, L.W.** (2003). "Influence of environmental factors on severity of citrus scab and melanose". *Plant Disease*, 87, 1102–1106.
- Ayres, A.J.; Lopes, S.A.; Bassanezi, R.B.; Yamamoto, P.T.; Belasque Junior, J.; Teixeira, D.C.; Wulff, N.A. y Bové, J.M.** (2008). "Control de huanglongbing en Brasil". *Libro de Resúmenes de la XXX Jornada Citrícola Nacional*. Concordia, Argentina: INTA.
- Baayen, R.P.; Bonants, P.J.M.; Verkley, G.; Carroll, G.C.; van der Aa, H.A.; de Weerd, M.; van Brouwershaven, I.R.; Schutte, G.C.; Maccheroni, W. Jr.; Glienke de Blanco, C.; y Azevedo, J.L.** (2002). "Nonpathogenic isolates of the citrus black spot fungus, *Guignardia citricarpa*, identified as a cosmopolitan endophyte of woody plants, *G. mangiferae* (*Phyllosticta capitalensis*)". *Phytopathology*, 92, 464–477.
- Bedòs M.** (1995). "Problemes en el cultiu de *Lisianthus*". *La Gaseta*. Vilassar de Mar (Barcelona), España: Mercat de Flori I Planta ornamental de Catalunya.
- Bitancourt, A.A. y Jenkins, A.E.** (1937). "Sweet orange fruit scab caused by *Elsinoe australis*". *Journal of Agricultural Research*, 54, 1–17.
- Bonattera, A.** (2000). "*Botryosphaeria* spp. en frutales de pepita". En: Montesinos, E.; Melgarejo, P.; Cambra, M.A. y Pinochet, J. (Eds.) *Enfermedades de los frutales de pepita y de hueso* (59–61). Madrid, España: Mundi Prensa.
- Bové, J.M.** (2006). "Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of Citrus". *Journal of Plant Pathology*, 88 (1), 7–37.
- Brown, E.A. y Britton, K.O.** (1986). "*Botryosphaeria* diseases of apple and peach in the southeastern". *Plant Disease*, 70, 480–484.
- Cambra, M. y Moreno, P.** (2000). "Tristeza (Tristeza)". En: Duran-Vila, N. y Moreno, P. (Eds.) *Enfermedades de los cítricos* (77–81). Madrid, España: Mundi Prensa.
- Canteros, B.I.** (2001). "Cancrosis de los citrus". *IDIA XXI*, 1, 23–27.
- Crocker, T.E.** (1994). "The fig". *Florida Cooperative Extension Service*. Florida: University of Florida. [en línea]. Consultado 15 de Julio de 2012 en <<http://university.uog.edu/cals/people/PUBS/Fig/MG21400.pdf>>.
- De Cal, A. y Usall, J.** (2000). "Podredumbre de los frutos causada por *Monilia* spp". En: Montesinos, E.; Melgarejo, P.; Cambra, M.A. y Pinochet, J. (Eds.) *Enfermedades de los frutales de pepita y de hueso* (91–92). Madrid, España: Mundi Prensa.
- De Cal, M.A.** (2000). "Abolladura de las hojas de los frutales de hueso (*Taphrina deformans*)". En: Montesinos, E.; Melgarejo, P.; Cambra, M.A. y Pinochet, J. (Eds.) *Enfermedades de los frutales de pepita y de hueso* (69–70). Madrid, España: Mundi Prensa.
- Favaro, M.A.; Micheloud, N.G.; Roeschlin, R.A.; Chiesa, M.A.; Castagnaro, A.P.; Vojnov, A.A.; Gmitter, F.; Gadea, J.; Rista, L.M.; Garglio, N.F.; Marano, M.R.** (2014). "Surface barriers of mandarin cv. 'Okitsu' leaves make a major contribution to canker disease resistance" [en línea]. *Phytopathology*, <<http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-10-13-0277-R>>.
- Figuerola, J.; Figuerola Castellanos, A.; Foguet, L.; Escobar, C. y Stein, B.** (2010). "Confirmation of the presence of citrus viroids in citrus orchards in Northwestern Argentina". *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 87(1), 45–48.

- Fogliata, G.M.; Muñoz, M.L.; Rojas, A.A. y Ploper, L.D.** (2011). "Eficacia de tres estrobilurinas para el control de mancha rojiza (*Guignardia mangiferae*) y mancha negra (*Guignardia citricarpa*) en frutos de limón, en Tucumán, República Argentina". *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 88(1), 37–45.
- García, S. y Moscardi, C.** (1981). "El Sistema de Alarma para el Control de la Sarna del Manzano". *Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental Las Brujas*, Misceláneas, N° 33.
- Garibaldi, A.; Rapetti, S.; Aloï, C.; Gullino, M.L. y Bozzano, G.** (1990). "Malattie delle piante da fiore e ornamentali recentemente osservate in Italia". *Informatore fitopatologico*, 5.
- Georgescu, M.I. y Delian, E.** (2000). "Anatomical and Physiological changes in peach leaves attack by *Taphrina deformans*". *Analele Protectia Plantelor*, 30, 57–62.
- Gottwald, T.R.; Graham, J.H. y Schubert, T.S.** (2002). "Citrus canker: The pathogen and its impact" [en línea]. *Plant Health Progress*. Consultado el 4 de junio de 2008 en <<https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/review/citruscanker/>>.
- Graham, J.H.; Gottwald, T.R.; Riley, T.R. y Achor, D.** (1992). "Penetration through leaf stomata and growth of strains of *Xanthomonas campestris* strains in citrus cultivars varying in susceptibility to bacterial diseases". *Phytopathology*, 82, 1319–1325.
- Graham, J.H.** (1995). "Root regeneration and tolerance of citrus rootstocks to root rot caused by *Phytophthora nicotianae*". *Phytopathology*, 85, 111–117.
- Grove, G.G.** (2002). "Influence of temperature and wetness period on infection of cherry and peach foliage by *Wilsonomyces carpophilus*". *Canadian Journal of Plant Pathology*, 24(1), 40–45.
- Guerrí, J.** (2000). "Psoriasis (Psorosis)". En: Durán-Vila, N. y Moreno, P. (Eds.) *Enfermedades de los cítricos* (75–77). Madrid, España: Mundi Prensa.
- Jones, A.L. y Aldwinckle, H.S.** (1990). *Compendium of Apple and Pear Diseases*. Minnesota, U.S.A.: APS Press.
- Ko, Y.; Sun, S.K. y Pan, C.M.** (1998). "Fungicides evaluations and timing for control of peach leaf curl diseases". *Plant Protection Bulletin Taipei*, 40(4), 351–360.
- Kotzé, J. M.** (2000). "Black spot". En: Timmer, L.W.; Garnsey, S.M. y Graham, J.H. (Eds.) *Compendium of Citrus Diseases* (23–25). St. Paul, MN: The American Phytopathological Society.
- Lucero, X.; Wright, E.R.; Pérez, B.A.** (2008). "Occurrence of Late Leaf Rust Caused by *Pucciniastrum americanum* in Red Raspberry (*Rubus idaeus*) in Buenos Aires, Córdoba, and Entre Ríos, Argentina". *Plant Disease*, 92, 653.
- Luffman, M. y Buszard, D.** (1989). "Susceptibility of primocanes of six red raspberry cultivars to late yellow rust [*Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth.]". *Canadian Plant Disease Survey*, 69 (2), 117–119.
- Menniti, A.M.** (1993). "Effeto della temperatura sulla germinazione delle uredospore di *Tranzschelia pruni spinosae* var. *discolor*". *Petria*, 3(1), 21–26.
- Menniti, A.M. y Maccaferri, M.** (1994). "Influenza dell'umidità sulle infezioni della ruggine del susino (*Tranzschelia pruni-spinosae* (Persoon) Dietel)". *Informatore Fitopatologico*, 44(12), 51–54.
- Mitidieri, M.S.** (2003). *Enfermedades del duraznero* [en línea]. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Consultado el 16 de mayo de 2009 en <<http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info>>.
- Nelson, S.** (2008). "*Phytophthora* blight of papaya". *Cooperative extension service from University of Hawaii PD-53* [en línea]. Hawaii: College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR). Consultado el 20 de julio de 2012 en <<http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-53.pdf>>.
- Rista, L.M.; Gariglio, N.F.; Buyatti, M. y Favaro J.C.** (2007). "Comportamiento de cultivares de duraznero frente al Mal de la Mucilón en la zona Centro Este de Santa Fe". *Libro de Resúmenes del XXX Congreso Argentino de Horticultura* (161). La Plata, Argentina: ASAHO.
- Rista L.M.; Maumary R.; Gariglio N.F. y Favaro J.C.** (2011). "Identificación de *Botryosphaeria dothidea* (Moug.) afectando plantaciones de manzano y duraznero de la región Centro – Este de Santa Fe". *Revista FAVE-Ciencias Agrarias*, 10(1–2), 46–52.

- Sagasta, E.M.** (2000). "Cribado del melocotono". En: Montesinos, E.; Melgarejo, P.; Cambra, M.A. y Pinochet, J. (Eds.) *Enfermedades de los frutales de pepita y de hueso* (67–68). Madrid, España: Mundi Prens.
- Schnabel, G.; Chai, W. y Cox, K.D.** (2006). "Identifying and characterizing summer diseases on "Babygold" peach in South Carolina" [en línea]. *Plant Health Progress*. Consultado el 16 de febrero de 2008 en <http://www.clemson.edu/extension/horticulture/fruit_vegetable/peach/diseases/pdf/2006_babygold_summer_diseases.pdf>.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria)** (2006). "Programa de certificación de fruta fresca cítrica para exportación a la UE y mercados con similares restricciones cuarentenarias". [En línea]. Consultado el 20 de julio de 2012 en <<http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=838&io=3952>>.
- (2012). "*Cerotelium fici*" [en línea]. Consultado el 20 de julio de 2012 en <<http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/cerotelium-fici>>.
- Sharma, I.M. y Bhardawaj, S.S.** (2001). "Evaluation of plum cultivars and fungicides against rust". *Plant Diseases Research*, 16(1), 100–103.
- The American Phytopathological Society** (2001). "Parte I. Enfermedades Infecciosas". *Plagas y enfermedades en macetas con flores* (9–24). Madrid, España: Mundi Prens.
- Timmer, L.W.; Graham, J.H. y Zitko, S.E.** (1998). "Metalaxyl-resistant isolates of *Phytophthora nicotianae*: Occurrence, sensitivity, and competitive parasitic ability on citrus". *Plant Disease*, 82, 254–261.
- Timmer, L.W.** (2000). "Roña de los cítricos (*Citrus scab*)". En: Duran-Vila, N. y Moreno, P. (Eds.) *Enfermedades de los cítricos* (41–43). Madrid, España: Mundi Prens.
- Tuset, J.J.** (2000a). "Podredumbre del cuello y de la raíz causadas por *Phytophthora* spp". En: Montesinos, E.; Melgarejo, P.; Cambra, M.A. y Pinochet, J. (Eds.) *Enfermedades de los frutales de pepita y de hueso* (77–78). Madrid, España: Mundi Prens.
- (2000b). "Enfermedades causadas por *Phytophthora*". En: Duran-Vila, N. y Moreno, P. (Eds.) *Enfermedades de los cítricos* (30–32). Madrid, España: Mundi Prens.
- Zanek, M.C.; Peña, E.; Reyes, C.A.; Figueroa, J.; Stein, B.; Grau, O. y García, M.L.** (2006). "Detection of *Citrus psorosis virus* in the northwestern citrus production area of Argentina by using an improved TAS-ELISA". *Journal of Virological Methods*, 137, 245–251.

Capítulo 11

Requerimientos tecnológicos básicos para el manejo de poscosecha

1. Introducción

Aunque en la actualidad las tecnologías de poscosecha alcanzaron una alta sofisticación, no pueden superar por sí solas el manejo inapropiado del producto, considerando a éste desde una perspectiva ampliada y no sólo restringida a la poscosecha misma.

Luego de cosechada una fruta, al ser separada de la planta, también lo es del abastecimiento de agua, minerales y componentes orgánicos que la misma le proporcionaba. Sin embargo, sus procesos vitales continúan, aunque no de manera indefinida, pues están acotados temporalmente por la senescencia y muerte de los tejidos.

Estos procesos dependen básicamente de dos factores intrínsecos: el metabolismo respiratorio y la transpiración. A su vez, otros factores importantes de daños y pérdidas en poscosecha, son las enfermedades principalmente debidas a hongos y bacterias.

Aunque los factores antes mencionados afectan la duración del producto no actúan de manera aislada, sino que su efecto es resultado de una interacción (Fig. 66). Esto es así debido a que no sólo debe considerarse el tipo de fruta que se conserve, sino conjuntamente el ambiente físico en que se encuentra y el manejo del cultivo antes de la cosecha, como así también de los cuidados que se realicen durante la cosecha.

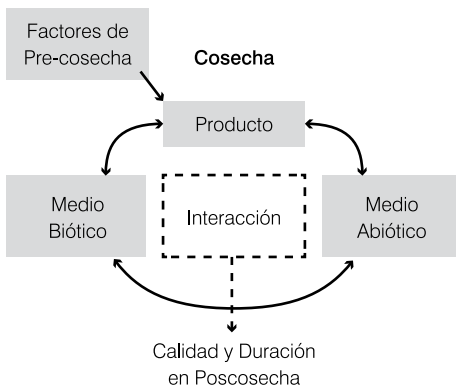


Figura 66. Esquema con los principales factores que interactúan en la determinación de la calidad y duración de un producto en poscosecha (Adaptado de Krarup, *comunic. pers.*).

De esta manera, la capacidad de conservación de una fruta luego de la cosecha, es derivada de lo que se conoce como “interacción fundamental de poscosecha” (Fig. 66). Esta interacción, resulta de la relación entre el producto, el ambiente biótico y abiótico, como así también del efecto de los factores que actuaron durante la precosecha.

2. Factores de precosecha

Las características y la calidad de conservación de los frutos en poscosecha están influenciadas, en algún grado, por el ambiente durante su fase de producción. El efecto de estos factores es múltiple y complejo, debido a que afectan tanto la calidad como a los desórdenes de los frutos. Por otra parte, la vinculación de estos factores con los propios de la poscosecha, está determinada porque tanto la duración del producto como su sensibilidad al manejo posterior a la cosecha, dependen del manejo o el ambiente durante su fase de producción primaria (Fig. 67).

En algunos casos se trata de influencias menores o controlables mediante el manejo del cultivo, y en otros a circunstancias difíciles de modificar. Muchos factores de precosecha son ampliamente conocidos, existiendo una generosa documentación

Factores de Precosecha

Ambientales	Intensidad de la radiación solar
	Temperatura
	Humedad
	Precipitación
	Viento
Culturales	Fertilización
	Riego
	Control fitosanitario
	Densidad poblacional
	Conducción
	Poda
	Raleo
	Reguladores de crecimiento
Métodos de protección del ambiente físico	
Fisiológicos	Tamaño de los frutos
	Patrón de madurez
	Sensibilidad al estrés ambiental
Genéticos	Especie
	Cultivar

Figura 67. Aspectos ambientales, culturales, fisiológicos y genéticos como constituyentes principales de la influencia de los factores de precosecha sobre la poscosecha de una fruta.

científica que avala su importancia. En tanto que en otros casos, existe una nula o incipiente información. Considerando que estos temas se encuentran incluidos en buena parte del libro a través del desarrollo de los diferentes cultivos, aquí se presentarán sólo algunos ejemplos ilustrativos de su importancia en la poscosecha, tales como los provocados por el riego, la fertilización, la temperatura y el viento, entre otros.

El ambiente de precosecha puede tener un impacto físico sobre la calidad de la fruta: por ejemplo, las cicatrices causadas por el viento o por insectos pueden reducir el porcentaje de fruta en la clasificación comercial. La temperatura es otro factor de gran importancia, porque aunque afecta el crecimiento y desarrollo de los cultivos, también tiene una influencia directa sobre el metabolismo de los frutos, afectando la estructura celular y otros componentes que determinan su textura (Sams, 1999). Al respecto existe una marcada evidencia de una correlación inversa entre la temperatura de campo y la firmeza de los frutos (Woolf y Ferguson, 2000). La radiación solar puede afectar la composición de los frutos de vid a través de efectos fotosintéticos, térmicos o mediados por los fitocromos, los cuales involucran diferentes longitudes de onda electromagnética (Smart, 1987). Estos efectos pueden modificarse con la conducción del cultivo, las podas y su ubicación espacial.

El riego es otro factor que afecta la calidad. En duraznero se pudo medir un incremento en el sabor de los frutos, a través de una mayor concentración de sólidos solubles, cuando el cultivo fue sometido a un déficit hídrico al final del período de rápido crecimiento de los mismos (Besset *et al.*, 2001).

2.1. Nutrición mineral

La nutrición mineral es otro factor con una decisiva influencia sobre la calidad de los frutos. El nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en particular, tienen un profundo efecto sobre la textura. La fertilización nitrogenada excesiva resulta en una disminución de la firmeza en frutos de manzano y de otros cultivos (Sams, 1999). El calcio influye sobre la firmeza y duración del producto luego de la cosecha, por ejemplo en papaya se observó que la baja concentración de calcio en el mesocarpo, estuvo vinculado con un mayor grado de ablandamiento de los frutos (Qiu *et al.*, 1995). El calcio es probablemente el nutriente más comúnmente relacionado con varios desórdenes en poscosecha, y al que a modo de ejemplo se dedicará especial atención en los párrafos siguientes.

La duración de un producto en poscosecha depende de la interacción de factores intrínsecos a la especie, es decir de su genotipo, como así también del ambiente de conservación, y de la condición del producto previo a la cosecha. Otro aspecto que reviste gran importancia en poscosecha son los desórdenes fisiológicos, los cuales se encuentran fuertemente influidos por los factores de precosecha. En general, hay muy pocos desórdenes de los frutos, durante el período de poscosecha que sean completamente independientes de los factores de precosecha (Ferguson *et al.*, 1999).

Un ejemplo de lo expuesto anteriormente, lo constituye la escaldadura superficial en manzana, al tratarse de un desorden fisiológico que se relaciona positivamente con la relación K/Ca, N/Ca y Mg/Ca en los frutos (Moor *et al.*, 2006). Aunque se trata de un daño provocado durante un cierto período de almacenaje de la fruta a 0 °C, su manifestación está condicionada a factores nutricionales de precosecha.

Aparte del anterior, otros desórdenes son bien conocidos en cuanto a los factores predisponentes, tal como es el caso del "punteado amargo" en manzana o más conocido por su denominación en inglés *bitter pit* (Ferguson y Watkins, 1989). La deficiencia relativa de calcio en el fruto es la causa principal de *bitter pit* (Fig. 68). Esto no necesariamente significa que el calcio no se encuentre disponible en cantidad suficiente en el suelo (Ferguson *et al.*, 1999), sino que otros factores concurrentes afectan su disponibilidad en el fruto, como por ejemplo la baja carga frutal (Volz *et al.*, 1993), el gran tamaño de los frutos (Ferguson y Watkins, 1989), la poca cantidad de semillas (Brookfield *et al.*, 1996), o la ubicación de los frutos en las partes altas de la planta (Ferguson y Triggs, 1990). Todos ellos pueden contribuir a disminuir la concentración de Ca^{2+} o bien que su relación con otros cationes tales como K^+ y Mg^{2+} sea inconvenientemente baja (Fig. 68).

Aparte del ejemplo anterior, existe abundante información acerca del beneficio de una adecuada absorción de calcio en los frutos, sobre la disminución de desórdenes fisiológicos, o el incremento de la calidad y duración en el período de poscosecha. Esto explica el interés suscitado para suministrar el calcio mediante pulverizaciones foliares, alcanzándose con esta práctica una efectividad relativa. En el caso de melón, se observó que la utilización de soluciones cálcicas pueden incrementar la firmeza de los frutos y consecuentemente su duración en poscosecha, aunque el éxito de estos tratamientos estuvo condicionado al ambiente (Bouzo y Cortez, 2012). También se demostró

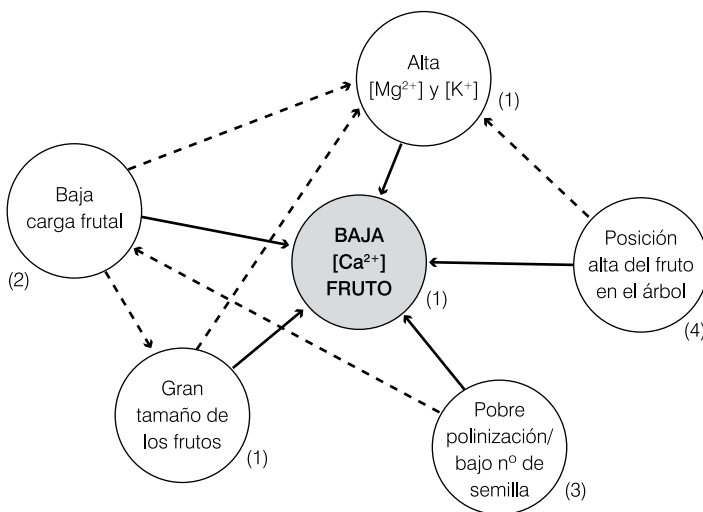


Figura 68. Factores de precosecha asociados con el incremento en la incidencia de 'punteado amargo' o 'bitter pit' en manzana. Adaptado de (1) Ferguson y Watkins (1996); (2) Volz *et al.* (1993); (3) Brookfield *et al.* (1996); y (4) Ferguson y Triggs (1990).

que una adecuada concentración de calcio en los frutos de origen tropicales y subtropicales determina una menor incidencia de daño por frío en poscosecha (Wang, 1994).

Vinculado con los factores de precosecha y a propósito del daño por frío antes mencionado, cabe acotar que se constituye en uno de los principales problemas fisiogénicos que ocurren en poscosecha y que es la causa de fuertes pérdidas económicas. Se trata de un desorden que ocurre en frutos de especies tropicales o subtropicales cuando los mismos son expuestos en cámaras frigoríficas a un rango de temperaturas de 0 a 12 °C y cuyos principales síntomas son el pardeamiento y oscurecimiento del mesocarpo, y la presencia de “punteaduras” (ingl. *pitting*) a modo de depresiones en la epidermis (Lyons, 1973). A pesar de estos antecedentes, en trabajos realizados durante más de quince años en California (EUA) mediante el uso de diferentes soluciones comerciales de calcio en durazneros y nectarines (aplicados cada 14 días a partir de dos semanas posteriores a la plena floración, y continuando hasta una semana antes de la cosecha) no pudo medirse ningún efecto sobre una mayor tolerancia al daño por frío en poscosecha (Crisosto *et al.*, 1995). Es posible que esto se haya debido a un problema de absorción del calcio, ya que las hojas o los frutos no son órganos en los que las soluciones de calcio pueden atravesar los tejidos con facilidad.

Relacionado con el daño por frío, un ejemplo que claramente resume el efecto de los factores de precosecha, es el relacionado con la temperatura del fruto en el campo (Woolf y Ferguson, 2000). En aquellos frutos que fueron expuestos a la radiación solar directa y por consecuencia, alcanzaron una mayor temperatura en el árbol, son los que en poscosecha tienen mayor tolerancia al daño por frío en cámara. Esto fue observado en varios cultivos como en palta, en trabajos realizados tanto en Israel como en Nueva Zelanda (Woolf y Ferguson, 2000), siendo pionero en este enfoque el trabajo realizado en melón por Lipton y Aharoni (1979).

2.2. Riego

Anteriormente fue citado el riego como un factor que afecta la calidad, aunque también incide sobre la duración de los frutos durante el almacenamiento. En durazno, el exceso de riego provocó una mayor pérdida de agua en los frutos durante su poscosecha (Crisosto *et al.*, 1994). Esto fue atribuido a un menor espesor de la cutícula y densidad de tricomas, en comparación con los tratamientos de riego óptimo o incluso deficitario. Por contraparte, cuando a este cultivo se lo sometió a un fuerte déficit hídrico, los frutos desarrollaron una textura harinosa durante el almacenamiento en frío (Lurie y Crisosto, 2005).

3. Cosecha

Desde la perspectiva de la poscosecha, el momento de recolectar las frutas en el campo es decisivo. Esto es así tanto si se considera que se debe decidir apropiadamente el momento de realizarla, o que debe efectuarse cuidadosamente si se pretende lograr un producto con calidad y suficiente duración posterior.

La decisión de iniciar la cosecha se vincula con el conocimiento de los índices de madurez, los cuales son específicos para cada producto y mercado de destino. Estos índices se describen para cada especie particular en este mismo libro, pudiendo tenerse en cuenta por ejemplo: tamaño, color, concentración de sólidos solubles totales, concentración de ácidos orgánicos, firmeza, entre otros (Kader, 1983).

En manzana un indicador de cosecha de uso generalizado es el índice de almidón (IA). En variedades de manzanos con bajos requerimientos de frío, se ha podido determinar que el IA resultante de un compromiso entre la firmeza, sólidos solubles, y las características organolépticas evaluadas por un panel de degustadores, con la duración en poscosecha, fue aproximadamente de 5 (Bouzo y Gariglio, 2012). En estas variedades, los valores de IA superiores a 7 (Fig. 69) fueron considerados con una madurez excesiva, y con la consecuente menor duración en poscosecha.

Los duraznos presentan grandes cambios físico-químicos y organolépticos en el transcurso de pocos días durante su maduración, por ello la fecha de cosecha es importante para garantizar la máxima calidad del producto (Meredith *et al.*, 1989). Al evaluar la firmeza del fruto (kg) como un índice de cosecha, se observa que la misma disminuye conforme avanza la fecha de cosecha (Tabla 36). Además, esta disminución depende de la cultivar, y más importante aún, al cabo de sólo tres días de la cosecha la disminución de la firmeza es muy rápida (Altube *et al.*, 2001). Esto es

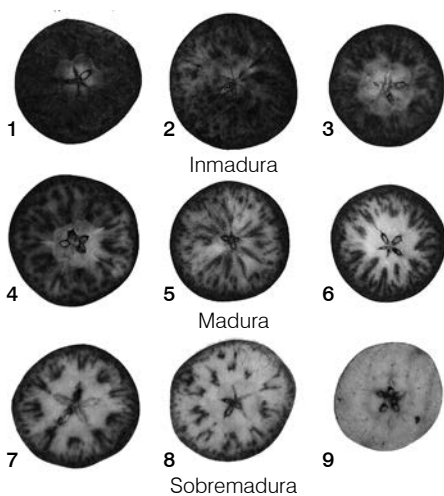


Figura 69. Carta de Índice de Almidón (IA) de tipo radial desarrollado para manzanos con bajo requerimientos de frío (Bouzo y Gariglio, 2012).



Figura 70. Aspecto que presenta un fruto de durazno infectado con podredumbre parda (*Monilia fruticola*).

Tabla 36. Evolución de la firmeza (kg) de pulpa en duraznos para tres fechas de cosecha en las cultivares 'Flordaking' y 'San Pedro' (adaptado de Altube *et al.*, 2001).

Fecha de Cosecha	Firmeza			
	cv. 'Flordaking'		cv. 'San Pedro'	
	A la cosecha	Luego de 3 días	A la cosecha	Luego de 3 días
23/10	5,56 c	2,12 b	4,81 c	1,32 b
27/10	4,33 b	0,62 a	3,11 b	0,38 a
01/11	4,00 a	0,61 a	2,17 a	0,35 a

indicativo que en ausencia de cadena de frío, rápidamente los frutos disminuyen por debajo de una firmeza de 1,36 kg, considerada en durazno como límite máximo para un fruto comercial (Meredith *et al.*, 1989).

Los cuidados durante la cosecha se justifican considerando que los daños físicos originan serios problemas, predisponiendo al producto a pudriciones, pérdida de agua, y aumento en la tasa respiratoria y de producción de etileno, conduciendo a su rápido deterioro.

Tanto en duraznos como en nectarines, los cuidados para evitar daños mecánicos deben ser mayores cuando la firmeza de la pulpa disminuye de 3,5 kg (Crisosto *et al.*, 1995). Los daños por golpes no sólo aceleran la síntesis de etileno de los frutos, y por lo tanto su senescencia, sino también incrementan los problemas de enfermedades en poscosecha. Al respecto, en durazno existe una correlación positiva entre los daños mecánicos y la incidencia de enfermedades de poscosecha, como las podredumbres causadas por *Cladosporium sp.*, y la podredumbre parda (*Monilia fruticola*) (Fig. 70) (Amorim *et al.*, 2008).

La importancia de evitar presiones, golpes o cortaduras sobre la fruta, no se limita solamente al momento de extraer el fruto de la planta. Además, los recipientes usados para la cosecha en el campo deberán estar limpios, con superficies interiores lisas, y carecer de bordes ásperos. Los operarios encargados de la cosecha deberán estar suficientemente entrenados con el fin de evitar o disminuir daños y desperdicios al cosechar, además de ser capaces de reconocer el estado de madurez del producto y desprenderlo de la manera más cuidadosa posible mediante un corte o un ligero tirón. En caso de utilizarse alicates, éstos deberán tener sus puntas redondeadas con el fin de disminuir cortes involuntarios en el producto, además de estar siempre bien afilados. Una vez recogido el producto, posteriormente al vaciar las bolsas o canastas, debe hacerse con esmero, evitando los golpes innecesarios. Los daños que se producen durante todo el proceso, tanto de la cosecha, como la selección

Tabla 37. Efecto de diferentes procedimientos durante la cosecha y poscosecha de frutos de papaya sobre la producción de daños en la epidermis (%). Adaptado de Quintana y Paull (1993).

<u>Punto de muestreo</u>	<u>Daño en la epidermis (%)</u>
A la cosecha	8 a
Antes de la selección	11 a
Después de la selección	18 ab
Antes del encerado	30 bc
Después del encerado	33 bc
Después del empaque	40 c

Figura 71. Ejemplo de un sistema de protección del sol durante la cosecha de melón en Mendoza para disminuir el calor de campo.



o el empaque, son aditivos y se expresan por una pérdida de calidad y acelerado deterioro de las frutas. Al respecto, en el caso de frutos de papaya que son encerados durante la poscosecha, el porcentaje de daño en la epidermis, manifestado por la presencia de áreas verdes hundidas puede llegar hasta el 40 % (Tabla 37) (Quintana y Paull, 1993).

Cualquier práctica que reduzca las veces que el producto es manipulado ayuda a reducir las pérdidas. El acondicionamiento en campo (selección, clasificación, limpieza y empaque del producto al momento de la cosecha) reduce significativamente el número de etapas en la manipulación a las que se somete el producto antes de su venta. Esto es fundamental en frutas del tipo berry como el caso de frambuesa, en donde es recomendable que durante la cosecha misma se acondicionen en recipientes utilizados para su venta.

Al momento de la recolección es importante que el producto no se exponga al sol para evitar su calentamiento y posibles daños por la radiación solar directa (Fig. 71). Si hubiese un retraso entre la cosecha y el envío a las salas de empaque, los productos cosechados deberán ser rápidamente llevados a la sombra o cubrirse.

4. Producto

Aunque se trata del principal factor vinculado con este capítulo, existe una gran complejidad de aspectos moleculares, bioquímicos, morfológicos y fisiológicos, que afectan la vida poscosecha del producto. Aquí sólo se hará mención a los dos últimos, para que el lector comprenda la relación existente entre éstos y el resto de los factores que conforman la denominada “interacción fundamental de poscosecha”.

4.1. Factores morfológicos

Estos factores están referidos a las características del fruto, principalmente en su relación con el tipo de flor y de gineceo a partir del cual se desarrolla, existiendo desde este punto de vista importantes diferencias en la estructura y firmeza, sólo de considerar el tejido cuyo desarrollo conforma la parte principal del fruto.

Por ejemplo, la fruta de frambuesa se trata de una polidrupa, con una epidermis muy delgada. En los cítricos, como naranja o mandarina, se trata de un hesperidio cuya epidermis o cáscara es más o menos gruesa y dura. Solamente a partir de estas diferencias entre los tipos de frutos pueden inferirse los mayores cuidados durante la poscosecha entre la frambuesa y la mandarina. No obstante, el comportamiento durante la poscosecha, también involucra las diferencias fisiológicas entre los diferentes frutos, como se verá a continuación.

4.2. Factores fisiológicos

Respecto de la fisiología de los frutos, y a los fines de simplificar el tema, se pueden considerar tres aspectos que explican las principales causas del deterioro: la transpiración; la respiración, y la síntesis de etileno.

4.2.1. Tasa transpiratoria

El efecto de la transpiración se traduce en una pérdida de agua del producto cosechado que no puede ser reemplazada, de aquí la gran importancia que reviste en poscosecha todos los medios tendientes a disminuirla. Esta pérdida de agua causa una disminución significativa del peso, pero además disminuye la apariencia y elasticidad del producto perdiendo su turgencia. De esta manera, se produce una pérdida también de la calidad organoléptica del fruto. Aunque la transpiración es un fenómeno físico, que no depende solamente del fruto, sino del gradiente de presión de vapor que se establece entre éste y el ambiente, existen resistencias asociadas que inciden sobre el incremento o disminución de la pérdida de agua. Por ejemplo, el tamaño de un fruto afecta su tasa transpiratoria, pues ésta depende de la relación entre su superficie y el volumen del fruto. Cuanto mayor sea esta relación, mayor será la tendencia a perder agua en poscosecha. En este caso, un fruto pequeño tiene una mayor relación que un fruto grande, y por lo tanto una mayor probabilidad de perder agua bajo las mismas condiciones ambientales. Así, la frambuesa tiene una relación de entre 2 a 5 $\text{cm}^2 \text{cm}^{-3}$, en tanto que la mandarina tiene una relación de 0,5 a 1,5 $\text{cm}^2 \text{cm}^{-3}$ (Burton, 1982). También interesa la presencia, espesor y uniformidad de la cutícula, al actuar como una formidable barrera a la pérdida de agua. La presencia y características de la cutícula, compuesta por una mezcla de ceras y grasas de carácter hidrófobo, está subordinada a la especie, genotipo y condiciones ambientales (Bouzo *et al.*, 2001). Por lo tanto cuando un fruto posee un mayor espesor y uniformidad de cutícula, posee una mayor resistencia a la pérdida de agua. Por extensión, cuanta menor manipula-

ción sufre un fruto, existe una menor pérdida de cutícula, y una consecuente menor tendencia a perder agua. Este mismo efecto se pretende lograr cuando se utiliza una cobertura artificial como un tratamiento de la poscosecha, como es el caso de uso de ceras, películas comestibles a base de proteínas (p. ej. gelatina, caseína o gluten de trigo) o polisacáridos (p. ej. almidón o pectinas).

4.2.2. Tasa respiratoria

Como se expresó al comienzo de este capítulo, un fruto aunque ya no esté unido a la planta, conserva su metabolismo respiratorio, siendo éste un proceso esencial para la producción de energía y síntesis de compuestos, a partir de los sustratos almacenados tales como azúcares, ácidos orgánicos o ácidos grasos. Esta energía y metabolitos producidos, posibilitan el mantenimiento de la estructura y función celular en la fruta. También, casi el 60 % de la energía contenida en una molécula de glucosa se pierde como calor (Taiz y Zeiger, 2006). Este calor metabólico es diferente al calor de campo que tiene un fruto propio del balance de energía que establece con su ambiente. Es así que, aunque normalmente intermedian otros factores, como las pudriciones o la pérdida de agua, la tasa de deterioro o perecibilidad de un fruto es generalmente proporcional a su tasa respiratoria. Por ejemplo, y siguiendo con el paralelo entre la frambuesa y la mandarina, la primera tiene una tasa respiratoria aproximadamente doce veces mayor a la de la mandarina (Tabla 38). De esta manera, éste es otro factor aditivo a los anteriormente expuestos, que permite explicar la menor duración de la frambuesa que la mandarina. En la Tabla 38 también se presentan valores medios de las tasas respiratorias y de emisión de etileno de otras especies tratadas en este libro, como así también del ambiente de conservación y la vida potencial estimada.

4.2.3. Tasa de síntesis de etileno

El etileno es una hormona vegetal que a temperatura ambiente se presenta al estado gaseoso y produce entre sus principales efectos, la abscisión de las hojas, y la maduración y senescencia de los frutos (Taiz y Zeiger, 2006). Considerando la tasa endógena de emisión de etileno, los frutos pueden clasificarse como climatéricos o no climatéricos. Por ejemplo, aquellos frutos que tienen una alta tasa de emisión de etileno como papaya, manzana, durazno e higo, son denominados climatéricos. Mientras que aquellos frutos en los que se mide una baja tasa de producción de etileno (C_2H_4) como frambuesa, mandarina, naranja y pomelo (Tabla 38) se los denomina no climatéricos. Los frutos climatéricos muestran un fuerte aumento en la producción de CO_2 y C_2H_4 , los cuales coinciden con el proceso de maduración comercial. Una vez alcanzado el punto de máxima síntesis, la duración del producto en poscosecha se reduce abruptamente. Por este motivo, en los casos en que se pretenda incrementar la duración en poscosecha, se utilizan estrategias para disminuir el efecto del etileno, que van desde la utilización de compuestos químicos que inhiben su síntesis; las

Tabla 38. Valores medios que representan la fisiología de diferentes especies de frutas a través de la tasa respiratoria y de emisión de etileno, conjuntamente con el ambiente recomendado para la conservación y su vida potencial estimada.

Producto	Tasa Resp. (10 °C) mLCO ₂ ·kg ⁻¹ ·h ⁻¹	Tasa Etileno (5 °C) μLC ₂ H ₄ ·kg ⁻¹ ·h ⁻¹	Ambiente de conservación			Vida potencial (semanas)
			Temp. (°C)	HR (%)	O ₂ /CO ₂ (%)	
Durazno	8-12	0,02-10 ⁽²¹⁾	0,0±0,5 ⁽²²⁾	90-95	5/15	2-5
Frambuesa	49	0,1-1,0	0,0±0,5	90-95	5-10/15-20	1
Higo	9-12	0,8-1,5	0,0	90-95	5-10/15-20	< 2
Mandarina	3-5	< 0,01	5,0-8,0	90-95	5-10/0-5	2-6
Manzana	7-12	2-25 ⁽²³⁾	0,0±1,0	90-95	1,0-3,0/1,5-3,0	> 16
Naranja	3-5	< 0,02	3,0-8,0	90-95	5-10/0-5	4-8
Papaya	4-6	100-2000	13 ⁽²⁴⁾ ;10 ⁽²⁵⁾ ;7 ⁽²⁶⁾	90-95	3-5/5-8	2-4
Pomelo	3-5	< 0,02	12-14	90-95	3-10/5-10	4-8

atmósferas modificadas; la ventilación periódica de las cámaras de frío; productos químicos derivados de hidrocarburos para inhibir la acción del etileno, entre otros. Por contraparte, al tratarse el etileno de la “hormona de la maduración”, existen casos en que se incrementa artificialmente su concentración para promover la maduración en poscosecha, como es el caso del desverdizado de limón o mandarinas tempranas. En el caso de la mandarina del grupo Satsuma, cv. *Okitsu*, en lugar de la utilización del etileno o acetileno suministrados como gas, otra interesante posibilidad es mediante la aplicación de Ethephon (Bouzo *et al.*, 2008). Se trata de un regulador de crecimiento vegetal con propiedades sistémicas, que penetra en los tejidos y se descompone en etileno, siendo éste su metabolito activo final.

21. Los valores más bajos dentro de este intervalo corresponden a frutas fisiológicamente maduras pero aún no aptas para el consumo; los valores más altos corresponden a frutas aptas para el consumo.

22. Incluso, puede tolerar hasta -1°C sin congelarse.

23. Tasas más altas para manzanas más maduras

24. Estado verde-madura (1/4 amarilla)

25. Estado parcialmente madura (1/4 a 1/2)

26. Madura (> 1/2 amarilla)

5. Medio Biótico

Aunque este título involucra el efecto de diferentes especies biológicas sobre la conservación de las frutas, es el desarrollo de los microorganismos los que provocan los mayores problemas de deterioro y pérdida del producto. Las alteraciones debido a podredumbres, a diferencia de las presentadas anteriormente de índole fisiológicas, se deben fundamentalmente a infecciones fúngicas. En el caso de las manzanas, las enfermedades de poscosecha más importantes son causadas por *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea*. Ambos hongos son patógenos de heridas. En frutas de hueso, como el durazno, se encuentran *Monilia fructicola* (Fig. 70), *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer*. En cítricos, las especies *Penicillium digitatum* (Fig. 72) y *P. italicum*, son causantes de las podredumbres verde y azul, respectivamente (Sugar, 2002).

Para prevenir y/o controlar las enfermedades de la poscosecha, se debe tener primero en cuenta que éstas ocurren debido a múltiples factores, y se trata de generar estrategias basadas en tecnologías sencillas que contemplan los aspectos mencionados en la interacción fundamental (Fig. 66). Así, debe procurarse: **i)** un correcto manejo sanitario de precosecha; **ii)** una cuidadosa cosecha y manipulación del producto, **iii)** evitar lesiones mecánicas; **iv)** realizar el almacenamiento en cámaras de frío con humedad controlada. Un buen manejo sanitario en el cultivo, disminuye la carga de inóculo sobre las frutas, principalmente de patógenos que también afectan durante la poscosecha, como el caso de *Botrytis*.

La cosecha cuidadosa y la disminución al máximo de lesiones se justifican no sólo porque se reduce la actividad de enzimas asociadas con el etileno, sino porque aquellas desempeñan un papel crítico en el desarrollo de muchas podredumbres. Este punto es importante, pues no se trata necesariamente de heridas visibles, debido a que una punción pequeña de la epidermis es suficiente para el desarrollo de pudriciones.

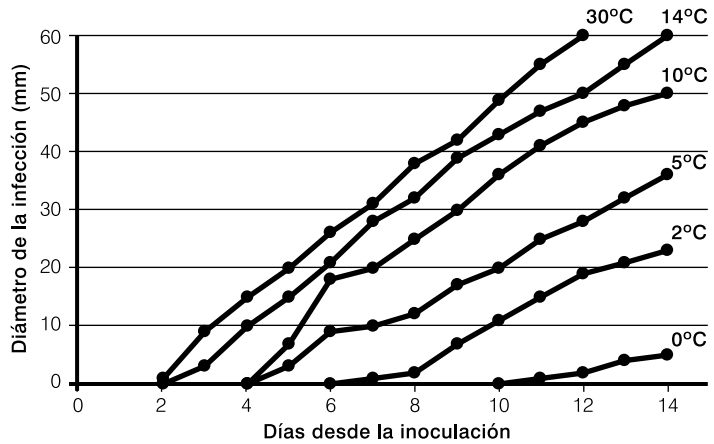
Mediante el almacenamiento en cámaras de frío se actúa indirectamente sobre el comportamiento del inóculo y no sobre la destrucción del mismo (Fig. 73). En este

último caso, la opción más difundida y de fácil implementación es la clorinación. Por ejemplo, en el caso de efectuarse hidroenfriado, luego de llegar el producto del campo, el uso de agua con cloro (50 a 100 ppm, pH del agua \approx 7,0) es una efectiva opción para disminuir el riesgo de podredumbres. Esta técnica no puede ser utilizada en frutos del tipo *berry* o botánicamente descrito como frutos múltiples, como es el caso de la frambuesa o frutilla, debido al rápido deterioro que se ocasiona en estas frutas al contacto con el agua.



Figura 72. Fruto de naranja con una avanzada infección en poscosecha debido a *Penicillium digitatum*.

Figura 73. Tasa de desarrollo de podredumbre por *Botrytis* en frutos inoculados a diferentes temperaturas (adaptado de Barkai-Golan, 2001).



Varios son los métodos posibles de utilizarse en el tratamiento de las enfermedades en poscosecha. Puesto que no existe ningún tratamientos o técnicas que por sí solos sirvan para controlar totalmente todos los tipos de podredumbres, lo ideal es realizar una gestión global de las enfermedades en poscosecha (Kinay *et al.*, 2005). En cítricos por ejemplo, se encuentran tratamientos basados en la utilización de calor (agua caliente y curado), fungicidas, utilización de productos químicos de baja toxicidad, como el carbonato y bicarbonato sódico, el ozono, los aceites esenciales, y la utilización de agentes de biocontrol, así como la combinación de varios de ellos (Teixidó *et al.*, 2003).

6. Medio Abiótico

6.1. Temperatura

La temperatura es el factor que tiene la mayor influencia sobre la tasa de deterioro en los productos cosechados. Por cada aumento en 10 °C por encima del óptimo, la tasa de deterioro aumenta de dos a tres veces. La temperatura influye sobre la síntesis endógena de etileno, y cuando se trabaja con modificación de la atmósfera (con disminución de O₂ e incremento de CO₂) es fundamental hacerlo disminuyendo la temperatura para no crear compuestos propios del metabolismo fermentativo en los frutos. Además, como ya fuera destacado anteriormente (Fig. 73), la germinación de esporas y la tasa de crecimiento de los patógenos son altamente determinadas por la temperatura. Este aspecto se evidencia más claramente con un hongo de amplia difusión en poscosecha, como es *Rhizopus*, debido a que cuando una fruta se enfría por debajo de 5 °C inmediatamente después de la cosecha, se puede reducir drásticamente la incidencia de pudriciones por este hongo.

Aunque la disminución de la temperatura ocasiona los efectos antes indicados, no siempre es posible almacenar una fruta a temperaturas muy bajas, debido a que algunas especies tienen sensibilidad al frío. Las bajas temperaturas por períodos prolongados pueden conducir a la aparición de daños por frío, que limitan la vida de poscosecha y disminuyen la calidad de los frutos de aquellos de origen tropical y subtropical. Como los daños por frío son visualizados principalmente después del almacenaje refrigerado, este problema es detectado muchas veces por los consumidores (Crisosto *et al.*, 1995), desalentando el consumo y disminuyendo así la demanda posterior del producto. Tomando como ejemplo algunas especies estudiadas en este libro, entre las sensibles al frío se encuentran la papaya y los cítricos. Y entre las que no son sensibles al frío, se pueden mencionar al durazno, frutilla, higo, manzana, nectarina (Tabla 38). Como orientación al momento de refrigerar, se han determinado como especies sensibles al frío aquellas que pueden conservarse dentro de un rango de temperaturas de entre 7 a 14 °C. En las que no lo son, el rango de temperatura es de 0 a 4 °C (Kader, 1983) (Tabla 38).

6.2. Humedad relativa

La pérdida de agua en las frutas es una de las principales causas de disminución de la calidad y duración en poscosecha. La tasa de pérdida de agua depende de la diferencia entre el déficit de presión de vapor (DPV) entre la fruta y el aire circundante. El

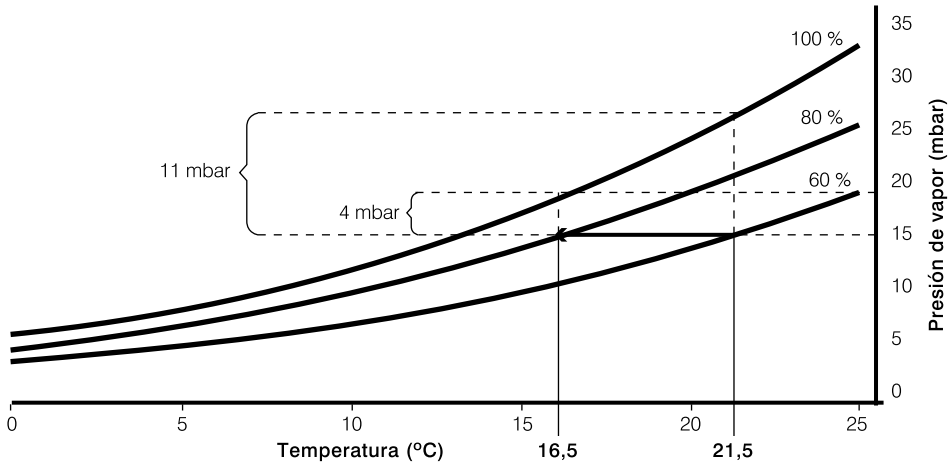


Figura 74. Vista parcial del diagrama psicrométrico en donde se observa la obtención de un ambiente más favorable para la conservación de una fruta (DPV = 4 mbar) en comparación con uno desfavorable (DPV = 11 mbar) obtenido por una disminución de la temperatura de 21,5 a 16,5 °C.

almacenamiento en atmósfera con alta humedad relativa (HR) es siempre deseable, con la salvedad de no alcanzar condiciones de saturación. En este último caso, cuando la humedad relativa alcanza el 100 %, comienza la condensación de agua en la fruta, factor que predispone la germinación de esporas de hongos que eventualmente se encuentren en la epidermis de la fruta. El mantenimiento de una humedad relativa alta, y beneficiosa para la reducción de la transpiración del producto, se puede lograr con el aporte de vapor de agua al ambiente y la reducción de la temperatura. El efecto de la temperatura, se puede observar en la Fig. 74, en la que se muestra, a los efectos ilustrativos, sólo una parte del diagrama psicrométrico. En este caso, de no existir egresos ó ingresos de humedad absoluta, la reducción de la temperatura en un ambiente con 60 % de HR de 21,5 °C a 16,5 °C, representa un incremento en la HR de 20 %, y un cambio del DPV de 11 a 4 mbar, respectivamente. Consecuentemente, una fruta almacenada en este nuevo ambiente, se beneficia no sólo por la reducción de la temperatura, sino que también por la disminución en el DPV del aire.

6.3. Composición de la atmósfera

Como fue expresado al principio de este capítulo, las frutas mantienen un metabolismo respiratorio, y por lo tanto consumen oxígeno (O_2) y eliminan dióxido de carbono (CO_2). En ocasiones, de manera no intencional, como la ocasionada por una ventilación restringida dentro de un envase, o en los vehículos de transporte; la composición normal de la atmósfera puede modificarse debido a la propia actividad respiratoria del producto. Esto puede representar un beneficio o un deterioro de los mismos. Por ejemplo, cuando este fenómeno es aprovechado, mediante la utilización de polímeros especiales semipermeables, que limitan estos cambios, en función de la especie y la temperatura, se obtienen los beneficios a través de la denominada “tecnología de atmósferas auto controladas” o “atmósferas pasivas”. Se trata de una alternativa económica y mucho más adecuada a la realidad de nuestros mercados, que las obtenidas mediante atmósferas modificadas o controladas, en contenedores especiales. La composición normal media del aire es aproximadamente de 20,9 % de O_2 y 0,035 % de CO_2 . Mediante la modificación pasiva obtenida con la envoltura de una fruta con un polímero, se puede llegar a disminuir el O_2 a niveles inferiores al 5 % y elevar el CO_2 a niveles superiores al 3 %. Estos cambios, conjuntamente con la disminución de la temperatura, reducen la tasa respiratoria del producto, y por ello alargan su vida útil, debiendo conocerse los rangos que experimentalmente se han determinado como óptimos para cada especie (Tabla 38). No obstante, hay que elegir adecuadamente el polímero debido a que si la permeabilidad a los gases no es adecuada para el metabolismo de la fruta a conservar, pueden originarse compuestos indeseables como el etanol. La utilización de polímeros, también tiene como beneficio que representan una barrera al paso de vapor de agua, y por lo tanto disminuyen la transpiración del producto. Por ejemplo, en higo almacenado durante 21 días a 2° C

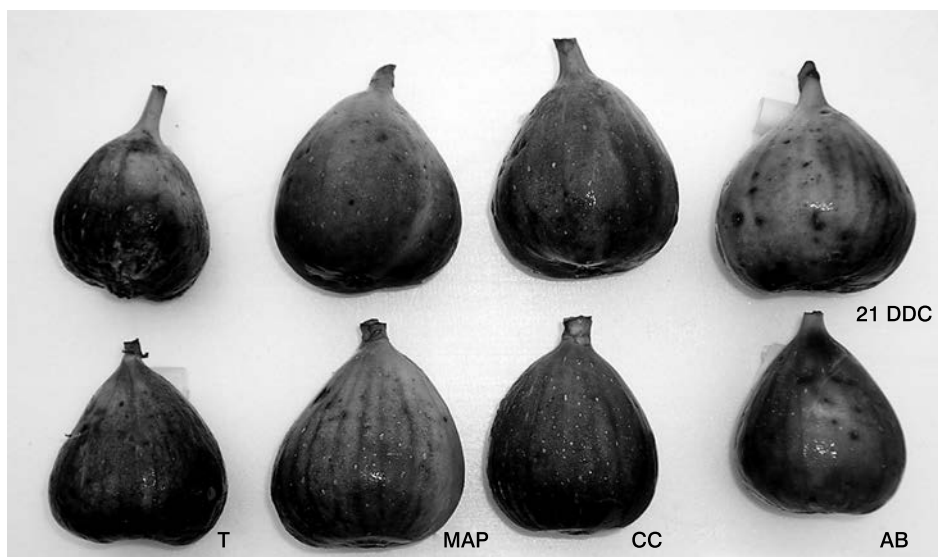


Figura 75. Apariencia externa en frutos de higo de la variedad “Brown Turkey” a los 21 días de la cosecha, almacenados a 2 °C. De izq. a der. T, Testigo sin cobertura, MAP, polímero con atmósfera automodificada; CC, Cobertura impermeable; AB, polímero con aditivo absorbente de etileno (Bouzo *et al.*, 2012).

con estas películas, representó una pérdida de agua de 5,9 % en comparación a la pérdida de 18 % sin película de cobertura (Bouzo *et al.*, 2012) (Fig. 75).

7. Alternativas tecnológicas para el agregado de valor: requerimientos básicos para frutas mínimamente procesadas

La ingesta de una dieta rica en frutas y hortalizas está actualmente asociada con un menor riesgo de padecer enfermedades degenerativas. En Argentina, diversos organismos incentivan el mayor consumo, que todavía se encuentra por debajo de los niveles recomendados (400 g día⁻¹).

La oferta de frutas mínimamente procesadas o listas para consumo es una alternativa innovadora. Son productos que por su conveniencia (listas para consumir) pueden utilizarse no sólo en el hogar, sino en escuelas, clubes, hoteles, entre otros. La implementación de “quioscos saludables” hace que la oferta de estos productos sea una opción muy interesante para los niños.

Por otro lado, estos productos pueden también satisfacer los requerimientos de un “nuevo” consumidor que demanda alimentos vegetales sanos, sabrosos y fáciles de preparar y/o consumir, y resulta además, una alternativa interesante para agregar valor

al producto fresco. Sin embargo, su perecibilidad y manejo inadecuado durante su vida de anaquel ponen en riesgo la calidad de estos productos (Pirovani *et al.*, 2006).

El procesamiento para la obtención de estos productos varía según la fruta, pero en general incluye prelavado, pelado, cortado en su formato final, lavado–desinfección y escurrido. Además, se pueden realizar tratamientos químicos con algunos antioxidantes y agentes antimicrobianos que no sean perjudiciales para la salud, que extiendan la vida útil y que le den valor nutricional complementario al producto. Por último, las frutas cortadas se colocan en envases flexibles o rígidos semipermeables, con atmósfera modificada (pasiva o activa) que, junto con la refrigeración, prolonga su vida útil. Luego del envasado, deben ser conservados a temperaturas entre 2–5 °C. Las instalaciones de almacenamiento deben tener forzadores con adecuada capacidad para un enfriamiento razonablemente rápido. Otra importante consideración, para las áreas de almacenamiento de producto terminado, es tener un plan que asegure un sistema de despacho con calidad constante, por ejemplo sistema FIFO (primero que entra–primero que sale, en inglés: *first in–first out*), un sistema claro de codificación por fechas para rotación de productos, un adecuado control y monitoreo de temperatura, procedimientos regulares de limpieza y sanitización de las instalaciones (pisos, paredes, unidades de refrigeración, autoelevadores y plataformas de embarque) y un plan de control de enfermedades.

El producto terminado debería mantenerse a temperaturas menores de 4 °C para tener una mínima actividad microbiana y asegurar una óptima vida útil del producto. La temperatura de almacenamiento es probablemente el factor más importante que afecta el crecimiento de microorganismos en los productos frescos cortados. El abuso térmico durante el almacenamiento o distribución final aceleraría la acumulación de CO₂ y la reducción de O₂ en el envase, aumentando el riesgo de deterioro por microorganismos fermentativos y el desarrollo de patógenos anaerobios asociados a enfermedades transmitidas por alimentos. Debe destacarse que los intentos por establecer especificaciones microbiológicas para el producto a la fecha de vencimiento no tendrían sentido, si en la práctica la temperatura de almacenamiento no es estrictamente controlada.

El producto fresco cortado puede tomar diferentes rutas hasta llegar al consumidor final: envíos directos desde el procesador e indirectos a través de distribuidores y mayoristas. La elección del sistema de distribución es un área de decisión clave, ya que usualmente significa una gran inversión y puede ser un importante factor en la estrategia de comercialización. Este tipo de producto puede destinarse a segmentos tales como supermercados, cadenas de comidas rápidas, colegios, restaurantes, hoteles y servicios de comidas. La distribución debe hacerse con una estricta cadena de frío. Es decir que la integridad de la cadena de frío desde el proveedor hasta el consumidor final es un componente crítico para alcanzar máxima vida útil, calidad e inocuidad (Pirovani *et al.*, 2005).

Durante la distribución, varias prácticas podrían ayudar para mantener la calidad del producto fresco cortado: minimizar el manipuleo, medir en forma continua la temperatura durante el transporte y almacenamiento, transferir siempre rápidamente el producto desde el camión al almacenamiento refrigerado, y rotar el stock completo semanalmente.

Una gran parte de la vida útil de los productos frescos cortados se pierde en los vehículos de transporte, siendo los camiones refrigerados el principal medio de transporte utilizado. Cargas con diferentes productos sumadas a una distribución con paradas múltiples es una situación común. Es esencial el preenfriamiento de los vehículos antes de la carga y que los mismos tengan la capacidad de mantener el producto fresco cortado a una temperatura cercana a 4 °C. Los sellos defectuosos de puertas y las paredes dañadas tienen un impacto significativo sobre la entrada de calor. Cualquier fuente de calor causa que el producto se caliente y esto aumenta la velocidad de respiración y el calor asociado a ella, el cual a su vez eleva la temperatura del producto. Como ya se ha mencionado, el calentamiento acelera el deterioro, reduce la vida útil, y puede resultar en sabores y olores desagradables. En el caso del producto fresco cortado, temperaturas más altas pueden crear dentro del envase condiciones que conduzcan a ambientes favorables para el deterioro y desarrollo de microorganismos patógenos.

A nivel del comerciante mayorista, los productos frescos cortados deben mantenerse en cámaras también a temperaturas lo más cercanas posible a 0 °C. Los minoristas deben disponer de exhibidoras refrigeradas para mantener el producto. En algunos casos, los productos embolsados, pueden colocarse en exhibidoras que permitan la ubicación vertical (colgadas) para lograr una mejor circulación del aire frío a su alrededor. Dado que la ruptura de la cadena de frío es aún más crítica después del punto de venta del producto (cuando está en manos del consumidor final), la recomendación "Manténgase bajo refrigeración" resulta necesaria para lograr un manejo apropiado durante el transporte hacia el hogar y en el hogar mismo.

Bibliografía

- Altube, H.A.; Budde, C.O.; Ontivero Urquiza, M.G. y Rivata, R.S.** (2001). "Determinación de los índices de cosecha de duraznos cvs. Flor-daking y San Pedro 16–33". *Agricultura Técnica*, 61(2), 140–150.
- Amorim, L.; Martins, M.C.; Lourenço, S.A.; Gutierrez, A.S.D.; Abreu, F.M. y Gonçalves, F.P.** (2008). "Stone fruit injuries and damage at the wholesale market of São Paulo, Brazil". *Postharvest Biology and Technology*, 47(3), 353–357.
- Barkai-Golan, R.** (2001). *Postharvest disease of fruit and vegetable. Development and Control*. The Netherlands: Elsevier.
- Besset, J.; Génard, M.; Girard, T.; Serra, V. y Bussi, C.** (2001). "Effect of water stress applied during the final stage of rapid growth on peach trees (cv. 'Big-Top')". *Scientia Horticultura*, 91(3–4), 289–303.
- Bouzo, C.A.; Gariglio, N.F.; Favaro, J.C. y Tivano, J.C.** (2001). "Estudio de los factores que afectan la pérdida de agua en frutos de tomate en post-cosecha". *Horticultura Argentina*, 20(48), 76.
- Bouzo, C.A.; Gariglio, N.F., Pirovani, M. y Pilatti, R.A.** (2008). "El Ethephon en presencia de luz mejora la coloración de la mandarina 'Satsuma' durante el desverdizado". *Horticultura Argentina*, 27(68), 101.
- Bouzo, C.A. y Gariglio, N.F.** (2012). "Validación de índices de cosecha para manzanas de bajos requerimientos de frío". *Agrociencia Uruguay* (en prensa).
- Bouzo, C.A. y Cortez, S.A.** (2012). "Efecto de la aplicación foliar de calcio sobre algunos atributos de calidad en frutos de melón" [en línea]. *RIA*, 38(2) (en prensa). Consultado el 10 de octubre de 2012 en <<http://ria.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2012/07/Bx-10087-Bouzo-castellano5.pdf>>.
- Bouzo, C.A.; Travadelo, M. y Gariglio, N.F.** (2012). "The effect of different packaging materials on postharvest quality of fresh fig fruit". *International Journal of Agriculture and Biology*, 14(5), 821–825.
- Brookfield, P.L.; Ferguson, I.B.; Watkins, C.B. y Bowen, J.H.** (1996). Seed number and calcium concentrations of "Braeburn" apple fruit. *Journal of Horticultural Science*, 71, 265–271.
- Burton, W.G.** (1982). *Post-harvest physiology of food crops*. New York, USA: Logman.
- Crisosto, C.H.; Gordon, M.F. y Johnson, S.** (1995). "Factors in fresh market stone". *Postharvest Biology and Technology*, 47(3), 353–357.
- Crisosto, C.H.; Johnson, R.S.; Luza, J.G. y Crisosto, G.M.** (1994). "Irrigation Regimes Affect Fruit Soluble Solids Concentration and Rate of Water Loss of 'O'Henry' Peaches". *HortScience*, 29(10), 1169–1171.
- Ferguson, I.B., Volz, R. y Woolf, A.** (1999). "Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit". *Postharvest Biology and Technology*, 15, 255–262.
- Ferguson, I.B. y Triggs, C.M.** (1990). "Sampling factors affecting the use of mineral analysis of apple fruit for prediction of bitter pit". *New Zealand Journal of Crop & Horticultural Science*, 18, 147–152.
- Ferguson, I.B. y Watkins, C.B.** (1989). "Bitter pit in apple fruit". *Horticultural Review*, 11, 289–355.
- Kader, A.A.** (1983). "Postharvest Quality Maintenance of Fruits and Vegetables in Developing Countries". En: Lieberman, M. (Ed.). *Post-Harvest Physiology and Crop Preservation* (455–469). New York: Plenum Publishing Corporation.
- Kinay, P.; Yildiz, F.; Sen F.; Yildiz M. y Karacali, I.** (2005). "Integration of pre- and postharvest treatments to minimize Penicillium decay of Satsuma mandarins". *Postharvest Biology and Technology*, 37, 31–36.

- Lipton, W.J. y Aharoni, Y.** (1979). "Chilling injury and ripening of 'Honey Dew' muskmelons stored at 2.5 °C or 5.0 °C after ethylene treatment at 20°". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 104, 327–330.
- Lurie, S. y Crisosto, C.H.** (2005). "Chilling injury in peach and nectarine". *Postharvest Biology and Technology*, 37, 195–208.
- Lyons, J.M.** (1973). "Chilling injury in plants". *Annual Review of Plant Physiology*, 24, 445–456.
- Meredith, F.I.; Robertson, J.A. y Horvat, R.J.** (1989). "Changes in physical and chemical parameters associated with quality and postharvest ripening of harvester peaches". *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 37, 1210–1214.
- Moor, U.; Karp, K.; Pöldma, P.; Asafova, L. y Starast, M.** (2006). "Post-harvest disorders and mineral composition of apple fruits as affected by pre-harvest calcium treatments". *Acta Agriculturae Scandinavica*, 56(3), 179–185.
- Pirovani, M.E.; Güemes, D.R. y Piagentini, A.M.** (2005). "Handling and processing of fresh-cut leafy vegetables". En: Ramdane, D. (Ed.). *Crops: Growth, Quality and Biotechnology* (747–777). Helsinki, Finlandia: WFL Publisher.
- (2006). "Vegetales frescos cortados: Procesamiento y calidad". Santa Fe, Argentina: Ediciones UNL.
- Qiu, Y.; Nishina, M.S. y Paull, R.E.** (1995). "Papaya fruit growth, calcium uptake, and fruit ripening". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120, 246–253.
- Quintana, M.E.G. y Paull, R.E.** (1993). "Mechanical Injury during Postharvest Handling of "Solo" Papaya Fruit". *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118(5), 618–622.
- Sams, C.E.** (1999). "Preharvest factors affecting postharvest texture". *Postharvest Biology and Technology*, 15, 249–254.
- Smart, R.E.** (1987). "Influence of light on composition and quality of grapes". *Acta Horticulturae*, 206, 37–48.
- Sugar, D.** (2002). "Control de podredumbres poscosecha". En: Knee, M. (Ed.). *Bases biológicas de la calidad de la fruta* (231–260). Zaragoza, España: Acribia Ed.
- Taiz, L. y Seiger, E.** (2006). "Plant Physiology". New York, U.S.A.: Sinauer Associates.
- Teixidó, N.; Abadías, M.; Smilanick, J.L.; Torres, R.; Torres Fernández, M.R.; Viñas Almenar, I.; Usall Rodié, J. y Palou, L.** (2003). "Control de las principales enfermedades de poscosecha de cítricos mediante métodos físicos, químicos y biológicos". *Phytoma*, 154, 22–27.
- Volz, R.K.; Ferguson, I.B.; Bowen, J.H. y Watkins, C.B.** (1993). "Crop load effects on mineral nutrition, maturity, fruiting and tree growth of "Cox"s Orange Pippin" apple". *Journal of the Horticultural Science*, 68, 127–137.
- Wang, C.Y.** (1994). "Chilling injury of tropical horticultural commodities". *HortScience*, 19(9), 986–988.
- Woolf, A.B. y Ferguson, I.B.** (2000). "Postharvest responses to high fruit temperatures in the field". *Postharvest Biology and Technology*, 21, 7–20.

Capítulo 12

Caracterización de la calidad de las frutas

Su rol en la alimentación, y alternativas de procesamiento e industrialización a pequeña escala

1. Introducción. Conceptos

Se denomina alimentación al proceso fisiológico mediante el cual se ingieren sustancias que se necesitan para proveer al organismo de energía y de los nutrientes necesarios para mantener el normal funcionamiento; no sólo desde el punto de vista del bienestar físico, sino también, psíquico, y la salud.

El comportamiento alimentario está regido por diversos factores entre los que podemos encontrar los personales, culturales, sociales y económicos.

Los hábitos alimentarios condicionan el estado de salud de las personas, es por ello que la elección de una alimentación adecuada y equilibrada es imprescindible para garantizar la cobertura de los requerimientos energéticos, y por otra parte prevenir las enfermedades. Debido a ello hay recomendaciones a nivel mundial como la difusión de las bondades de la denominada dieta “mediterránea”, el programa “5 al día”, o la que realiza la Organización Mundial de la Salud (OMS), que aconsejan ingerir cinco raciones diarias, que corresponde aproximadamente a 600 g de frutas y hortalizas.

En Europa hace muchos años que utilizan los jugos de diferentes frutas y hortalizas para prevenir diversas dolencias; esto es lo que permitió definir a muchos productos frutihortícolas como alimentos “funcionales”. Esta definición particular fue dada para aquellos alimentos que en forma natural contienen componentes como flavonoides, carotenoides, licopenos y otros, que ejercen efectos beneficiosos para la salud, y que permiten reducir el riesgo de aparición de algunas enfermedades. Por otra parte, la medicina nutricional investigó y lanzó al mercado complementos dietéticos que son denominados “medicamentos” útiles para el tratamiento de determinadas enfermedades.

2. Mercado en fresco e industrialización

El mercado en fresco es la alternativa comercial por la cual se obtienen normalmente

los mejores precios para la producción primaria de frutas y hortalizas. Sin embargo, muchas frutas no son aprovechadas con este destino, especialmente debido a un exceso de la oferta. Otras causas que pueden estar relacionadas a la dificultad de acceder al mercado en fresco son la capacidad negociadora de los productores, la escasez de información adecuada para la toma de decisiones, o simplemente porque se carezca de una adecuada infraestructura.

Todo esto plantea la alternativa de elaboraciones artesanales y la posibilidad de industrializar la producción con el propósito de añadir valor agregado en origen a los productos frutihortícolas.

3. El manipulador de alimentos

El manipulador de alimentos, es el personal encargado de las diversas actividades que exige la participación humana en las diferentes operaciones, desde la recolección, la poscosecha, la elaboración de productos manufacturados, como así también la venta en fresco a nivel minorista. Estos participantes de la cadena comercial deben conocer las reglas básicas para poder cumplir con las normas de seguridad alimentaria como la estipulada por la Resolución SAGPyA N° 71/99 sobre la producción primaria, empaque, almacenamiento y transporte de productos frescos. Es necesario asegurar el cumplimiento de acciones para asegurar la inocuidad de las frutas, como ser:

- Mantener el aseo personal, del lugar, y de los utensilios que necesita para efectuar las diferentes tareas.
- Realizar el doble lavado de manos con abundante espuma jabonosa y agua potable, tratar de secarse con toallas de papel descartables, antes de comenzar sus tareas, y fundamentalmente después de concurrir al baño.
- No elaborar, manipular ni realizar ninguna labor con alimentos, cuando presenten trastornos digestivos o respiratorios.
- Del mismo modo si presentan lesiones cutáneas.

Por otro lado, le está terminantemente prohibido:

- Comer en el puesto de trabajo
- Fumar y/o masticar gomas
- Estornudar y toser sobre los alimentos
- Utilizar prendas no adecuadas y diferentes a las exigidas reglamentariamente.

4. Calidad de frutas y hortalizas

Las principales características que deben reunir los productos frutihortícolas para alcanzar un umbral de calidad adecuado para ingresar al circuito comercial y ser expuestos a la venta al público, hacen referencia a ser productos (Ministerio de Agricultura y Pesca, 1992):

- Enteros
- Sanos
- Limpios
- Libres de olores y sabores inadecuados.
- Poseer una madurez adecuada al momento de la cosecha
- Exentos de ataques de pájaros, parásitos y/o de enfermedades
- Haber sido recolectados adecuadamente
- Alcanzar condiciones satisfactorias en su destino final

4.1. Evaluación de la calidad de las frutas

La calidad de las frutas está determinada por factores internos y externos. Los primeros están definidos por las características fisicoquímicas de la fruta tales como el porcentaje de jugo, el contenido de azúcares, la acidez y la relación entre los azúcares y la acidez (denominado "ratio").

Los factores externos están dados por los aspectos exteriores de las frutas como ser el tamaño, la masa, la uniformidad del color, la ausencia de daños producidos por plagas, pájaros o enfermedades, o daños mecánicos propios de la cosecha.

4.2. Métodos analíticos utilizados para caracterizar la calidad

Previamente a analizar los frutos, se debe prestar especial cuidado a la toma de la muestra sobre la que se realizarán las determinaciones, cuidando que sea representativa de la plantación. Posteriormente, se deben realizar los análisis lo más rápido posible en laboratorios habilitados a tal efecto (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1998).

4.2.1. Análisis fisicoquímicos

- pH: mide el grado de acidez, y se lo determina con papel indicador o con potenciómetro manual o de mesa.
- Porcentaje de jugo: se determina por la relación entre el volumen de jugo y la masa de las frutas analizadas, expresadas en porcentaje.
- Sólidos solubles: hace referencia al contenido de sustancias solubles, principalmente azúcares, presentes en el jugo de los frutos. Se utiliza un refractómetro con corrección automática de temperatura, y los resultados se expresan en grados Brix (°Brix).
- Acidez: este parámetro indica la cantidad de ácidos presentes en el jugo de la fruta. La evaluación consiste en titular con indicación visual utilizando fenolftaleína como indicador, o potenciométrica, haciendo uso de un termo-potenciómetro con hidróxido de sodio valorado 0,1 N como titulante. Se expresa según el ácido que prevalece en la misma; por ejemplo la acidez en jugos cítricos se expresa como ácido cítrico, mientras que en manzanas y peras, como ácido málico, en vid como ácido tartárico, entre otras formas.

- Ratio: es la relación que existe entre los sólidos solubles (°Brix) y la acidez. En el caso de los cítricos a excepción de limón, un valor mínimo de siete (7) es indicativo de que se puede cosechar (Primo Yúfera 1997; Alsina y Cagnola, 2010).

4.2.1.1. Valor Energético (V.E.)

Representa el contenido calórico de una porción del alimento. Se expresa en kilocalorías (kcal) cada 100 g de sustancia. Como el Sistema Internacional adopta como medida de energía al Joule o Julio (J), debemos considerar la conversión que 1 kcal equivale a 4,18 kJ.

El Código Alimentario Argentino Actualizado (CAA) estipula la siguiente fórmula para su cálculo:

$$\text{V.E. (kcal cada 100 g de sustancia)} = 9 (\% \text{ lípidos o materia grasa}) + 7 (\% \text{ alcohol}) + 4 (\% \text{ glúcidos} + \% \text{ proteínas}) + 3 (\% \text{ ácidos orgánicos}) + 2,4 (\% \text{ polialcoholes})$$

4.2.2. Análisis microbiológicos

Estos indicadores son de suma importancia porque están relacionados con la salud del consumidor.

- Recuento de hongos y levaduras, que se realiza en placas con agar papa dextrosa o similar como el agar glucosado de Sabouraud.
- Recuento de bacterias, en placas con agar PCA (Plate Count Agar) para bacterias aerobias; mientras que para bacterias coliformes se realiza en placas con agar Mac Conkey o Endo, y/o soluciones Mac Conkey simple o doble. También se puede utilizar en este último caso un método presuntivo con caldo Brila.

4.2.3. Análisis sensorial

Es una especie de encuesta que se realiza para definir la aceptación del alimento. Se puede realizar con paneles de degustadores entrenados o no entrenados. En cualquiera de los casos consiste en completar planillas que reflejen el gusto, sabor, aroma, entre otras cualidades. En el caso de operadores no entrenados lo que más interesa es “me gusta” o “no me gusta” el alimento, para formar una idea de la opinión generalizada del futuro consumidor.

5. Los productos frutihortícolas como fuente de salud y belleza

Debido a los modernos sistemas de producción, almacenamiento y transporte, en la actualidad los productos frutihortícolas se encuentran al alcance de los consumidores en gran variedad y en distintas estaciones del año. Además, las frutas y hortalizas constituyen un grupo de alimentos saludables que es necesario incorporarlos a la dieta diaria. Proporcionan diferentes vitaminas y minerales, fibras solubles e insolubles que contribuyen a reducir por ejemplo el desarrollo de algunos tipos de cáncer,

como el de colon, y aumentar los niveles de “colesterol bueno” en sangre. Además, proveen una importante cantidad de agua, y en cambio, aportan muy poca energía calórica (Palacios, 2005).

5.1. Agua

Si bien se aconseja beber dos (2) litros de agua potable diariamente, un tercio de los líquidos que requiere una persona adulta las aporta fundamentalmente el consumo del alimento. El aporte de agua que se logra con un consumo medio de frutas y verduras alcanza al 18 % de los requerimientos diarios.

5.2 Minerales

Dentro de los macrominerales se encuentran el sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), y fósforo (P); y de los microminerales el cobre (Cu), cinc (Zn), manganeso (Mn), hierro (Fe), cromo (Cr), cobalto (Co), entre otros (Primo Yúfera, 1997).

Los minerales son importantes por las funciones metabólicas que cumplen en el organismo, algunos son necesarios como soportes, como el calcio y el fósforo que actúan en la construcción, y el mantenimiento de los huesos y dientes, junto al magnesio. Este último mineral, además interviene en el trabajo muscular.

Los iones de sodio, potasio y cloruros regulan la presión osmótica de la célula, y contribuyen a formar lo que se denomina la bomba de sodio y potasio. También influyen en el trabajo de contracción de músculos, transmisión de impulsos nerviosos y otros procesos metabólicos.

Diversas enzimas contienen como cofactores enzimáticos a los microminerales, también denominados oligoelementos, tales como el cinc en la fosfatasa alcalina, el cromo en la citocromo oxidasa, el manganeso en las carboxilasas y transferasas, para citar algunos ejemplos (Mahler y Cordes, 1971).

Hay tres oligoelementos que ponen en riesgo la salud de la población por lo que es recomendable controlar la ingesta mínima necesaria en algunas regiones o grupos poblacionales. Ellos son el hierro (Fe), yodo (I) y flúor (F). El hierro forma parte de la hemoglobina de la sangre. Las mujeres necesitan consumir el doble en comparación con los varones por sus procesos menstruales. La mejor asimilación de este elemento se produce cuando es acompañado con jugos cítricos recién preparados, ya que la presencia de Vitamina C mejora la fijación al organismo. El flúor es necesario en la resistencia de los dientes, mientras que el yodo regula funciones en la glándula tiroidea.

El cobalto participa en la estructura de la vitamina B-12 (cobalamina), mientras que el cobre contribuye a que el hierro esté disponible para formar los glóbulos rojos, como así también a la formación de melanina, pigmento que aporta a la coloración de piel y cabellos. El selenio está considerado como un antioxidante valioso ya que protege al organismo de los radicales libres que se forman debido al estrés, con sus consecuencias terribles para la salud, por la aparición de diferentes enfermedades (Fennema, 1994).

5.2.1. Aporte de minerales de las frutas y verduras

Si bien todos los alimentos poseen casi la totalidad de los minerales, su proporción relativa es diferente por lo que se citan ejemplos de aquellos alimentos que los poseen en mayor abundancia.

5.2.1.1. Sodio

Casi la totalidad de frutas y hortalizas aportan sodio en cantidad suficiente. El consumo mínimo de sodio en personas adultas es de 0,5 g día⁻¹, para aquellos que realizan cierta actividad física el requerimiento se eleva a 2,0 g día⁻¹. Por otro lado, no es recomendable un consumo mayor a 4,0 g día⁻¹.

5.2.1.2. Potasio

Se puede encontrar en los jugos cítricos y en la banana, como así también en las hortalizas de hojas verdes como el perejil. Debido a que es aconsejable en personas que sufren calambres, cuando la dieta hipocalórica no permite ingerir banana por su elevada concentración en azúcares se puede sustituir por perejil. El consumo de potasio en personas adultas debe ser de 3,0 a 4,0 g día⁻¹.

5.2.1.3. Calcio

Sin dudas que el mejor aporte lo realizan los lácteos, aunque también las hortalizas de hojas verdes, como el berro y el perejil, lechuga, acelga, espinaca, repollo, entre otros. El consumo mínimo de calcio en personas adultas debe ser de 0,45 hasta 0,8 g día⁻¹. Las mujeres durante el embarazo deben aumentar la ingesta a 1,0-1,2 g día⁻¹.

5.2.1.4. Fósforo

Casi todas las frutas y verduras aportan fósforo en cantidad suficiente.

La cantidad de fósforo recomendada es de 0,8 g día⁻¹.

5.2.1.5. Cobre

Las frutas y verduras lo contienen en poca cantidad. Se recomienda ingerir entre 2,0 a 5,0 mg día⁻¹.

5.3. Vitaminas

Es de destacar que el cuerpo humano está imposibilitado de generar la mayoría de las vitaminas, con la sola excepción de la vitamina D (calciferol) que se produce en el cuerpo humano con la asistencia de la luz solar. El aporte de vitaminas se realiza a través de la ingesta de alimentos o complejos vitamínicos que puedan suministrarlas.

Se las clasifica en liposolubles e hidrosolubles. Las liposolubles la conforman las vitaminas A, D, E y K, mientras que las vitaminas del complejo B son hidrosolubles. Esta clasificación es de suma importancia ya que a éstas últimas el organismo no las

puede almacenar, por lo que deben ser repuestas diariamente. Las mismas son esenciales para el crecimiento, participando en el metabolismo de los diferentes alimentos (Mahler y Cordes, 1971).

5.3.1. Las vitaminas liposolubles

5.3.1.1. Retinol o Vitamina A

En las frutas y hortalizas se encuentra en los pigmentos de betacaroteno o provitamina A, constituyendo uno de los principales antioxidantes.

Realizan un aporte importante de esta vitamina la zanahoria, el tomate, la espinaca, el durazno, el damasco, entre otras. Es muy importante en la piel, la visión y en la prevención de las afecciones respiratorias.

5.3.1.2. Calciferol o Vitamina D

Contribuye al buen funcionamiento del metabolismo del calcio y el fósforo, se forma en el cuerpo y se activa por la radiación ultravioleta (UV) del sol.

5.3.1.3. Tocoferol o Vitamina E

Es protectora de la destrucción de la Vitamina A y C, y de otras sustancias tales como el selenio y los aminoácidos azufrados. Se la considera como la vitamina de la juventud, ya que al proporcionar oxígeno al organismo mantiene el cuerpo joven y sano, debido al retardo del envejecimiento de las células. Se la encuentra en los espárragos, manzanas, ciruelas.

5.3.1.4. Vitamina K

Es útil fundamentalmente en los procesos de coagulación sanguínea y en su aporte a la formación de determinadas proteínas. Las personas con buena salud las obtienen de su propio organismo ya que determinados microorganismos del intestino pueden producirla.

5.3.2. Vitaminas Hidrosolubles

5.3.2.1. Complejo B

5.3.2.1.1. Tiamina (B1)

Si bien por cocción de las hortalizas por ejemplo se pierde gran parte de esta vitamina, es importante su ingesta ya que evita la acumulación de elementos tóxicos que puedan dañar el organismo. Es fundamental para el proceso de transformación de los azúcares en energía y cumple una importante labor en la conducción de los impulsos nerviosos y en el metabolismo del oxígeno. Dentro de las frutas y hortalizas está presente en las legumbres, frutas secas, y alubias cocidas.

5.3.2.1.2. Riboflavina (B2)

Se necesita en el organismo para liberar la energía de los alimentos por que favorece

la asimilación de los componentes químicos (glúcidos, proteínas, lípidos), como así también para la producción de glóbulos rojos. Se la encuentra en las hortalizas cocidas.

5.3.2.1.3. *Niacina (B3)*

Tiene funciones primordiales en la conversión de los alimentos en energía, forma los neurotransmisores, las hormonas sexuales y las vinculadas con el estrés, interviene en el funcionamiento del aparato digestivo y la piel. Su carencia produce la pelagra; la que se denominaba la enfermedad de las tres D, demencia, dermatitis y diarrea. Los alimentos que la proveen son las hortalizas de hojas o verduras, el tomate, pimiento, melón, y orejones de duraznos.

5.3.2.1.4. *Acido Pantoténico (B5)*

Contribuye a liberar energía de los alimentos, favorece la síntesis de colesterol, de lípidos y de los glóbulos rojos, de modo tal de prevenir la fatiga y ayuda a la cicatrización de heridas. Los alimentos que la proveen son la mayoría de las frutas frescas y los frutos secos (nogal, almendra, castaña).

5.3.2.1.5. *Piridoxina (B6)*

Se la necesita para degradar las proteínas en el organismo, por lo que su escasez provoca la falta de formación de glóbulos rojos y de anticuerpos. Los alimentos que la proveen en mayor proporción es la papa.

5.3.2.1.6. *Biotina (B7)*

Facilita la descomposición de las proteínas y los glúcidos, alivia las dolencias musculares, el eczema y los problemas dérmicos. Los alimentos que la proveen son las nueces, la coliflor, y las judías.

5.3.2.1.7. *Acido Fólico (B9)*

Crea células nuevas en el organismo. Es fundamental para las mujeres que se encuentran en edad fértil porque aumenta la cantidad de leche materna, y participa en la síntesis de ácido desoxirribonucleico (ADN). Los alimentos que la proveen son las verduras de hojas, naranjas, nueces, y legumbres.

5.3.2.1.8. *Cobalamina (B12)*

Aunque el organismo no puede almacenar las vitaminas hidrosolubles durante largos períodos, la vitamina B12 puede ser almacenada en el hígado. Esta vitamina es importante para el metabolismo contribuyendo a la formación de glóbulos rojos y mejorando el funcionamiento del sistema nervioso central. Existe polémica respecto de si esta vitamina se encuentra en los vegetales.

5.3.3. Vitamina C

Algunos autores no la consideran ni liposoluble ni hidrosoluble por lo que se la menciona en un apartado independiente. Químicamente es el ácido ascórbico, compuesto muy inestable ya que es propenso a la destrucción por la luz y muy oxidable.

Esta vitamina debe ser incorporada al organismo por ingesta de alimentos que la provean, como los citrus. Además, es necesaria en personas que necesitan absorber hierro (Fe), favorece la cicatrización y aumenta las defensas del organismo.

6. Propiedades de diferentes frutas

6.1. Duraznos

Es un alimento desintoxicante, con propiedades laxantes, diurético, depurativo. Aporta vitaminas A, C, B1 y B2. En su composición mineral se destacan el sodio y potasio, calcio y magnesio, hierro y fósforo. El aporte energético en fresco es aproximadamente de 56 kcal cada 100 g, y en los dulces se aumenta por la concentración de la pulpa.

Cuando se lo trata con calor sufre las pérdidas de agua y vitaminas, no así de los glúcidos ni los lípidos (grasas). No es aconsejable su consumo en personas con trastornos de intestino y con diabetes (Bonazzola *et al.*, 2007).

6.2. Citrus

6.2.1. Limón

Realiza un excelente aporte de Vitamina C, favorece la secreción de jugo gástrico, colabora en la degradación de lípidos, y es un depurador sanguíneo. El aporte energético en fresco es de aproximadamente 40 kcal cada 100 g.

La cáscara es utilizada para obtener aceites esenciales muy costosos y usados en cosmética y farmacias.

Se lo utiliza como jugo exprimido y filtrado, con conservantes permitidos como sorbato de potasio y benzoato de sodio. Se puede preparar en forma de “bebida refrescante azucarada”. Para un litro de esta bebida se necesita un limón, 100 g de azúcar, y completar con agua potable y conservar en refrigerador. No se aconseja su consumo en personas con trastornos digestivos.

Para una preparación de bajas calorías se sustituye el azúcar por estevia recordando que un sobre de 0,5 g equivale a una cuchara grande de sopa (7,5 g de azúcar de mesa). En su defecto reemplazarlo por miel o edulcorantes no nutritivos autorizados (sacarina, ciclamato y otros) (Álvarez *et al.*, 2005).

6.2.2. Naranja

El valor energético es de 44 kcal cada 100 g, contiene 86 % de agua, como así también algunas vitaminas del complejo B, C, A, y minerales como sodio, potasio, fósforo, calcio, magnesio, hierro y flúor.

Se recomienda ingerir los tegumentos de los gajos, porque éstos contienen pectinas que son útiles para disminuir el colesterol en sangre. Se lo utiliza como jugo exprimido y filtrado, con conservantes permitidos como el sorbato de potasio y benzoato de sodio. Para una preparación de bajas calorías se sustituye el azúcar por estevia, o en su defecto reemplazar por miel o edulcorantes no nutritivos (sacarina, ciclamato).

Es aconsejable su consumo en todas las edades, principalmente en el caso de padecer enfermedades tales como uremia, gota, diabetes, esclerosis y estreñimiento ya que actúa como desintoxicante (Alsina *et al.*, 2012)

6.2.3. Pomelo

Es menos ácido que el limón y menos dulce que la naranja, aunque presenta propiedades similares. Es común en algunos países consumirlos antes de las comidas como aperitivo en vez de hacerlos posteriormente como postre.

Realiza un aporte relevante de ácido cítrico y vitamina C, dentro de sus sales predominan las básicas. Es un excelente tónico ya que estimula la actividad física e intelectual. Además, sus aceites volátiles y principios amargos fortalecen los pulmones.

También se ha encontrado en la corteza del pomelo un alcaloide similar a la quinina que se lo utiliza para combatir el paludismo o malaria. Las infusiones preparadas con flores se usan como sustancias antiespasmódicas y favorecedoras de la transpiración.

6.2.4. Mandarina

Su mayor consumo es en fresco y se recomienda ingerir los tegumentos de los gajos, para disminuir el colesterol, y por el aporte de bioflavonoides que actúan como antioxidantes. Aporta 45 kcal cada 100 g. Aporta algunas vitaminas del complejo B, C, A, y minerales como sodio, potasio, fósforo, calcio, magnesio, hierro y flúor.

A modo de resumen, la composición de los frutos cítricos aporta 45–55 % de jugo y pulpa; 45–55 % de corteza, y 0,2 a 0,5 % de aceites esenciales. A su vez, la composición del jugo presenta un 88–90 % de agua, 8 a 12 % de azúcares o glúcidos, 0,5 a 1,5 % de ácidos, aporta pectinas, vitaminas, enzimas, flavonas, y aminoácidos.

6.2.5. Alteraciones de los jugos

Los jugos cítricos pueden sufrir alteraciones microbiológicas, ser afectados por acción de la luz, y/o presentar alteraciones enzimáticas. Las alteraciones más frecuentes son la pérdida de turbiedad y la aparición de aromas extraños. La pérdida de turbiedad se debe a la acción de la enzima pectinesterasa, que es la que desencadena la sedimentación de la pulpa que se encuentra en suspensión, dejando un líquido transparente debido a la desaparición de la nube o turbiedad.

Con respecto a los aromas extraños, la causa más común es la que se produce por contaminación microbiana, los tratamientos térmicos excesivos, y la oxidación de lípidos y terpenos durante el almacenamiento.

6.3. Arándano y frambuesa

El arándano es un fruto que se lo cultiva casi exclusivamente para exportación, cuya producción es de 20.000 toneladas anuales en la zona de Concordia, aunque en continuo aumento. El descarte es de aproximadamente un 20 %, que es utilizado en diferentes elaboraciones para el mercado local.

Aporta entre sus componentes químicos flavonoides que cumplen la función de antioxidantes, hacen más fluido el torrente sanguíneo, y a su vez fortalecen las arterias. Por otra parte ejerce una acción antiinflamatoria, neutralizando la acción de las prostaglandinas e histaminas, por lo que es recomendable en personas que sufran de inflamaciones, tales como artritis, alergias, reuma, asma, entre otras enfermedades. También es importante su acción de contribuir a disolver las trombosis. Su aporte energético es de 60 kcal cada 100 g.

Los frutos de frambuesa, o fresa del bosque, son ricos en Vitamina C, por lo que previene y ayuda en las alergias, y en enfermedades degenerativas como el cáncer. También es importante por su aporte en hierro, alivia los dolores del parto y lo favorece (Belitz *et al.*, 2012).

6.4. Higo

Es muy digestivo por su alto contenido en fibras que mejoran el tránsito intestinal y actúan con un efecto laxante. Además contiene un fermento digestivo denominado cradina. Presenta en su composición química un 80 % de agua, 12 % de glúcidos, entre los que se destacan la sacarosa como disacárido, y la fructosa y la galactosa como monosacáridos.

6.5. Manzana

Es uno de los frutos desatacados tanto para utilizarlo como alimento, como para medicamento. Precisamente el nombre "pomada cicatrizante", elaboradas inicialmente con triturados de manzana con aceite, surge de la denominación de sus frutos (pomo), y de sus propiedades sobre la cicatrización.

Se la considera una fruta muy completa, actúa estimulando las glándulas salivales, gástricas y digestivas. Es muy importante la contribución a la formación del bolo fecal, por la elevada concentración de celulosa, como fibra insoluble. También se distingue por la concentración de fósforo, lo que contribuye a fortalecer el sistema nervioso y estimular la acción cerebral.

Se aconseja el consumo en fresco, bien lavadas e ingerirlas con cáscara (sin pelarlas), debido a que todas las vitaminas están cerca de la cáscara.

6.6. Papaya o Mamón

Realiza un buen aporte de provitamina A, como otros frutos de pigmentación anaranjadas, aporta vitamina C en el doble de concentración que requiere una persona adulta. Contiene muchos minerales como potasio, calcio, magnesio, hierro y fósforo.

Posee un 90 % de agua, y su valor energético es de 13 kcal cada 100 g.

En el mamón se encuentra la enzima “papaína”, que contribuye a desdoblar las proteínas, de modo similar a la acción que realiza la pepsina en el estómago de los monogástricos.

Su consumo se realiza en fresco, en algunas regiones acostumbran a adicionarle jugo de limón.

6.7. Composición nutricional de las diferentes frutas

A modo de resumen, en la Tabla 39 se reflejan los valores medios de los diferentes componentes químicos, el valor energético, la composición de macro y macrominerales y la concentración de vitaminas.

Tabla 39. Composición nutricional de frutas cada 100 gramos de alimento fresco.²⁶

	<u>E</u>	<u>P</u>	<u>G</u>	<u>CH</u>	<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>P</u>	<u>Fe</u>	<u>Zn</u>	<u>T</u>	<u>R</u>	<u>N</u>	<u>Vit. C</u>	<u>Vit. A</u>
	<u>(kcal)</u>	<u>(g)</u>	<u>(g)</u>	<u>(g)</u>	<u>(mg)</u>	<u>(mg)</u>	<u>(mg)</u>	<u>(mg)</u>	<u>(mg)</u>	<u>(mg)</u>	<u>(mg)</u>	<u>(mg)</u>	<u>(mg)</u>	<u>(mg)</u>	<u>(μg)</u>
Arándano ³⁰	46	0,39	0,13	12,20	2	85	8	13	0,25	0,10	0,012	0,02	0,101	13,3	3
Durazno ³⁰	48	1,40	0,39	11,12	1	259	13	23	0,39	0,20	0,03	0,04	0,60	10,0	96
Damasco ²⁸		1,0	0,1	12,9	1	320	17	21	0,37		0,015	0,066	1,20	3,1	
Frambuesa ³⁰	52	1,2	0,65	11,9	1	151	25	29	0,69		0,032	0,038	0,598	26,2	2
Frutilla ²⁸		0,8	0,6	8,1	2	161	22	23	0,71		0,041	0,051	0,40	88,7	
Higo ²⁸		1,4	0,4	19,6	2	268	34	32	0,42		0,010	0,045	0,70	0,6	
Limón ²⁸		0,9	0,6	8,7	6	163	107	21	0,35		0,091	0,012		62,6	
Mamón ²⁹	35,01	0,5	0,09	7,1	3	200	21	13	0,42	0,155	0,03	0,039	0,41	80	152,5
Mandarina ²⁹	44,7	0,63	0,2	9,2	1,1	150	34,53	20	0,3	0,09	0,06	0,03	0,41	32,02	64,99
Manzana ²⁸		0,3	0,4	14,9	5	122	4	9	0,50		0,041	0,047	0,20	2,8	
Naranja ³⁰	85,97	0,91	0,15	12,54	1	166	43	23	0,13	0,08	0,068	0,051	0,425	59,1	12
Pomelo ²⁸		0,5		5,9	37	147	13	10	0,21		0,104	0,078		47,8	

27. E: energía; P: proteína; G: grasa total; CH: carbohidratos totales; Na: sodio; K: potasio; Ca: calcio; P: fósforo; Fe: hierro; Zn: cinc; T: tiamina; R: riboflavina; N: niacina; Vit. C: Vitamina C; Vit. A: vitamina A.

28. Universidad Nacional de Luján (2012)

29. Sociedad Española de hipertensión. SEH–SEHLA (2012)

30. National Nutrient Database for Standard Reference (s/f).

7. Otras alternativas de procesamiento

A continuación se enumeran posibles preparaciones de diferentes frutas (Belitz *et al.*, 2012; Primo Yúfera, 1997).

7.1. Compotas, mermeladas, y néctares

Estas alternativas de procesamiento son una de las más difundidas. La industrialización de frutas posibilita disponer de las mismas en forma de derivados, y lograr un aprovechamiento integral de la producción, fundamentalmente la que no se utiliza para el mercado en fresco. Sin embargo, es sabido que en todos los procesos tecnológicos se producen alteraciones que afectan las propiedades organolépticas, como la textura, color, sabor, y el valor nutricional. En el caso particular de compotas, mermeladas, y néctares concentrados, a pesar de la acción del calor se conservan las propiedades de los glúcidos, algunos minerales y lípidos, mientras que se destruyen las vitaminas y las proteínas.

En relación con estos productos el Código Alimentario Argentino (CAA) en sus Artículos 808, 809 y 810 reglamenta lo referido a elaboración de confituras. El Artículo 808 establece que se denomina “compota” a la confitura elaborada por cocción de frutos frescos, desecados o deshidratados enteros o fraccionados con edulcorantes naturales: azúcar, dextrosa, azúcar invertido, jarabe de glucosa, entre otros, los que pueden ser reemplazados total o parcialmente por miel. En el caso de productos dietéticos la elaboración se realiza con edulcorantes artificiales. Asimismo, el CAA establece:

- La proporción de frutas no debe ser menor al 40 % en masa del agua que contiene el envase.
- La fase líquida deberá tener una concentración de sólidos solubles no superior a 16 °Brix.
- Se presentará en envases herméticamente cerrados y esterilizados.

El Artículo 809 señala que se entiende por “frutas en almíbar”, a la confitura elaborada cocinando frutas con una solución de edulcorantes naturales de la misma forma que los mencionados en el Artículo anterior, y deben cumplir los siguientes requisitos:

- La fase líquida deberá separarse de la fase sólida. Además debe ser límpida y se admite la turbiedad normal que producen los jugos de la fruta.
- El producto deberá presentarse cerrado y esterilizado; debe poseer un contenido de sólidos solubles no superior a 55 °Brix.
- En el caso de no ser esterilizado, la concentración de sólidos solubles debe ser superior a los 72 °Brix.

El Artículo 810, legisla lo referido a “mermeladas”, estableciendo que se entiende por tal a la confitura elaborada por cocción de frutas (enteras, en trozos, pulpa tamizada, jugo y pulpa normal o concentrada) con los edulcorantes anteriormente mencionados. Los requisitos que deben cumplir son los siguientes:

- Poseer consistencia untable.
- Tener una concentración igual al 40 % de partículas del producto terminado.
- Los sólidos solubles deben superar los 65 °Brix.

Por otra parte, en otros artículos establece lo referido a “néctares o jugos”, a los cuales define como el producto obtenido con pulpa de fruta tamizada con añadido de agua potable y edulcorantes naturales o artificiales, acidificado con ácido cítrico y con conservantes químicos permitidos (benzoato de sodio y/o sorbato de potasio al 0,1 %), y estabilizados para dar cuerpo a la solución con carboximetilcelulosa.

7.1.1. Alteraciones de los productos del procesamiento

7.1.1.1. Pardeamiento enzimático

Se produce cuando las frutas son peladas, cortadas, y sus tejidos expuestos al medio ambiente (oxígeno del aire). Se produce la coloración parda característica, por acción de la enzima fenolasa.

7.1.1.2. Pardeamiento no enzimático

Se debe a procesos de calentamiento (pasteurización, deshidratación). En estos casos se produce una degradación del ácido ascórbico o vitamina C y la denominada reacción de Maillard, que comprende complejas reacciones que generan polímeros pardos, denominados como melanoidinas.

7.2. Productos derivados de la fermentación

Entre estas alternativas se mencionan el vino de naranja, licores de citrus, vinos espumantes, como así también vinagres que son considerados como exquisiteces o “delicatessen”, que pueden utilizarse sólo o en mezcla con otros vinagres para determinadas preparaciones gourmet. Los residuos de la elaboración se lo pueden utilizar para añadirlo a las diferentes raciones para alimentación de ganado en general (Hours *et al.*, 2005).

Según el CAA, se define como vinagre al producto obtenido de la fermentación alcohólica de productos alimenticios ricos en almidón o en azúcares de la que resulta una solución diluida de ácido acético (etanoico), que posea 5 gramos de ácido acético por cada 100 mL de líquido, medido a 25 °C, el que puede contener pequeñas cantidades de sustancias orgánicas e inorgánicas que no presenten riesgos a la salud.

Las etapas para la elaboración de vinagre en un fermentador incluyen la cosecha, lavado de la fruta, elaboración del mosto, esterilización, reposo (24 horas), siembra de levaduras, actividad de las levaduras hasta su muerte, reposo y clarificación, contaminación acética, control de pH, filtrado, esterilización y envasado.

Con respecto a la esterilización del mosto, se puede realizar con metabisulfito de sodio o de potasio, y es importante para evitar las contaminaciones no deseadas y

posibilitar la fermentación alcohólica con la levadura seleccionada, como por ejemplo algún tipo de cepa de *Saccharomyces cerevisiae* con óptimas condiciones enológicas. Esto permitirá la obtención de un vino de higo (alcohol) a través de un proceso anaerobio (ciclo de la glicólisis). La contaminación acética es un ciclo aerobio, ya que se produce en contacto con el aire.

7.3. Congelados

Los congelados se pueden realizar en bloque de frutas, o las frutas (o porciones de frutas) se pueden congelar individualmente. En este último caso, el proceso se denomina "IQF". La línea de proceso para la obtención del congelado en bloque incluye pasos como el pesado, limpieza, selección, lavado y desinfectado, escurrido y secado superficial, colocación en bandejas, congelado en cámara a -30 °C con alta velocidad de aire, empaque en cajas de cartón corrugado con bolsa de polietileno de 30 micrones, depósito del producto congelado.

En el caso del congelado individual, el proceso es similar al anterior excepto en el método de congelado. En este caso se realiza en un túnel de lecho fluidizado en doble etapa donde la transferencia de calor se realiza en forma individual, logrando en la primer etapa un congelamiento superficial de la fruta, y posteriormente un congelamiento a -20 °C o menos en toda la fruta.

La gran ventaja de este método es que evita el *crosting* o aglomerado, logrando una calidad superior en el producto descongelado y facilitando además el uso posterior del producto final.

7.4. Deshidratados

El CAA establece en el Artículo 879, Decreto (61, 17.1.77), que la "fruta seca" es la que en su estado de maduración adecuada presenta una disminución tal de su contenido acuoso que permite su conservación.

También legisla que "fruta desecada" es la fruta fresca sana, limpia, y con un grado de madurez apropiado, entera o fraccionada, con o sin epicarpio, carozo o semillas, sometidos a desecación en condiciones ambientales naturales para privarlos de la mayor parte del agua que contienen.

Mientras que define a la "fruta deshidratada" a la que se la ha sometido a la acción del calor, a través de diferentes métodos.

7.4.1. Secado tradicional

Esto se puede realizar en secaderos tanto continuo como estático, con circulación de aire seco hasta lograr una humedad de 11 a 18 % y una actividad de agua (aw) entre 0,5 y 0,6. Luego los productos son envasados en cajas de cartón corrugado con doble bolsa de polietileno y conservado en lugar frío y seco.

7.4.2. Secado por liofilización

Se combinan una técnica de congelado y vacío por debajo del punto triple favoreciendo la sublimación del agua. Este proceso se destaca por la calidad de los productos obtenidos.

8. Definiciones básicas según el Código Alimentario Argentino Actualizado (CAA, 2010)

8.1. Agua potable

Artículo 982, "Se entiende por agua potable, la que es apta para el consumo y uso domiciliario, no deberá contener sustancias de origen biológico, orgánico, inorgánico ni radiactivo, en concentraciones que resulten peligrosas".

Debe poseer una adecuada composición física, química y microbiológica.

8.2. Bebidas sin alcohol

Artículo 996, "Se entiende por bebidas sin alcohol o analcohólicas, las bebidas gasificadas o no lista para consumir, preparadas a base de jugos, jugos y pulpa, jugos concentrados de frutas u hortalizas, infusiones, maceraciones. El agua que se utilice para diluir debe ser potable".

8.3. Zumo

Definiciones siguiendo el Codex Alimentario de la FAO (The Food and Agriculture Organization of the United Nations),

Se entiende por zumo como el producto líquido no fermentado, destinado al consumo directo, obtenido por medios mecánicos de frutos maduros y sanos, conservado sólo por métodos físicos. Puede ser claro o turbio. Puede estar concentrado para diluirlo con agua en la proporción adecuada para el consumo.

Excepcionalmente puede permitirse la adición de azúcares y ácidos, pero debe declararse en el rótulo. Para el CAA lo que se denomina como zumo es sinónimo de jugo.

9. Preguntas usuales

9.1. ¿Las frutas desecadas o deshidratadas, también denominadas pasa de uva, de higo, de ciruela, pierden sus propiedades?

De ninguna manera pierden sus propiedades nutritivas ya que retienen en mayor concentración todos los componentes químicos de la fruta fresca, sólo pierden agua.

9.2. ¿Los frutos cítricos se consideran como excelentes alimentos?

El limón protege del cáncer y estimula determinadas enzimas que contribuyen a la desintoxicación. Los cítricos por su relevante aporte en vitamina C, reduce el colesterol plasmático y la formación de placas de aterosclerosis.

9.3. ¿Qué alimentos se deben consumir para alcanzar un envejecimiento activo?

El año 2012 fue declarado como el “Año Europeo del Envejecimiento Activo y de la Solidaridad Intergeneracional”, con el objeto de promover en los seres humanos un envejecimiento activo y saludable, para lo cual debe ser acompañado por una dieta rica en frutas, verduras y mucha fibra, de modo tal de conservar una masa corporal adecuada y saludable. Otros alimentos complementarios a esta dieta son el consumo de pescados, la utilización del aceite de oliva y una copa de vino tinto por su aporte en polifenoles.

9.4. ¿La naranja tiene efectos revitalizadores sobre la piel?

Efectivamente el jugo de naranja, y también el de pomelo, ya que poseen gran cantidad de agua y vitaminas, tienen un efecto hidratante, se aplica como jugo y también los aceites esenciales como antiinflamatorio frente a golpes.

Bibliografía

- Alsina, D. y Cagnola, E.** (2010). *Química: conceptos básicos y enseñanza experimental: aportes para la articulación escuela secundaria–universidad*. 1ª ed. Santa Fe, Argentina: Ediciones UNL, Colección Cátedra, Serie Interfaces.
- Alsina, D.; Nescier, I.; Santini Z.; Gariglio N. y Cives, H.** (2012). "Propiedades fisicoquímicas de naranjas cultivadas en la zona centro–este de la provincia de Santa Fe". *Revista de la Sociedad Argentina de Horticultura*, 31(74), 17–23.
- Álvarez, A.; Jorrat, S y Genta, M.** (2005): "Caracterización físico–química de jugo de limón de Tucumán". *RIA*, 34 (2), 49–56.
- Belitz, H.; Grosch, W. y Schieberle, P.** (2012). *Química de los Alimentos*. 3ª ed. Zaragoza, España: Acribia.
- Bonazzola, C.; Alsina, D.; Nescier, I.; Santini, Z.; Joris, Z. y Gariglio, N.** (2007). "Composición fisicoquímica del fruto de dos variedades de duraznero cultivadas en el centro–este de la Provincia de Santa Fe". *Revista FAVE–Ciencias Agrarias*, 5/6 (1/2), 35–40.
- C.A.A. (Código Alimentario Argentino Actualizado)** (2010). [En línea]. Consultado el 20 de diciembre de 2012 en <http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_X.pdf>.
- Fennema, O.** (1994). *Química de los Alimentos*. 2º ed. Zaragoza, España: Acribia.
- Hours, H.; Ferreyra, M.; Schwab, M.; Gerard, L.; Zapata, L. y Davies, C.** (2005). "Caracterización Físicoquímica y microbiológica de jugos de naranja destinados a vinificación". *Ciencia, docencia y tecnología*, 31, 219–239.
- Mahler, H. y CORDES, E.** (1971): *Química Biológica*. Barcelona, España: Omega.
- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación** (1992). *Normas de Calidad para Frutas y Hortalizas*. Madrid, España: Secretaría General de Alimentación. Dirección General de Industrias Agrarias y Alimentarias.
- (1998). *Métodos Oficiales de Análisis de la Unión Europea*. Tomo II. Madrid, España: Secretaría General de Alimentación. Dirección General de Alimentación.
- National Nutrient Database for Standard Reference. USDA** (s/f). *Fruits and fruit juices*. Consultado el 13 de mayo de 2012 en <<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>>.
- Palacios, J.** (2005). *Citricultura Moderna*. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur SA.
- Primo Yúfera, E.** (1997). *Química de los Alimentos*. Madrid, España. Síntesis
- Prorrogan, J.C.** (1977). *Los Agrios. Técnicas agrícolas y producciones tropicales*. 1era. ed. Barcelona, España: Blume.
- Sociedad Española de hipertensión SEH–SEHLA** (2012). Tablas de Nutrición [en línea]. Consultado el 08 de marzo de 2012 en <www.seh-lelha.org/alimento.htm>.
- Universidad Nacional de Luján** (2012). Tabla de Composición de Alimentos de la Argentina [en línea]. Consultado el 6 de diciembre de 2012 en <www.unlu.edu.ar/~argenfoods/Tablas/Tabla.htm>.

Capítulo 13

Sistemas productivos

1. Introducción

El presente capítulo se ha estructurado analizando algunas repercusiones que la diversificación productiva acarrea en los sistemas productivos regionales, sin considerar los efectos adicionales que se generan a nivel macroeconómico. La primera parte analiza algunos aspectos que inciden a nivel micro en las áreas geográficas objeto de intervención, y la siguiente exhibe un comparativo de los resultados, costos e ingresos de las actividades más promisorias introducidas en forma incipiente en la región Central de Santa Fe, con el objeto de analizar su competitividad.

2. Inclusión de nuevos cultivos en los sistemas productivos de la región central de Santa Fe

La introducción de cultivos para diversificar la integración de los sistemas agropecuarios se ha aplicado como estrategia en numerosas experiencias para dinamizar los territorios y sus pobladores o para mitigar riesgos productivos y de mercado.

En América Latina, diversas iniciativas de desarrollo han generado innovaciones con el fin de superar la exclusión de los pequeños productores. Dentro de las innovaciones, algunas se basan en la introducción de nuevas líneas de actividad con el fin de diversificar la fuente de ingresos y hacer más eficiente el uso de los recursos disponibles; otras están orientadas a introducir cambios tecnológicos que posibiliten mejorar la productividad. Existen a su vez otras estrategias basadas en la diferenciación o la adición de valor agregado a los productos existentes, o en nuevas formas de organización comercial. Estas últimas alternativas pretenden conseguir una mayor competitividad y acceso a los mercados a través del fortalecimiento de las capacidades de los productores organizados (Ramírez, 2007).

La diversificación, es definida como la entrada de una empresa o unidades de negocios hacia nuevas líneas de actividad (Ramanujan y Varadarajan, 1989), y posibilita añadir simultáneamente nuevos productos y nuevos mercados a los ya existentes. Es considerada como una estrategia básica de crecimiento en las organizaciones (Ansoff, 1965), y que presenta una serie de ventajas socioproductivas que impactan favorablemente en la capacidad de reproducción de las familias campesinas, como ser una mayor seguridad alimentaria, menor riesgo productivo, y mayor estabilidad ambiental y productiva (Cáceres, 2003). Estas observaciones son coincidentes con los objetivos generales de la estrategia agroecológica que pretende asegurar la autosuficiencia alimentaria, la conservación y regeneración de los recursos naturales, y mejorar la equidad social y la viabilidad económica (Altieri y Nicholls, 2000).

La diversificación con especies forestales o frutales se encuadra dentro de una de las formas de integración y sinergias en agroecosistemas, denominada "niveles de integración y diversificación en sistemas agroforestales". En ellos, son requerimientos que la proposición de las nuevas alternativas tecnológicas sean compatibles con los recursos disponibles, y que se desarrollen las capacidades para que los productores puedan aplicarlas y difundirlas. Así, la fruticultura se transformará en una opción real para las comunidades comprometidas.

En la UE, los programas oficiales de aliento a los sistemas silvoagroproductivos, señalan su importancia especialmente en el contexto de la diversificación del ingreso de las empresas y del desarrollo de sistemas productivos sustentables. Estas son dos cuestiones estratégicas para el futuro de la agricultura europea, que se fundamentan en razones económicas, estéticas y ambientales, requisitos esenciales para incentivar su adopción en todas las regiones del continente (Eichhorn *et al.*, 2005).

La restauración de la diversidad agrícola puede lograrse tanto en el tiempo como en el espacio, sea a través del uso de rotaciones de cultivos, de cultivos de cobertura, cultivos intercalares, sinergias por complementariedad de actividades agrícolas y ganaderas, entre otros (Altieri y Nicholls, 2000). El agregado de diversidad a los sistemas vigentes, introduce cambios en el hábitat que favorecen la abundancia de los enemigos naturales y su efectividad. En el caso específico de la incorporación de especies frutales perennes, conduce a ecosistemas semipermanentes más estables en comparación con los sistemas de cultivos anuales, debido a que los huertos frutales sufren menos alteraciones y se caracterizan por una mayor diversidad estructural, particularmente si se estimula una diversidad floral en la superficie.

Sin embargo, el fomento de sistemas diversificados con incorporación de frutales, conlleva aspectos vinculados con la orientación de los fondos públicos, sea para el desarrollo de innovaciones y adaptación de tecnologías apropiadas a

los ambientes locales, u orientadas al fortalecimiento de vínculos de agronegocios (FAO, 2005) que brinden estabilidad socioeconómica a los pequeños productores. La vinculación de las unidades productivas entre sí, a través de organizaciones asociativas posibilita el desarrollo de nexos entre los actores de la cadena de valor de los productos, en distintos aspectos como transferencia de tecnología, capacitación, asistencia técnica, control de la calidad, desarrollo comercial y de mercados, gestión empresarial, todo lo cual se debería traducir en la mejora del nivel de vida de las comunidades.

La región Central de Santa Fe tiene actualmente escasa presencia de frutales perennes. Su introducción en los sistemas vigentes, orientada a la diversificación con los cultivos que han evidenciado un buen desempeño, ha sido objeto de análisis a fin de observar los impactos que la modificación en la integración tendría particularmente en el uso de recursos y en resultados esperados.

2.1. La incorporación de frambuesa como cultivo complementario a la frutilla

Se han realizado estudios a nivel microeconómico de diversificación productiva con cultivos frutales perennes en la zona de Coronda (departamento San Jerónimo, provincia de Santa Fe), una de las principales regiones productoras de frutilla del país (Travadelo *et al.*, 2012). Esta zona se caracteriza por un escaso patrón de diversificación de cultivos a nivel de empresa, consecuencia de aspectos culturales fuertemente arraigados al cultivo de la frutilla, a motivos laborales relacionados con una alta demanda de mano de obra y a dificultades financieras que limitan el área de cultivo. Estos factores constituyen una amenaza permanente para la sustentabilidad técnica, económica y social de esta región.

En la evolución del patrón de diversificación se observa que a pesar de que el área de cultivos intensivos aumentó un 20 % en el período 2001/2009 (Sordo, comunicación personal), la superficie de frutilla decreció un 13 %. La combinación de actividades a nivel de empresa está principalmente determinada en función de la disponibilidad financiera y de mano de obra; se combinan así frutilla con algunos cultivos hortícolas a "contra-ciclo" de la frutilla, tales como zapallito, berenjena, choclo, sandía o melón, entre otros.

Ciertas explotaciones hortícolas han incursionado en la implantación de nuevos cultivos con el objeto de mejorar la eficiencia en el uso de los recursos productivos disponibles, el resultado final de sus empresas, y su nivel de vida. El objeto de tal introducción refiere a encontrar actividades productivas que complementen a la frutilla, y mejoren la liquidez y la distribución temporal de la demanda de los recursos aplicados, tales como la mano de obra. La hipótesis que subyace es que este nuevo cultivo mejora sensiblemente la rentabilidad, la liquidez y normaliza la demanda laboral, ofreciendo una alternativa atractiva para estas explotaciones.

2.1.1. El modelo de empresa de la zona de Coronda

Se realizó un estudio de caso sobre una pyme frutillera perteneciente al estrato de superficie de entre 2–10 ha, el más frecuente en la zona de Coronda, que incorporó al cultivo de la frambuesa como complementario a la frutilla, desplazando a los demás cultivos hortícolas. La tabla 40 muestra la integración de la empresa analizada sin incorporación de la frambuesa (MSF) junto al modelo donde se realiza este cultivo (MCF).

2.1.2. Cambios en los resultados económicos

La empresa diversificada (MCF) exhibió una mejora significativa del margen bruto total (MBT) de la empresa (+61 %) (Tabla 41), del resultado de la empresa (+258 %), y de la rentabilidad final (+248 %) (Tabla 42).

En la tabla 41 se observa, además, la interesante retribución del frambueso, expresada a través de la relación MB/CDT, comparándola con el resto de los cultivos, aún la frutilla. Esto obedece principalmente a su condición de cultivo plurianual por lo que su costo de implantación se prorratea en los años que dura la plantación. En forma simultánea el MCF exhibe, como se aprecia en la tabla 42, un aumento del capital total de la empresa a raíz de la valoración que se realiza en concepto de la plantación de frambuesa.

2.1.3. Cambios en el uso de recursos financieros y de la mano de obra

Otros de los aspectos evaluados en relación con el uso de los recursos productivos, fue la liquidez y la demanda laboral, principales limitantes en los esquemas de integración con cultivos más intensivos.

La introducción del frambueso permitió mejorar la distribución de la demanda mensual de mano de obra, fundamentalmente durante los meses de enero a mayo (Fig. 76), posibilitando la retención en carácter permanente de la mano de obra, lo que redundó en numerosos beneficios (Johnston *et al.*, 1995). El empresario consigue mayor disponibilidad de trabajadores, mayor productividad y confianza, menor necesidad de entrenamiento en el trabajo, e incremento de la satisfacción personal. Por su parte, los trabajadores se benefician por mayores ingresos y beneficios laborales, y un mayor nivel de vida para sus familias, en relación con los empleados temporarios. Durante noviembre y diciembre, la incorporación del frambueso elevó los requerimientos de mano de obra, haciendo que estos meses se conviertan en los más exigentes del año para el MCF. Medido en Equivalente Hombre (EH),³¹ en términos globales, el MSF exhibió una demanda laboral de 4,39 EH mientras que el MCF de 5,2 EH (+18 %).

31. EH: Es una unidad de mano de obra igual a 300 jornadas o 1 año de ocupación plena de una persona, sea hombre o mujer.

Tabla 40. Distribución del área de diferentes cultivos en un modelo empresarial típico de la zona de Coronda (MSF) vs un modelo con incorporación del cultivo de frambueso (MCF).

Superficie	MSF	MCF
	ha	
Frutilla	2,00	2,00
Frambuesa		0,50
Maíz para choclo	0,33	
Zapallito	0,33	
Berenjena	0,33	
Superficie total cultivos	2,99	2,50
Superficie agrícola útil	5,50	5,50

Tabla 41. Margen bruto por hectárea (MB ha⁻¹), relación margen bruto/costo directo total (MB/CDT), margen bruto del cultivo (MB cultivo), y margen bruto total de la empresa, para un modelo hortícola tradicional de la zona de Coronda (MSF), vs un modelo que contempla la incorporación del cultivo de frambueso (MCF) (en \$ a julio de 2010).

Resultado de las actividades (\$)	MSF			MCF		
	MB ha ⁻¹	MB/CDT	MB cultivo	MB ha ⁻¹	MB/CDT	MB cultivo
Frutilla	25979	0,18	51957	25979	0,18	51957
Frambuesa				123658	2,62	61829
Berenjena	42864	1,11	14145			
Choclo	9649	1,35	3184			
Zapallito	4253	0,31	1403			
Margen bruto total de la empresa			70690			113786

Tabla 42. Indicadores globales y residuales de una empresa hortícola tradicional de la zona de Coronda (MSF) vs un modelo que contempla la incorporación del cultivo del frambueso (MCF).

Indicadores globales y residuales	MSF	MCF
Resultado de la explotación (\$)	16690	59786
Capital total de la empresa (\$)	449100	461686
Rentabilidad con tierra (%)	3,72	12,95

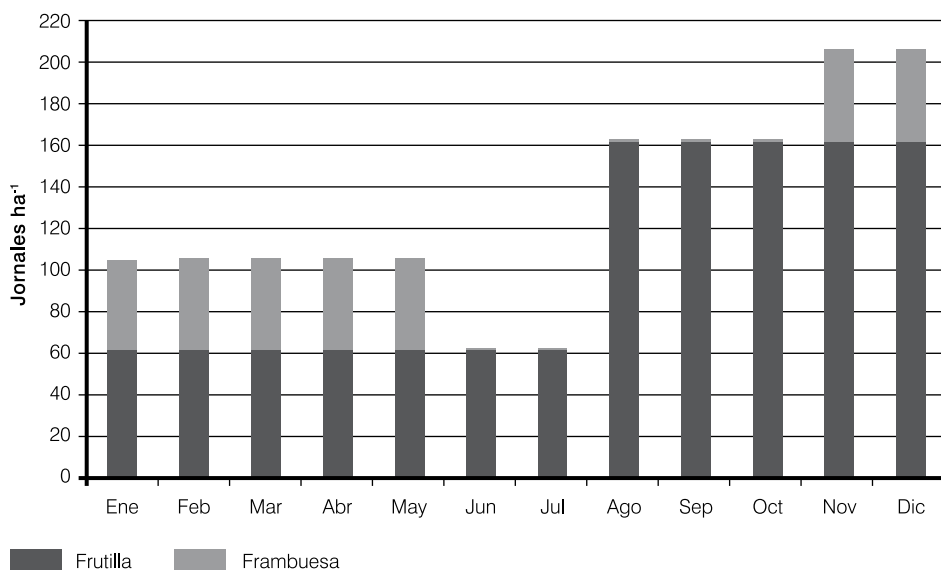


Figura 76. Demanda mensual de mano de obra (en jornales ha⁻¹) para el cultivo de frutilla, y la modificación que causa la incorporación del frambueso en una empresa tradicional de la zona de Coronda.

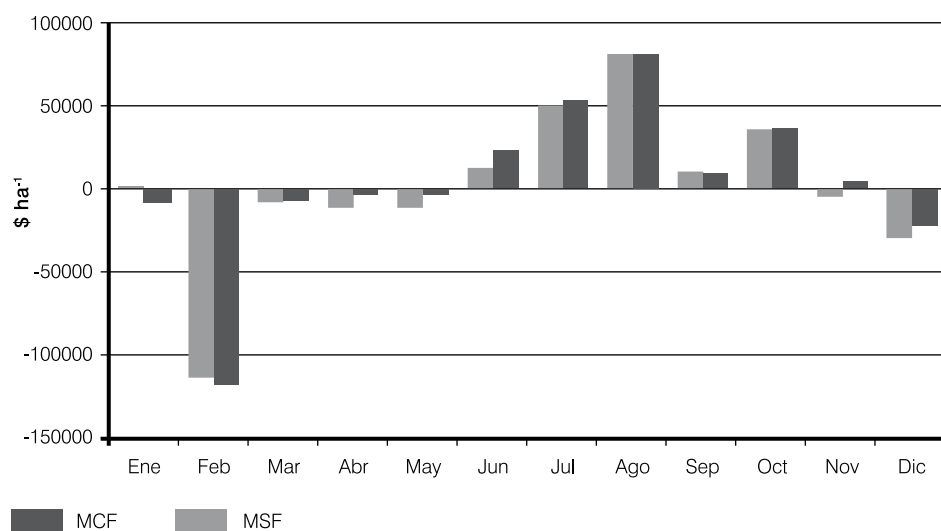


Figura 77. Flujo de Caja Mensualizado (\$) (FC) de una empresa hortícola tradicional de la zona de Coronda (MSF) vs un modelo que contempla la incorporación del cultivo del frambueso (MCF).

En relación con los flujos financieros mensuales, puede observarse que la nueva integración presenta ventajas en algunos meses donde se mejora en cierto grado la liquidez, si bien no se puede revertir el déficit marcado por la plantación de la frutilla durante los meses de verano y otoño (Fig. 77).

Se aprecia una significativa creación de valor a partir de la introducción del frambueso, dado que el Valor Actual Neto (VAN) del Flujo de Caja diferencial, a una tasa de descuento del 10 %, fue de \$ 11 342. Aún con un descenso en el precio de la frambuesa del 50 %, este modelo arroja un VAN de \$ 8 464 anuales.

2.1.4. Cambios en el grado de diversificación

Los resultados empíricos de la comparación entre MSF y MCF a través del Índice de Entropía (Palepu, 1985), arroja un crecimiento de la diversificación, pasando de un valor de 0,41 a 0,49. Este incremento refleja principalmente la importancia relativa de cada actividad en el total de las ventas de la empresa. Si bien la frutilla opera como actividad dominante en ambos planteos, en el MCF disminuye su participación en las ventas totales, asociada a la frambuesa con la cual se relaciona a través de algunos activos, como la mano de obra y la tierra, así como por las habilidades comunes que requieren y los canales comerciales que comparten.

2.1.5. Otras consideraciones adicionales

Puede mencionarse la afinidad cultural que el cultivo del frambueso tiene con la frutilla, principalmente en relación con la tecnología de cultivo, aspectos sanitarios y tratamiento poscosecha.

Ambas “berries” comparten a su vez gran parte de los mercados, por lo que los operadores pueden ser los mismos. Respecto de la agroindustria, la frambuesa es un producto que cubriría la capacidad ociosa en el período donde no se opera con frutilla. El logro de una masa crítica de producción a partir de nuevos emprendimientos habilitaría así nuevos canales comerciales que requieren escalas mínimas para una operación sustentable a mediano y largo plazo.

Los resultados alcanzados posicionan al frambueso como un cultivo claramente complementario en los sistemas vigentes, y competitivo frente a producciones alternativas, favoreciendo a la diversificación como estrategia de crecimiento en las empresas.

2.2. La introducción de la higuera en sistemas hortícolas

En este apartado, se analiza la introducción de la higuera como alternativa complementaria a los cultivos hortícolas en la zona circundante a la ciudad de Santa Fe (Perren *et al.*, 2011).

2.2.1. Modelo de empresa del Cinturón Hortícola de Santa Fe

Se tomó el caso de una empresa hortícola típica de la zona, de una superficie de 9 ha.

Cultivos	Cantidad (ha)
Acelga (siembra mecánica)	1,00
Achicoria (siembra mecánica)	0,50
Brócoli (plantines en bandejas)	0,75
Cebolla de Verdeo	0,50
Coliflor (en bandeja)	0,50
Lechuga (siembra mecánica)	1,00
Lechuga (trasplante)	1,00
Puerro	0,75
Remolacha	1,00
Repollo (plantines en bandejas)	1,00
Zapallito	1,00

Tabla 43. Superficie total de cultivos en chacra tipo del Cinturón Hortícola de Santa Fe.

La distribución de los cultivos (Tabla 43), según una encuesta realizada a informantes claves de la región, permitió conformar una chacra tipo. La inclusión de una hectárea de higuera a tal distribución es posible dada la superposición de cultivos hortícolas.

La higuera es un cultivo frutal que se adapta muy bien a la zona y que presenta bajos costos de producción por requerir de cuidados simples, tales como adecuadas técnicas de poda y cosecha.

Resultados Económicos Anuales ³²	MSH	MCH
Situación estabilizada (6to. año)		
Ingreso bruto (IB)	\$ 637775	679775
Costos directos (CD)	\$ 478767	497907
Amortizaciones directas (AD)	\$	773
Margen bruto total (MBT)	\$ 159008	181095
Resultados de la empresa (RE)	\$ 64496	86583
Rentabilidad sobre ventas	% 10,00	13,00
Rentabilidad sobre capital invertido		
- con tierra	% 6,00	8,00
- sin tierra	% 13,00	17,00

Tabla 44. Comparación del modelo de chacra tipo del Cinturón Hortícola con higuera (MCH) y sin higuera (MSH).

32. Datos a febrero de 2010.

La incorporación de la higuera (MCH) produjo un impacto favorable en los resultados del sistema productivo, incrementando el ingreso bruto (IB, +7 %), el MBT (+14 %), y la rentabilidad final en sus distintas expresiones (+30-33 %) (Tabla 44).

La higuera, evaluada como inversión, por ser un cultivo plurianual arrojó una Tasa Interna de Retorno del 54 %, descontando los flujos a una tasa de descuento del 12 %, y un Valor Actual Neto de \$ 128 255 (moneda constante a febrero de 2010). El período de repago fue de cuatro años desde su implantación.

La incorporación de este cultivo frutal generó impactos económicos y sociales, tales como el desarrollo y la ampliación de actividades en las microempresas frutihortícolas locales; la sustentabilidad de las empresas y la reactivación económica de la región a partir del crecimiento de un sector económico que durante los últimos años ha perdido participación en el producto y en el ingreso.

Por último, se espera también el incremento de la demanda de mano de obra y en el ingreso de la población objetivo, con su consecuente efecto multiplicador derivado de la demanda de productos y servicios diversos por parte de los trabajadores hortícolas y los propietarios de las unidades económicas. Además, es esperable el desarrollo de nuevos canales de comercialización para los productos frutihortícolas, mejorando la llegada de los mismos en tiempo, calidades y cantidades, a fin de responder a nuevas necesidades y oportunidades del mercado.

3. Análisis económico de los cultivos de higuera, frambueso, manzano, duraznero y naranja mediante el cálculo de márgenes brutos

Se realizó un comparativo de estos cultivos con el objeto de analizar su competitividad. Para esto se utilizó el margen bruto por unidad de actividad (ha), que es una medida de resultado económico utilizada en las empresas agropecuarias y permite tomar decisiones al momento de seleccionar una actividad. Se calcula el margen bruto restándole los costos directos al ingreso neto de gastos de comercialización (Guida Daza, 2009).

Los ingresos de la actividad se obtienen multiplicando el rendimiento de los cultivos por el precio de mercado de las frutas. El análisis se realizó para una situación estabilizada respecto a la producción de los cultivos, por lo tanto se consideran los rendimientos de las plantas a partir del quinto año de producción. El precio de los productos se obtiene de operaciones realizadas en la zona de estudio, a los que se le descuentan los gastos de comercialización.

Respecto de los costos directos, están compuestos por la suma de gastos directos (tratamientos, labores, cosecha y empaque) y las amortizaciones directas. El precio de los insumos corresponde a valores estimativos de comercios locales. Por tratarse de actividades intensivas en el uso del factor trabajo, el peso relativo de los salarios sobre los costos directos es importante. Para su valoración se consideraron las remuneraciones de peones especializados (fruticultores) comprendido en el Régimen

Nacional del Trabajo Agrario, anexo a la Ley 22248, que se desempeña en explotaciones agrarias en tareas permanentes de manera continua o transitoria, con vigencia a partir del 1º de septiembre de 2010.

Los precios de productos e insumos utilizados para el análisis se encuentran actualizados al mes de septiembre de 2010 mediante el IPIM (Índice de Precios Internos al por Mayor), Nivel General.

3.1. Planteo técnico de los frutales

En la tabla 45 se muestra el planteo técnico de los cultivos evaluados y los rendimientos expresados en kilos por hectárea (kg ha^{-1}) y por planta (kg pl^{-1}) (libres de mermas) en la situación estabilizada.

Los rendimientos informados corresponden a promedios logrados en la zona. La superficie considerada como base de cálculo para los diferentes modelos es la hectárea. La estructura productiva (marcos de plantación) corresponde a la evaluada para la región analizada.

3.2. Estimación del margen bruto de los frutales

En relación con la competitividad de las actividades se analizaron los costos directos, los ingresos y el margen bruto por unidad de superficie considerada (Tabla 46).

Si se asume que el recurso limitante para estas propuestas es el capital, es conveniente analizar la relación entre el margen bruto y el costo directo de cada actividad;

Tabla 45. Planteo técnico de los cultivos de higuera, frambueso, manzano, duraznero y naranjo.

Planteo Técnico	Higuera	Frambueso	Manzano	Duraznero	Naranjo
Marco de plantación	2 x 4	2,5 m entre hileras / 0,6 m en la hilera	3 x 4	5 x 3	5 x 5
Densidad teórica (pl ha^{-1})	1250	8333	833	666	400
Densidad efectiva (pl ha^{-1})	1250	8000	800	550	250
Rendimiento (kg ha^{-1}) ³³	12000	9775	30000	16650	20000
Rendimiento (kg pl^{-1})	9,60	1,22	37,50	25,00	50,00

33. En todos los casos se trata de rendimientos netos, es decir, son libres de mermas.

Tabla 46. Resultados económicos e inversión inicial para los cultivos de higuera, frambueso, manzano, duraznero y naranjo.

Concepto	Higuera	Frambueso	Manzano	Duraznero	Naranjo
Valor neto (\$ kg ⁻¹)	3,50	11 - 24,50 ³⁴	1,60	3 - 1,50 ³⁵	2,00
Ingresos (\$ ha ⁻¹)	42000	99238	48000	39000	38720
Costos Directos (\$ ha ⁻¹)	27028	40286	42543	13189	11391
Margen Bruto (\$ ha ⁻¹)	14972	58952	5457	25811	27329
Margen Bruto (\$ kg ⁻¹)	1,25	6,03	0,18	1,55	1,37
Inversión inicial (\$ ha ⁻¹)	21587,81	52667,24	35287,69	18078,00	25871,00

Tabla 47. Costos directos y su importancia relativa, para los cultivos de higuera, frambueso, manzano, duraznero y naranjo.

Costos Directos (\$ ha ⁻¹)	Higuera	Frambueso	Manzano	Duraznero	Naranjo
Tratamientos y labores	10896 40 %	5879 15 %	14405 34 %	6341 48 %	6341 49 %
Cosecha y empaque	15080 56 %	29000 72 %	27017 64 %	5739 44 %	5050 39 %
Amortización Inversión Inicial ³⁶	1064 4 %	5407 13 %	1121 3 %	1109 8 %	1499 12 %

la misma indica cuanto se obtiene de margen por cada unidad monetaria de costo directo. A mayor valor de la relación, más competitiva es la actividad respecto de las demás. En este sentido, el cultivo del naranjo, duraznero y frambueso muestran la mayor relación con un valor de 2,4; 1,96 y 1,46 respectivamente, mientras que la higuera y el manzano muestran las menores relaciones, siendo estas de 0,55 y 0,13.

34. En el cultivo del frambueso el precio de la fruta se discrimina según destino de comercialización: industria 11,0 \$ kg⁻¹ - fresco 24,5 \$ kg⁻¹.

35. En el cultivo de duraznero el precio de la fruta se discrimina según tipo de comercialización: mercado 3,0 \$ kg⁻¹ - a granel 1,5 \$ kg⁻¹.

36. Amortización. Se calcula en base a la duración del ciclo de vida de las plantaciones y la duración de las mejoras ordinarias.

Respecto del nivel de inversión inicial el cultivo del frambueso presentó el valor más elevado y le siguen en magnitud los cultivos de manzano, naranjo, higuera y duraznero.

Analizando los costos de producción de los diferentes cultivos se observa que la cosecha y el empaque fueron los rubros que tuvieron el mayor peso relativo, alcanzando en el cultivo del frambueso el mayor valor (72 %) (Tabla 47). En el caso del naranjo y duraznero la incidencia más alta en los costos correspondió a los tratamientos y labores.

En relación con la amortización de la inversión inicial, fue el rubro que presentó el menor impacto dentro de los costos, no obstante el mayor peso se observó en el cultivo del frambueso coincidiendo con el mayor valor de la inversión inicial.

El margen bruto por hectárea del cultivo del frambueso es superior al del resto de los cultivos (Fig. 78). Evaluando la competitividad relativa entre las distintas alternativas de producción (relación $MB_{\text{frambuesa}}/MB_{\text{cultivo}}$) se concluye que la frambuesa es la actividad más competitiva en términos de margen bruto, duplicando al del duraznero y del naranjo, y superando en 3,94 y 10,98 veces, respectivamente, al de la higuera y el manzano.

En términos de costos directos, los cultivos de manzano, frambueso e higuera son los que mayor capital operativo requieren.

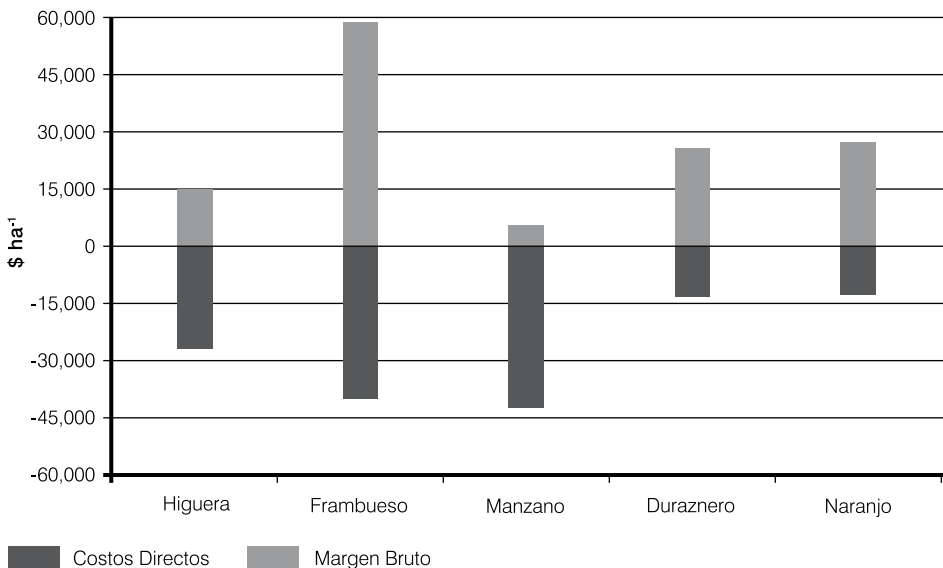


Figura 78. Margen bruto y costos directos de los cultivos de higuera, frambueso, manzano, duraznero y naranjo.

Tabla 48. Resultados económicos e inversión inicial para los cultivos de higuera, frambueso, manzano, duraznero y naranjo.

Aumento de 10 % en costos directos

Concepto \ Cultivo	Higuera	Frambueso	Manzano	Duraznero	Naranjo
Ingresos Brutos (\$ ha ⁻¹)	42000	99238	48000	39000	38720
Costos Directos (\$ ha ⁻¹)	-29744	-44314	-46797	-14508	-14179
Margen Bruto (\$ ha ⁻¹)	12256	54923	1203	24492	24541
% Var. Margen Bruto	-18 %	-7 %	-78 %	-5 %	-10 %

Aumento de 20 % en costos directos

Concepto \ Cultivo	Higuera	Frambueso	Manzano	Duraznero	Naranjo
Ingresos Brutos (\$ ha ⁻¹)	42000	99238	48000	39000	38720
Costos Directos (\$ ha ⁻¹)	-32448	-48343	-51052	-15827	-15468
Margen Bruto (\$ ha ⁻¹)	9552	50895	-3052	23173	23252
% Var. Margen Bruto	-36 %	-14%	-156%	-10%	-15%

Disminución de 10 % en ingresos brutos

Concepto \ Cultivo	Higuera	Frambueso	Manzano	Duraznero	Naranjo
Ingresos Brutos (\$ ha ⁻¹)	37800	89314	43200	35100	34848
Costos Directos (\$ ha ⁻¹)	-27040	-40286	-42543	-13189	-12890
Margen Bruto (\$ ha ⁻¹)	10760	49028	657	21911	21958
% Var. Margen Bruto	-28 %	-17 %	-88 %	-15 %	-20 %

Disminución de 20 % en ingresos brutos

Concepto \ Cultivo	Higuera	Frambueso	Manzano	Duraznero	Naranjo
Ingresos Brutos (\$ ha ⁻¹)	33600	79390	38400	31200	30976
Costos Directos (\$ ha ⁻¹)	-27040	-40286	-42543	-13189	-12890
Margen Bruto (\$ ha ⁻¹)	6560	39104	-4143	18011	18086
% Var. Margen Bruto	-56 %	-34 %	-176 %	-30 %	-34 %

3.3. Análisis de sensibilidad

Con el objetivo de evaluar el impacto de las variaciones de los costos directos y los ingresos sobre el margen bruto de los cultivos, se realizó un análisis de sensibilidad aumentando los costos directos y disminuyendo los ingresos, ambos en un 10 y 20 % (Tabla 48).

Los márgenes brutos que surgen de la sensibilización de ingresos y costos directos son considerablemente menores a los obtenidos en la situación inicial. En este

sentido, los aumentos en los costos directos tuvieron mayor incidencia sobre el indicador que las disminuciones en los ingresos. El margen bruto del cultivo del manzano es el más afectado, siendo el único que toma valores negativos ante cambios en 20 % de los ingresos y costos directos.

De las dos experiencias mencionadas de diversificación en la región central de Santa Fe, a través de los cultivos del frambueso y de la higuera, se observó que la zona presenta un interesante potencial para el desarrollo de la fruticultura de clima templado-cálido, y que actualmente no existe en el país otra zona con las mismas características climáticas en producción. Son interesantes a su vez, los márgenes brutos de las actividades. Estos resultados permiten sugerir que las políticas de financiación a mediano y largo plazo para la implantación de frutales y/o de alternativas convenientes de agregado de valor, serían deseables a fin de facilitar el desarrollo y la consolidación de esta actividad incipiente.

Sin embargo, debe dejarse en claro que se partió del supuesto de que la inclusión de los frutales debería, al menos en la fase de introducción, concebirse como una actividad complementaria realizada a pequeña escala, y realizando la comercialización a nivel local/regional, lo cual ofrece alternativas que se irán consolidando en el mediano plazo. La existencia de una agroindustria dedicada a congelados y dulces, de larga trayectoria y con alta demanda de materia prima local insatisfecha, brinda a su vez una posibilidad cierta de absorber volúmenes mayores. El desarrollo de nuevas estrategias de vinculación entre los actores de la cadena frutihortícola se ubica como un eje destacado que se deberá fortalecer localmente.

Bibliografía

- Altieri, M. y Nicholls, C.I.** (2000). *Agroecología. Agricultura sustentable*. PNUD. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. DF, México: PNUD.
- Ansoff, H.I.** (1965). *Corporate Strategy*. New York, U.S.A.: McGraw Hill.
- Cáceres, D.** (2003). "Agricultura orgánica versus agricultura industrial. Su relación con la diversificación productiva y la seguridad alimentaria". *Agroalimentaria*, 9(16), 29–39.
- Eichhorn, M.P.; Paris, P.; Herzog, F.; Incoll, L.D.; Liagre, F.; Mantzanas, K.; Mayus, M.; Moreno Marcos, G.; Dupraz, C. y Pilbeam, D.J.** (2005). "ANNEX 6. Silvoarable agriculture in Europe – past, present and future". En: *Silvoarable Agroforestry For Europe. Quality of Life and Management of Living Resources* (131–136). European Research contract QLK5-CT-2001-00560. SAFE Project Final Progress Report. [en línea]. Consultado el 9 de Julio de 2012 en <<http://www1.montpellier.inra.fr/safe/english/results/final-report/SAFE%20fourth%20Year%20Annual%20Report%20Volume%204.pdf>>
- FAO** (2005). "Fortalecimiento de los vínculos de agronegocios con los pequeños agricultores. Estudios de caso en América Latina y el Caribe" [en línea]. *AGSF Documento Ocasional*. Consultado el 9 de octubre de 2012 en <http://www.fao.org/newsroom/common/ecg/107324/es/documento_fao.pdf>.
- Ghida Daza, C.; Alvarado, P.; Castignani, H.; Caviglia, J.; D'Angelo, M.L.; Engler, P.; Giorgetti, M.; Iorio, C. y Sánchez, C.** (2009). "Indicadores económicos para la gestión de empresas agropecuarias". *INTA. Bases metodológicas. Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales*, 11, 28–29.
- Johnston, G.W.; Vaupel, S.; Kegel, F. y Cadet, M.** (1995). "Crop and farm diversification provide social benefits". *California Agriculture*, 49(1), 10–16.
- Palepu, K.** (1985). "Diversification strategy, profit performance and the entropy measure". *Strategic Management Journal*, 6, 239–255
- Perren, R.; Carboni, A.; Travadelo, M.; Gariglio, N.; Favaro, J.C. y Scaglia, E.** (2011). "Impacto de la diversificación con frutales en empresas hortícolas de la zona de Monte Vera (provincia de Santa Fe)". Inédito.
- Ramanujan, V. y Varadarajan, P.** (1989). "Research on corporate diversification: a synthesis". *Strategic Management Journal*, 10, 523–551.
- Ramírez, E.; Pino, R.; Escobar, G.; Quiróz, O.; Ruiz, R. y Sarmiento, L.D.** (2007). "Vinculación a mercados dinámicos de territorios rurales pobres y marginados" [en línea]. *InterCambios*, 6(63), 1–2. Consultado el 8 de octubre de 2011 en <http://www.rimisp.org/boletin_intercambios/index_boletin.php?id_boletin=60>.
- Travadelo, M.; Sordo, M.; Favaro, J.C.; Pernuzzi, C.; Perren, R.; Gariglio, N.; Maina, M.; Rossler, N.; Brizi, M.C. y Carboni, A.** (2012). "Diversificación con frambuesa: el impacto de su introducción en sistemas hortícolas de Coronda (Santa Fe, Argentina). Análisis de un caso de estudio". *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. U N Cuyo*, 44(2), 255–262.

Sobre los autores

Capítulo 1. Caracterización agroclimática y edafológica del centro de la provincia de Santa Fe

- María Soledad García. *Ing. Agr. M.Sc. Agroclimatología UNL-FCA*
- Perla Ester Leva. *Ing. Agr. M.Sc. Dra. Agroclimatología UNL-FCA*
- Guillermo Daniel Toffoli. *Becario. Agroclimatología UNL-FCA*
- Miguel Ángel Pilatti. *Ing. Agr. M.Sc. Edafología UNL-FCA*
- Carlos Agustín Alesso. *Ing. Agr. Estadística UNL-FCA*

Capítulo 2. Cítricos

- Norma Guadalupe Micheloud. *Ing. Agr. M.Sc. Fisiología Vegetal UNL-FCA*
- Rubén Andrés Pilatti. *Ing. Agr. M.Sc. Fisiología Vegetal UNL-FCA*

Capítulo 3. Duraznero

- Norberto F. Gariglio
- Marcela Emilce Weber. *Ing. Agr. M.Sc. Fruticultura UNL-FCA*
- Rubén Andrés Pilatti

Capítulo 4. Manzano

- Damián César Castro. *Ing. Ftal. Dr. Fruticultura UNL-FCA*
- Juan Carlos Favaro. *Ing. Agr. Horticultura UNL-FCA*
- Roberto Ricardo Scotta. *Ing. Agr. M.Sc. Dr. Sanidad Vegetal UNL-FCA*
- Norberto F. Gariglio

Capítulo 5. Higuera

- Norberto F. Gariglio
- Juan Carlos Favaro
- Rosina Forte. *Becaria, Fruticultura UNL-FCA*

Capítulo 6. Frambueso

- María del Huerto Sordo. *Ing. Agr. INTA Santa Fe*
- María Natalia Guadalupe Clement. *Ing. Agr. INTA Santa Fe*
- Cristian Raúl Pernuzzi. *Ing. Agr. Introducción a los Sistemas Agropecuarios UNL–FCA*
- Norberto F. Gariglio

Capítulo 7. Papaya o Mamón

- Carlos A. Bouzo
- Juan Carlos Favaro

Capítulo 8. Flores y follaje de corte

- Marcela Alejandra Buyatti. *Ing. Agr. M. Sc. Floricultura UNL–FCA*
- Paola Gabriel. *Ing. Agr. Becaria, Floricultura UNL–FCA*
- Silvina Nocioni. *Ing. Agr. Becaria Floricultura UNL–FCA*
- Diego Alejandro Mata. *Ing. Agr. M.Sc. INTA Castelar*
- Daniel Morisigue. *Ing. Agr. INTA Castelar*

Capítulo 9. Manejo de plagas

- María Cristina Arregui. *Ing. Agr. Dra. Sanidad Vegetal UNL–FCA*
- Isabel Bertolaccini. *Ing. Agr. M. Sc. Dr. Zoología Agrícola UNL–FCA*
- María Cecilia Curis. *Ing. Agr. Zoología Agrícola UNL–FCA*
- Daniel Eusebio Sánchez. *Ing. Agr. Sanidad Vegetal UNL–FCA*

Capítulo 10. Manejo de enfermedades

- Luis Mario Rista. *Ing. Agr. Fitopatología UNL–FCA*
- María Alejandra Favaro. *Ing. Agr. Dra. Fitopatología UNL–FCA*

Capítulo 11. Requerimientos tecnológicos básicos para el manejo de poscosecha

- Carlos A. Bouzo
- María Elida Pirovani. *Ing. Qco. M.Sc. ITA UNL–FIQ*

Capítulo 12. Caracterización de la calidad de las frutas, su rol en la alimentación, y alternativas de procesamiento e industrialización a pequeña escala

- Daniel Alberto Alsina. *Lic. Qca. Dr. Química UNL–FCA*
- Isabel de los Milagros Nescier. *Lic. Qca. M.Sc. Química*
- Zulma Santini. *Bqca. Dra. UNL–FBCB*
- Hugo Cives. *Dr. Fac. Cs. Alim. UNER*
- Lisandro Lozano. *Med. Vet. Prof. Indpte*

Capítulo 13. Sistemas productivos

- Mariana Travadelo
- Ricardo Andrés Perren. *CPN, FCE–UNL*
- Mariela Analía Maina. *Ing. Agr. M.Sc. Mercadeo Agroalimentario UNL–FCA*
- Noelia Rossler. *Ing. Agr. Mag. Administración de las Organizaciones UNL–FCA*
- María Cecilia Brizi. *Ing. Agr. Mercadeo Agroalimentario UNL–FCA*

Índice

5	Presentación
7	Prólogo
9	Capítulo 1. Caracterización agroclimática y edafológica del centro de la provincia de Santa Fe
	1. Introducción
10	2. Índices agroclimáticos
	2.1. Radiación solar
11	2.2. Temperatura
15	2.3. Humedad atmosférica
	2.4. Precipitación
16	2.5. Granizo
	2.6. Evapotranspiración potencial
	2.7. Presión y viento
	3. Aptitud de los suelos para frutales
22	Bibliografía
25	Capítulo 2. Cítricos
	1. Taxonomía y origen
26	2. Características de la planta
	3. Producción mundial, nacional y regional
27	4. Requerimientos agroecológicos
28	5. Aspectos fisiológicos de interés
	5.1. Componentes del rendimiento. Factores críticos
33	6. Patrones y variedades
34	6.1. Naranjos (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck)
35	6.2. Mandarinos (<i>Citrus</i> sp.)
36	7. Prácticas culturales
	7.1. Marco de plantación
37	7.2. Conducción y poda
38	7.3. Control de malezas
	7.4. Riego y fertilización

39	7.5. Raleo de frutos
40	7.6. Técnicas para mejorar la calidad y la producción
43	7.7. Cosecha
44	7.8. Período de cosecha en función de las variedades disponibles
45	7.9. Rendimiento del cultivo
46	8. Plagas y enfermedades
47	Bibliografía

51 Capítulo 3. Duraznero

	1. Taxonomía y origen
	2. Características de la planta
53	2.1. Ramos productivos
	2.2. El fruto
55	3. Producción mundial, nacional, y regional
57	4. Importancia de los durazneros de bajos requerimientos de frío
	5. Requerimientos agroecológicos
59	6. Aspectos fisiológicos del cultivo
	6.1. Componentes del rendimiento
62	6.2. Asimilación y partición de la materia seca
64	7. Propagación
65	8. Patrones y variedades
	8.1. Patrones
66	8.2. Variedades
	9. Prácticas culturales
	9.1. Plantación
67	9.2. Conducción y poda
72	9.3. Control de malezas
73	9.4. Riego y fertilización
75	9.5. Raleo y regulación de la carga de frutos
77	9.6. Cosecha
78	10. Plagas y enfermedades
80	Bibliografía

83 Capítulo 4. Manzano

	1. Taxonomía y origen
	2. Características de la planta
	2.1. Yemas y ramos
85	2.2. El fruto

87	3. Producción mundial
	3.1. Producción nacional
	3.2. Los manzanos de bajos requerimientos de frío en Argentina
	4. Requerimientos agroecológicos
	4.1. Temperatura
89	4.2. Requerimientos nutricionales
91	5. Patrones y variedades
	5.1. Variedades
92	5.2. Patrones
93	6. Prácticas culturales
	6.1. Marco de plantación
94	6.2. Conducción y poda
95	6.3. Control de malezas
97	6.4. Fertilización
98	6.5. Riego
99	6.6. Raleo de frutos
101	6.7. Cosecha
102	7. Plagas y enfermedades
	7.1. Manejo de aves plagas
105	Bibliografía

109 Capítulo 5. Higuera

	1. Introducción y descripción de la planta
110	2. Valor nutritivo
	2.1. Utilización
	3. Producción mundial y nacional
112	4. Biología floral
113	4.1. Crecimiento del fruto
114	5. Requerimientos agroecológicos
115	6. Tipos de higueras cultivadas
	6.1. Higueras comunes
	6.2. Higueras de Smirna
	6.3. Higueras tipo San Pedro
	6.4. Cabrahigos
116	6.5. Polinización
117	7. Variedades más utilizadas
118	8. Multiplicación
	9. Sistema de cultivo
119	10. Conducción y poda de la higuera
121	10.1. Producción de brevas

122	11. Cosecha y rendimiento
124	12. Otras prácticas culturales
	12.1. Irrigación
	12.2. Fertilización
125	13. Plagas y enfermedades
126	Bibliografía
129	Capítulo 6. Frambueso
	1. Taxonomía y origen
	2. Caracterización de la planta
130	3. Producción mundial
131	4. Producción nacional
132	5. Producción regional
	6. Requerimientos agroecológicos
133	7. Aspectos fisiológicos de interés
	8. Variedades
135	9. Propagación
136	10. Prácticas culturales
	10.1. Preparación del suelo
	10.2. Marco de plantación
137	10.3. Fecha de plantación
	10.4. Conducción y poda
138	10.5. Poda
139	10.6. Control de malezas
140	10.7. Riego y fertilización
142	10.8. Técnicas para mejorar la calidad y la producción
143	10.9. Cosecha
144	11. Plagas y enfermedades
145	Bibliografía
147	Capítulo 7. Papaya o Mamón
	1. Taxonomía y origen
	2. Características de la planta
148	2.1. Comportamiento floral
149	2.2. Características del fruto
150	3. Producción mundial, nacional y regional
151	4. Requerimientos agroecológicos
152	5. Ecofisiología del cultivo

153	6. Propagación
	6.1. Tipos de propagación
154	6.2. Manejo del almácigo
155	7. Cultivares
156	8. Prácticas culturales
	8.1. Plantación
158	8.2. Control de malezas
	8.3. Riego
159	8.4. Fertilización
160	8.5. Prácticas especiales
161	9. Cosecha
162	10. Plagas y enfermedades
163	Bibliografía
165	Capítulo 8. Flores y follaje de corte
	1. Producción mundial y nacional de flores y follaje de corte
166	2. Lisianthus
	2.1. Características de la planta
167	2.2. Requerimientos agroecológicos
168	2.3. Aspectos fisiológicos de interés
	2.4. Variedades
	2.5. Prácticas culturales
171	3. Asparagus
	3.1. Taxonomía y origen
	3.2. Características de la planta
172	3.3. Producción mundial, nacional y regional
	3.4. Requerimientos agroecológicos
	3.5. Aspectos fisiológicos de interés
173	3.6. Variedades
	3.7. Prácticas culturales
175	3.8. Rendimiento
	4. Girasol
	4.1. Origen y taxonomía
176	4.2. Características de la planta
	4.3. Producción mundial, nacional y regional
	4.4. Requerimientos agroecológicos
177	4.5. Variedades
178	4.6. Prácticas culturales
180	Bibliografía

183	Capítulo 9. Manejo de plagas
	1. Plagas polifitófagas de origen animal de los frutales
	1.1. Hormigas cortadoras de hojas
184	1.2. Mosca de los frutos
185	1.3. Arañuela roja
	1.4. Taladro; taladrillo
186	1.5. Aves: Cotorras. Palomas
187	1.6. Trips del tabajo o de la cebolla y trips de las flores
	1.7. Avispas
188	1.8. Chinchas
	1.9. Bicho de cesto
	1.10. Gorgojos de las raíces
189	1.11. Cochinillas
190	2. Plagas de origen animal de los frutales de carozo y pepita
	2.1. Gusano del brote del duraznero
191	2.2. Gusano del manzano
192	2.3. Pulgón verde del duraznero
	3. Plagas de origen animal de los cítricos
	3.1. Perro del naranjo
	3.2. Pulgón de los citrus
193	3.3. Mosca blanca
194	3.4. Ácaros de los cítricos
195	3.5. Minador de las hojas de los citrus
196	3.6. Cochinillas específicas de los cítricos
	4. Plagas de origen animal de la frambuesa y la frutilla
	4.1. Gorgojo de la frutilla
197	4.2. Gusano cortador
	4.3. Babosa gris grande
	4.4. Broca de la frutilla
198	4.5. Burrito de la vid o gorgojo
	4.6. Siete de oro o Astilo moteado
	5. Plagas de origen animal de la higuera
	5.1. Cochinilla gris de la higuera
199	5.2. Taladros y taladrillos
	5.3. Mosca del higo
	6. Plagas de origen animal de plantas ornamentales
	6.1. Minador de hojas
	6.2. Trips
	6.3. Mosca blanca

200	6.4. Arañuela roja
	6.5. Pulgones
202	Bibliografía
205	Capítulo 10. Manejo de enfermedades
	1. Enfermedades comunes a todos los frutales
	1.1. Podredumbres de raíces, cuello, frutos y gomosis
206	2. Enfermedades de los cítricos
	2.1. Mancha negra de los cítricos
207	2.2. Sarna de los cítricos
208	2.3. Cancrosis bacteriana de los citrus
209	2.4. Huanglongbing
210	2.5. Enfermedades causadas por virus y viroides en los cítricos
211	3. Enfermedades del manzano y duraznero
	3.1. Cancro del manzano y del duraznero
213	4. Enfermedades del duraznero
	4.1. Mal de la munición
214	4.2. Torque
215	4.3. Podredumbre morena o momificado de los frutos
	4.4. Roya
216	5. Enfermedades del manzano
	5.1. Sarna del manzano
217	6. Enfermedades de la higuera
	6.1. Roya de la higuera
218	7. Enfermedades del frambueso
	7.1. Roya
	8. Enfermedades de las flores
	8.1. Marchitamientos
219	8.2. Moho gris de la flor
220	8.3. Enfermedades del Lisianthus
221	Bibliografía
225	Capítulo 11. Requerimientos tecnológicos básicos para el manejo de poscosecha
	1. Introducción
226	2. Factores de precosecha
227	2.1. Nutrición mineral
229	2.2. Riego
	3. Cosecha

232	4. Producto
233	4.1. Factores morfológicos
	4.2. Factores fisiológicos
236	5. Medio Biótico
237	6. Medio Abiótico
	6.1. Temperatura
238	6.2. Humedad relativa
239	6.3. Composición de la atmósfera
240	7. Alternativas tecnológicas para el agregado de valor: requerimientos básicos para frutas mínimamente procesadas
243	Bibliografía
245	Capítulo 12. Caracterización de la calidad de las frutas
	1. Introducción. Conceptos
	2. Mercado en fresco e industrialización
246	3. El manipulador de alimentos
	4. Calidad de frutas y hortalizas
247	4.1. Evaluación de la calidad de las frutas
	4.2. Métodos analíticos utilizados para caracterizar la calidad
248	5. Los productos frutihortícolas como fuente de salud y belleza
249	5.1. Agua
	5.2. Minerales
250	5.3. Vitaminas
253	6. Propiedades de diferentes frutas
	6.1. Duraznos
	6.2. Citrus
255	6.3. Arándanos y frambuesa
	6.4. Higo
	6.5. Manzana
	6.6. Papaya o Mamón
256	6.7. Composición nutricional de las diferentes frutas
257	7. Otras alternativas de procesamiento
	7.1. Compotas, mermeladas y néctares
258	7.2. Productos derivados de la fermentación
259	7.3. Congelados
	7.4. Deshidratados

260	8. Definiciones básicas según el Código Alimentario Argentino Actualizado
	8.1. Agua potable
	8.2. Bebidas sin alcohol
	8.3. Zumo
	9. Preguntas usuales
262	Bibliografía
263	Capítulo 13. Sistemas productivos
	1. Introducción
	2. Inclusión de nuevos cultivos en los sistemas productivos de la región central de Santa Fe
265	2.1. La incorporación de frambuesa como cultivo complementario a la frutilla
269	2.2. La introducción de la higuera en sistemas hortícolas
271	3. Análisis económico de los cultivos de higuera, frambueso, manzano, duraznero y naranja mediante el cálculo de márgenes brutos
272	3.1. Planteo técnico de los frutales
	3.2. Estimación del margen bruto de los frutales
275	3.3. Análisis de sensibilidad
277	Bibliografía
279	Sobre los autores