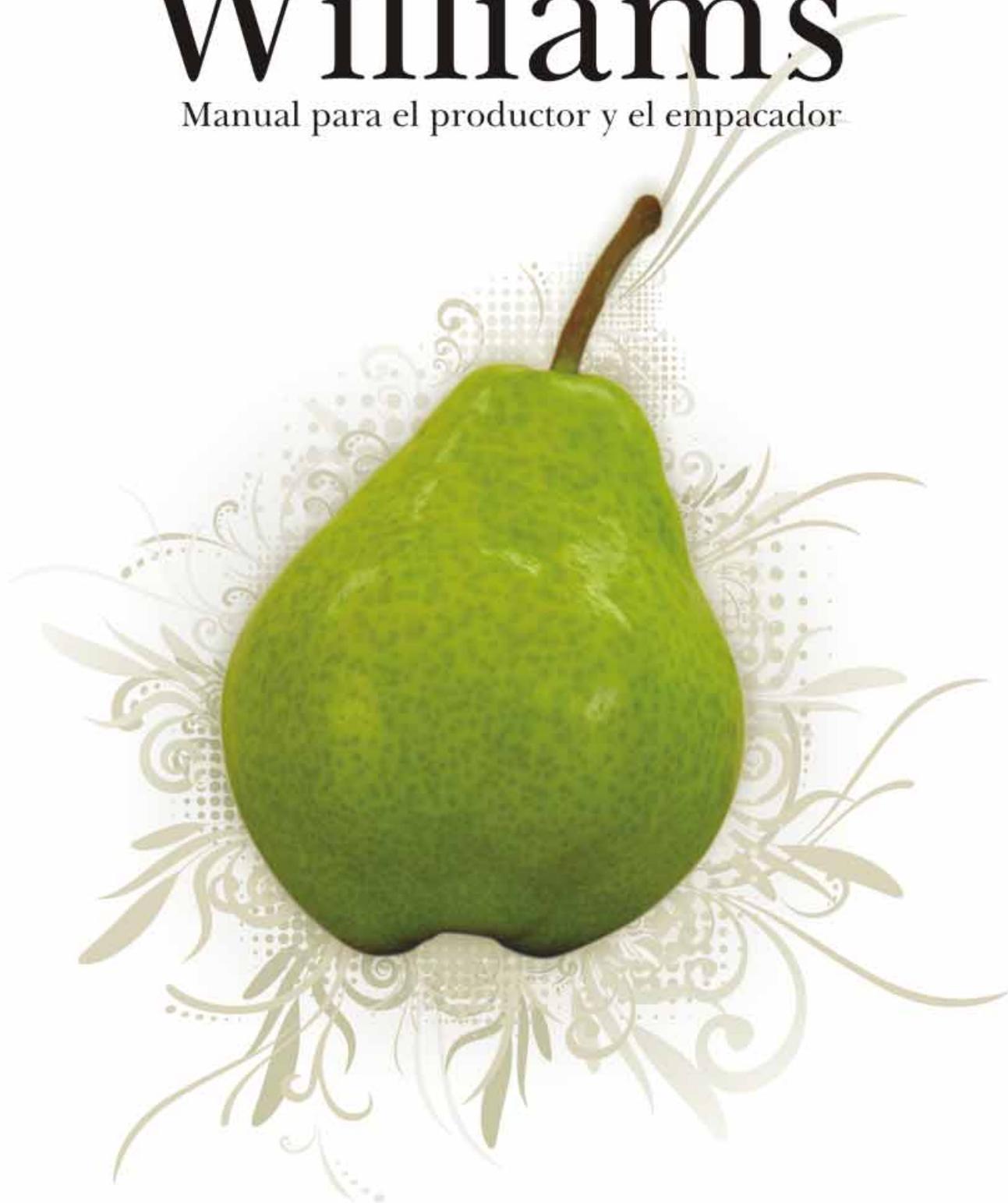


Pera Williams

Manual para el productor y el empacador



PERA WILLIAMS MANUAL PARA EL PRODUCTOR Y EL EMPACADOR

Primera edición de 1.500 ejemplares, 2010.

Reservados todos los derechos de la presente edición para todos los países.

Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente en ninguna de sus formas sin el consentimiento por escrito de los autores.

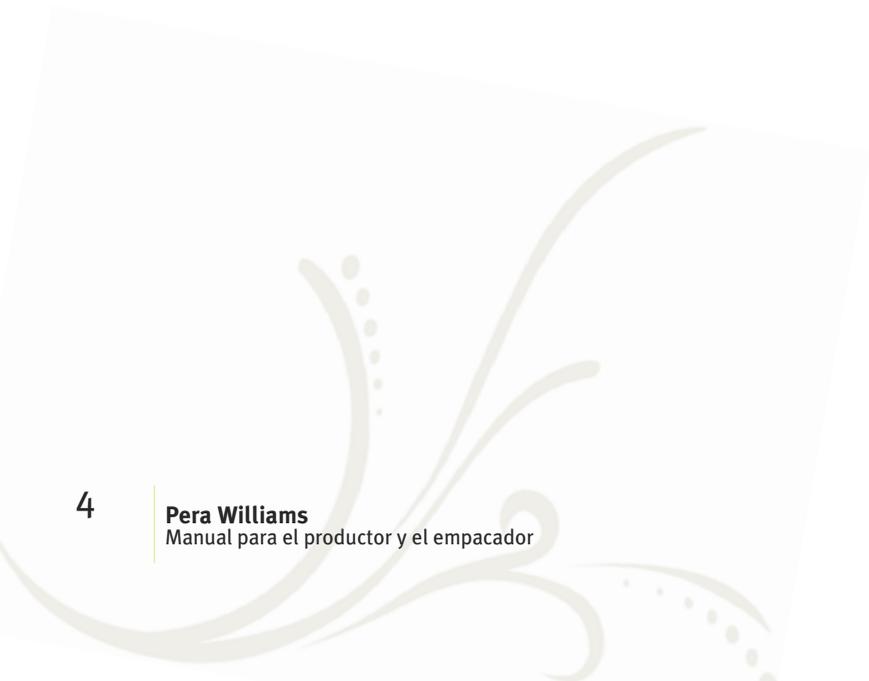
Las fotografías e ilustraciones de este Manual fueron provistas por los autores de cada capítulo.

Hecho el depósito que prevé la ley 11.723

ISBN: 978-987-25872-0-8

Impreso en Argentina | *Printed in Argentina*







PRÓLOGO

La República Argentina lidera las exportaciones mundiales de pera, con un aporte de casi el 40% del total producido en el Hemisferio Sur.

De las exportaciones nacionales de pera, el 92% corresponde a las provincias de Río Negro y Neuquén*. Sobre 17.500 hectáreas plantadas, el cultivar Williams es el más importante y emblemático de la región, con 8.600 hectáreas en producción y una cosecha anual de aproximadamente 300 mil toneladas.

La variedad es muy querida en los mercados estadounidense y europeo, debido a la calidad lograda en la zona, su sabor y aroma y sus excelentes cualidades para la conservación, a pesar de ser una pera de verano. Su volumen ha crecido significativamente durante los últimos diez años, y la tendencia continuará en los próximos, a medida que entren en producción las nuevas plantaciones.

Las condiciones agroclimáticas en nuestra región son propicias para el desarrollo de este cultivar, que puede alcanzar un rendimiento de más de 80 toneladas por hectárea. Es una de las primeras peras en cosecharse, por lo que requiere menos pulverizaciones, y es la menos atacada por carpocapsa, la plaga clave de los frutales de pepita.

Por otra parte, los ingresos correspondientes a su exportación son los primeros de importancia en el ciclo anual, lo que permite iniciar la temporada con financiamiento.

La tecnología de producción de esta pera ha alcanzado niveles importantes, con el aporte de actores públicos y privados. La recopilación y estandarización de estos datos resulta clave como base fundamental

de pautas tecnológicas reconocidas por todos. Tanto para ser más competitivos en su producción, como para fijar puntos de partida de investigaciones que nos permitan mejorar permanentemente.

El presente Manual contiene las pautas tecnológicas utilizadas actualmente para este cultivar, y forma parte del Proyecto “Respuesta a las limitantes tecnológicas que amenazan la competitividad de la pera Williams argentina” financiado por el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología (COFECYT) y el Programa de Apoyo a la Modernización Productiva de la provincia de Río Negro (Pro Río Negro).

Más allá del valor de su contenido, es importante destacar que en su planificación y elaboración participaron, por primera vez en la región, todas las instituciones involucradas en la problemática: la Cámara Argentina de Fruticultores Integrados (CAFI), la Federación de Productores de Fruta de Río Negro, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). A ellas se sumaron destacados profesionales Ingenieros Agrónomos de la actividad privada, con quienes se consensuaron las tecnologías descritas.

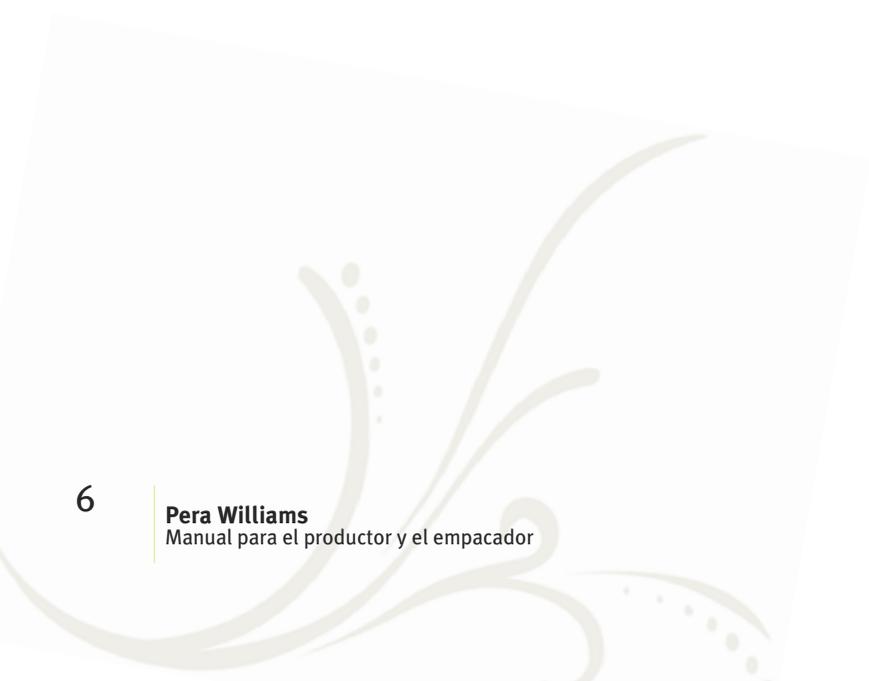
En total, más de sesenta autores hicieron su aporte y materializaron sus conocimientos en esta obra, que esperamos sea de importancia estratégica para la región.

A todos, nuestro sincero agradecimiento. También al Ing. Agr. Adrián H. Nuñez, del Ministerio de Producción de la provincia de Río Negro, por su constante apoyo.

Ing. Agr. Julián Álvarez
Pro Río Negro

Dr. Enrique Sánchez
Coordinador del Proyecto

* SENASA, 2009.





ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Origen e historia de la pera Williams
- 1.2. Taxonomía y morfología de *Pyrus comunis*
- 1.3. Importancia comercial

CAPÍTULO 2. PLANTACIÓN

- 2.1. Calidad de la planta de vivero
 - 2.1.1. Origen de las plantas
 - 2.1.2. Identidad varietal
 - 2.1.3. Características anatómicas de la planta de vivero
 - 2.1.4. Sanidad
 - 2.1.4.1. Enfermedades de la raíz
 - 2.1.4.2. Enfermedades causadas por virus y otros microorganismos
 - 2.1.5. Transporte de las plantas
- 2.2. Portainjertos
 - 2.2.1. Portainjertos “francos”
 - 2.2.2. Portainjertos “clonales”
- 2.3. Consejos útiles para la implantación
 - 2.3.1. Preparación del suelo
 - 2.3.2. Recepción de plantas
 - 2.3.3. Plantación

CAPÍTULO 3. CONDUCCIÓN Y PODA

- 3.1. Sistemas de conducción
 - 3.1.1. Eje central
 - 3.1.1.1. Primer año
 - 3.1.1.2. Segundo año
 - 3.1.1.3. Años siguientes
 - 3.1.2. Mini espaldera
 - 3.1.3. Doble eje
 - 3.1.3.1. Poda de plantación
 - 3.1.3.2. Poda del primer año
 - 3.1.3.3. Poda del segundo año
 - 3.1.3.4. Poda de fructificación
 - 3.1.4. Espaldera tradicional
 - 3.1.5. Monte tradicional

CAPÍTULO 4. FENOLOGÍA Y POLINIZACIÓN

- 4.1. Fenología
- 4.2. Polinización

CAPÍTULO 5. CRECIMIENTO DEL FRUTO Y RALEO

- 5.1. Principales factores que afectan el crecimiento del fruto
 - 5.1.1. Factores internos
 - 5.1.2. Factores externos
- 5.2. Raleo
 - 5.2.1. Raleo manual
 - 5.2.2. Raleo químico
- 5.3. Caída de frutos durante la cosecha

CAPÍTULO 6. MANEJO DEL SUELO Y FERTILIZACIÓN

- 6.1. Suelos
 - 6.1.1. Propiedades físicas
 - 6.1.2. Propiedades físico-químicas de los suelos
 - 6.1.3. Condiciones de salinidad de los suelos
 - 6.1.3.1. Suelos salinos
 - 6.1.3.2. Suelos sódicos
 - 6.1.3.3. Suelos salinos - sódicos
- 6.2. Fertilización
 - 6.2.1. Requerimiento de nutrientes
 - 6.2.2. Fertilización con macronutrientes
 - 6.2.3. Fertilización foliar
- 6.3. Manejo del suelo en montes en producción
 - 6.3.1. Enmiendas orgánicas
 - 6.3.2. Control de malezas
- 6.4. Análisis de suelos

CAPÍTULO 7. MANEJO DEL RIEGO

- 7.1. La evapotranspiración y las necesidades de riego
- 7.2. Necesidades de agua en plantas jóvenes
- 7.3. Métodos de riego. Ventajas y desventajas para el Alto Valle
 - 7.3.1. Riego por superficie
 - 7.3.2. Riego por inundación
 - 7.3.3. Riego por surcos
 - 7.3.4. Riego localizado
- 7.4. Programación del riego
- 7.5. Red comunal de desagües. Contribución al problema de drenaje
- 7.6. Instrumental para mediciones de agua en el suelo y de capa freática
- 7.7. Monitoreo de la napa freática. Indicadores para la operación del riego. Detección del problema de drenaje.
- 7.8. Importancia del manejo del agua zonal (vecindario)

CAPÍTULO 8. PLAGAS Y SU MANEJO EN EL CULTIVO

- 8.1. Introducción
- 8.2. Morfología externa de los organismos plaga
- 8.3. Daños producidos por insectos y ácaros
 - 8.3.1. Daños por alimentación
 - 8.3.2. Daño por oviposición
 - 8.3.3. Daño por excrecencias
 - 8.3.4. Daño por habitáculo o vivienda
- 8.4. Plagas primarias
 - 8.4.1. Carpocapsa [*Cydia pomonella* (L.)]
- 8.5. Plagas secundarias u ocasionales
 - 8.5.1. Pulgones o áfidos
 - 8.5.1.1. Pulgón del algodónero o pulgón negro del peral (*Aphis gossypii*)
 - 8.5.1.2. Pulgón lanígero (*Eriosoma lanigerum*)
 - 8.5.2. Psílido del peral (*Cacopsylla bidens*)
 - 8.5.3. Cochinillas
 - 8.5.3.1. Cochinilla del manzano (*Lepidosaphes ulmi*)
 - 8.5.3.2. Piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*)
 - 8.5.3.3. Cochinilla harinosa (*Pseudococcus viburnii* -ex. *P. affinis*-)

- 8.5.4. Trips
 - 8.5.4.1. Trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*)
 - 8.5.4.2. Trips del peral (*Thaenothrips incosequens*)
- 8.5.5. Ácaros
 - 8.5.5.1. Arañuela roja europea (*Panonychus ulmi*)
 - 8.5.5.2. Arañuela roja común (*Tetranychus urticae*)
 - 8.5.5.3. Arañuela parda (*Bryobia rubrioculus*)
 - 8.5.5.4. Ácaro de la erinosis del peral (*Phytoptus pyri*)
 - 8.5.5.5. Ácaro del agamuzado del peral (*Epytrimerus pyri*)
- 8.5.6. Grafolita: *Cydia molesta* (Busk)
- 8.5.7. Bicho de cesto o bicho canasto (*Oiketicus platenses*)
- 8.5.8. Enroladores
- 8.5.9. Mulita o gorgojo de la vid (*Naupactus xanthographus*)
- 8.5.10. Taladrillo de los forestales (*Megaplatypus mutatus*)
- 8.5.11. Babosita del peral (*Caliroa cerasi*)
- 8.6. Manejo de plagas
 - 8.6.1. Carpocapsa
 - 8.6.2. Manejo sanitario

CAPÍTULO 9. ENFERMEDADES Y SU MANEJO EN EL CULTIVO

- 9.1. Enfermedades que afectan principalmente las hojas y las flores
 - 9.1.1. Oídio del manzano (*Podosphaera leucotricha*)
 - 9.1.2. Sarna del peral (*Venturia pirina*)
- 9.2. Enfermedades que afectan principalmente a las raíces y el cuello de la planta
 - 9.2.1. Podredumbre del cuello (*Phytophthora cactorum*)
 - 9.2.2. Agalla de corona (*Agrobacterium tumefaciens*)
- 9.3. Enfermedades sistémicas
 - 9.3.1. Virosis
- 9.4. Manejo de las enfermedades
 - 9.4.1. Oídio
 - 9.4.2. Sarna
 - 9.4.3. Podredumbre del cuello

CAPÍTULO 10. TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS

- 10.1. Introducción
- 10.2. Condiciones climáticas
- 10.3. Características del cultivo
- 10.4. Equipo de aplicación
- 10.5. Consideraciones finales

CAPÍTULO 11. ADVERSIDADES CLIMÁTICAS

- 11.1. Heladas
 - 11.1.1. Tipo de heladas
- 11.2. Riesgo de daño por heladas primaverales del cv. Williams a nivel regional
- 11.3. Monitoreo de la temperatura
- 11.4. Control de heladas primaverales
- 11.5. Temperaturas elevadas
- 11.6. Vientos
 - 11.6.1. Cortinas rompevientos

CAPÍTULO 12. MANEJO DE POSCOSECHA

- 12.1. Maduración y cosecha del fruto
- 12.2. Autorización de la cosecha: Programa de Madurez
- 12.3. Índices de cosecha y su evolución
- 12.4. Cosecha: recomendaciones, criterios y cuidados, transporte adecuado
- 12.5. Cosecha en pasadas
- 12.6. Acondicionamiento
- 12.7. Enfriamiento de los frutos
 - 12.7.1. Sistemas de preenfriado
- 12.8. Manejo de la fruta durante el proceso de empaque
- 12.9. Materiales de empaque
- 12.10. Conservación
 - 12.10.1. Muestreo de los frutos durante la conservación
 - 12.10.2. Condiciones de conservación

CAPÍTULO 13. ENFERMEDADES DE POSCOSECHA

- 13.1. Enfermedades patogénicas
 - 13.1.1. Moho azul o podredumbre húmeda
 - 13.1.2. Moho gris
 - 13.1.3. Podredumbre por *Alternaria*
 - 13.1.4. Podredumbres lenticelares
 - 13.1.4.1. Ojo de pescado
 - 13.1.5. Podredumbre por *Cladosporium*
- 13.2. Manejo de enfermedades patogénicas de poscosecha
 - 13.2.1. En la plantación, durante la estación de crecimiento
 - 13.2.2. Durante la cosecha
 - 13.2.3. Después de la cosecha
 - 13.2.4. En la planta de empaque
- 13.3. Enfermedades fisiogénicas
 - 13.3.1. Cáliz amarillo o maduración prematura del cáliz
 - 13.3.2. Cáliz negro (*Black end*) o cáliz duro (*Hard end*)
 - 13.3.3. Decaimiento del corazón (*core breakdown*)
 - 13.3.4. Deshidratación
 - 13.3.5. Enfermedad del frío o maduración incompleta
 - 13.3.6. Escaldadura blanda
 - 13.3.7. Escaldadura de senescencia
 - 13.3.8. Escaldadura superficial
 - 13.3.9. Fisiopatías relacionadas con atmósfera controlada (AC)
- 13.4. Daños
 - 13.4.1. Daños mecánicos
 - 13.4.2. Daños producidos antes de la cosecha
 - 13.4.3. Daños producidos durante la cosecha y el transporte a la planta de empaque
 - 13.4.4. Daños producidos en la planta de empaque
 - 13.4.5. Daños producidos durante el transporte y la comercialización
 - 13.4.6. Daños por sol o asoleado
 - 13.4.7. Daños producidos durante el almacenamiento en atmósfera controlada o modificada
 - 13.4.8. Daños químicos
 - 13.4.9. Daños producidos por las sales de flotación
 - 13.4.10. Daños causados por fungicidas y/o antiescaldantes
 - 13.4.11. Daños ocasionados por pérdidas de amoníaco

CAPÍTULO 14. RECURSOS NECESARIOS PARA LA INVERSIÓN Y LA PRODUCCIÓN



ÍNDICE DE AUTORES

LISTADO DE AUTORES (Autor/Afiliación/Capítulo)

Adaro, Ariel (Expofrut SA) 2; 3
Álvarez, Hugo (UNCo) 5
Apcarian, Alicia (UNCo) 6
Aragón, Jorge (Kleppe S.A.) 12; 13
Aruani, María Cristina (UNCo) 6
Barnes, Norma (UNCo) 12; 13
Behemer, Sergio (UNCo) 10
Bondoni, Mariano (UNCo) 8
Calvo, Gabriela (INTA) 12
Candan, Ana Paula (INTA) 12
Cichón, Liliana (INTA) 8
Colavita, Graciela (UNCo) 5; 11
Colodner, Adrián (INTA) 13
Curetti, Mariela (INTA) 6
Dapoto, Graciela (UNCo) 8
Di Masi, Susana (INTA) 13
Di Prinzio, Alcides (UNCo) 10
Díaz, Dante (Cervi) 12
Dillon, Julio (Salentein) 2; 3
Dussi, María Claudia (UNCo) 5
Edelstein, Ricardo (Frutas Lanin) 12
Fernández, Darío (INTA) 8
Fernández, Leandro (Dole) 12
Fernández, Miriam (Cooperativa FrutiOro) 12
Forquera, Juan Carlos (UNCo) 11
Franco, Carlos (Asesor privado) 13
Galeazzi, Juan (UNCo) 7
Garrido, Silvina (INTA) 8
Garriz, Patricia (UNCo) 5
Gastiazoro, Juliana (UNCo) 4
Giambelluca, Adriana (Tres Ases) 12; 13
Giardina, Gustavo (Asesor privado) 5
Giayetto, Alejandro (INTA) 1; 9

Giganti, Humberto (UNCo) 8
Ginobili, Juan (Dole) 2; 3
Gomila, Teófilo (INTA) 12
Holzmann, Rosa de Lima (INTA) 6
Horne, Federico (UNCo) 7
Irisarri, Jorge (UNCo) 6
Laino, Angel (Orsero) 14
Magdalena, Carlos (INTA) 10
Miracca, Claudio (Expofrut SA) 13
Oteiza, Eric (PEA) 12
Polla, Gabriela (UNCo) 7
Quadri, Miguel (Salentein Fruit) 12
Raffo, Dolores (INTA) 2; 3
Ramírez, Paula (Orsero) 12
Ramos, Enrique (Salentein Fruit) 14
Reeb, Pablo (UNCo) 5
Requena, Antonio (INTA) 7
Rodríguez, Andrea (INTA) 4; 5; 11
Rodríguez, Rodolfo (INTA) 2; 3; 5
Rossini, Mirta (INTA) 9
Salvador, María Eugenia (Tres Ases) 12; 13
Sánchez, Enrique (INTA) 6
Sánchez, Darío (Asesor privado) 13
Sanoner, Carolina (Cosur S.A.) 13
Schmid, Patricia (UNCo) 6
Sosa, Daniel (UNCo) 2; 3
Sosa, María Cristina (UNCo) 13
Tassara, Miguel (INTA) 11
Thomas, Esteban (INTA) 11
Toranzo, Jorge (Expofrut SA) 2; 3
Villarreal, Patricia (INTA) 1; 14
Vita, Laura (Kleppe SA) 5
Zaffino, Roberto (Orsero) 2; 3

REVISORES

Álvarez, Julián (Pro Río Negro)
Colavita, Graciela (UNCo)
Dussi, María Claudia (UNCo)
Fernández, Darío (INTA)
Giayetto, Alejandro (INTA)
Reeb, Pablo (UNCo)
Sánchez, Enrique (INTA)
Schmid, Patricia (UNCo)

CORRECCIÓN Y DISEÑO

ÁREA COMUNICACIONES DEL INTA ALTO VALLE

Bellés, Carlos
Calí, María Julieta
Izaguirre, Sebastián



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. ORIGEN E HISTORIA DE LA PERA WILLIAMS

El cultivo del peral se inicia en el oeste asiático, en los valles formados por la cadena montañosa Tian Shan en China hace unos 3000 años, aunque escritos de Homero (700 aC) sugieren una posible procedencia europea.

La primera especie domesticada fue *Pyrus pyrifolia*, peral silvestre que producía frutos comestibles. Posteriormente se realizaron hibridaciones entre *P. ussuriensis* y *P. pyrifolia*. En Occidente, *P. communis* var *pyraster* y *P. communis* var. *caucasica* fueron seguramente los ancestros del peral europeo. El género *Pyrus* incluye 22 especies divididas en occidentales y orientales según su situación geográfica. Las más utilizadas en la actualidad son *P. betulifolia*, *P. calleryana*, *P. pyrifolia* y *P. ussuriensis* (orientales), y *P. communis*, *P. communis* var. *pyraster*, *P. amygdaliformis*, y *P. salicifolia* (occidentales).

La pera Williams fue descubierta originalmente en 1765 en Inglaterra por el señor Stair, y fue llamada “*Stair’s pear*” (pera de Stair). Posteriormente, un viverista llamado Williams la adquirió y diseminó por toda Inglaterra, por lo que esta variedad comenzó a denominarse *Williams’ pear*. Sin embargo, su nombre completo es *Williams’ Bon Chretien*, cuya traducción podría ser “Williams el buen cristiano”. Hacia 1799, el señor James Carter introdujo esta pera en los Estados Unidos estableciendo el cultivo en la propiedad de Thomas Brewer en Roxbury, Massachussets. Más tarde, Enoch Bartlett de Dorchester (Massachussets) adquirió la variedad y, desconociendo su denominación, la propagó por

Estados Unidos bajo su propio nombre. Fue recién en 1928 que se tomó conciencia que Bartlett y Williams eran la misma entidad, cuando se introdujeron a ese país nuevas plantas procedentes de Inglaterra. El importador de esta variedad en Argentina fue probablemente el comerciante inglés James Brittain hacia el año 1817, quien la cultivó en su finca a orillas de la desembocadura del Riachuelo en Buenos Aires.

En el Alto Valle, el cultivo y propagación del peral de esta variedad tendría sus probables orígenes en pioneros inmigrantes de principios del Siglo XX como el suizo Wilhem Gaspar Kopprio, quien instaló un vivero en la zona de Allen hacia 1910. Cuentan que Kopprio trajo de Francia un pie de membrillero de Angers en el cual injertó la mayoría de sus perales. Una crónica lo coloca entre los pioneros de la actividad, cuya especialidad fue la pera Williams Bon Chretien que él propagó y llamó “la mejor pera de agua”. Kopprio definía a esta variedad como “grande y mantecosa y excelente para el comercio” en su primer catálogo de plantas (1926). Es hacia la década de 1920 cuando la Estación Experimental Río Negro (transformada luego en la EEA Alto Valle) y la Estación Agronómica Cinco Saltos implantan la primera colección de 24 variedades de manzano sobre portainjerto Northern Spy, para contrarrestar la incidencia del pulgón lanífero, que había aniquilado las plantaciones injertadas sobre pie franco de semilla. También en ese año se implanta la primera colección de vides “de almería y americanas”. En 1926 se amplía la colección de frutales de pepita. Las variedades de peral sumaban 24, siendo la principal la Williams Bon Chretien, en tanto que se aumentó a 27 la de manzanos, con Jonathan y Delicioso como las más importantes.

1.2. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DE *PYRUS COMMUNIS*

Pyrus communis pertenece a la subdivisión Angiosperma; Clase Dicotiledónea de hoja caduca; subclase Rosidae, orden Rosales, familia Rosácea y género *Pyrus*.

Es un árbol piramidal que puede alcanzar los 20 metros de altura. Tiene una vida media de 65 años. Su tronco es alto, grueso, de corteza agrietada y gris. Las ramas se insertan formando un ángulo de 45° con el tronco; son de corteza lisa, primero verde y luego gris-violácea con numerosas lenticelas. Sus hojas son ovales, finamente dentadas o enteras, coriáceas, glabras, algo lustrosas por el haz y con un pecíolo de igual longitud que la lámina o más corto. Las flores tienen largos cabillos y forman unos corimbos umbeliformes en la terminación de las ramillas. Tienen un ovario ínfero de color blanco o blanco-rosado, y el cáliz está formado por cinco sépalos lanceolados, estrechados en punta. Los pétalos miden generalmente 12-15 mm y son obovados y libres. El fruto es en pomo, estrechado en la base. En el interior está dividido en cinco celdillas, cada una con 1 a 2 semillas de cubierta exterior lisa o algo mucilaginosa. La piel del fruto es más o menos lisa, de color verde y toma un color pardo o amarillento al madurar. Su pulpa es dura, en un inicio ácida y en la madurez pasa a ser blanda y dulce.

P. communis posee raíces profundas con el eje central muy desarrollado, la que le permite tener un buen anclaje y ser resistente a la sequía.

1.3. IMPORTANCIA COMERCIAL

En la actualidad, el Alto Valle de Río Negro y Neuquén es la principal zona exportadora de pera a nivel mundial, con una superficie de aproximadamente 20.500 ha. En ellas, el cultivo de pera Williams ocupa 9.600 ha., siendo la principal variedad producida (47% de la superficie).

La mayor proporción de la superficie de pera Williams se encuentra en el rango de edad productiva; sólo el 14% tiene más de 40 años. El ingreso paulatino de nuevas áreas a la etapa productiva explica el crecimiento de la producción de la variedad. En particular, la temporada 2008-2009 significó un incremento de algo más de 70.000 tn, totalizando 344.000 tn de pera Williams, equivalentes al 45,5% de la producción total regional de la especie.

El principal destino de la producción es la exportación. El 61% de la producción ingresa a los mercados del mundo, el 17% se comercializa en el mercado doméstico y el 22% se industrializa para la producción de jugo concentrado como producto central.

Los principales mercados de exportación son Brasil, Rusia, Italia y Estados Unidos.



CAPÍTULO 2 PLANTACIÓN

2.1. CALIDAD DE LA PLANTA DE VIVERO

Las nuevas plantaciones y la renovación parcial de montes envejecidos en los próximos años exigirán contar con plantas de identidad varietal, calidad y sanidad necesarias para iniciar un cultivo exitoso y rentable, con rápida entrada en producción.

El productor debe efectuar su pedido con la debida anticipación para que el viverista pueda organizar su funcionamiento y ofrecer una mejor calidad de plantas. Al mismo tiempo, deben preverse sobre la superficie a plantar las prácticas culturales pertinentes, un análisis de suelo y la nivelación de la superficie, aún en caso de emplearse el riego mecanizado.

El retiro de las plantas del vivero debería ser en los meses de junio y julio. Éstas deben estar perfectamente identificadas y acondicionadas durante el transporte y con sus raíces cubiertas. Debe evitarse su permanencia en cámaras con fruta, porque el etileno que se genera anticipa en primavera el movimiento de las yemas y provoca una brotación anticipada y poco uniforme.

La calidad de las plantas (estado sanitario, cabellera radicular y grosor del eje) es un elemento de partida fundamental. Si éstas presentan falencias será necesaria una clasificación previa.

2.1.1. Origen de las plantas

En nuestra zona, anualmente se recibe gran cantidad de plantas producidas en otras regiones. Antes de adquirirlas, sería muy conveniente para el productor

realizar una visita al vivero a fin de observar las condiciones de manejo en las cuales se multiplica el material vegetal. Un vivero organizado presenta menores riesgos de identificar incorrectamente una variedad o de injertar material vegetal contaminado y así se evitan graves perjuicios económicos que estos errores de manejo le pueden traer al productor en el futuro.

Se deberá observar con mucho cuidado el tipo de suelo, riegos, estado vegetativo de las plantas, y en especial la presencia de síntomas de enfermedades y/o plagas, acordando al momento de la visita la calidad de las plantas requeridas (variedad, portainjerto, altura y grosor del fuste, etc.).

Al adquirir plantas de otras regiones es importante planificar correctamente el momento de plantación, ya que en épocas tardías (agosto-septiembre) el productor puede recibir plantas en avanzado estado de brotación, las cuales presentan un mayor riesgo de mortalidad y un escaso crecimiento vegetativo durante la primera temporada.

2.1.2. Identidad varietal

La autenticidad del material vegetal depende exclusivamente del viverista. Se recomienda siempre adquirir plantas en viveros registrados ante INASE (Instituto Nacional de Semillas) y ante las autoridades del SENASA, a través del Registro Nacional Fitosanitario de Operadores de Material de Propagación, Micro propagación y/o Multiplicación Vegetal, para el control de plagas no cuarentenarias reglamentadas. De esta manera se asegurará que la variedad y el portainjerto corresponden genéticamente al material solicitado.

2.1.3. Características anatómicas de la planta de vivero

Las plantas deben tener un fuste de 1,60-1,80 m de altura y como mínimo 10-12 mm de diámetro, medido a 1 m de altura, con una altura del injerto de 20-25 cm a partir de la primera inserción de la raíz.

Deben tener un buen sistema radicular compuesto por abundantes raíces finas y no presentar cortes, heridas importantes ni síntomas de deshidratación.

Las yemas deben ser de buena calidad. Se debe observar que tanto éstas como el fuste no presenten heridas.

2.1.4. Sanidad

Es importante realizar un diagnóstico visual al momento de recibir el material proveniente del vivero.

Plagas y enfermedades suelen apreciarse a simple vista. Dependiendo del grado de infestación, pueden ser un gran problema para la futura plantación. Algunas enfermedades/plagas pueden controlarse con tratamientos fitosanitarios previos a la plantación, dependiendo del porcentaje de plantas infestadas. En caso de encontrarse con porcentajes muy altos se debe rechazar la partida.

2.1.4.1. Enfermedades de la raíz

Las enfermedades como *Phytophthora* y *agalla de corona* son las más graves, ya que presentan un difícil control y afectan el normal desarrollo y la vida de las plantas.

2.1.4.2. Enfermedades causadas por virus y otros microorganismos

Estas enfermedades se transmiten debido al uso de materiales de propagación contaminados durante la práctica de injertación en vivero. Si bien los síntomas pueden ser difíciles de detectar en esta etapa, su presencia afecta directamente la precocidad, el rendimiento y la vida futura del cultivo.

Su ausencia sólo se garantiza adquiriendo las plantas en viveros registrados, que cuenten con plantales de plantas madres libres de virus como material de propagación base.

2.1.5. Transporte de las plantas

El transporte desde el vivero al establecimiento debe realizarse en vehículos que permitan conservar la humedad de las raíces, a fin de evitar su deshidratación.

Es muy importante no descuidar la tarea de cubrir bien las raíces durante el traslado, aunque el vivero quede a unos pocos minutos de la chacra o cuando se tenga que movilizar plantas entre establecimientos.

La pérdida de humedad también puede producirse por un excesivo pasaje de aire a través de la carga durante el transporte.

Al momento de recibir el material vegetal, es necesario controlar que la lona de cobertura esté correctamente cerrada y rechazar aquellas plantas que presenten síntomas de deshidratación debido a una incorrecta protección durante el viaje.

2.2. PORTAINJERTOS

Los portainjertos de peral pueden ser clasificados en dos categorías según el tipo de propagación que se utilice en el vivero.

- portainjertos que se multiplican por semilla (francos).
- portainjertos que se multiplican agámicamente por acodo en cepada o por distintos tipos de estacas vegetativas (clonales).

2.2.1. Portainjertos “francos”

El pie franco es originado a partir de la semilla de *Pyrus communis*. Se caracteriza por inducir poca precocidad en la entrada en producción y promover un crecimiento demasiado vigoroso y heterogéneo para los requerimientos de plantaciones con distanciamientos menores a dos metros. En la región, este portainjerto ha demostrado un elevado nivel de adaptabilidad a distintos tipos de suelo y manejos del riego, debido a su capacidad de desarrollar un buen sistema radical, con buena resistencia a pulgón lanígero.

Se han seleccionado diversas semillas de *Pyrus communis* a partir de variedades como Volpina en Italia, Fiudiere en Francia, Kirschensaller en Alemania y Winter Nelis en Chile, para lograr una mayor uniformidad en el comportamiento vegetativo de las plantas. Sin embargo, estas selecciones siguen siendo demasiado vigorosas y poco precoces. En otros países productores como China, India y Japón se utilizan otros portainjertos obtenidos por semilla pertenecientes a otras especies del género *Pyrus* (*P. Serotina*, *P. Calleyriana*, *P. Ussuriensis* y *P. Betulaefolia*), pero adolecen de las mismas limitaciones señaladas para *Pyrus communis*.

En la actualidad, en las condiciones de los valles irrigados de las provincias de Río Negro y Neuquén, la búsqueda de mayor precocidad en la entrada en producción y el control del excesivo vigor de los árboles de peral injertados sobre portainjertos francos debe orientarse a determinar marcos apropiados de plantación, elección de sistemas de conducción y poda, y ajustar prácticas culturales fundamentales como la fertilización y el manejo del riego.

2.2.2. Portainjertos “clonales”

Estos portainjertos se multiplican vegetativamente a través de técnicas de vivero mediante el enraizamiento de estacas. Debido a la dificultad que presenta el peral para emitir raíces adventicias en la base de estacas o de brotes encepados, la cantidad de portainjertos clonales de peral existentes a nivel mundial resulta escasa. Algunas de las selecciones son: Old Home x Farmingdale de Estados Unidos, con resistencia al “tizón de fuego” (*Fire Blight*), serie BP obtenidos en Sudáfrica y algunas selecciones de Old Home realizadas en Francia. No obstante, la multiplicación de todos estos materiales continúa siendo dificultosa aunque se han logrado avances con algunas técnicas de propagación utilizando estacas herbáceas y semileñosas, tratadas con reguladores del crecimiento inductores de la diferenciación de raíces y colocadas en ambientes apropiados con elevada humedad relativa (“bajo niebla”). Esta tecnología de propagación aún no se ha implementado a nivel comercial en el Alto Valle de Río Negro. Experiencias realizadas en la región con algunos de los portainjertos de la serie BP no tuvieron un comportamiento agronómico adecuado como para considerarlos en futuras plantaciones.

La producción de portainjertos de peral mediante micro propagación es factible pero requiere de instalaciones y personal altamente especializado que aumenta significativamente los costos con respecto a métodos tradicionales de multiplicación. La posibilidad de lograr mediante esta técnica plantas auto enraizadas (sobre sus propias raíces) es descartada por tener un prolongado período de “juvenilidad” que retarda significativamente la entrada en producción.

Con la finalidad de sobrellevar los inconvenientes señalados para los portainjertos clonales del género *Pyrus* se han probado algunas selecciones de membrillero (*Cydonia oblonga*) para ser utilizadas como portainjertos clonales de peral. Precisamente, gran parte de los cultivos de perales de Europa están injertados sobre portainjertos de membrillero. Se ha comprobado que estos cultivos tienen una gran eficiencia productiva, menor vigor y mayor precocidad en la entrada en producción que las plantaciones sobre pie franco. Las selecciones más promisorias son BA 29 y Sydo, ambas de origen francés, provenientes del membrillero de Angers, que se caracterizan por su buen vigor.

En la región del Alto Valle los portainjertos de membrillero han presentado síntomas de incompatibilidad con Williams, Beurrè D'Anjou, Packhams Triumph y Abate Fetel, esta última en menor grado. Estos síntomas son más graves que los observados en otras regiones productoras de Europa, especialmente Francia e Italia. Dichas diferencias podrían estar relacionadas con las condiciones climáticas propias de la zona, que tiene vientos frecuentes y un periodo estival muy cálido. Este último acentúa el déficit hídrico por un deficiente transporte de agua a través de la zona del injerto entre el membrillero y el peral. Ante esta situación, es posible recurrir al uso de interinjertos o "filtros" de variedades que tienen mayor afinidad con el membrillero, como Beurrè Hardy, Passe Crassane y Comice.

La presencia de virus es otro factor que incide sobre la incompatibilidad en las combinaciones peral - membrillero, siendo necesario disponer de material con sanidad certificada. Concretamente, el portainjerto de membrillero, el filtro y la variedad deben tener la condición de libres de virus.

Además, es muy importante considerar el tipo de suelo donde se implantará el nuevo monte de peral. Los suelos livianos con alta permeabilidad exponen a este portainjerto, aún utilizando un "filtro", a sufrir condiciones de estrés hídrico en especial durante el verano, sobre todo si se utiliza el riego gravitacional. En estas situaciones, el uso de riego localizado (goteo, micro aspersión, etc.) con posibilidad de suministrar nutrientes (fertirrigación) resulta sumamente ventajoso.

En síntesis, implantar perales Williams utilizando portainjertos de membrillero requiere tener en cuenta los aspectos expuestos: **calidad y sanidad del material vegetal, utilización de filtros de variedades compatibles y manejo eficiente de prácticas culturales** (riego, fertilización y control de malezas).

2.3. CONSEJOS ÚTILES PARA LA IMPLANTACIÓN

2.3.1. Preparación del suelo

Para ello se recomienda:

➤ Realizar un análisis de suelo completo y en algunas situaciones un análisis de nematodos, de

acuerdo con las indicaciones del técnico. Los resultados permiten decidir correctamente la elección del cultivo y del portainjerto a utilizar.

➤ Corregir las deficiencias que presenta el sistema de riego y drenaje. Evitar suelos con napas freáticas altas.

➤ En caso de replante, eliminar por completo los restos vegetales de cultivos anteriores.

➤ Nivelar correctamente el terreno si se utilizan riegos por surco o manto.

➤ Subsolar el suelo: esta práctica es muy importante porque permite romper las capas compactadas y mejora el crecimiento de la planta en sus primeros años. Es recomendable pasar este implemento a lo largo y a lo ancho del cuadro, cada 80 cm. o menos y sobre la línea de plantación.

2.3.2. Recepción de plantas

➤ Desde la salida de las plantas del vivero hasta su llegada al lugar de plantación puede transcurrir un tiempo prolongado. De ser así, es conveniente acondicionarlas para evitar su deshidratación.

➤ Durante el transporte de las plantas hasta su lugar de plantación, deberá cubrirse con una lona protectora.

➤ Se aconseja preparar el día anterior a su recepción una trinchera con las dimensiones necesarias para dejar las plantas.

➤ Antes de colocar las plantas en la trinchera, cortar el hilo inferior que asegura los paquetes de plantas a fin de poder separar las raíces. Esto permite que al taparlas con la tierra no queden raíces expuestas al aire con riesgo de deshidratación.

➤ Una vez en la trinchera, tapar completamente las raíces con tierra y regar con abundante agua, manteniéndolas húmedas hasta el momento de su plantación.

➤ Si las plantas son mantenidas en cámara frigorífica, ésta no debe contener fruta. Los gases de la maduración predisponen a un movimiento anticipado de las yemas que afectará la brotación luego de plantadas.

2.3.3. Plantación

Es muy importante, por razones fisiológicas, llevar a cabo la implantación durante los meses de junio, julio y agosto, para permitir un correcto arraigue a las plantas al momento de la brotación.

De esa forma se logra que las plantas (raíz y fuste aéreo) se adapten para afrontar las demandas de agua y nutrientes de los nuevos brotes durante el crecimiento vegetativo primaveral.

Plantaciones muy tardías (realizadas en septiembre) normalmente se ven expuestas a temperaturas por encima de los 20 °C, acelerando su brotación a los pocos días de ser implantadas. Además, las plantas son propensas a deshidratarse al no tener raíces totalmente activas, situación que puede causar una gran mortalidad durante el primer año. En esta época el viento puede provocar estrés hídrico y desecamiento de brotes tiernos. Por esta razón es aconsejable plantar temprano, para favorecer el inicio de la actividad de las raíces y una brotación uniforme.



Foto 2.1

Otros conceptos prácticos

- ❖ Marcar el cuadro y las filas antes de plantar, respetando el marco de plantación. Para facilitar la operación es conveniente pasar un subsolador sobre la fila de plantación y plantar sobre ésta.
- ❖ En presencia de raíces muy grandes es preferible agrandar el pozo para evitar la poda de las raíces.
- ❖ En caso de efectuarse poda de raíces, será necesario un tratamiento preventivo mediante un baño con un producto fungicida.
- ❖ Extraer de la trinchera únicamente los paquetes a medida que se van plantando, para evitar que se deshidraten.
- ❖ No deben dejarse paquetes de plantas en el campo si se va a demorar la plantación.
- ❖ Orientar el injerto en contra del sector de donde provienen los vientos más frecuentes en la zona.
- ❖ No cubrir con tierra el portainjerto, para evitar que la planta se afranque.
- ❖ Si se utiliza lombricompost, éste debe colocarse en el pozo de plantación a razón de 500 gramos por planta como mínimo.
- ❖ Tapar las raíces con tierra de la superficie del suelo (primeros 20 cm) por su mayor contenido de materia orgánica y fertilidad.
- ❖ Finalizada la plantación, se debe efectuar un riego (5-10 litros por planta) para mejorar la condición del sistema radicular.

Realizar la poda de plantación de acuerdo con el sistema de conducción seleccionado.



Foto 2.2



CAPÍTULO 3 CONDUCCIÓN Y PODA

Mediante el uso de diferentes sistemas de conducción se pretende lograr una producción temprana y continua del monte, sobre una base eficiente y económicamente efectiva. Todos los sistemas emplean elementos comunes de poda y manejo, con las variaciones propias que identifican a cada uno en particular. Estas técnicas pueden dar distintas respuestas dependiendo del momento y el grado de intensidad en que sean utilizadas.

3.1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

Es importante que el productor elija el sistema de conducción antes de plantar, ya que las densidades de plantación, la poda y el manejo posterior son distintas y no es conveniente realizar cambios durante el proceso.

Se puede elegir entre dos sistemas: la espaldera o mini espaldera y el eje central. La principal diferencia entre ambos es que el primero es un sistema plano y el segundo de tipo cónico.

3.1.1. Eje central

Se basa en un eje dominante con 16 a 18 cargadores distribuidos radialmente a lo largo del eje con una relación de al menos 3 a 1 (eje a cargadores). La carga de la fruta se encuentra en los cargadores, ya sea sobre dardos o brindillas cortas.

Requiere un marco de plantación que va de 4 m entre filas a 1,5 a 2 m entre plantas, con densidades entre 1250 y 1667 plantas por hectárea.

La altura final de la planta es de 4 a 4,5 m y es conveniente dejar un espacio entre plantas en la parte superior de la fila, para el ingreso y mejor distribución de la luz (Foto 3.1).

Para la poda de plantación se aconseja despuntar el eje a 1.10-1.20 m eligiendo buenas yemas, eliminando toda rama competitiva y dejando aquellas con una relación mayor a 3:1 y todo crecimiento por debajo de los 0,80 m. Para llevar adelante esta práctica es de gran importancia realizar la plantación temprana con el fin de asegurar una brotación uniforme del eje. El sistema radical del portainjerto franco normalmente es escaso, situación que se agrava más si proviene de un vivero con suelo pesado. Esto condiciona la plantación dejando el fuste completo (sin despunte) debido a la respuesta de brotación no uniforme (pelado del eje) en primavera.

3.1.1.1. Primer año

Durante el crecimiento del primer año se debe efectuar el doblado de las ramas en un ángulo mayor a 90° respecto al eje, de tal manera que la punta de la rama quede por debajo de su inserción con éste. Un doblado excesivo induce la aparición de crecimientos vegetativos vigorosos (chupones). Esta práctica permite un mejor aprovechamiento de los crecimientos del primer año y un aumento de la precocidad.

En invierno serán elegidas no más de 5 ramas, manteniendo la relación 3 a 1 respecto del eje, a una altura de 0,80 m de la superficie del suelo. El eje permanecerá sin despuntar en condiciones de buen crecimiento.

3.1.1.2. Segundo año

Continuar con el doblado de ramas en el verano tal como fue mencionado. La poda de invierno consiste en elegir 3 a 4 ramas con buena relación respecto al eje y sobre las 4 a 5 primeras que se dejaron el año anterior eliminar todo crecimiento indeseado (chupones), en cualquier lugar donde se encuentren, sin dejar “tacos”. Si el crecimiento del eje es adecuado, éste se dejará sin despuntar. Además, se deberá controlar todo crecimiento que provoque competencia con el eje.

3.1.1.3. Años siguientes

Continuar de la misma manera. El doblado de ramas puede evitarse cuando la planta haya alcanzado los 3,5 m ya que a partir de esa altura se produce un mejor equilibrio del eje con las ramas, eligiéndose solamente aquellas con buen ángulo y una relación mayor de 4 a 1 respecto del eje. Las ramas que tienen una buena disposición en el tronco, pero con un ángulo de inserción muy cerrado pueden renovarse efectuando un corte con tijera tipo “silla,” a los efectos de favorecer el crecimiento de una nueva rama, en este caso con mejor ángulo.



Foto 3.1

La cantidad de años en alcanzar una altura predefinida de 4,5 metros dependerá del crecimiento de la planta, y el objetivo es lograr un crecimiento anual de 1 m en promedio.

Poda de fructificación: se considera esta poda en los laterales radiales cuando estos tienen más de dos años. Tiene como propósito eliminar horquetas, chupones, brindillas débiles (4 mm o menos) dejando dardos y brindillas cortas coronadas de más de 4 mm de diámetro (Fotos 3.2 y 3.3).

De ser necesario se deberán recortar las ramas laterales. Demorar esta tarea tanto como sea posible y al cortar, hacerlo siempre en un diámetro inferior a los 6 mm.

Cuando se haya superado la etapa de formación de la planta (normalmente 6 años) se deben comenzar a limpiar los primeros 20 cm de la intersección con el eje, a fin de favorecer la penetración y distribución de la luz en el interior de la copa. (Foto 3.4)

3.1.2. Mini espaldera

Se basa en un eje con dos ramas por piso y un total de 4 pisos formados por ramas orientadas en el sentido de la fila y con una relación eje/rama late-

ral de 3 a 1. Como en el sistema anterior, debe mantenerse el eje como terminación de la planta, para evitar la proliferación de chupones sobre el último piso.

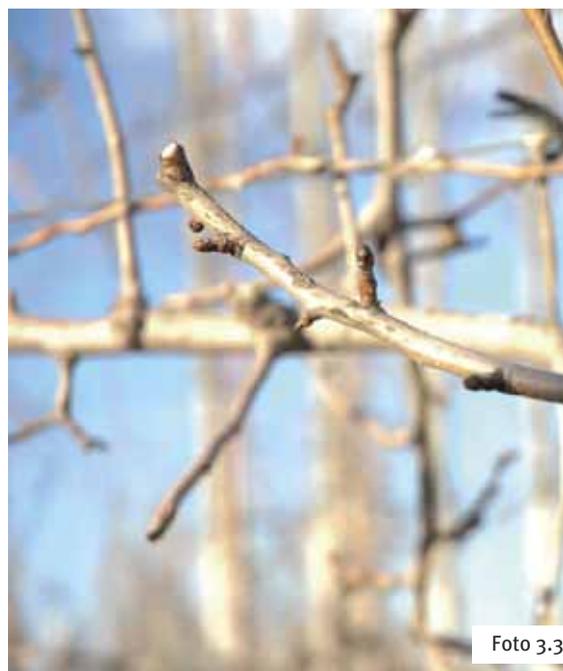
Requiere un marco de plantación de 2,5 a 3 m entre plantas y 4 m entre filas, con una densidad de 1000 a 833 plantas por hectárea (Foto 3.5).

La carga de la fruta está siempre sobre los cargadores, ya sea sobre dardos o brindillas que se disponen en espina de pescado, pudiendo dejar brindillas un poco más largas que en el sistema anterior. Lo más importante es evitar ramas gruesas desde el eje y horquetas sobre las laterales que forman los pisos de la espaldera.

La poda de formación es similar al eje central, con la diferencia de que se dejan dos ramas por piso, las cuales estarán a una distancia de aproximadamente 80 a 90 cm.

El doblado de las ramas se hará de tal manera que la inclinación sea igual a 90° respecto del eje, evitando siempre curvaturas próximas a la inserción con la rama portadora.

La poda de fructificación es similar a la mencionada para el eje central.



3.1.3. Doble eje

Este sistema tiene la particularidad de que al dividir la planta en dos ejes se redistribuye el vigor del pie franco, lo cual permite generar una estructura más equilibrada.

La distancia de plantación dependerá de la separación que se le de a los dos ejes, que deberá estar entre 0,80 a 1 m. Por lo tanto, la distancia entre plantas deberá ser de 1.6 a 2 m y la distancia entre filas de 3,5 a 4 m de acuerdo con el ancho que se le quiera dar a la espaldera.

Lograr una abertura mayor a 1 m manteniendo el paralelismo entre ejes es dificultoso en el momento de su formación, mientras que distancias menores a los 80 cm producirán ramas débiles sobre los ejes. La abertura correcta de los ejes al inicio de formación del sistema facilitará el manejo de las futuras estructuras productivas (Foto 3.6).

3.1.3.1. Poda de plantación

Las plantas provenientes del vivero serán llevadas al terreno siguiendo los pasos mencionados en el capítulo anterior. Posteriormente serán rebajadas a una altura de 30 cm del suelo, a fin de partir con una abertura de ejes lo más baja posible.



Foto 3.4

En el primer ciclo de crecimiento se aconseja intervenir por lo menos dos veces en primavera, eliminando competencias que comprometan el liderazgo del eje.

3.1.3.2. Poda del primer año

Una vez definidos los dos ejes con la separación adecuada, las plantas son conducidas y fijadas al primer alambre, situado a un 1 m de altura. Hasta el momento de alcanzar la altura del alambre los ejes serán guiados con un soporte (hilo), para mantener el distanciamiento y evitar quebraduras por acción del viento. Antes del inicio del segundo crecimiento, ambos ejes serán podados por encima de la atadura sobre el alambre. Esta poda tiene como objetivo acentuar el crecimiento uniforme y vertical del eje.

3.1.3.3. Poda del segundo año

A partir de este momento no se despuntan los ejes; sólo se eliminan las competencias y se mantiene la relación 3 a 1 mencionada en los otros sistemas de conducción.

Los dos ejes conforman las ramas principales sobre las que se distribuirán las cargadoras con un recambio gradual cada 3 años.



Foto 3.5

3.1.3.4. Poda de fructificación

Se procederá teniendo en cuenta los principios propuestos para los otros sistemas de conducción en alta densidad

3.1.4. Espaldera tradicional

Existen numerosas plantaciones de pera Williams en espalderas conducidas de manera tradicional y plantadas con distanciamientos de 4 x 3 y 4 x 4.

Los errores más frecuentes son la distancia entre pisos, la presencia de ramas gruesas hacia la calle ya sea desde el eje o desde los laterales y la eliminación del eje sobre el último piso, que ocasiona un excesivo crecimiento vegetativo (chupones) en la parte superior de la estructura.

Todos estos inconvenientes se solucionan dejando una buena distancia entre pisos (80 a 90 cm), eliminando las ramas fuertes (horquetas) que salen de los pisos hacia la calle y las que salen del eje. En el caso de tener ramas muy gruesas en el último piso (relaciones 2 a 1 ó 1 a 1 con el eje), se debe planificar la eliminación de éstas sustituyéndolas por otras más finas en un periodo de varios años, a fin de no disminuir notoriamente la producción.



Sobre cada piso se debe dejar el tipo de brindilla mencionado, mayor a 5 mm de diámetro y en forma de espina de pescado (Foto 3.7).

3.1.5. Monte tradicional

La poda de fructificación en los montes conducidos de manera tradicional debe tender a favorecer el ingreso y distribución de la luz en el interior de la copa, a fin de lograr yemas vigorosas y brindillas de buen diámetro.

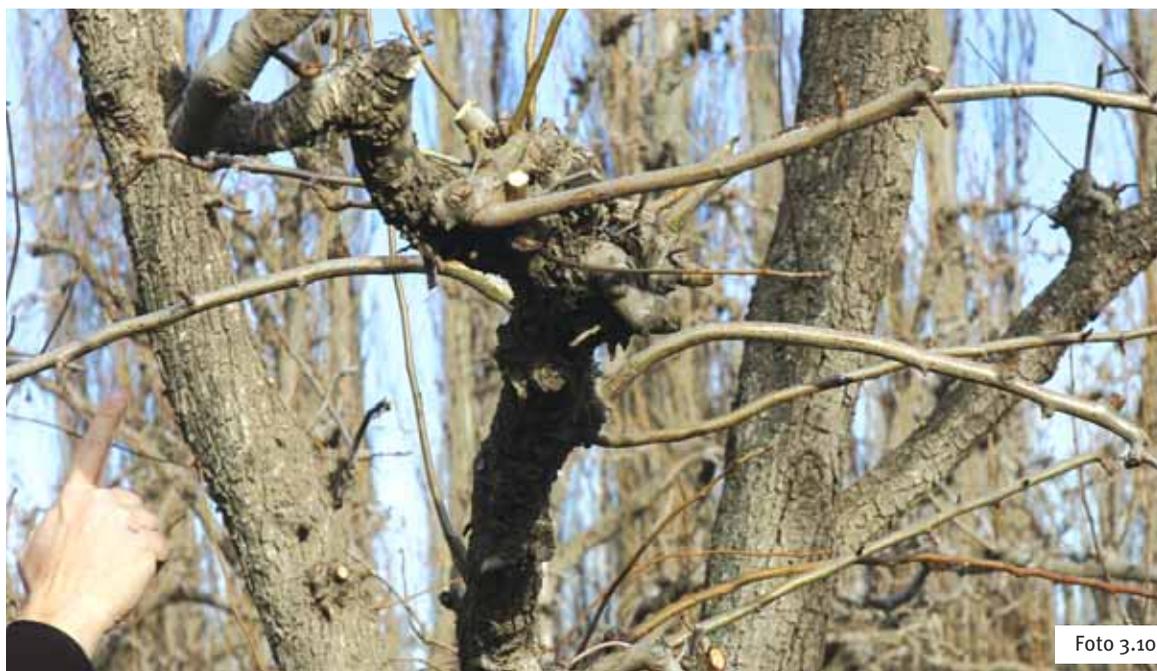
Se comienza tratando de lograr una buena distribución radial de los planos, dejando no más de 6 por planta. Dentro de cada plano la distancia entre ramas debe ser mayor a 80 cm, con no más de 5 ramas por plano, eliminando toda horqueta y chupones.

Sobre estas ramas se recomienda priorizar las brindillas de 5 a 10 mm (medida en la base de cada brindilla) que se convertirán en cargadoras de fruta. Con posterioridad y una vez fructificadas lateralmente, se deben acortar dejando 4 a 6 yemas florales. Dejar brindillas coronadas, eliminar todo crecimiento con un diámetro de 4 mm o menos, ya que son brindillas débiles que no desarrollarán buenas yemas florales.



Se procurará dejar las brindillas en forma de espina de pescado y eliminar gradualmente los crecimientos por arriba o por debajo de las ramas sobre cada plano. En caso de plantas débiles se deberá solucionar la causa que provoca la falta de crecimiento y adecuar una poda de acortamiento, con el propósito de incentivar el crecimiento y tener mejor material al año siguiente.

En plantas muy vigorosas y con excesivo sombreado en la parte interna, media y baja se aconseja reducir el vigor mediante técnicas apropiadas (menos nitrógeno, anillado, deschuponado en noviembre, estrés hídrico en septiembre y octubre) y eliminar ramas gruesas (chupones) en la parte alta de la copa dejando abundante material de fructificación. Si se presentan brindillas débiles en la parte baja, deben ser rebajadas a un puño (10 cm) a fin de lograr yemas florales para el año siguiente (Fotos: 3.8, 3.9 y 3.10).





CAPÍTULO 4 FENOLOGÍA Y POLINIZACIÓN

4.1. FENOLOGÍA

El método de observación de los estados fenológicos de Fleckinger (Figura 4.1) permite el estudio del crecimiento y desarrollo de las yemas mixtas de los frutales de pepita (manzanos y perales).

El método tiene como base una serie de figuras elegidas de los diferentes aspectos por los que va pasando el botón floral, desde el estado de reposo invernal hasta el pequeño fruto recién formado. Tales estados se designan con las primeras letras del alfabeto. Cuando el estado de la yema esté representado exactamente por una de las figuras de los estados-tipo, es claro que la yema se encuentra precisamente en ese estado. Si el desarrollo de la yema se sitúa entre dos estados, se le asignará la letra del primero, precediendo al número (del 1 al 4) que corresponda como sub-estado.

Estados tipo:

- ❖ Yema floral cerrada
- ❖ Botón de flor hinchado
- ❖ Flor abierta
- ❖ Ovario fecundado
- ❖ Fruto cuajado

Definiciones de los diferentes estados-tipo fenológicos en perales

Estado A: Ojiva marrón

La yema está recubierta de escamas marrones más o menos oscuras y cerosas. Tiene un largo de alrededor de uno y medio a dos veces el diámetro del brote en el punto de inserción. Las escamas más externas (de primer orden) registran un mayor crecimiento.

De A a B: se observa el crecimiento en longitud de las escamas internas (segundo y tercer orden) por su base. Hay elongación y engrosamiento de la yema que queda oscura y cerosa sobre las partes ya descubiertas.

Estado B: Huso o bastón con vivos claros

La longitud de la yema es de 3-4 veces el diámetro del brote. Continúa la elongación de las escamas internas que están imbricadas y se desplazan telescópicamente las unas bajo las otras. Aparecen triángulos y vivos de color claro amarillo verdoso. Es la primera manifestación del crecimiento de la yema en primavera.

De B a C: hay un aumento de las superficies claras descubiertas y de las dimensiones de las yemas.

Estado C: Ojiva bicolorada

La yema presenta partes iguales de superficie clara y oscura. El diámetro en su parte hinchada es alrededor de dos veces y medio el del brote en su punto de inserción.

De C a D: la yema continúa hinchándose y se abre. Las escamas de segundo y tercer orden se separan por su punta. El crecimiento de los elementos que ellas protegen continúa, mientras que su propio crecimiento disminuye. Las escamas, las brácteas, las hojas enruladas y las estípulas filiformes forman una pantalla laxa alrededor de la inflorescencia. La bráctea bifurcada sale y se dobla.

Estado D: Aparición de los botones florales

Los botones florales se separan progresivamente (muñeca separada). Los ejes llevan las futuras flores y las hojas enruladas que también se agrandan.



Las escamas y las brácteas han alcanzado sus dimensiones definitivas. Las escamas más externas (primer orden) caen y las de segundo orden siguen insertas. Luego, los botones comienzan a separarse.

Estado E: Puntas rojas

Los sépalos, ligeramente separados en su base, dejan ver los pétalos que enrojecen vivamente a la luz. Todas las flores presentan, al mismo tiempo, los mismos fenómenos. Por último, todas las escamas caen.

De E a F: los botones engrosan y se separan más netamente. Las puntas rojas se identifican por la separación de los sépalos. El botón rojo aparece, se transforma en botón rosa, luego engrosa y se vuelve blanco. La forma del botón rosa es bien esférica.

Estado F: Una flor abierta en la inflorescencia

De F a G: se produce la apertura y expansión sucesiva de todas las flores.

F1: de 1 a 3 flores abiertas;

F2: las otras flores se abren;

F3: las flores se expanden;

F4: los pétalos están desplegados. Cada flor adquiere su mayor diámetro y en ese momento están más decoloradas.

La plena floración corresponde a la clase F2: la mayoría de las flores abiertas aunque no están expandidas.

Estado G: Caída de pétalos

De G a H: la caída de los pétalos involucra progresivamente a varias flores y luego, a todas (caen simultáneamente en varias flores).

G1: caída de 0-25% de pétalos;

G2: caída de 25-50% de pétalos;

G3: caída de 50-75% de pétalos;

G4: caída de 75-100% de flores.

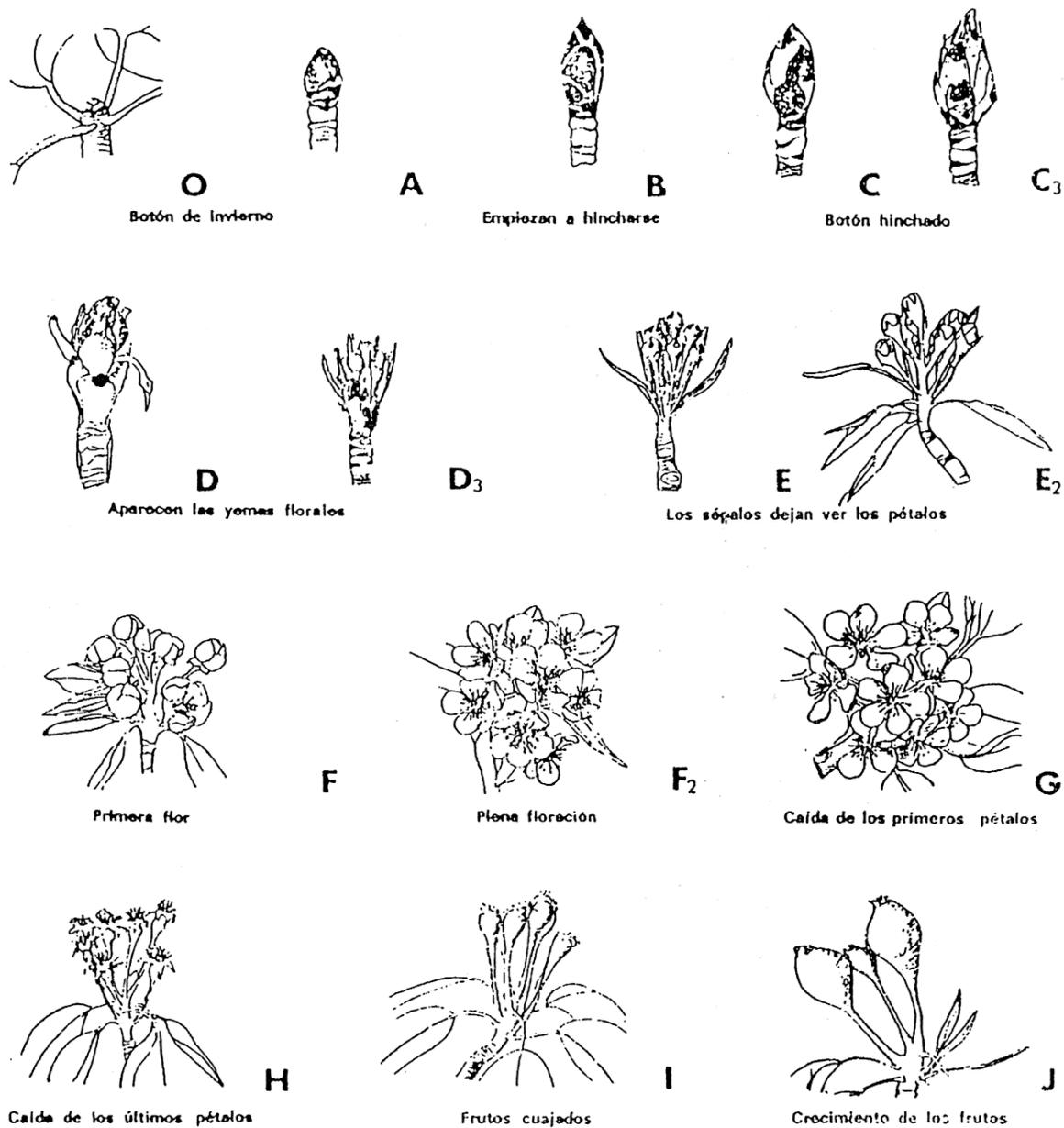
Estado H: Desarrollo del fruto

El último pétalo ha caído, la evolución de la flor ha terminado y comienza el desarrollo del fruto después de la fecundación.

De H a I: los ovarios engrosan y cuando han alcanzado un diámetro igual a dos veces el que tenía el ovario de la flor en plena floración (F2) se denominan frutos cuajados.

La fecha media de plena floración (F2) para el Alto Valle es el 24 de setiembre. Sin embargo, existen fluctuaciones debido a las condiciones climáticas. Por ejemplo, en 1993 el estado F2 se alcanzó el 16 de setiembre mientras que en 2000 se registró el 5 de octubre.

Figura 4.1: Estados fenológicos del peral
Según Fleckinger



4.2. POLINIZACIÓN

La polinización es el primer paso en el proceso de constitución de la semilla (Foto 4.1.). Su presencia en el fruto asegura el aporte de sustancias (auxinas, giberelinas y citocininas), las cuales tendrán una influencia directa sobre el tamaño, la forma la maduración, la calidad organoléptica y la conservación.

Es conocida la capacidad que presenta la variedad Williams para producir frutos partenocárpicos (sin semillas). Debido a esta particularidad, en ocasiones se implanta en montes puros, es decir, sin una fuente de polen proveniente de una variedad con igual período de floración.

Si bien son numerosas las plantaciones puras que

acreditan una producción aceptable en la región, los argumentos a favor de una fuente de polen alternativa siguen siendo los más válidos. Tradicionalmente las variedades D'Anjou y Packham's son las más utilizadas en los esquemas de plantación, dependiendo su porcentaje del valor comercial asignado. Estos esquemas de polinización, que en general corresponden a filas completas de la variedad polinizadora, deben ser acompañados al momento de la floración con una fuerte presión de abejas (4-6 colmenas por ha) debido a que los nectarios de la flor del peral no tienen la capacidad de atracción para las abejas que presenta el manzano. Las condiciones climáticas son también de vital importancia en el proceso de polinización; vientos superiores a los 30 km/h y temperaturas por debajo de 10-12 °C reducen su actividad.





CAPÍTULO 5 CRECIMIENTO DEL FRUTO Y RALEO

El crecimiento del fruto que resulta de la división y alargamiento celular sigue un modelo representado por una curva sigmoidea (con forma de S) cuando se grafica el volumen del fruto en función del tiempo (Figura 5.1). Ésta presenta tres fases bien definidas: la fase I o período de crecimiento exponencial (multiplicación celular), la fase II o período de crecimiento lineal (agrandamiento y expansión celular) y la fase III que incluye la etapa final del crecimiento y el período de maduración.

Cuando el tiempo es medido en días después de la plena floración (DPF), la fase I de multiplicación celular se extiende hasta los 40-60 DPF. Posteriormente, en la fase II se produce la expansión celular con el incremento significativo de tamaño. Esta fase tiene una duración aproximada de 65-70 días. A partir de ese momento se desencadenan en el fruto una serie de transformaciones bioquímicas

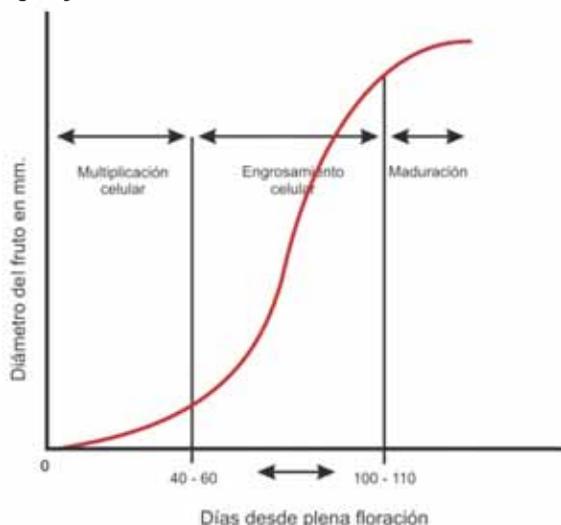
que conducen al desarrollo de las características organolépticas de la variedad. Esta última suele durar de 10 a 30 días.

En la zona del Alto Valle, la edad media del fruto (desde plena floración hasta fecha media de cosecha de los últimos 10 años) es de 106 días, es decir que a fines comerciales los frutos son cosechados antes de la fase final para preservar la calidad de conservación.

5.1. PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DEL FRUTO

El crecimiento de los frutos está en gran medida condicionado por factores propios de la planta (internos), ambientales y de manejo (externos).

Figura 5.1. Curva de crecimiento del fruto



5.1.1. Factores internos

❖ **Tamaño inicial del fruto:** el número de células definido en la primera fase de crecimiento determinará el tamaño potencial del fruto. La cantidad de células en el pequeño fruto está regulada por sustancias hormonales y es afectada por la disponibilidad de agua y la provisión de hidratos de carbono y nutrientes.

En general, los frutos chicos contienen menos células y más pequeñas que los de tamaño grande. Se ha comprobado que los frutos que durante la primera fase de la curva de crecimiento son grandes llegan a cosecha con tamaños mayores que los que partieron con dimensiones pequeñas.

❖ **Número de semillas:** el tamaño del fruto es proporcional al número de semillas maduras viables y se debe a la cantidad de hormonas (citocininas, auxinas, giberelinas) producidas por cada semilla.

Además de su particularidad de desarrollar frutos sin semilla, la pera Williams posee naturalmente un contenido de hormonas más elevado. Por lo tanto, la cantidad de semillas no condiciona significativamente el tamaño final de los frutos.

❖ **Estado nutricional de las yemas:** la energía inicial para el crecimiento vegetativo y la floración proviene de las reservas alimenticias de la planta. Cuando éstas son escasas, la división celular en los pequeños frutos también cesa en forma temprana limitando el crecimiento potencial posterior de los frutos.

❖ **Relación hoja-fruto:** esta relación indica la cantidad de frutos de una planta en función de la superficie foliar fotosintéticamente activa. La disponibilidad de sustancias hidrocarbonadas depende de la superficie foliar y de la intensidad de fotosíntesis. Los frutos actúan como destino para estas sustancias y con frecuencia se produce competencia entre ellos. La relación normal de hojas-fruto que determinan cantidad y calidad de cosecha es de aproximadamente 50 hojas por fruto.

❖ **Carga frutal:** la cantidad de frutos y el tamaño que alcanzarán están en estrecha relación con el vigor y estructura de la planta. Altos rendimientos asociados a alta carga de fruta por planta conllevan a la formación de frutos más pequeños.

❖ **Portainjerto:** el portainjerto es el proveedor de agua y nutrientes y actúa como condicionante del vigor de la planta, lo que afecta el tamaño y la calidad de los frutos.

❖ **Ubicación de la estructura fructífera:** el tamaño potencial de los frutos está condicionado por su ubicación dentro de la planta, en función de la disponibilidad de luz y por lo tanto de los fotosíntesis. Los frutos de las partes bajas y medias del árbol (más sombreadas) en general son más chicos. Se debe considerar, además, que la inflorescencia del peral es un racimo donde la flor central es la última en formarse y por lo tanto la más pequeña. Las flores laterales tienden a producir frutos más grandes que las centrales.

5.1.2. Factores externos

Los factores del medio ambiente regulan el crecimiento del fruto afectando los procesos metabólicos fundamentales de los árboles frutales como la fotosíntesis y la respiración.

El crecimiento de los frutos puede resultar limitado por el suministro de agua y nutrientes y por otros factores que afectan la fotosíntesis, como la baja temperatura y la nubosidad.

❖ **Temperatura:** la temperatura ambiental es un regulador de los procesos fisiológicos a nivel de las reacciones bioquímicas que intervienen en el crecimiento directa o indirectamente. Si bien tiene un efecto continuo durante todo el ciclo del crecimiento, se destacan dos momentos clave que afectan el tamaño final del fruto.

El primero es el período de división celular, ya que durante éste se establece el número total de células que determinan el tamaño potencial de los frutos. El segundo es la etapa de elongación celular, dos a tres semanas antes de cosecha.

El rango de temperaturas óptimas para el crecimiento vegetativo es de aproximadamente 25^o C. Dentro de este rango y bajo condiciones adecuadas de intensidad lumínica e hídrica el proceso fotosintético se ve favorecido, lo que contribuye al crecimiento del fruto.

No obstante, cuando las temperaturas ambientales se alejan de la óptima, los árboles frutales han demostrado tener una cierta capacidad de aclimatación basada en una compensación y reajuste de procesos fisiológicos tales como respiración, transpiración, transporte de nutrientes, etc. Estas rectificaciones presentan un costo de energía que será restada a la producción de tejidos en el fruto y a características como color, sabor, etc.

Cuando las temperaturas se alejan del óptimo, la influencia de otros factores limitantes se incrementa. Altas temperaturas asociadas a bajos tenores de agua en el suelo reducen la capacidad de refrigeración de la planta a través de la transpiración y por lo tanto la posibilidad de aclimatación.

❖ **Luz:** la productividad de un monte frutal depende de la eficiencia de la absorción de la luz y la distribución de los carbohidratos. La intercepción de la luz está determinada por la cantidad y disposición de las hojas, el modo de conducción, el marco de plantación, la orientación de las filas y la latitud del lugar.

El sombreado limita la capacidad fotosintética de las hojas. Se ha observado que los frutos cercanos a las hojas bien iluminadas son más grandes y tienen mayores probabilidades de alcanzar su potencial de crecimiento. Las hojas de los dardos, localizadas cerca del fruto, cumplen un rol relevante para las etapas tempranas del desarrollo del fruto en la estación de crecimiento.

El sombreado afecta también el desarrollo reproductivo del año, la formación de flores y el cuaje de los frutos del año siguiente. La diferenciación de las yemas de flor no se produce con niveles

de luz inferiores al 10% ó 30% de la luz disponible. Aunque ocurra la diferenciación, la calidad de la yema, el tamaño de la bolsa o del dardo y el cuaje del fruto dependen en forma proporcional de la cantidad de luz directa recibida.

Para incrementar la producción es importante maximizar la intercepción lumínica temprana en la estación de crecimiento.

❖ **Viento:** el viento influye negativamente en el crecimiento del fruto porque afecta la temperatura de la planta, y la pérdida de agua daña tejidos a través de la deshidratación y la fricción mecánica. Vientos moderados pero continuos y altas temperaturas aumentan la tasa de transpiración de las hojas, lo que ocasiona un déficit hídrico a nivel celular. En estas condiciones, el movimiento de agua a los frutos disminuye y provoca una merma en la tasa de crecimiento. El viento también provoca plegado de hojas y daños a nivel epidérmico que alteran la capacidad fotosintética.

❖ **Poda:** a través de esta práctica se busca aumentar la intercepción y distribución lumínica en el árbol y por lo tanto afectar el tamaño del fruto y maximizar el potencial productivo de la planta. La poda invernal permite controlar el vigor del árbol y mejorar la distribución y disponibilidad de reservas nutricionales. La reducción parcial de las ramas del año durante el verano no afecta el rendimiento general, pero si es muy severa disminuye el tamaño de los frutos al modificar la superficie foliar fotosintéticamente activa.

❖ **Raleo:** en general, un raleo temprano en la estación de crecimiento incrementa el tamaño de los frutos no raleados debido principalmente a que se estimula una mayor cantidad de células en el fruto. Esta práctica también es importante en etapas posteriores ya que mejora la relación hoja-fruto al disminuir la carga frutal, optimizando la distribución de nutrientes y atenuando la competencia.

❖ **Fertilización:** el crecimiento del fruto no puede progresar sin los nutrientes necesarios para producir los componentes químicos de la planta. La deficiencia de un elemento esencial afecta el crecimiento de la planta y por lo tanto del fruto.

➤ **Riego:** la fase de elongación o extensión celular se caracteriza por una alta tasa de crecimiento debida a la acumulación de agua y sustancias hidrocarbonadas en las células. Por estas razones, durante esa fase es notable el aumento de volumen y peso del fruto y es fundamental la disponibilidad de agua y la capacidad fotosintética de la planta. En ensayos de riego se ha observado una disminución del tamaño del fruto cuando se realiza un estrés hídrico entre los 42 y 188 días después de plena floración. Evaluaciones regionales indican un crecimiento compensatorio del fruto en los tratamientos en los que son regados después de un déficit hídrico realizado durante los 60 a 70 dpf, alcanzando el fruto tamaños finales similares a aquellos que no han recibido restricciones hídricas.

5.2. RALEO

En el cultivar Williams es importante disponer, al inicio de la cosecha, de una elevada proporción de frutos con tamaños apropiados a los requerimientos comerciales. El manejo tradicional de la cosecha que se realiza en la región, efectuando varias “pasadas” seguidas de un riego para incrementar el tamaño de los frutos, incrementa los costos y sin dudas se verá agravado en el futuro. Además, se deteriora la calidad de la producción por el avance de la madurez de los frutos recolectados en las últimas “pasadas”. Apuntar a realizar la cosecha en dos “pasadas” debería ser considerado como una meta de máxima. Al escenario descrito se suma la concurrencia en las plantas de empaque, a fines del mes de enero, de importantes volúmenes de manzanas Royal Gala y otros clones mejorados, lo que complica sustancialmente su manejo.

En la fruticultura actual, los programas de raleo de frutos son de vital importancia para la obtención de fruta de alta calidad que permita al productor competir en el mercado internacional.

El raleo remueve parcialmente las fuentes de giberelinas (semillas) que previenen la formación de yemas de flor. Eliminando una parte de las flores y los frutos se logra incrementar el tamaño de los frutos restantes y aumentar la relación de hojas por fruto, que debería ser de 30 a 40. También se mejora la exposición de los frutos a la luz y se logra

una nutrición adecuada, se reduce el daño por enfermedades y plagas y se mejora la distribución del peso en la estructura del árbol.

El raleo puede ser efectuado en forma manual o química. Utilizar productos químicos es el método más simple para hacer el trabajo en un corto período de tiempo y ahorrar mano de obra. Estos productos provocan abscisión, lo que altera la fisiología de la planta y el resultado productivo.

Los mayores efectos se logran con un raleo temprano en la estación de crecimiento, ya que se estimula la división y alargamiento celular y se obtienen frutos más grandes. Cuanto más tardíamente se realiza el tratamiento, menor es su efecto. La eliminación de frutos más chicos mejora el calibre porque reduce la competencia y aumenta el desarrollo de los frutos remanentes, además de evitar la presencia de frutos pequeños en la cosecha.

5.2.1. Raleo manual

El raleo de frutos se efectúa apuntando principalmente a dos fines:

- 1.- Equilibrar la relación hojas/frutos cuando el “cuaje” es muy alto y se observa una exagerada cantidad de frutos en relación a la cantidad de hojas. En este caso el raleo manual permitirá que las hojas alimenten en forma apropiada los frutos remanentes y estos puedan crecer con normalidad, de acuerdo con la tasa de crecimiento de esta variedad.
- 2.- Racionalizar la cosecha al eliminar temprano en la primavera los frutos deformados, manchados y los de tamaño pequeño que no van a llegar a alcanzar el tamaño mínimo requerido a nivel comercial. De este modo se facilita la cosecha y se reducen los costos.

En la programación del raleo manual de Williams es posible utilizar la información generada por el seguimiento sistemático de las curvas de crecimiento de los frutos. Considerando los factores internos y externos que condicionan el patrón de crecimiento, y recordando que en general los frutos que desde el inicio de la curva son grandes llegan a cosecha con tamaños mayores, es posible seleccionar en una etapa temprana del ciclo productivo los frutos que alcanzarán los tamaños de interés comercial para el productor.

Tabla 5.1. Tabla de raleo para pera Williams en función de los tamaños comerciales (TC) de los envases de empaque más utilizados

Envase: STD 18,2 Kgs.

[Días posteriores a Plena Floración]

TC	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
60	33.1	36.3	39.7	43.2	46.9	50.7	54.5	58.4	62.4	66.3	70.1	73.9	77.6	81.2	84.6	87.8	90.2
70	32.0	35.0	38.2	41.4	44.8	48.3	51.9	55.5	59.2	62.8	66.4	70.0	73.5	76.8	80.1	83.2	86.1
80	31.4	34.2	37.1	40.2	43.4	46.7	50.0	53.4	56.9	60.3	63.7	67.1	70.4	73.7	76.8	79.8	82.7
90	30.2	32.9	35.7	38.7	41.7	44.9	48.1	51.4	54.6	57.9	61.2	64.4	67.6	70.7	73.7	76.5	79.3
100	29.1	31.7	34.4	37.2	40.1	43.1	46.2	49.3	52.4	55.6	58.7	61.9	64.9	67.9	70.8	73.5	76.2
110	27.9	30.3	32.9	35.7	38.5	41.4	44.4	47.4	50.5	53.6	56.7	59.7	62.8	65.7	68.6	71.3	74.0
120	26.8	29.2	31.8	34.5	37.3	40.2	43.2	46.1	49.2	52.2	55.1	58.1	60.9	63.7	66.4	68.9	71.3
135	26.1	28.5	31.1	33.7	36.4	39.2	42.0	44.9	47.8	50.6	53.4	56.2	58.8	61.4	63.8	66.1	68.3
150	24.4	26.7	29.1	31.6	34.2	36.9	39.6	42.4	45.2	48.0	50.8	53.5	56.2	58.7	61.2	63.6	65.8
165	24.0	26.2	28.6	31.0	33.5	36.1	38.8	41.4	44.1	46.7	49.4	51.9	54.4	56.8	59.1	61.3	63.4

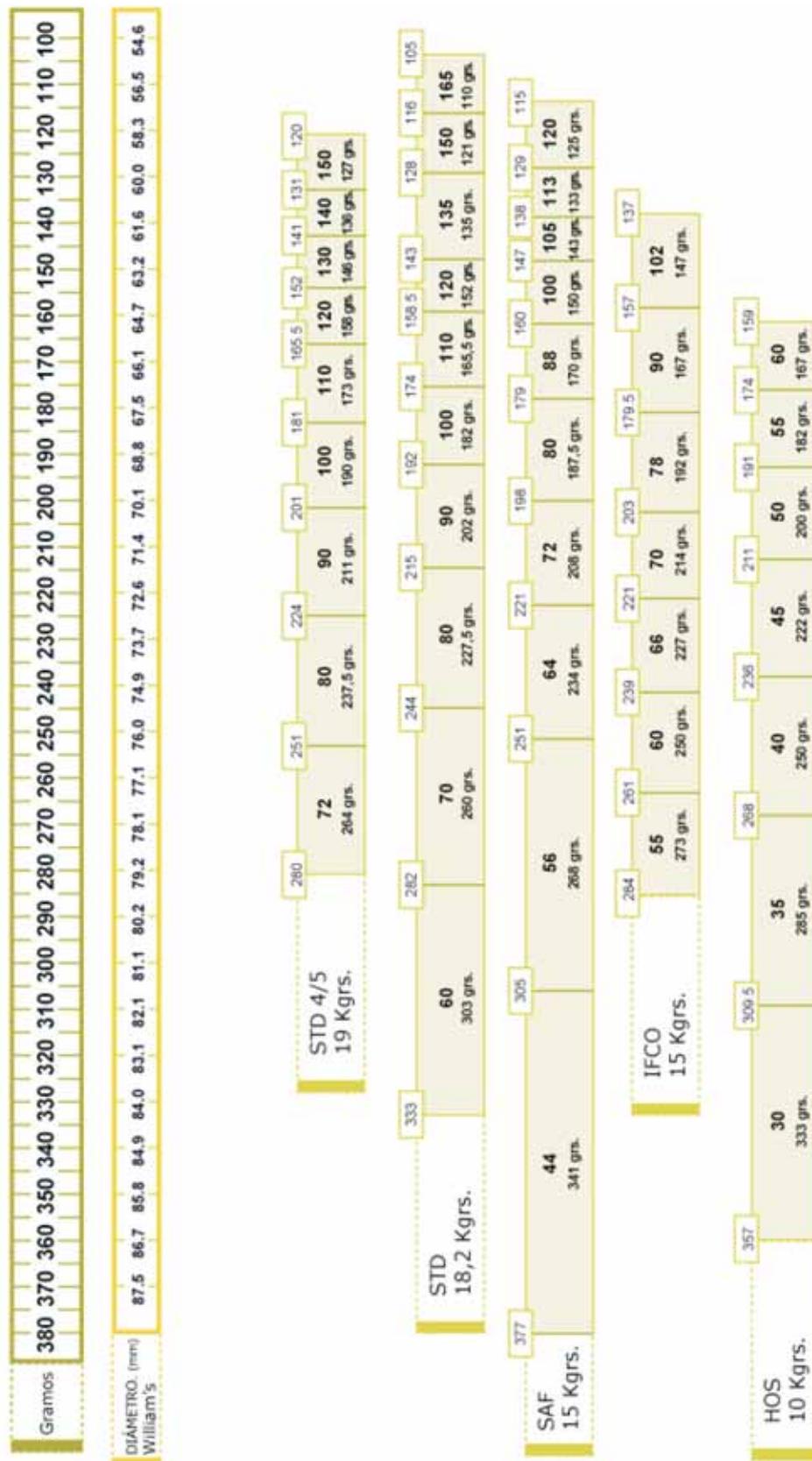
días que se suceden con posterioridad a la fecha de plena floración. Estos diámetros se encuentran referenciados en las filas de la tabla a tamaños comerciales de frutos recolectados en la fecha oficial de sello de cosecha. En la Tabla 5.2 se aprecian las relaciones entre peso, diámetro ecuatorial y tamaños comerciales para los envases más utilizados.

Envase: SAF 15 Kgs.

[Días posteriores a Plena Floración]

TC	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
56	32.4	35.4	38.6	42	45.4	49	52.7	56.3	60.1	63.8	67.4	71.0	74.5	81.1	77.9	84.2	87.1
64	31.4	34.3	37.3	40.5	43.7	47.1	50.5	54.0	57.4	60.9	64.4	67.8	71.1	77.4	74.3	80.3	83.1
72	30.6	33.4	36.2	39.2	42.2	45.4	48.6	51.9	55.2	58.5	61.8	65.0	68.2	74.3	71.3	77.1	79.9
80	29.3	31.9	34.7	37.5	40.5	43.5	46.6	49.8	53.0	56.2	59.3	62.4	65.5	71.4	68.5	74.1	76.8
88	28.0	30.5	33.1	35.8	38.7	41.6	44.6	47.6	50.7	53.8	56.9	60.0	63	68.8	65.9	71.6	74.2
100	26.8	29.3	31.8	34.5	37.3	40.2	43.2	46.2	49.2	52.2	55.1	58.1	60.9	66.4	63.7	68.9	71.3
105	26.6	29.0	31.5	34.2	36.9	39.7	42.6	45.4	48.3	51.2	54.0	56.8	59.4	64.5	62.0	66.9	69.1
113	25.4	27.8	30.3	32.9	35.6	38.4	41.2	44.1	46.9	49.8	52.6	55.3	58	63.0	60.6	65.4	67.6
120	24.4	26.7	29.1	31.6	34.2	36.9	39.7	42.4	45.2	48.0	50.7	53.3	55.9	60.8	58.4	63.0	65.2

Tabla 5.2. Relaciones entre peso, diámetro ecuatorial y tamaños comerciales (TC) de los envases para empaque de pera Williams



Uso de la tabla de raleo

A continuación se transcriben dos ejemplos de utilización de la Tabla 5.3 para propósitos de eliminación de frutos de escaso peso a cosecha.

Ejemplo 1:

Se desea realizar un raleo manual de frutos de pera Williams, de manera tal que aquellos frutos que permanezcan en la planta se correspondan a un tamaño igual o mayor al tamaño comercial 110 (envase estándar de 18,2 kg) en el momento del sello. Se tiene conocimiento de que la fecha de plena floración de la variedad en el monte ha sido el 27 de septiembre y la labor de raleo comienza el 20 de noviembre.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Ingresar por la fila correspondiente al tamaño comercial 110, el límite de fruto que se desea conservar en la planta.
2. Ingresar por la columna que se corresponde a los días posteriores a plena floración (DPPF) del momento de raleo. En este caso, a los 55 DPPF, producto de contar los días que se suceden entre el 27 de septiembre y el 20 de noviembre.
3. Se obtiene el diámetro ecuatorial que debe poseer un fruto medio el 20 de noviembre para llegar al tamaño comercial 110 en fecha de sello de cosecha promedio: **35,7** milímetros. Todos los frutos con diámetros inferiores a 35,7 milímetros deben eliminarse.

Ejemplo 2:

Se desea realizar un raleo manual de frutos de pera Williams, de manera tal que aquellos frutos que permanezcan en la planta se correspondan a un diámetro ecuatorial igual o mayor a 65 milímetros el 25 de enero del año por venir. Se tiene conocimiento de que la fecha de plena floración de la variedad en el monte ha sido el 27 de setiembre y la labor de raleo comienza el 20 de noviembre.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- A. Ingresar por la columna que se corresponde a los días posteriores a plena floración (DPPF) del momento de cosecha. En este caso, a los 120 DDPF, producto de contar los días que se suceden entre el 27 de septiembre del corriente año al 25 de enero del año siguiente.
- B. Localizando el diámetro ecuatorial buscado, regresar en la fila que lo contiene hasta los 55 DDPF, el equivalente de días después de plena floración del momento de raleo.
- C. Se obtiene el diámetro ecuatorial que debe poseer un fruto medio el 20 de noviembre para llegar a un diámetro de 65,8 milímetros el 25 de enero del año por venir: **31,6** milímetros. Todos los frutos con diámetro inferior a 31,6 milímetros deben eliminarse.

Tabla 5.3: Tabla de raleo

		[Días Posteriores a Plena Floración]																	
TC		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
60																			
70																			
80					2														
90																			
100																			
110	1				35.7											65.7			
120																			
136																			
150					31.6														
165																			65.8

5.2.2. Raleo químico

En perales, la práctica de raleo químico es menos utilizada en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Los raleadores comúnmente empleados en manzanos tienen un efecto muy reducido, como el Ácido Naftalenacético (ANA), o directamente no tienen efecto, como el caso del Carbaryl. Como alternativa, la 6-Benciladenina (BA) presenta una posibilidad de raleo en peras, ya que puede ser aplicada días después de plena floración, lo que permite programar estrategias fuera del período crítico de incidencias de heladas tardías.

La BA puede aplicarse en concentraciones entre 100 y 150 ppm a frutos de hasta 14 mm de diámetro en perales cv. Williams, o también se pueden realizar aplicaciones repetidas de 75 o 50 ppm a los 7 y 14 mm de diámetro de fruto. Con estos tratamientos se obtiene un importante efecto raleador y un aumento en el calibre de los frutos.

Las temperaturas luego de las aplicaciones de BA son un factor determinante para lograr un raleo efectivo. Los mejores efectos se obtienen con temperaturas máximas mayores a los 20°C en los días posteriores a la aplicación. Por lo tanto, es importante conocer el pronóstico del tiempo antes de realizar los tratamientos, y esperar a que se produzcan las temperaturas adecuadas.

Experiencias regionales de aplicación de azufre, polisulfuro y urea en perales Williams en plena floración no fueron eficientes en el raleo de frutos, a pesar de utilizar dosis sumamente elevadas. Estos resultados implican que tanto el polisulfuro y el azufre pueden ser empleados en los programas fitosanitarios sin ningún efecto raleador, o en el caso de la urea, para aumentar el calibre de los frutos por el aporte nutricional de nitrógeno.

Un efectivo raleo químico reducirá los costos (tiempo y mano de obra) en esta tarea cultural. También la utilización de productos y dosis no tóxicos para el medio ambiente, plantas, animales y personas constituye una ventaja importante, en especial en programas de producción de fruta integrada.

Para un uso sustentable de los diversos productos del mercado es necesario analizar distintos “programas de raleo” combinando diferentes productos, dosis y momentos de aplicación, además de un complemento con raleo manual.

5.3. CAÍDA DE FRUTOS DURANTE LA COSECHA

La ocurrencia de fuertes vientos y temperaturas elevadas antes o durante la cosecha puede ocasionar un grave riesgo por la caída natural de los frutos. Si bien la práctica de raleo de frutos tiene entre sus beneficios acortar el tiempo de cosecha al concentrarse ésta en pocas “pasadas”, la coincidencia con los factores climáticos mencionados hace necesario el uso de reguladores del crecimiento que actúan temporalmente sobre la zona de abscisión del pedúnculo con la estructura fructífera, evitando la caída prematura del fruto.

El Ácido Naftalenacético (ANA) y sus sales comienzan a ejercer su efecto luego de 2 a 3 días después de ser aplicados, y mantienen un poder residual de aproximadamente 15 días. Para este compuesto químico, si la cosecha se prolonga se podría repetir su aplicación. La dosis recomendada de ANA es de 10 mg/l (10 ppm) de principio activo. Por ejemplo: en productos comerciales formulados al 20% de ingrediente activo se utilizarán entre 5 y 6 gr del formulado comercial cada 100 l de agua. Si el formulado comercial es de 80 % de ingrediente activo, serán utilizados 1,25 gr /100 l de agua.

Los productos a base de Diclorprop no deben ser utilizados, porque provocan al año siguiente de su aplicación la maduración anticipada en la zona del cáliz de los frutos.

Finalmente, debe ser tenido en cuenta que estas sustancias pueden retener la caída del fruto, pero no frenar su proceso de maduración.

El producto AVG (Aminoethoxivinilglicina) cuya marca comercial es ReTain™ es un inhibidor de la síntesis del etileno que retrasa la maduración del fruto y por lo tanto reduciría la caída prematura de la fruta próxima a la cosecha. Experiencias regionales aplicando este producto cuatro semanas antes de la cosecha comercial en dosis de 180 y 125 mg/l y la adición de un surfactante no lograron controlar la caída de frutos antes de la cosecha, pero sí se observó una reducción de la concentración de etileno interno en el fruto.

Como recomendación general, los bioreguladores deben aplicarse a primera hora de la mañana o al atardecer, sin viento, con condiciones de humedad relativa moderada que aseguren un secado lento. No deberán producirse lluvias en las próximas 8 horas luego de su aplicación. El volumen de agua a utilizar variará de acuerdo con el huerto frutal y el estado de desarrollo del canopeo, teniendo en cuenta que se debe obtener un mojado homogéneo de toda la planta. En general, no es recomendable mezclar en una misma pulverizadora reguladores de crecimiento con fungicidas o pesticidas.



CAPÍTULO 6 MANEJO DEL SUELO Y FERTILIZACIÓN

6.1. SUELOS

Las plantas de pera tienen una marcada plasticidad para crecer en diferentes ambientes, incluidos diversos tipos de suelos. Sin embargo, las plantaciones comerciales de este cultivo requieren de una adecuada selección de tierras que garantice longevidad, buen estado sanitario, productividad y calidad de los frutos.

En este sentido, es necesario realizar un examen pormenorizado de los suelos de acuerdo con los siguientes criterios referidos a sus propiedades físicas y químicas.

6.1.1. Propiedades físicas

El cultivo de peras necesita en general texturas (tamaño de partículas) medias a medias finas, aunque si el riego se efectúa por sistemas presurizados soporta las texturas franco arenosas a arenosas. El contenido de fragmentos gruesos (piedras) al 20% del volumen del perfil del suelo comienza a limitar el cultivo.

Los horizontes (capas) superficiales sufren las modificaciones más constantes, producto de la acción de factores naturales tales como humectación, desecamiento y actividades biológicas o antrópicas como la labranza. Dichas transformaciones de los horizontes superficiales afectan principalmente a las estructuras de los suelos. Estas últimas, al mantener un sistema poroso equilibrado, con poros pequeños que retienen agua y poros grandes que facilitan la aireación, favorecen el enraizamiento de las plantas, la oxigenación, la infiltración de agua (ingreso

de agua al suelo) y una adecuada circulación del agua en el perfil del suelo.

La pérdida de estructura (agregados) de los horizontes superficiales se relaciona con valores de baja infiltración de agua y con la compactación de los suelos. Esta se origina principalmente por el sucesivo paso de la maquinaria por el mismo sector del terreno. La compactación ocasiona cambios en la porosidad interna de los agregados y es de difícil corrección.

Las limitaciones por humedad excesiva para el cultivo de la pera son evaluadas cuando se observan las condiciones de drenaje interno del suelo y el encharcamiento. El defecto del drenaje depende también de la profundidad y de la característica de la capa freática. Por encima de 0,8 dS/m de conductividad eléctrica (CE) disminuye la calidad del agua de la freática. Las clases naturales de drenaje de los suelos: imperfectamente drenado o pobremente drenado son evidentemente un factor limitante, en particular cuando la capa freática presente es salina.

Los suelos bien drenados son preferidos para desarrollo del cultivo ya que la pera no soporta encharcamientos.

Otra particularidad presente en la región de los Valles Inferior del río Neuquén y Alto Valle del río Negro es la existencia de suelos (aproximadamente 18.000 ha reconocidas) que en profundidad (entre los 40 y los 120 cm) suelen presentar capas altamente compactadas (densificadas, endurecidas) que limitan la profundidad de enraizamiento, la aireación y la circulación del agua. Dichas capas no son generadas por el hombre sino que obedecen a procesos naturales de la formación de los suelos.

Dependiendo de la profundidad de éstas, las plantas de pera ven limitado su crecimiento. Así, por ejemplo, se ha observado que cuando se encuentran a menos de 50 cm de profundidad, las raíces no pueden atravesarlas y se horizontalizan extendiéndose hacia el espacio interfililar.

Materia orgánica

En los suelos del Alto Valle que son de origen aluvial y de zonas áridas, el contenido de materia orgánica del suelo (MOS) es menor al 1% en los primeros 25 cm de suelo.

La agricultura de regadío consume un alto contenido de la materia orgánica del suelo, y para mantener valores adecuados para los cultivos deben producirse aportes de biomasa.

Una de las formas de incrementar el contenido de MOS al suelo no sólo en superficie sino también en profundidad es la implantación de coberturas permanentes (asociación de leguminosas y gramíneas), debido a la regeneración de raíces en forma continua. La segregación de sustancias mucilaginosas a través de las raíces ayuda a la agregación de las partículas del suelo. En consecuencia, éste

se beneficia con una mayor aireación y retención de agua y se incrementa notablemente la disponibilidad de nutrientes.

Experiencias realizadas en el Alto Valle después de cuatro años de implantadas las coberturas sobre el espacio interfililar arrojaron un efecto positivo. Los datos que se observan en la Tabla 6.1 son muy representativos de los beneficios que genera el empleo de las coberturas verdes, aumentando los tenores de MOS en profundidad. Para el caso de la MOS y el nitrógeno total (Nt), en las coberturas permanentes de alfalfa, festuca y trébol (A+F y Tr) se duplican los valores en comparación con el suelo con vegetación espontánea.

La mayor acumulación de MOS en la capa superficial del suelo es el resultado de la deposición de los sucesivos cortes realizados durante el ciclo del cultivo y no está sujeta a la incorporación mecánica, siendo el principal propósito preservar el horizonte superficial del suelo. La vegetación espontánea que se desarrolla en el interfililar está compuesta por especies muy variables en cuanto a su hábito de crecimiento, cobertura del suelo y aporte de biomasa.

Tabla 6.1. Concentraciones medias de materia orgánica y nitrógeno total del suelo en las diferentes coberturas, analizada para tres profundidades.

Profundidad (cm)	Tratamientos							
	A+F	Tr	V	T	A+F	Tr	V	T
	MOS g kg ⁻¹				Nt g kg ⁻¹			
0-7.5	28,4	27,7	19,3	9,0	1,2	1,2	0,9	0,5
7.5-15	20,2	23,5	11,6	8,5	0,8	0,9	0,6	0,4
15-30	12,1	6,9	7,7	6,9	0,5	0,3	0,4	0,3

A+F: alfalfa + festuca; Tr: trébol; V: vicia; T: vegetación espontánea

6.1.2. Propiedades físico-químicas de los suelos

Las partículas del suelo adsorben y retienen cargas positivas (cationes) a consecuencia de las cargas eléctricas que existen en su superficie. Estos cationes adsorbidos pueden ser reemplazados por otros que se encuentran en el suelo. Esta reacción, según la cual un catión en solución reemplaza a un catión adsorbido, se llama intercambio de cationes. Los cationes intercambiables del suelo son calcio, magnesio, sodio y potasio.

La capacidad de un suelo para adsorber e intercambiar cationes se puede medir y expresar en equivalentes químicos. Se denomina capacidad de intercambio catiónico (CIC) y se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de suelo (meq/100gr).

Las propiedades físico-químicas requeridas por el cultivo del peral son alta capacidad de intercambio catiónico, CIC mayor a 24 meq/100 gr, dada por el contenido y el tipo de arcillas presente. CIC mayor a 24 meq/100gr, dada por el contenido y el tipo de arcillas presente. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) puede estar totalmente ocupada o saturada por los cationes intercambiables. En este caso, su saturación con bases (%S) es 100. El %S también puede ser menor a 100. El cultivo del peral requiere suelos con más del 80% de saturación con bases de intercambio.

Reacción del suelo (pH)

La reacción del suelo se refiere a las condiciones en relación con su acidez o su alcalinidad. En la práctica agrícola sucede con frecuencia que uno de los factores limitantes para obtener la cosecha máxima de los cultivos es la reacción del suelo (pH), el exceso de acidez, la alcalinidad o la salinidad. Así, por su reacción, los suelos se dividen en:

- Suelos ácidos: Valores de pH menores a 6,5 y %S < 90.
- Suelos neutros: Valores entre 6,5 – 7,5 y %S de 90 a 100.
- Suelos calcáreos entre 7,9 – 8,3 %S: 100%.
- Valores superiores a 8,5 pueden indicar problemas de sodicidad en el suelo (ver suelos sódicos).

6.1.3. Condiciones de salinidad de los suelos

6.1.3.1. Suelos salinos

La salinización es un proceso de aumento del contenido de sales de un suelo, originado por un cambio en el medio físico, particularmente en el drenaje, provocado por la actividad humana, que modifica el balance de agua y sales alcanzado en condiciones naturales.

Estos cambios se producen en tierras bajo riego, ya que los suelos regables reciben cierta cantidad de sales con el agua. En el caso del Alto Valle el mayor problema se presenta por la presencia de capas freáticas de agua salina cerca de la superficie del terreno, es decir, en situaciones de drenaje deficiente.

Cuando los niveles freáticos se encuentran entre 0,3 metros -para los suelos con texturas gruesas- y 2 metros - si las texturas son finas- se acumulan sales en el perfil, debidas al flujo capilar ascendente del agua freática. Posteriormente, la evaporación del agua concentra las sales en los horizontes superiores.

La medida utilizada en el laboratorio para determinar el grado de salinidad se obtiene midiendo la intensidad de corriente que atraviesa la solución de un suelo saturado de agua. Se denomina Conductividad eléctrica y su unidad de medida es el S/m (Siemens por metro), siendo el dS/m (diecisiemens por metro) el rango más utilizado. A mayor concentración de sales, mayor será el valor de su conductividad.

La Tabla 6.2. muestra la calificación dada al suelo en relación con el valor de conductividad eléctrica (CE).

Tabla 6.2.

CE (dS/m a 25°C)	Característica del suelo
Menor a 2	No salino
Entre 2 y 4	Moderadamente salino
Mayor a 4	Salino

El exceso de sales en la zona radicular afecta el desarrollo de las plantas, aunque cada especie posee una tolerancia específica a la salinidad.

Para el caso de los frutales, las pérdidas relativas de rendimientos comienzan con valores de conductividad mayores a 2 dS/m y se vuelven importantes cuando son superiores a 4 dS/m dentro de los primeros 50 cm de profundidad. En este último caso, las disminuciones del rendimiento son mayores al 20%.

Manejo de los suelos salinos

Los suelos salinos mejoran mediante el lavado, esto es, haciendo pasar agua de buena calidad a través del perfil, en cantidad tal que permita el desplazamiento de la solución salina del suelo. Para ello, una condición básica a cumplir es que, natural o artificialmente se cuente con un drenaje de profundidad y capacidad tal que garantice la evacuación de los excedentes, de manera que no se revierta el proceso produciendo resalinización.

6.1.3.2. Suelos sódicos

Acumulación de sodio intercambiable en los suelos

Existe una relación de proporcionalidad entre la concentración de los cationes adsorbidos -explicada al inicio de este capítulo- y su concentración en la solución del suelo.

El calcio y el magnesio son los principales cationes de la solución del suelo y del complejo catiónico de los suelos normales. Cuando en estos suelos se acumula un exceso de sales solubles, generalmente es el catión sodio el que predomina en la solución del suelo. Bajo tales condiciones, una parte del calcio y del magnesio intercambiable son reemplazados por el sodio.

Si el porcentaje de sodio intercambiado (PSI) es mayor a 15 en relación a la CIC del suelo, estamos en presencia de un suelo sódico. Otra forma de caracterizar este tipo de suelos es relacionar la concentración de sodio respecto al calcio y el magnesio en la solución del suelo (relación de absorción con sodio o RAS).

Otro valor indicativo de esta situación es el pH, que en general varía entre 8,5 y 10. En los suelos altamente sódicos la materia orgánica disuelta puede depositarse en la superficie debido a la evapora-

ción, causando así un ennegrecimiento y dando origen al término “álcali negro o salitre negro”.

La Tabla 6.3 muestra la calificación dada al suelo en relación al porcentaje de sodio intercambiado (PSI) y a la relación de absorción con sodio (RAS).

Tabla 6.3

PSI (%)	(RAS)	Característica del suelo
Menor a 15	< 15	No sódico
Igual o mayor a 15	≥ 15	Sódico

Manejo de los suelos sódicos

En general, la recuperación de los suelos sódicos no salinos resulta más difícil que la de los suelos salinos. Sobre todo cuando tienen un alto contenido de sodio intercambiable (PSI) pero baja salinidad total ($CE < 4$ dS/m). En este caso los suelos se presentan en estado disperso (sin estructura) y tienen baja permeabilidad.

La recuperación implica la sustitución del sodio de intercambio (PSI) por calcio. Esto puede lograrse siempre que la permeabilidad del suelo no sea demasiado baja para permitir un drenaje económico. Aún cuando labores mecánicas como la arada profunda combinada con el subsolado, pueden aflojar estratos impermeables, la solución está en el uso de enmiendas. El yeso es el producto más utilizado, ya sea disuelto en el agua de riego o esparcido sobre el terreno y posteriormente enterrado mediante arado de disco.

Existen técnicas para calcular las dosis de yeso para recuperar estos suelos. Los cálculos se basan en el porcentaje de sodio de intercambio (PSI) que posee el suelo que presenta esta problemática, en relación a su capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Se debe agregar un exceso de yeso debido a la falta de uniformidad en la aplicación y lavado hacia el subsuelo y a la impureza de la enmienda. Luego de realizar este procedimiento se procede a lavar inmediatamente, porque el agua lo disuelve y transporta hacia abajo, eliminando también las sales solubles de sodio que se forman a consecuencia del intercambio catiónico.

El mejoramiento de la condición física de los suelos sódicos comprende el reacomodo y la agregación de las partículas del suelo, así como la sustitución del sodio por calcio intercambiable.

6.1.3.3. Suelos salinos - sódicos

Son aquellos que presentan conductividad eléctrica del extracto de saturación mayor a 4 dS/m y porcentaje de sodio intercambiable mayor a 15. Este tipo de suelos se forma como resultado de los procesos combinados de salinización y acumulación de sodio. Siempre que contengan un exceso de sales, su apariencia y propiedades son similares a las de los suelos salinos. Cuando hay exceso de sales el pH raramente es mayor a 8.5 y las partículas permanecen floculadas (estructuradas). Si el exceso de sales solubles es lavado, las propiedades de estos suelos pueden cambiar notablemente, llegando a ser idénticas a las de los suelos sódicos no salinos.

El problema principal en los suelos salinos-sódicos consiste en mejorar las condiciones estructurales del suelo, de manera tal que permitan el flujo de agua a través del perfil.

El riego con agua que contiene calcio es una forma de evitar que decline la estructura del suelo.

Los suelos salino-sódicos se manejan en forma similar a los sódicos, agregando generalmente yeso, y calculando las láminas de lavado tal cual se explica en el apartado correspondiente a los suelos salinos.

6.2. FERTILIZACIÓN

La fertilización es una práctica cultural obligada en la producción intensiva de frutales. A pesar de que los suelos de la región son en general de buena fertilidad natural, la elevada demanda nutricional hace que sea necesario recurrir tarde o temprano al uso de fertilizantes, principalmente nitrogenados.

Como se ha señalado, los suelos de los valles irrigados de la Norpatagonia son de bajo contenido de materia orgánica y en consecuencia no pueden aportar la cantidad de nitrógeno requerida por los frutales.

Por otra parte, existen a menudo limitantes físicas y químicas que imposibilitan la correcta absorción mineral, por lo que se debe mejorar el suelo con el fin de poner los nutrientes a disposición de las plantas.

Confeccionar racionalmente un programa de manejo nutricional requiere llevar a cabo un diagnóstico que permita evaluar el estado de situación del monte frutal. Para ello el productor y el técnico asesor cuentan con una serie de herramientas. Las más importantes son la observación visual del monte y los análisis de suelo y foliar, todos ellos de suma relevancia porque integran datos del suelo y la planta.

La observación del monte a lo largo del año es de gran utilidad. En la poda, la cantidad de madera de renuevo que la planta tiene da una idea del vigor. En la floración se puede analizar si ésta es buena, mala o regular y permite efectuar una primera estimación del rendimiento potencial del cultivo. Más adelante se puede observar si la cantidad de hojas, su tamaño y la longitud de los brotes aseguran el vigor que necesita la variedad. Cabe recordar que Williams requiere de una buena relación hoja/fruto, es decir, que exista un buen follaje que no sea limitante del calibre final de la fruta. En cosecha se puede ver el calibre de los frutos y evaluar el rendimiento por hectárea. Estos datos son esenciales para confeccionar el diagnóstico nutricional.

Por otra parte, el análisis del suelo, el cual conviene efectuarlo aproximadamente cada tres años de no existir limitantes, proporciona información muy valiosa.

Los análisis foliares, en tanto, cuando son correctamente informados, ayudan a completar la trílogía que se necesita para realizar las recomendaciones.

Para interpretar los análisis de suelo existen tablas con valores de referencia. Estos permiten encasillar los valores analíticos dentro de rangos que denotan deficiencia, normalidad o exceso (Tablas 6.4 y 6.5)

Tabla 6.4. Valores de referencia de materia orgánica, nitrógeno total y fósforo disponible en suelos

Valores	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno total (%)	Fósforo (ppm) Método Olsen
Bajo	Menor a 1,7	Menor a 0,07	Menor a 5
Medio	Entre 1,8 a 3	Entre 0,08 a 0,21	Entre 5 y 10
Alto	Mayor a 3	Mayor a 0,21	Mayor a 10

El potasio está relacionado con la clase textural. Así, para las texturas gruesas (arenosas, arenosa franca y franco arenosa) los valores son menores, para las texturas medias (franco, franco limosas, limosas y arcillo arenosas) los contenidos son intermedios y para las texturas finas (franco arcillosas, franco arcillo limosas, arcillo limosa y arcillosas) los contenidos son más elevados.

Tabla 6.5. Valores de referencia de potasio intercambiable correspondientes para cada clase textural

Texturas	Potasio intercambiable (ppm)		
	Baja	Media	Alta
Gruesas	50-70	70-100	100-150
Medias	70-85	86-125	125-200
Finas	85-100	100-150	150-250
Mayor 40 % arcilla	125-175	175-300	400

Los contenidos nutricionales hallados en suelos del Alto Valle de Río Negro con historia frutícola mostraron valores de fósforo muy variables dependiendo de las fertilizaciones realizadas por el productor. El potasio en su mayoría se encuentra en contenidos suficientes y los micronutrientes superan los valores límite considerados para suelos (Tabla 6.6)

Tabla 6.6. Nutrientes disponibles (mg kg⁻¹) en suelos del Alto Valle de Río Negro para dos profundidades de suelo.

Nutriente	0-25 (cm)			25-50 (cm)		
	Media	Min.	Max.	Media	Min.	Max.
	mg kg ⁻¹					
Fósforo	30,7	5,2	100	1,4	0,44	3,7
Potasio	351	156	1775	312	117	1794
Hierro	9	2,5	35,2	13,1	5,0	58,4
Cobre	1,6	0,4	3,8	1,3	0,4	2,0
Manganeso	5,1	2,4	11	2,9	1,4	6,2
Cinc	2,1	0,6	5,6	0,6	0,1	1,5

En tanto, en la Tabla 6.7 se pueden apreciar los valores críticos de nutrientes en hojas de Williams para el muestreo de verano en montes de alto rendimiento comercial, según parámetros elaborados por el INTA Alto Valle, que son de utilidad para interpretar los análisis foliares. La toma de muestras se realiza entre el 15 de enero y el 15 de febrero, seleccionando hojas medias del brote del año en 10 a 15 plantas. Una muestra se compone de aproximadamente 40 hojas y debe ser enviada al laboratorio en bolsas de plástico dentro de las 24 horas.

Tabla 6.7. Concentración de macronutrientes (en %) y micronutrientes (en ppm) sobre base seca en hojas medias de brotes del año en pera Williams.

Nitrógeno (%)	2,20 - 2,50
Fósforo (%)	0,13 - 0,45
Potasio (%)	1,20 - 2,00
Calcio (%)	1,10 - 2,50
Magnesio (%)	0,24 - 0,50
Manganeso (ppm)	30 - 200
Boro (ppm)	30 - 60
Cobre (ppm)	5 - 15
Zinc (ppm)	18 - 60

Los frutos son un destino importante de nutrientes como N, P, K, Mg (magnesio) y Zn (cinc) y se alimentan a expensas de las hojas que disminuyen su concentración foliar. En consecuencia, un rendimiento alto suele corresponderse en las hojas con valores nutricionales bajos desde el punto de vista interpretativo del análisis foliar, situación que no debería preocupar al productor. Si esta tendencia se repite en varios años sin afectar el rendimiento y la calidad, puede afirmarse que la planta no presenta deficiencia alguna y el programa anual de fertilización no debería considerar un agregado extra de fertilizantes.

6.2.1. Requerimiento de nutrientes

El requerimiento de nutrientes minerales para que la planta pueda realizar sus procesos fisiológicos depende mucho de la edad del cultivo y, posteriormente, cuando se llega a la etapa adulta, de los rendimientos alcanzados. Este requerimiento forma parte de una ecuación donde intervienen la oferta y la demanda mineral. Los nutrientes, para ser absorbidos por las raíces deben estar en estado de disponibilidad en cuanto a su forma química y en la cantidad que en ese momento la planta demande. Es oportuno destacar que durante el ciclo de crecimiento la demanda no es constante para todos los minerales, sino que hay momentos de mucha absorción y otros estados fenológicos que requieren de menor cantidad. Un resumen de las necesidades aproximadas de macroelementos de cada uno de los principales compartimentos de la planta (hojas, ramas, tronco, raíces y frutos) se ilustra en la Tabla 6.8.

Tabla 6.8: Demanda anual de macronutrientes de los distintos componentes del crecimiento para un rendimiento de pera Williams de 60 toneladas por hectárea. Los valores están expresados en kilos por hectárea, asumiendo que se trata de una plantación en espaldera tradicional.

	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Hojas	45	4	16
Ramas	12	2	6
Tronco	15	2	8
Raíz	8	2	3
Frutos	30	5	60
Total	110	15	93

6.2.2. Fertilización con macronutrientes

Nitrógeno: Como se aprecia en la Tabla 6.8, la demanda anual de nitrógeno para una producción de pera Williams es elevada y ronda los 110 kilos por hectárea y por año. Las hojas son las más demandantes con aproximadamente unos 45 kilos, mientras que los frutos a lo sumo requieren 30 unidades.

Al ser los suelos de bajo contenido de materia orgánica, el aporte nitrogenado natural no es elevado. Por lo tanto, es necesario recurrir a la fertilización ya sea orgánica, química o combinada.

Todos los fertilizantes nitrogenados son de alta solubilidad y el nitrógeno se encuentra bajo las formas nitrato (como el nitrato de potasio o nitrato de calcio), amonio (como el sulfato de amonio o la urea que cuando se descompone en el suelo pasa primeramente a la forma amonio) o ambos como el nitrato de amonio o el sulfonitrato de amonio.

En Williams es conveniente realizar la fertilización nitrogenada en al menos dos épocas: la primera aplicación después de la cosecha y la segunda en la primavera siguiente, una vez definida la carga de fruta en la planta. Las dosis dependen del rendimiento esperado y del vigor de las plantas, pero rondan entre 80 a 140 kilos de nitrógeno por hectárea. Si el vigor es excesivo puede llegar hasta a obviarse la fertilización en una temporada. Es importante rescatar que en esta variedad se necesita un buen vigor de la planta para que los calibres sean comerciales.

El correcto manejo del agua de riego es fundamental para maximizar la eficiencia de aplicación de los fertilizantes nitrogenados. Los nitratos se mueven en el suelo disueltos en el agua; por lo tanto, se deben extremar los cuidados cuando se riega, principalmente en la primavera. No está de más recordar que la eficiencia de aplicación de los fertilizantes nitrogenados cuando se emplea el riego por escorrentía no supera en el mejor de los casos el 40%.

En el mercado existen en la actualidad fertilizantes de liberación controlada que permiten una mejor dosificación del nitrógeno frente al manejo del riego. Si bien el costo es más elevado que el de los fertilizantes comunes, el mayor aprovechamiento puede justificar su compra.

Igualmente, los estiércoles ya sean de chivo o cama de pollo son de liberación lenta por contener nitrógeno orgánico. En general, se estima que durante el primer año no más del 30% del nitrógeno del estiércol se encuentra disponible para las plantas.

Fósforo (P): En sistemas de cultivo convencionales donde se riega toda la superficie del suelo, la respuesta a la fertilización fosforada es más bien rara. En estas condiciones, y de no mediar limitantes físicas o químicas, la raíz es capaz de explorar a discreción un gran volumen de suelo. En cambio, la situación es totalmente distinta para sistemas con riego por goteo, donde las plantas no exploran un gran volumen de suelo y el crecimiento radical se restringe principalmente al espacio ocupado por el bulbo húmedo. En estos casos, el P debe ser parte del programa anual de fertilización.

Desde el punto de vista fisiológico, el papel del P en el fomento del crecimiento radical es muy importante en el primer año de plantación. En suelos “de replante”, la fertilización con P suele mejorar el crecimiento inicial de la planta.

En la plantación se aconseja fertilizar con 100-120 g de fertilizante superfosfato triple de calcio (0-46-0) en el pozo de plantación. En suelos con pH alcalino, el superfosfato triple crea condiciones de acidez en la zona cercana a los gránulos, las cuales facilitan la disponibilidad de micronutrientes.

En situaciones de suelos con escaso volumen útil y bajo contenido de P es aconsejable el abonado de base con P en cantidades elevadas, con el fin de que la planta disponga del nutriente durante los primeros años.

En el vivero, la aplicación de P se justifica ampliamente, debido a su papel en el momento del desarrollo radical para lograr la formación de una planta más equilibrada. Cuando se esteriliza el suelo y se inhibe la asociación con hongos (micorrizas), la respuesta al P es muy marcada.

Además del superfosfato triple de calcio, con frecuencia se utilizan otros fertilizantes fosfatados como el superfosfato simple, el monofosfato de amonio o el fosfato diamónico. En estos casos, la respuesta favorable de la planta puede deberse a la conjunción de nutrientes como el N y el P. Lo

cierto es que en cualquiera de sus formas fertilizantes, el agregado de P en la plantación es una excelente medida de manejo.

Tratándose del P, es clave el momento y el modo de aplicación. En plantaciones tradicionales se aplica antes de la brotación o luego de la cosecha. Ambos períodos son igualmente efectivos. No se justifica dividir la aplicación, ya que por tratarse de un elemento inmóvil en el suelo es muy poca la variación de disponibilidad en un período breve. En el caso del fertirriego la situación es completamente diferente, siendo racional repartir el fertilizante acorde a la demanda de la planta.

El modo de aplicación depende de la textura del suelo y de la localización del sistema radical: siempre se debe verificar dónde se sitúan las raíces. De poco sirve aplicar este nutriente en lugares donde no las hay. En suelos de textura franca a franco limosa y en montes con manejo de la línea de plantación con herbicidas, la aplicación en una superficie localizada de suelo, ya sea por debajo de la línea de goteo o en el área de influencia del microaspersor, es suficiente para garantizar la absorción ya que existen raíces a escasos 2 cm de profundidad. Si, por el contrario, las raíces se ubican a 10 o más centímetros, resulta imprescindible su incorporación mecánica.

La dosis de aplicación depende mucho del tipo de suelo y del monte frutal. En términos generales, para sistemas de riego gravitacional (por manto o por surco) resultan razonables las dosis de 30 a 60 kg de P por hectárea.

El fósforo no constituye *a priori* uno de los nutrientes más fácilmente aprovechable a través de la fertirrigación, por ser un elemento inmóvil en el suelo. Sin embargo, los resultados en los diversos estudios coinciden en mostrar que la movilidad depende de la textura.

En suelos de textura ligera es posible, a través de esta forma de distribución localizada, lograr la penetración del P a una profundidad de 30-40 cm en unos pocos meses. La difusión del P es primero vertical y luego lateral. Lo opuesto ocurre en suelos pesados. La dosificación se realiza, como es común para cualquiera de los nutrientes, de acuerdo con la demanda en cada momento del ciclo anual de crecimiento.

Los fertilizantes tradicionales que tienen como base al fosfato de calcio no son lo suficientemente solubles. Por esta razón, en el fertirriego se emplea el ácido fosfórico. Un fertilizante excelente y no demasiado usado en fertirriego, posiblemente por razones de costo, es el fosfato monopotásico (0-52-35). Además de ser el fertilizante con mayor concentración de nutrientes, presenta un índice salino muy bajo y es de muy fácil manipulación.

Potasio (K): El potasio es el mineral que se encuentra en mayor concentración en el fruto. La elevada demanda total de K por parte de los componentes del crecimiento anual (hojas y principalmente frutos) obliga a que el suministro del suelo deba ser constante. En los frutos tiene la función de mantener la turgencia de las células, condición fundamental para que éstas aumenten de tamaño. Es decir que ante una deficiencia de potasio, un síntoma característico es la falta de calibre. Para evitar posibles efectos negativos en el calibre de la fruta es importante mantener los niveles de potasio en las hojas entre 1,2 y 2%.

Durante las primeras semanas que siguen a la brotación, el contenido total de K en madera y raíz disminuye debido al gran consumo de las reservas. A medida que se agotan las reservas, la demanda del nuevo crecimiento hace que el K absorbido por las raíces se particione hacia las hojas y los frutos. Una vez que la planta entra en dormición, se restablecen las reservas en los órganos perennes, ya sea por la absorción de las raíces como por el reciclaje interno de K antes de la caída de las hojas.

Si el nivel de potasio en el suelo es bajo se debe fertilizar luego de la cosecha o antes de la brotación. Entre los fertilizantes más comunes se encuentran el cloruro de potasio (60% K₂O) y el nitrato de potasio (44% K₂O). Sin embargo, este último es muy costoso por unidad de potasio. Otras fuentes son las mezclas físicas como el 15-15-15 o las mezclas químicas que se diferencian de las físicas porque cada gránulo de fertilizante contiene los nutrientes que indica el marbete. En una mezcla física se pueden diferenciar los fertilizantes, mientras que en una mezcla química no, porque los gránulos son iguales en su aspecto (mismo tamaño y color).

El cloruro de potasio es un excelente fertilizante y las dosis de aplicación varían entre 200 y 400 kilos

por hectárea. La única recomendación en cuanto a su uso es evitar la aplicación en suelos salinos. Obviamente, en dichos suelos otros son los manejos que se deben realizar previos a la aplicación de fertilizantes, cualquiera sea su tipo. Por lo tanto, no es necesario ahondar en mayores detalles.

La fertilización a base de potasio se debe localizar en profundidad, aproximadamente a los 15 cm, con el fin de mejorar la absorción por parte de la planta.

6.2.3. Fertilización foliar

La fertilización foliar es una herramienta muy útil para el productor, siempre y cuando éste sepa como emplearla. Debe entenderse como un complemento a la fertilización por suelo. Jamás puede reemplazar a esta última cuando se trata de macronutrientes (N, P, K). Tiene fundamento si lo que se quiere es fertilizar con micronutrientes o es usada para superar periodos cortos de estrés. En Williams, es común reforzar la aplicación nitrogenada con algunas aplicaciones foliares de urea durante la primavera, cuando se sospecha que la relación hoja/fruto no es suficiente en virtud de la carga de fruta. Después de la cosecha, la fertilización foliar con urea a una concentración de alrededor del 3 ó 4% incrementa notablemente las reservas nitrogenadas de las plantas y contribuye a un mejor desarrollo de las yemas de flor.

La importancia de la nutrición con elementos menores es evidente cuando se considera su papel en el metabolismo de la planta. Buena parte de los micronutrientes (cobre, manganeso, hierro, cinc y cloro) se hallan asociados a enzimas que regulan diversos procesos metabólicos relacionados a la fotosíntesis y a la transferencia de energía.

Los nutrientes menores, a diferencia del N y el K, cuya presencia se requiere en cantidad para que el frutal pueda crecer y desarrollarse con plenitud, actúan en concentraciones del orden de las partes por millón. En consecuencia, la demanda anual es muy baja. Para ejemplificar, basta citar que una cosecha de 70 toneladas por hectárea de pera requiere aproximadamente 200 gramos de B, 120 gramos de Zn y apenas 30 gramos de cobre (Cu). A pesar de estos consumos minúsculos, a veces la disponibilidad del micronutriente en el suelo no es suficiente y el frutal presenta deficiencias.

El factor de mayor importancia en la nutrición de los micronutrientes es la disponibilidad en el suelo y no la cantidad presente en ésta, que por otro lado es abundante, como se citó. A excepción del molibdeno, cuya disponibilidad es muy buena a pH alcalino, para el resto de los metales pesados la máxima absorción por las raíces se produce a un pH entre 5,5 y 6,5. A pH inferior a 5, la disponibilidad de hierro (Fe) o Zn es elevada, pero desafortunadamente las plantas no prosperan bien en condiciones de alta acidez.

Por encima de la neutralidad, cada incremento del pH en una unidad disminuye cientos de veces la solubilidad de los metales pesados en el suelo. Por tal motivo, en suelos con pH cercanos a 8 es de esperar deficiencias de microelementos, sobre todo en condiciones de alta carga de fruta.

Otros factores del suelo que condicionan la correcta nutrición de la planta con micronutrientes son la compactación y el estrés por defecto o por exceso de agua en el perfil del suelo. En términos generales, todo factor que restrinja el crecimiento radical afecta en forma negativa la absorción de nutrientes, en especial de aquellos que son inmóviles en el suelo.

En síntesis, las aplicaciones foliares resultan útiles si se persiguen los siguientes propósitos:

- nutrir a la planta con micronutrientes;
- incrementar reservas nitrogenadas;
- corregir rápidamente desbalances nutricionales;
- complementar el trabajo de la raíz en situaciones de estrés.

6.3. MANEJO DEL SUELO EN MONTES EN PRODUCCIÓN

Éste es un aspecto central en la producción frutícola y lamentablemente no se le asigna la importancia que reviste. Manejar bien el suelo es clave para asegurar aspectos tan medulares como:

- el crecimiento de las raíces;
- la provisión de nutrientes;
- minimizar la competencia entre el frutal y la vegetación competitiva;
- optimizar la operación de riego;
- crear microclimas en el monte frutal.

La labranza es uno de los factores que mayor incidencia ejerce sobre la distribución radical. Estudios locales han demostrado el efecto nocivo de la rastra de discos en eliminar las raíces superficiales como así también en crear condiciones de compactación severas que afectan tanto el crecimiento de las raíces como la aireación del suelo.

No solo la labranza influye en la distribución radical de los frutales. Otro factor es el paso reiterado de la maquinaria agrícola (pulverizadoras, cosechadoras, etc.) por el mismo sector del terreno. Esto ocasiona un gran deterioro de las propiedades físicas y químicas del suelo, con aumento en la densidad aparente, compactación y disminución en la porosidad, lo cual afecta el crecimiento y la distribución de las raíces del frutal. Cuando el suelo no se encuentra en el estado óptimo de humedad para llevar a cabo estas tareas, su realización ocasiona compactación, con mayor gravedad en suelos de texturas finas y libres de cubierta vegetal que en aquellos de texturas más gruesas y con vegetación.

Se sabe que las coberturas verdes, en especial los cultivos perennes, ayudan a conservar el suelo (minimizan la compactación, incrementan los nutrientes y mejoran la estructura) y benefician el desarrollo de los frutales. No obstante, a pesar de las múltiples ventajas que ofrece un sistema más conservacionista que el empleo de la rastra de discos, se mantiene la costumbre del laboreo continuo.

En zonas de riego es frecuente la presencia de una capa freática alta que, aunque sea de naturaleza temporal, crea condiciones anaeróbicas que limitan con seriedad el desarrollo de raíces permanentes. Si la capa freática elevada es temporaria (30-60 días), las raíces tienen oportunidad de desarrollarse pero mueren cuando permanecen mucho tiempo en condiciones de anaerobiosis. En caso de que el agua de la freática sea de naturaleza salina, las raíces se ven imposibilitadas de crecer. Por lo tanto se limita el volumen de suelo explorado por el sistema radical. En el Alto Valle de Río Negro es muy común medir conductividades eléctricas de más de 2 dS m⁻¹. Bajo estas condiciones no se observa abundancia de raíces en la zona de fluctuación de la tabla de agua.

Otro de los factores que afectan al desarrollo de los cultivos es el manejo ineficiente del riego, sobre todo al comienzo de la primavera, época en la que los productores riegan con mayor frecuencia para luchar pasivamente contra las probables heladas tardías. Esto no solo incrementa la freática sino que produce lavado de nutrientes, en particular los nitratos que son muy móviles en el suelo. Se ha comprobado que la disponibilidad de los nitratos después de la fertilización es muy efímera en el tiempo, y para evitar su pérdida de la zona ocupada por las raíces debe agregarse en el momento que la planta lo requiera y ajustar la lámina de riego.

6.3.1. Enmiendas orgánicas

En el pasado, la aplicación de estiércoles y la siembra e incorporación de abonos verdes al suelo eran de uso común. La aparición de los fertilizantes químicos desplazó en gran medida el uso de enmiendas y, por consiguiente, algunas propiedades del suelo como el contenido de materia orgánica y la infiltración del agua de riego se vieron afectadas.

Las emmiendas orgánicas mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Los estiércoles o guanos más empleados en la región son la cama de pollo y el de chivo. Nutricionalmente lo que importa es el contenido de nitrógeno total, que no suele superar el 1-2% sobre base seca. En este contexto es posible incorporar 100 unidades de N con dosis de guano seco de 5-10 toneladas por hectárea. Las dosis mencionadas no aportan gran cantidad de materia orgánica al suelo, salvo que se apliquen anualmente.

Los abonos verdes pueden sembrarse en cualquier época del año. Los que se siembran en febrero-marzo, como leguminosas (vicia) o gramíneas (avena, cebada, centeno) deben ser incorporados en la primavera. Bajo este manejo, es preciso realizar la siembra en febrero, con el fin de agregar al suelo un buen volumen de forraje. Durante los primeros años de la plantación es muy importante mantener el espacio interfilar con abonos verdes o, incluso, una pastura perenne para mejorar las propiedades del suelo. Si se dispone de control activo contra las heladas tardías, la cobertura verde del suelo es alta-

mente recomendable, sobre todo si está compuesta por especies de gramíneas y leguminosas.

6.3.2. Control de malezas

La eliminación de toda posible competencia por agua y nutrientes en los primeros años de vida del frutal es crítica para permitir el desarrollo rápido de la estructura de la planta. Existen ensayos donde la reducción del crecimiento de los frutales por esta causa es mayor al 50%.

El impacto de las malezas está condicionado por la disponibilidad hídrica y el tipo de suelo. Si el suelo es pobre o de poca profundidad útil, el control de toda competencia es decisivo en la productividad de la plantación.

El control de las malezas se puede realizar mediante laboreo mecánico o herbicidas. El empleo de desbrozadoras mantiene el riesgo latente de lesiones en el tronco de las plantas, y no impide la competencia ya que ésta no se elimina totalmente. Se debe tener especial cuidado en evitar causar lesiones a los troncos de plantas jóvenes.

Los herbicidas más usados son el glifosato o similares de acción sistémica cuando se quiere controlar malezas perennes como la gramilla o el sorgo de alepo. Por razones de seguridad, no es conveniente utilizar este tipo de herbicidas en los dos primeros años de la plantación, y se aconseja el empleo de pantallas protectoras para evitar todo contacto con el tallo.

La aparición de malezas anuales en la primavera o el verano puede controlarse con herbicidas de contacto como el Paraquat o graminicidas selectivos, de ser necesarios.

El *mulching*, ya sea de paja o producto del material desbrozado en el espacio interfilar, cuando es aplicado en la línea de plantación reduce el efecto nocivo de las malezas. También contribuye a conservar el agua, mejorar la nutrición de la planta y atenuar la temperatura del suelo. Su efecto es mayor en las plantas jóvenes y cuando el suelo presenta limitaciones.

6.4. ANÁLISIS DE SUELOS

El análisis del suelo es una herramienta muy importante para elaborar una recomendación de fertilización. Permite cuantificar la oferta de nutrientes del suelo o detectar problemas de salinidad o alcalinidad. La fidelidad de sus resultados dependerá de la toma de muestra, porque a través de una escasa cantidad de suelo se pretende representar la disponibilidad de nutrientes de miles de toneladas, agravado aun más por la variabilidad de suelo que existe en el Valle. La muestra puede ser simple o compuesta.

- ❖ **Muestra simple:** Es la que se obtiene con una sola extracción de suelo y se efectúa cuando se tiene certeza de que éste es homogéneo.
- ❖ **Muestra compuesta:** formada por 15-20 sub-muestras por parcela de muestreo. Está en relación con la variabilidad del terreno.

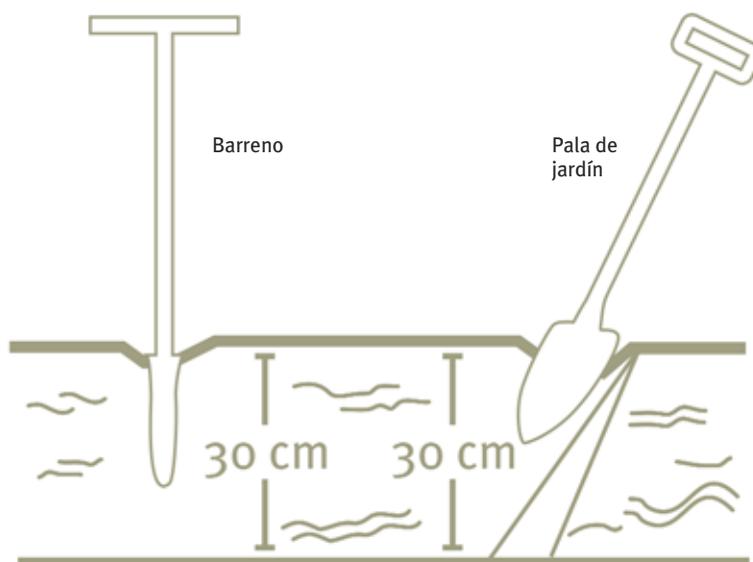
Es conveniente realizar la toma de muestras con un barreno o pala, para cumplir con dos condiciones

importantes: que se tome una capa uniforme de suelo desde la superficie hasta la profundidad determinada y que se pueda obtener el mismo volumen de suelo en cada extracción, como se muestra en la Figura 6.1.

En el laboratorio, el resultado del análisis representa un valor promedio de las sub-muestras (media) que coincide con el valor más frecuente. La forma de atenuar la variabilidad en la distribución de los nutrientes en el lote es llevando a cabo un muestreo intenso, es decir, un elevado número de sub-muestras que van a constituir una muestra compuesta representativa del lote.

La profundidad del muestreo está determinada por el nutriente o propiedad del suelo que se pretende cuantificar. Así, la materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y el pH se miden habitualmente en capa superficial (0-25 cm), que es la profundidad donde ejercen mayor influencia. Si lo que se quiere analizar es el contenido salino y/o alcalino, deberá extraerse la muestra del sector salino en todo el perfil del suelo y no mezclarlo con el sector normal.

Figura 6.1. Extracción de muestras de suelo



Extracción de la muestra: Si el suelo es homogéneo se divide el lote en cruz y se muestrean los extremos y la parte central. Un método de muestreo más intensivo es en zigzag, donde se recorre el campo regularmente, de forma de cubrir todo el lote. Otro método intensivo es en grilla, donde las muestras son tomadas a intervalos regulares en todas las direcciones y se toma una muestra de cada cuadrícula (Figura 6.2).

Si la muestra es extraída con pala de los primeros 20 ó 30 cm de profundidad, se quitan los bordes dejando una porción de 5 cm de ancho. Si es con barreno, la muestra es lo que queda en la parte

hueca. Las sub-muestras se colocan en una balde, luego se homogeneizan y de ahí se extraen 0,5 ó 1 kg de suelo y se llevan al laboratorio ((Figura 6.3.).

Una vez bien homogeneizadas, se envasan en bolsa plástica. La muestra de suelo debe estar debidamente identificada, con informaciones de la parcela (cultivo, ubicación geográfica, topografía, nombre de la persona responsable, dirección, localidad, teléfono, profundidad del muestreo, etc.). En caso de suelos o cuadros no homogéneos, la operación se debe repetir en cada sector diferente. Nunca se deberán mezclar las muestras de zonas diferentes.

Figura 6.2. Esquema para realizar el muestreo de suelos.

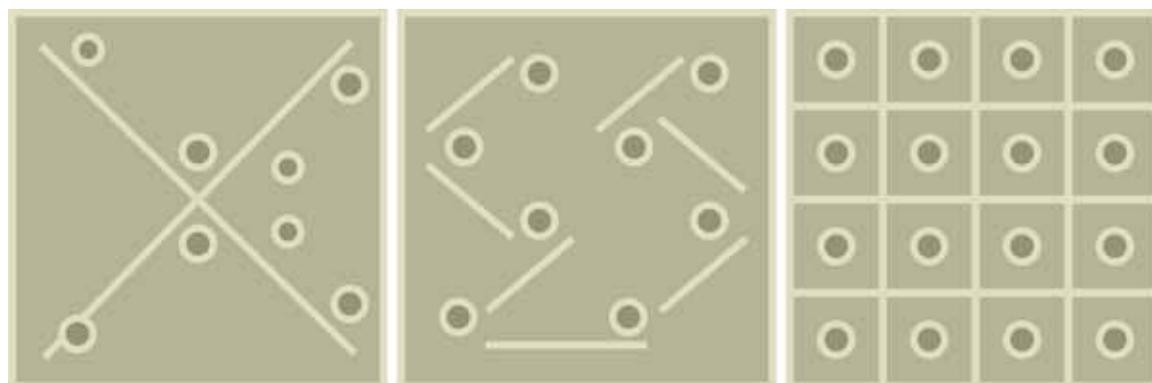
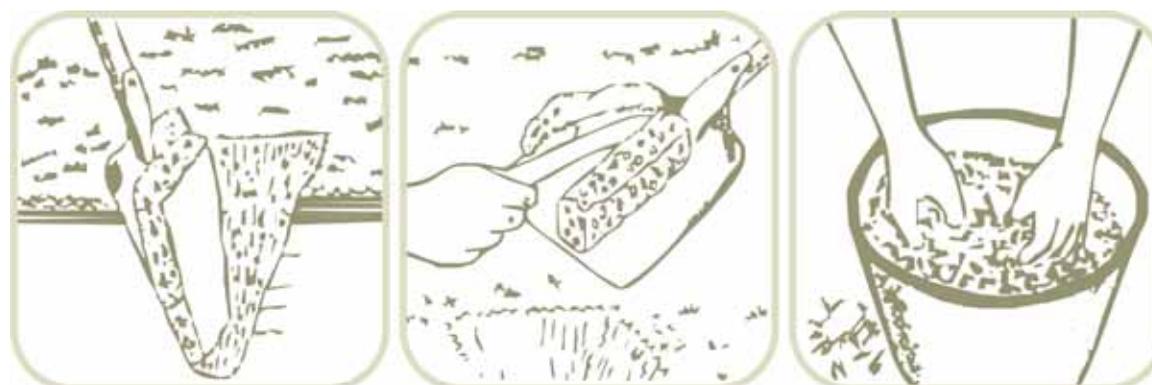


Figura 6.3. Esquema de extracción de muestras de una pala o barreno





CAPÍTULO 7 MANEJO DEL RIEGO

Históricamente, el Alto Valle de Río Negro y Neuquén ha tenido como limitante en la productividad de sus cultivos al factor de anegamiento y salinización de sus suelos, consecuencia de un manejo deficiente del recurso hídrico en relación a las características del suelo y del acuífero. Las plantaciones de peral cv. Williams son uno de los cultivos más afectados.

Diversos trabajos, entre ellos el Estudio Integral del Río Negro, diagnostican que el 40% de la superficie bajo riego del Alto Valle está afectada por freática alta y alrededor del 30% también por salinidad.

A pesar de que el Valle está conformado por un acuífero altamente permeable que conduce los excesos del riego hacia el río, este excedente es tan grande que el acuífero tiene que adquirir alturas freáticas elevadas para que esto se produzca. Estas alturas o niveles que toma en algunas áreas son incompatibles con la producción de peras, por lo que se necesita del drenaje artificial para controlar los niveles freáticos (Foto 7.1).

Si se calcula el volumen anual aportado por el canal principal de riego sobre la superficie regada del Alto Valle, se obtiene una lámina de 2,5 m de agua agregada por temporada, siendo que el requerimiento del cultivo es de alrededor de 1,0 m (aproximadamente 1000 mm) por ciclo. El excedente de 1,5 m (debido a riegos ineficientes, pérdidas en canales, desagües embancados, crecidas) debe ser eliminado en forma natural hacia el río, por lo que a veces resulta insuficiente la capacidad de drenaje natural que tiene el subsuelo.

Aún considerando la baja salinidad del río Neuquén, éste aporta alrededor de 2 toneladas de sales por año y por hectárea que deben ser también eliminadas por el proceso de drenaje y lavado de suelos. Cuando el ascenso capilar es alto -en especial en suelos limosos- el agua que llega a superficie se evapora dejando el residuo salino. Si, además, son suelos con mal drenaje, difíciles de lavar, sobreviene el peor problema conjunto: salinidad y anegamiento, lo que requiere de drenaje artificial para su solución.

Este panorama general se ve atenuado o acrecentado dependiendo de las condiciones locales del suelo, el acuífero y el manejo que hace el productor del agua.

7.1. LA EVAPOTRANSPIRACIÓN Y LAS NECESIDADES DE RIEGO

La cantidad de agua que necesita un cultivo para poder desarrollarse sin limitaciones se conoce con el nombre de evapotranspiración del cultivo (**ETc**). La **ETc** es la combinación de dos procesos por los que el agua pasa a la atmósfera: la evaporación y la transpiración.

La evaporación es el proceso por el cual el agua se convierte en vapor y se retira de la superficie evaporante. Después de un riego o una lluvia, el agua se evapora rápidamente desde la superficie del suelo, siempre que éste no se encuentre cubierto de vegetación, y a medida que se aleja la fecha del último riego, la evaporación disminuye hasta hacerse prácticamente nula cuando los primeros 15 cm del suelo están secos.



Foto 7.1. Capa freática poco profunda

El agua que se evapora a través de los estomas recibe el nombre de transpiración. Los estomas son pequeñas aberturas en las hojas de las plantas, a través de las cuales se intercambian gases y vapor de agua. La evaporación ocurre dentro de la hoja, en los espacios intercelulares, y el intercambio de vapor con la atmósfera es controlado por la apertura estomática.

Casi toda el agua absorbida desde el suelo se pierde por transpiración, y sólo una parte muy pequeña queda en el vegetal como agua de constitución. Una planta de pera cv Williams en producción puede utilizar unos 8500 l de agua para producir 100 kg de fruta que a su vez contienen 85 l de agua (1%). La mayor parte del agua sólo está en “tránsito” por la planta. Al comienzo de la temporada de riego, el agua es utilizada sobre todo para el crecimiento vegetativo. El 80% del crecimiento del brote tiene lugar durante los 60 días posteriores a plena floración (entre el 25/9 y el 25/11). Luego, es utilizada esencialmente para el crecimiento del fruto. El 80% del peso total del fruto se logra entre los 60 días posteriores a plena flor y cosecha (Figura 7.1).

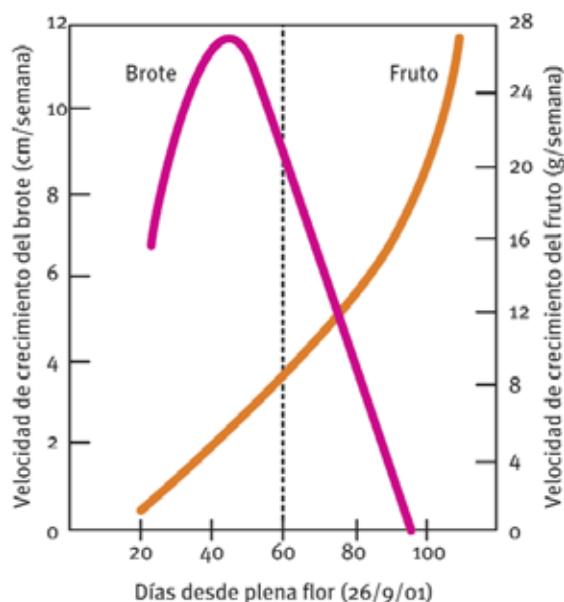


Figura 7.1: Velocidad de crecimiento del brote y el fruto en el peral cv Williams. La evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente, y no hay una forma sencilla de distinguir entre estos dos procesos. La **evapotranspiración del cultivo** se expresa normalmente en milímetros (mm) por unidad de tiempo. La unidad de tiempo puede ser el día, mes o incluso el año. Para estimar ETC debemos conocer la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) y los Coeficientes de cultivos (K_c).

La evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) se puede calcular utilizando un tanque de evaporación cuyas medidas e instalación se encuentran estandarizadas (Foto 7.2).

La Estación Experimental del INTA Alto Valle suministra datos semanales sobre evaporación del tanque en su página web www.inta.gov.ar/altovalle/met/evapo.htm

Debido a las diferencias de consumo de agua que pueden existir entre un frutal y el tanque de evaporación, se ideó el coeficiente de cultivo o K_c.

En la Tabla 7.1 figuran los valores de K_c utilizados hasta el momento en el INTA Alto Valle para la pera en plena producción, sin limitaciones de agua, enfermedades, malezas y/o excesiva salinidad; y se tiene en cuenta que la cubierta vegetal del interfilar comienza a formarse en el mes de octubre.

Tabla 7.1. Coeficientes de cultivo (K_c) para frutales sin restricción hídrica

Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Pera	0,45	0,75	1,05	1,15	1,15	1,05	0,85

Los valores presentados deben ser tomados sólo como una guía para elaborar la programación del riego, y ser aceptados o modificados mediante el registro de datos (fecha y número de riegos efectuados, cantidad de agua aplicada, rendimiento y calidad del producto obtenido, datos climáticos, etc.) y la utilización de instrumental adecuado para tal fin (pala, barreno o caladores para determinación de la humedad al tacto o por gravimetría, tensiómetros, sensores de humedad, cámara de presión, etc.).

La ETC estimada para la pera en plena producción fluctúa entre los 6.740 y 12.160 metros cúbicos por hectárea y por año para distintas localidades de las provincias de Río Negro y Neuquén.

7.2. NECESIDADES DE AGUA EN PLANTAS JOVENES

Un frutal recién plantado consume menos agua que una planta adulta, ya que ésta no intercepta más que una parte de la radiación solar incidente. A medida que la planta crece, aumenta el consumo de agua hasta alcanzar un máximo de acuerdo con sus características varietales y marco de plantación.



Foto 7.2. Tanque de evaporación Clase "A" con protección antipájaros

El consumo de una planta frutal joven se expresa comúnmente en litros por planta y por día.

La Tabla 7.2 muestra el consumo del peral cv. Williams en sus primeros años de crecimiento, utilizando un lisímetro volumétrico (los datos corresponden al INTA Alto Valle). También se puede apreciar cómo se incrementa el consumo de agua de la planta a medida que aumenta su diámetro y área seccional del tronco.

Las necesidades de agua de un frutal pueden ser suplidas por parte de la precipitación retenida en la zona de las raíces o precipitación efectiva (Pe), por el ascenso capilar de una capa freática cercana a la superficie del terreno o por el riego.

Cuando se realiza un riego, no toda el agua es retenida en la zona de las raíces del cultivo. Existen pérdidas inevitables por percolación profunda, distribución, escorrentía superficial, etc. que están relacionadas con el diseño, man-

tenimiento y operación del método de riego utilizado. Por lo tanto, para contrarrestar estas pérdidas se debe agregar una cantidad mayor de agua al suelo, de acuerdo con la eficiencia de aplicación estimada.

La eficiencia de aplicación (**Efa**) es la relación entre la cantidad de agua retenida en la zona de las raíces del cultivo y el total de agua aplicada al terreno. La Tabla 7.3 indica las Efa que es posible obtener con los diferentes métodos de riego, siempre y cuando estos sean diseñados, operados y mantenidos adecuadamente.

En la mayor parte del Alto Valle la precipitación efectiva es poco importante, y por este motivo suele no ser tenida en cuenta en el cálculo de las necesidades de riego. Esto obra como un factor de seguridad, disminuyendo la probabilidad de error de subestimación en las necesidades hídricas del frutal y aumentando la fracción de lavado de las sales del suelo.

Tabla 7.2. Necesidades hídricas estacionales de plantas jóvenes de peral, expresadas en litros por planta y por día, en relación al diámetro (Diam.) y área seccional de tronco (AST).

Temporadas de Crecimiento	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Diam. (cm)	AST (cm ²)
Primera hoja	2	4	7	9	7	5	3	1.7	2.2
Segunda hoja	4	7	12	18	15	11	6	2.7	5.5
Tercera hoja	5	11	15	22	19	13	5	4.0	12.3

Tabla 7.3. Eficiencia de aplicación de distintos métodos de riego

Método de Riego	Efa (%)
Surcos sin pendiente	50-70
Melgas sin pendiente	60-80
Micro aspersión	75-85
Goteo	85-95

7.3. MÉTODOS DE RIEGO. VENTAJAS Y DESVENTAJAS PARA EL ALTO VALLE

7.3.1. Riego por superficie

Los métodos utilizados en fruticultura pueden dividirse en riego por superficie y riego localizado. El riego por superficie, también conocido como riego por gravedad, en general forma parte de un sistema comunitario (embalse, canal principal, canales secundarios, terciarios, comuneros, desagües, colectores de drenaje, aforadores, partidores, saltos, etc.) creado para proporcionar agua de riego a una superficie agrícola. Es importante destacar que, en un sistema comunitario como el descrito, el uso eficiente del agua no depende tan solo de la persona que riega sino también del adecuado mantenimiento y operación de todo el sistema de riego y drenaje.

El riego por superficie utiliza la superficie del terreno para transportar el agua de un punto a otro (de aquí la importancia de la preparación previa de la superficie a regar). Puede realizarse por inundación o por surcos con escasa pendiente en el sentido del riego y sin desagüe al pie, que son las dos modalidades más difundidas en el Alto Valle, zona donde este tipo de riegos es de predominio absoluto.

7.3.2. Riego por inundación

Se caracteriza por la aplicación controlada de una lámina de agua que avanza cubriendo en su totalidad el ancho de la unidad de riego. Cuando la melga tiene una pendiente menor al 0,04%, que es la utilizada comúnmente, recibe el nombre de melga sin pendiente o con pendiente cero. La unidad de riego debe estar delimitada por completo con bordos o montículos de tierra, lo que imposibilita el escurrimiento superficial al pie.

Este tipo de riego requiere de importantes trabajos de nivelación donde la preparación del terreno juega un rol preponderante. La nivelación es una mejora permanente de las características del terreno, que aumenta el valor de la tierra. Es un trabajo de alto costo pero sin duda de gran rentabilidad económica, ya que contribuye a la obtención de montes frutales uniformes con grandes rendimientos y bajos costos de producción. Debe ser óptima y realizarse antes de la plantación del cultivo, ya que después de ésta los problemas son muy difíciles de solucionar. En la región, los equipos de nivelación láser están siendo cada vez más empleados y su costo se justifica plenamente (Foto 7.3).



Foto 7.3. Nivelación láser

Se deben evitar cortes de suelo mayores de 15 cm, para no afectar marcadamente su fertilidad. Por este motivo, es imprescindible realizar un estudio topográfico previo, con el propósito de disminuir el movimiento excesivo de tierra y ubicar la red de distribución interna en los lugares más elevados del predio. La longitud de la unidad de riego no debe superar los 120 m en suelos franco limosos y 80 m en suelos arenosos para poder efectuar riegos eficientes.

Es conveniente que la pendiente del terreno sea “cero” en todo sentido, para poder regar con caudales elevados. Se recomiendan caudales de: 4 litros por segundo por metro de frente de riego (l/s • mf) para terrenos franco limosos, 6 l/s • mf para suelos francos y 9 l/s • mf para suelos arenosos. Cuando la pendiente del terreno es excesiva, se produce una acumulación de agua al pie de la unidad de riego y un déficit en su cabecera. Este aspecto se profundiza cuando se emplean grandes caudales para llevar a cabo riegos eficientes.

Por lo general, la red de distribución interna (canales, acequias, puentes, compuertas, etc.) está subdimensionada en el Alto Valle y es una de las causas más importantes de la baja eficiencia de riego y la mala utilización de la mano de obra. Un canal o una acequia deben permitir transportar un caudal de 100 l/s. Se debe realizar un terraplén con un ancho mínimo de 4 m en la base y 40 cm de altura, y es conveniente utilizar para este fin el material de los sectores de cortes antes de concluir la nivelación

del terreno. La pendiente del terraplén dependerá de las condiciones del lugar. Una pendiente de 4 cm cada 100 m ha resultado adecuada en trabajos realizados por el INTA Alto Valle. La acequia para la pendiente mencionada debe tener un piso de 0.60 m, una altura de 0.50 m y un ancho de boca de 1.80 m. Es muy importante mantener la acequia libre de malezas durante la temporada de riego. Esto se puede lograr rápida y económicamente, aplicando herbicidas con mochila o maquinaria.

Los puentes y compuertas deben tener dimensiones importantes (50 a 70 cm de abertura) para facilitar el escurrimiento y no crear retenciones de agua innecesarias, en especial en terrenos con poco dominio. En lo posible, se deben evitar los sifones en la red de riego; es preferible elevar la calle. Jamás se deben plantar álamos en la parte interna de los canales y/o acequias de riego.

Concluida la nivelación, se bordea el terreno y se realiza el primer riego. Es muy probable que se produzca un hundimiento del terreno en los sectores de relleno después del riego. Por esta razón se recomienda realizar un cultivo anual y, luego de corregir las imperfecciones, recién se podrá plantar el monte frutal.

Es muy importante mantener la nivelación del terreno evitando el pasaje innecesario de la rastra de discos. Si se utiliza este implemento, pasar el cuadrante para corregir el desnivel causado en las cabeceras y pie de las unidades de riego (Foto 7.4).



Foto 7.4. Cuadrante. Implemento que permite la nivelación del terreno una vez implantado el monte frutal

7.3.3. Riego por surcos

El surco puede definirse como una melga de dimensión reducida. Esta modalidad de riego no cubre toda la superficie del terreno. En montes frutales, entre $1/4$ y $2/3$ de la superficie regada pueden no ser cubiertos por el agua y producir acumulación de sales en el perfil del suelo.

El riego por surcos se adapta especialmente al riego de frutales jóvenes porque facilita una frecuencia de riego adecuada y no moja innecesariamente sectores de suelo que el cultivo no utiliza por las características de su sistema radical. También se lo puede emplear, en frutales adultos, en terrenos altos con problemas de dominio, que son difíciles de regar por manto. De todas formas, para evitar la acumulación de sales es conveniente regar por manto dos o tres veces en el año cuando el agua no es escasa en la propiedad.

7.3.4. Riego localizado

El riego localizado consiste en aplicar el agua directamente a la zona de raíces del cultivo, es decir, sin cubrir toda la superficie, en pequeños volúmenes, pero con cortos intervalos de riego que pueden ser de dos a tres veces por día hasta un riego cada tres o más días. Cuando la distribución del agua se realiza por turnados, el riego localizado debe contar con un reservorio para almacenar el agua provista por cada turno. Una fuente comple-

mentaria puede ser el agua subterránea, siempre que su calidad sea adecuada. Las variantes que comúnmente se pueden observar en nuestra zona son el riego por goteo y la micro aspersión.

En el riego por goteo (Foto 7.5) el agua se desplaza a través del suelo desde una zona saturada próxima al gotero hacia una zona seca más alejada, donde se depositan las sales disueltas en el agua. Debido a este proceso el agua se distribuye en capas más o menos húmedas que se asemejan a las hojas de una cebolla, por lo que se lo denomina bulbo húmedo. El porcentaje de suelo mojado dependerá del caudal del gotero, del tiempo de riego y del tipo de suelo, entre otros parámetros. En estos métodos se pueden aplicar dosis de agua pequeñas con gran eficiencia de riego, acceder rápidamente al monte frutal, obtener una mayor uniformidad del cultivo y realizar labores culturales (poda, curas, cosecha, etc.) en forma más oportuna.

La principal desventaja que presenta esta variante de riego localizado es la salinización del interfililar con el tiempo, si no se emplea algún método de riego alternativo (aspersión o inundación) para lavar las sales del perfil. En la zona esto ocurre por la presencia de una capa freática próxima a la superficie del terreno y por no contar con precipitaciones suficientes para lavar las sales acumuladas en el perfil del suelo por el riego y el ascenso capilar.



Foto 7.5. Lateral de riego suspendido con goteros integrales

La práctica de aplicar fertilizantes con el agua de riego adquiere una especial importancia en el riego por goteo, debido al escaso volumen de suelo explorado por las raíces, en comparación con otros métodos. La Estación Experimental Agropecuaria del INTA Alto Valle cuenta con una parcela de pera cv. Williams plantada en 2003, regada por goteo, que puede ser visitada por los productores interesados.

En la micro aspersión (Foto 7.6) el agua es pulverizada mediante un rotor móvil y se distribuye por el aire hasta llegar al suelo. Los microaspersores mojan una mayor superficie de suelo que los goteos. Esto favorece el mantenimiento de una cobertura vegetal, mejora el control de la salinidad por lavado de sales del perfil del suelo, induce un

mayor desarrollo del sistema radical en árboles frutales y posibilita la climatización del medio donde se desarrolla el cultivo. Presenta, asimismo, un menor problema de obstrucción de emisores, por tener orificios de salida de agua mayores que los goteros y por ser más sencilla su limpieza.

Si bien el riego localizado se ajusta mejor a las necesidades de las plantaciones modernas, no se debe descartar el riego por gravedad, en virtud de la existencia de la infraestructura necesaria para llevarlo a cabo y de los buenos resultados observados en la región, cuando es correctamente manejado. Estos aspectos deben tenerse en cuenta al momento de realizar la justificación técnica y económica del método de riego a utilizar.



Foto 7.6. Microaspersor con estaca

7.4. PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

Con la programación del riego se pretende conocer el momento oportuno para realizarlo y la cantidad de agua a aplicar, para que el cultivo exprese su óptimo potencial productivo. El momento oportuno del riego puede determinarse a través de la medición o estimación del contenido de agua del suelo, el estado hídrico de la planta o mediante el método del balance hídrico.

Un procedimiento sencillo para calcular el contenido de agua de un suelo, aunque requiere de cierta práctica, consiste en tomar muestras en la zona de las raíces del cultivo, con pala, barreno o calador (Foto 7.7) y estimar su humedad mediante el tacto. La utilización de una guía de campo puede facilitar esta tarea.

Un instrumento que ha demostrado su practicidad tanto en riego por superficie como localizado es el tensiómetro (ver apartado "Instrumental para mediciones de agua en el suelo y de capa freática").



Foto 7.7. Estimación del contenido hídrico del suelo al tacto mediante la utilización de un calador de suelo

7.5. RED COMUNAL DE DESAGÜES. CONTRIBUCIÓN AL PROBLEMA DE DRENAJE

La red de desagües del Alto Valle fue inicialmente planteada como una red de colectores pluviales y de excedentes de riego, y su traza en general se ajusta a la estructura del cuadro catastral de 1 km por lado. Ante el aumento progresivo del área regada comienzan a surgir zonas con claro requerimiento de drenaje. Se busca entonces la solución parcial del problema a través de la profundización de la red de desagües.

Cálculos precisos permiten afirmar que para solucionar el problema de drenaje con el distanciamiento actual entre los desagües (1000 metros),

estos deberían tener una profundidad de aproximadamente 4,80 m, obra imposible de lograr en esta zona con un dren de zanja, sin producir derrumbes por la presión de infiltración, además de otros serios problemas.

Como resultado de la profundización de desagües (Fotos 7.8 y 7.9) a valores de 2,0 m (aún así difíciles de mantener) se logra una influencia de drenaje de aproximadamente 250 m hacia cada lado, beneficiando a los productores más cercanos y requiriéndose drenes adicionales en las áreas intermedias. Esta descripción general se cumple con distintos grados de variación, dependiendo mayormente de la transmisividad local del acuífero y de la recarga del riego (exceso de riego).



Foto 7.8 y 7.9. Profundización de desagües

7.6. INSTRUMENTAL PARA MEDICIONES DE AGUA EN EL SUELO Y DE CAPA FREÁTICA

Los procesos que intervienen en la aplicación del riego, la absorción de agua por las raíces y la recarga a la freática con el exceso de agua agregada (no absorbida por la planta) pueden ser caracterizados y medidos con instrumental específico. Los más simples y comúnmente usados en la práctica son:

Infiltrómetros: Permiten estimar la velocidad de infiltración del agua en el suelo, siendo alta en suelos sueltos y baja en los pesados. A partir de este dato se puede calcular el tiempo que deberá permanecer el agua en la melga (tiempo de riego) para infiltrar el agua que la planta necesita entre dos riegos consecutivos. Este tiempo de riego deberá respetarse rigurosamente, puesto que si es excedido se recarga la freática y, si es menor, puede producirse estrés hídrico en la planta.

Cuando se planifica el riego de la chacra se deben realizar ensayos, con el fin de establecer la operación del riego (caudal y tiempo de riego).

El instrumental consiste en dos cilindros de chapa (sin base ni techo) que se colocan concéntricos e hincados en el suelo, como lo indica la Fig. 7.2.

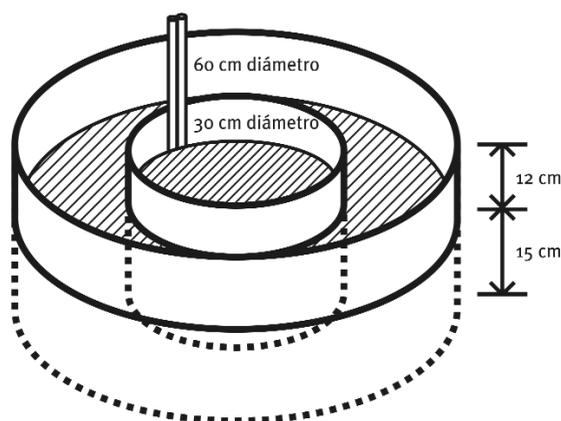


Figura 7.2: Infiltrómetro de doble anillo

Si bien los dos cilindros se llenan con agua, sólo en el interior se practican las mediciones de descenso del agua infiltrada a través del tiempo. El cilindro externo “obliga” a que la columna que se mide infiltre verticalmente.

Freatímetros: Tienen por finalidad medir la profundidad de la capa freática. Es conveniente que sean instalaciones permanentes, ya que los pozos realizados con barreno o con holladora al poco tiempo se desmoronan. Se los puede construir con caños de PVC o de hierro de 1” de diámetro (es el más común) y una longitud mínima de 2 m, de manera tal que permitan medir la freática también en invierno. Deben ranurarse o agujerarse (según sea el caso) en un tramo de 1 m como mínimo. En el caso de los de PVC, es conveniente hacerles una envoltura con tiras de arpillera plástica (prefiltro), para evitar la entrada de partículas finas que los van colmatando. Para su instalación es preciso realizar el pozo con un barreno o pala holladora, salvo que haya rípio a poca profundidad (el barreno se atasca), en cuyo caso deberá hincarse uno de hierro al que previamente se le confeccionó una punta. Las fotografías 7.10 y 7.11 ilustran estas dos situaciones.

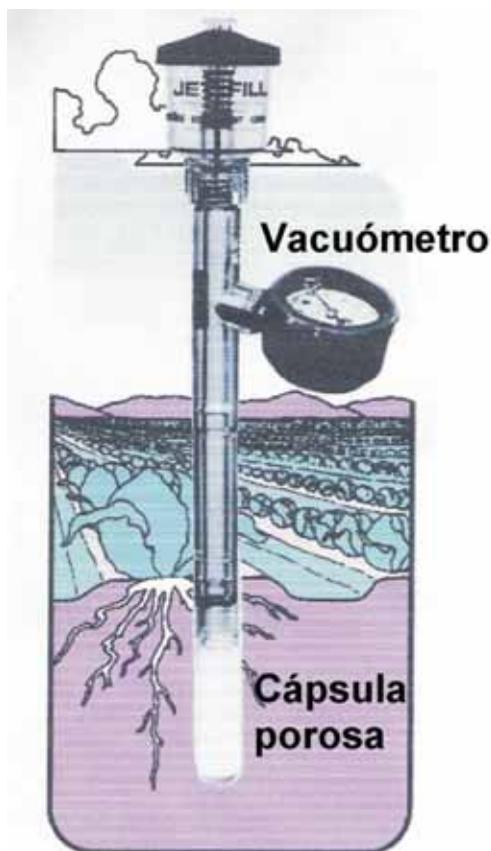


Foto 7.10. Instalación de freatímetros



Foto 7.11. Instalación de freatómetros utilizando diferentes materiales

Tensiómetros: Permiten conocer el estado de humedad del suelo a la profundidad de las raíces. Constan de un vástago de plástico que en su extremo lleva una cápsula porosa y que debe estar en íntimo contacto con el suelo, ya que a través de ella se produce el intercambio de agua contenida en su interior (previamente se lo debe llenar hasta el tope) con el suelo circundante. En el otro extremo, un vacuómetro registra la tensión que se va generando por la mayor o menor succión del suelo. Se los coloca a distintas profundidades, siendo conveniente aquella en que se encuentra la mayor densidad de raíces (Figura 7.3).



En Figura 7.3: Tensiómetro

En frutales esto ocurre entre los 40 y 60 cm. El rango óptimo de funcionamiento es entre los 20 y 80 cm. La mayoría de los cultivos necesitan ser regados cuando la humedad del suelo se encuentra en este rango de tensiones, por lo que es un instrumento muy útil para decidir el momento oportuno del riego.

7.7. MONITOREO DE LA NAPA FREÁTICA. INDICADORES PARA LA OPERACIÓN DEL RIEGO. DETECCIÓN DEL PROBLEMA DE DRENAJE

La observación del nivel freático es de suma importancia, ya que constituye uno de los factores que más incide en la merma de productividad del Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Si se observa la fluctuación anual de la capa freática se destaca un pico en el periodo de riego y una bajante en el periodo sin riego. Los valores alcanzados dependerán de las condiciones locales del acuífero y del manejo del agua (Figura 7.4).

La observación de un freatómetro es de gran utilidad para verificar la elevación de la freática y el compromiso del cultivo por anegamiento y/o salinización del suelo. Es un instrumental necesario para el diseño de drenes y para hacer el seguimiento del efecto del riego sobre la freática, con el fin de mejorar eventualmente la operación (Fotos 7.12 y 7.13).

Un solo freatómetro indicará el nivel freático del sitio. Éste resulta de muchos factores de recarga y descarga, como el riego, la lluvia, la absorción radicular (evapotranspiración), el drenaje natural hacia y desde otras áreas (vecinos), influencia del río, desagües, etc. Sin embargo, no permite inferir

cuánto influye cada uno de estos factores. No obstante, si en vez de tener un solo freatómetro se observan varios distribuidos en la chacra, se puede inferir y calcular el drenaje natural, la peligrosidad de salinización, las zonas con condiciones de anaerobiosis en raíces, la dirección del movimiento del agua en la freática, las fuentes de recarga y descarga de freática, las pérdidas de canales y desagües, entre otros.

Una práctica muy utilizada en la región, como resultado de varias investigaciones, es el hincado de freatómetros distribuidos en cuadrícula de 100 a 150 m de distancia entre sí. Las mediciones más útiles para diseñar un sistema de drenaje se hacen en época de “corta de agua” (una por semana), mientras que las dirigidas a evaluar la práctica del riego se deben efectuar durante la temporada de riego.

Cuando después de cada riego el descenso de la freática desde la superficie se realiza muy lentamente, es probable que el perfil del suelo contenga un horizonte poco permeable por la composición textural originaria o por impermeabilización sódica.

Si las profundidades máximas alcanzadas por la freática durante la época de riego son bajas (menores a la profundidad de exploración radicular), es factible que se esté ante un problema de falta de drenaje y/o de exceso de riego, por lo que se deberán tomar medidas en cuanto a construir un dren o cambiar el manejo del riego.

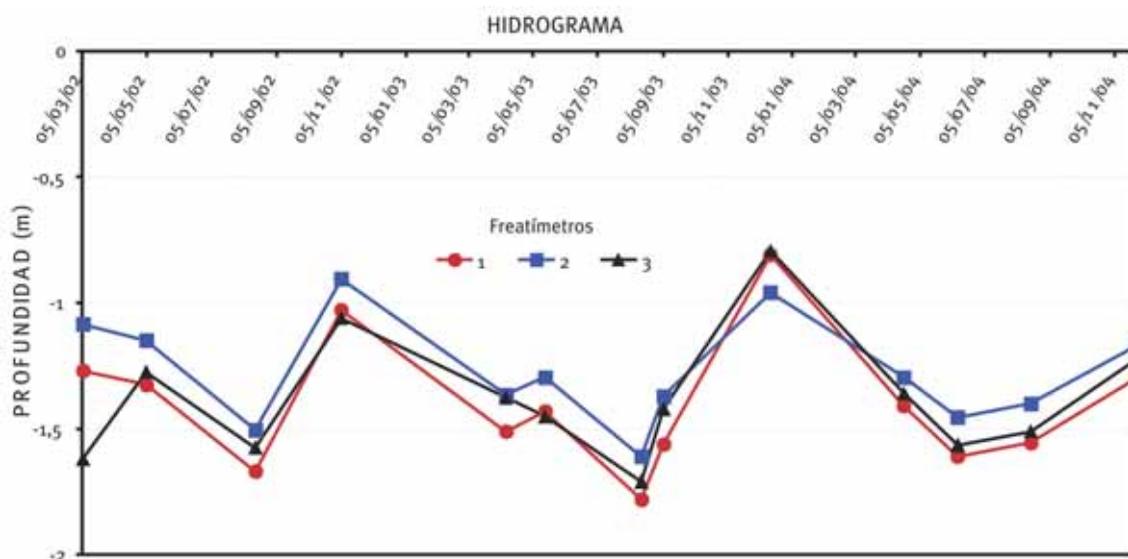


Figura 7.4: Fluctuaciones de la napa freática en establecimiento frutícola tipo



Foto 7.12. Medición y mantenimiento de freaímetros



Foto 7.13. Medición y mantenimiento de freatímetros

La profundidad de enraizamiento del peral cv. Williams varía, según los diferentes suelos, entre 0,80 m y 1,00 m, por lo que la profundidad recomendada de la capa freática deberá ser de 1,20 m a 1,60 m respectivamente. Cuando los niveles freáticos permanecen elevados entre riegos se produce una absorción por el cultivo del agua freática que asciende por capilaridad, sobre todo en suelos limosos. Dado que la salinidad del agua freática es mayor que la del agua de riego (a veces mucho mayor: 4-5 mmhos), la planta reacciona aumentando el número de frutos, reduciendo su tamaño, volviéndose más susceptible a enfermedades, etc.

Las mediciones fuera del periodo de riego permiten evaluar el comportamiento del acuífero sin la interferencia del riego, y así cuantificar, entre otras propiedades, el drenaje natural y la necesidad de complementarlo con drenes artificiales.

7.8. IMPORTANCIA DEL MANEJO DEL AGUA ZONAL (VECINDARIO)

Muchas veces, sobre todo en establecimientos pequeños, el buen manejo del agua por parte de un solo productor puede no reflejarse en el comportamiento de la freática que afecta sus cultivos. La explicación hay que buscarla en el manejo zonal del agua. El acuífero o manto saturado es "transmisivo" en el sentido de que el agua se mueve horizontalmente desde sitios de mayor altitud (potencial hidráulico) a sitios de menor altitud, y la magnitud del flujo subterráneo depende de la conductividad hidráulica del acuífero (similar a la permeabilidad). De tal forma que si el riego eficiente de un productor tiende a bajar los niveles freáticos respecto de sus vecinos, el agua se moverá desde las chacras vecinas hacia su parcela, neutralizando los efectos de un buen manejo del riego. Lo mismo ocurre con canales sobre-elevados no impermeabilizados o desagües embancados sin mantenimiento. Este efecto se hace más incisivo cuando más alta es la transmisividad del acuífero.

Por ello, la recomendación técnica es llevar a cabo un abordaje zonal del problema de drenaje, ideal si se hace a escala de Consorcio de Riego, ya que de esta manera se involucra también a quien maneja y opera las conducciones (canales de riego, desagües y drenes).



CAPÍTULO 8 PLAGAS Y SU MANEJO EN EL CULTIVO

8.1. INTRODUCCIÓN

Las actuales exigencias de los mercados tanto nacionales como internacionales en cuanto a los residuos de plaguicidas presentes en los alimentos han obligado a los productores a cambiar los métodos tradicionales de control hacia estrategias que ponen el énfasis en la utilización de técnicas más amigables con el medio ambiente, como el uso de feromonas de confusión sexual, insecticidas de mayor especificidad, insecticidas orgánicos y enemigos naturales, entre otras.

Para que estos instrumentos funcionen de la forma más ajustada posible es necesario, en primera instancia, un acertado reconocimiento del problema, en nuestro caso, cuál es el organismo perjudicial presente, para poder determinar si es necesario o no realizar un control y, en ese caso, el mejor momento, la forma más adecuada de efectuarlo y la existencia de enemigos naturales eficientes, entre otras características.

Esta sección tiene como objetivo acercar al productor una guía de reconocimiento básica para las principales plagas y enfermedades que afectan a la pera Williams en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Cabe destacar que no existen plagas específicas de esta variedad. La totalidad de las especies citadas atacan en general a los frutales de pepita y, en algunos casos, exclusivamente al peral (p.ej. psílido del peral, ácaro del agamuzado del peral).

En primer lugar, es necesario reconocer la morfología externa de las plagas: no solamente de su forma adulta, sino también de todos sus estados

de desarrollo (huevos, ninfas, larvas, pupas) y los daños característicos de cada uno. Según la importancia económica, pueden clasificarse en:

- **Primarias o clave:** son aquellas que acompañan todos los años al cultivo y que deben ser controladas para permitir la continuidad de la plantación. Generalmente la estrategia de control se elabora en base a estas plagas, como ocurre en la región con *Cydia pomonella* (“carpocapsa”).
- **Secundarias:** son aquellas que, en determinadas circunstancias, pueden alcanzar niveles de daño económico (p.ej. “arañuelas”).
- **Ocasionales:** son aquellas especies que están presentes en el monte frutal pero cuyas poblaciones muy raramente pueden alcanzar niveles de daño significativos (p.ej. “babosita del peral”).
- **Cuarentenarias:** organismos potencialmente perjudiciales para los países importadores, por lo que estos imponen barreras sanitarias para impedir su ingreso.

8.2. MORFOLOGÍA EXTERNA DE LOS ORGANISMOS PLAGA

El primer paso para la determinación de un problema causado por organismos animales es lograr su correcta identificación. Para ello es necesario conocer las características morfológicas externas.

Los insectos adultos poseen el cuerpo segmentado en cabeza, tórax y abdomen. Como características generales, tienen un par de ojos compuestos y uno o varios ojos simples, un aparato bucal y un par de antenas en la cabeza. En el tórax se insertan tres pares de patas y dos pares

de alas, mientras que en el abdomen portan los órganos excretorios y reproductores (Fig. 8.1). Por su parte, los ácaros no presentan una segmentación tan clara. Tienen cuatro pares de patas y no poseen alas ni antenas (Fig. 8.2).

Ambos tipos de organismos presentan esqueleto externo (exoesqueleto o tegumento rígido). Esto significa que para crecer deben reemplazarlo por otro de mayor tamaño. En este proceso pueden ocurrir otros cambios; el conjunto de transformaciones que se suceden desde el huevo hasta la forma adulta es llamado “metamorfosis”. Este fenómeno puede producirse bajo tres formas:

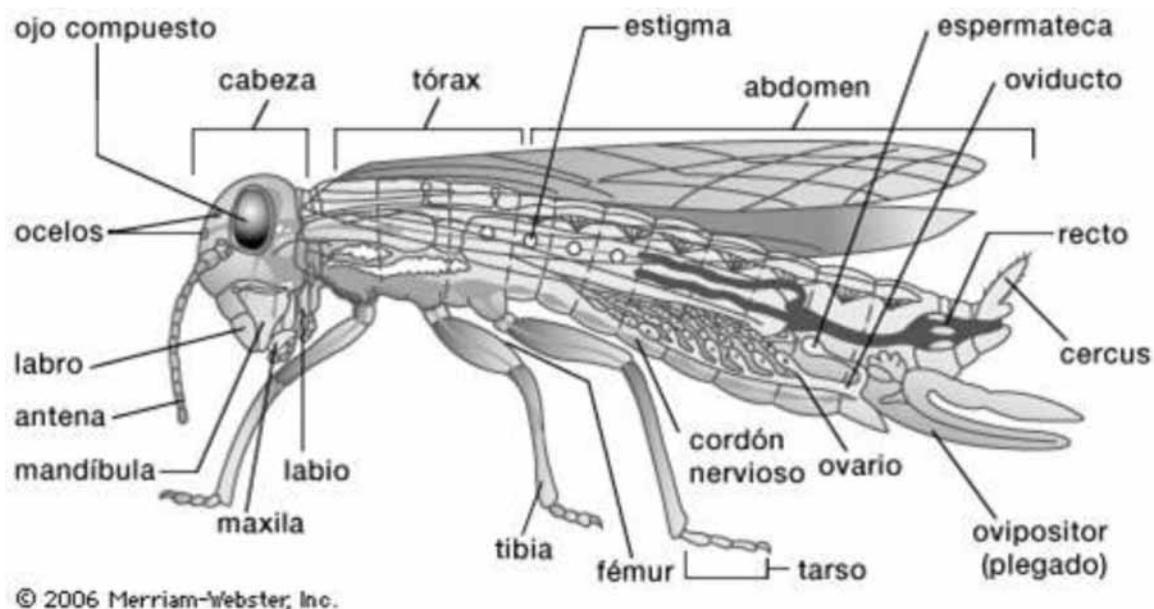


Fig. 8.1. Morfología externa e interna de un insecto (“langosta o tucura”)

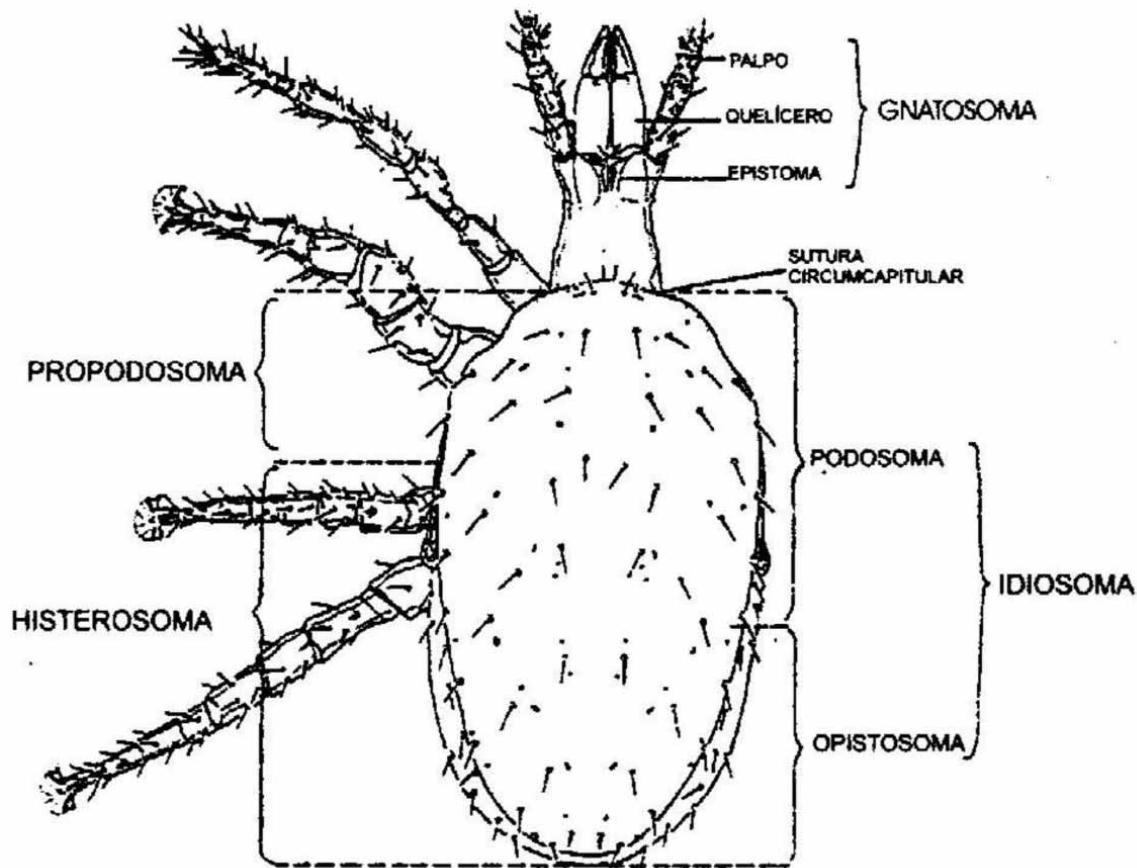


Fig. 8.2. Morfología externa de un ácaro predador

❖ **Metamorfosis completa:** es aquella en la que el insecto pasa por los estados de huevo, larva, pupa y adulto. Se caracteriza porque las larvas poseen siempre aparato bucal masticador y porque los adultos no necesariamente tienen este tipo de aparato bucal. Además, las larvas no se asemejan en absoluto al adulto, por ejemplo, las mariposas y los cascarudos. En el estado de pupa el insecto no se mueve ni se alimenta (Fig. 8.3).

❖ **Metamorfosis incompleta:** en este caso los or-

ganismos pasan por los estados de huevo, ninfa y adulto. Las ninfas (estados juveniles) son muy parecidas a los adultos y siempre tienen el mismo aparato bucal que éstos, como el caso de las chinches (Fig. 8.4).

❖ **Metamorfosis intermedia:** el insecto pasa del huevo a dos estadios de ninfa y otros dos estadios en los que no se alimenta y no se mueve, llamados prepupa y pseudopupa, de donde finalmente saldrá el adulto (Fig. 8.5).

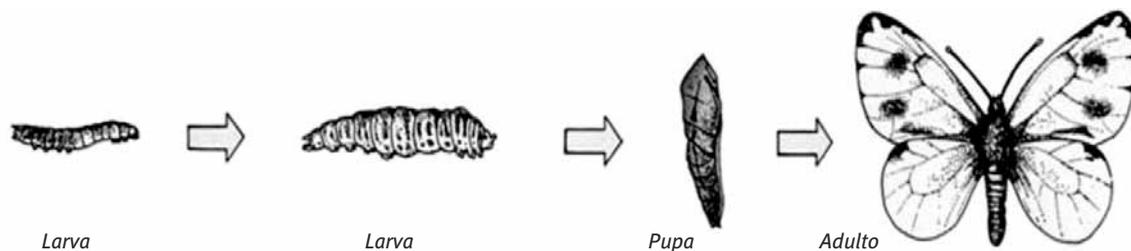


Fig. 8.3. Metamorfosis de una "mariposa" (Lepidópteros)

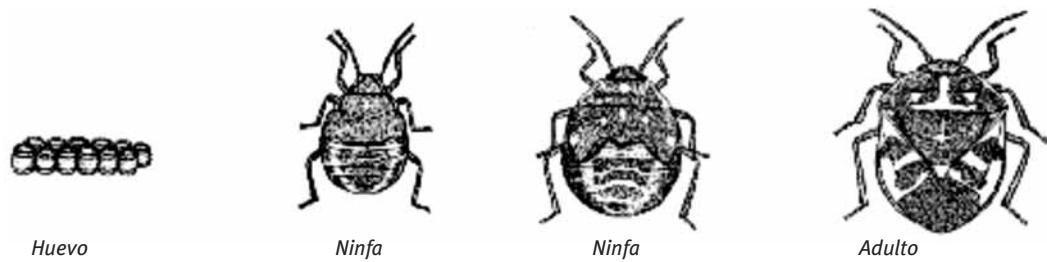


Fig. 8.4. Metamorfosis de una "chínche" (Hemípteros)

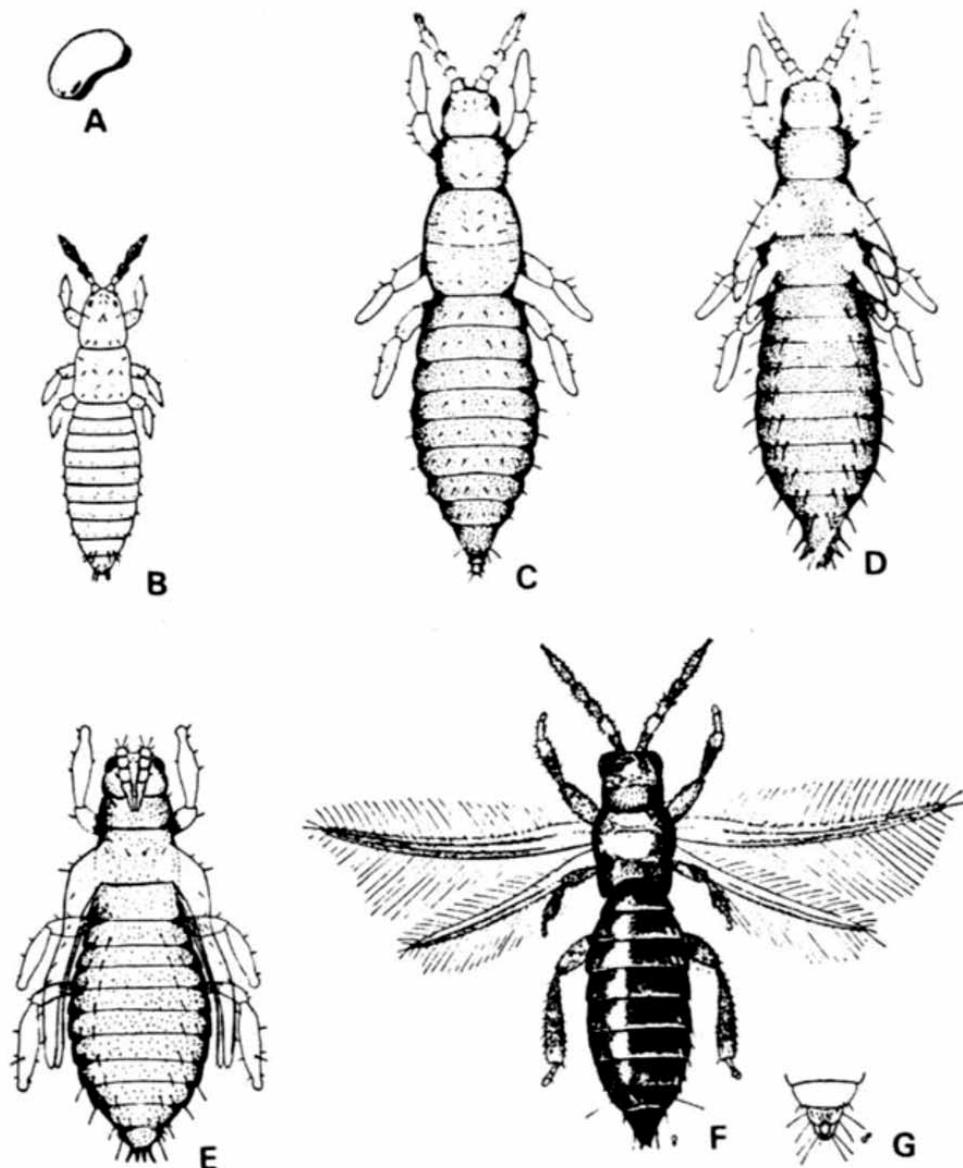


Fig. 8.5. Metamorfosis de un "trips" (Tisanópteros)
 A. Huevo / B y C. Larvas 1 y 2 / D. Prepupa / E. Pupa / F. Adulto / G. Extremo caudal macho
 Quintanilla, Raul. 1980. *Trips. Caracterización morfológica y biológica. Especies de mayor importancia agrícola.*

Los insectos que comparten determinadas características se reúnen en órdenes. Los de interés frutícola son los siguientes:

- Homópteros (pulgones, chicharritas, cigarras, cochinillas, chanchitos blancos, etc.).
- Hemípteros (chinchas).
- Coleópteros (cascarudos - escarabajos).
- Lepidópteros (mariposas).
- Tisanópteros (tríps).
- Dípteros (moscas, mosquitos, jejenes).
- Himenópteros (avispas, abejas, abejorros).

8.3. DAÑOS PRODUCIDOS POR INSECTOS Y ÁCAROS

Como ya se ha dicho, los organismos animales se transforman en plaga cuando producen un daño económico. Estos daños pueden ser muy variados y se agrupan según su origen, relacionado generalmente con la biología de las plagas. En muchas ocasiones el tipo de daño será de gran ayuda para la identificación del organismo plaga.

8.3.1. Daño por alimentación

Según su tipo de aparato bucal (Fig. 8.6) se los puede agrupar en:

- Insectos masticadores, con aparato bucal adaptado para masticar, con mandíbulas y maxilas desarrolladas. Principalmente Coleópteros y Ortópteros y las larvas de todos los insectos con metamorfosis completa.
- Picadores o succionadores, con un pico largo o corto que clavan en los tejidos de los órganos, absorbiendo la savia, sangre o hemolinfa: Homópteros (cigarra, pulgones), Hemípteros (chinchas), Tisanópteros (tríps), etc.
- Otros insectos con aparato bucal chupador se limitan a sorber el néctar de las flores, como los adultos de Lepidópteros, mientras que otros se alimentan de sustancias azucaradas como los adultos de los Dípteros.

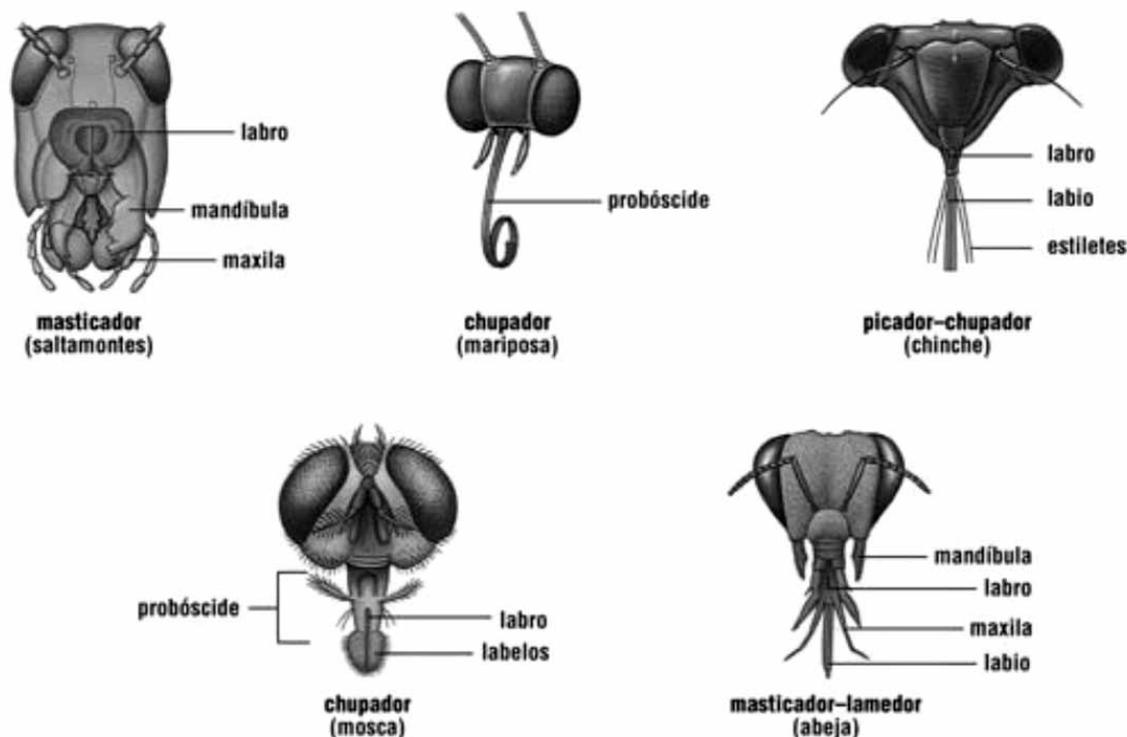


Fig. 8.6. Distintos tipos de aparato bucal en los insectos

Cada uno de estos tipos de aparatos bucales genera un daño o sintomatología característicos, lo que también es útil para la identificación del agente causal:

❖ **Chupadores o succionadores - raedores:** clorosis, amarillamiento, enroscado de hojas, necrosis.

❖ **Masticadores:**

1. Defoliadores o filófagos: hojas mordidas, esqueletizadas o minadas.
2. Carpófagos: mordeduras en fruto.
3. Rizófagos: comen y cortan raíces.

8.3.2. Daño por oviposición

En algunos casos los insectos ponen los huevos dentro de los tejidos vegetales (postura endofítica). Para ello cuentan con aparatos oviposidores especiales, que funcionan como agujas hipodérmicas. La zona afectada puede presentar cambios de coloración, detención del crecimiento, formación de canchales y/o malformaciones.

Dentro de estos encontramos los Tisanópteros, algunos Homópteros y algunos Dípteros, en particular el grupo conocido como “moscas de los frutos”, entre otros.

8.3.3. Daño por excrecencias

Algunos insectos excretan una gran cantidad de sustancias que al depositarse sobre los tejidos vegetales pueden causar daños, ya sea porque manchan la epidermis, dificultan las tareas culturales -como es el caso de la cosecha- o porque a sus expensas crecen hongos que impiden la captación del sol, disminuyendo la superficie fotosintética. El grupo más importante de este tipo de insectos lo constituyen los Homópteros, que segregan gran cantidad de melaza sobre la que se desarrolla un tipo de hongo conocido como “fumagina”.

8.3.4. Daño por habitáculo o vivienda

Algunos insectos realizan sus nidos dentro de los tejidos vegetales o con partes de ellos. Es el caso de los “abejorros carpinteros” (Himenópteros - Xilócópidos), que hacen orificios en postes, o de algunos Homópteros que viven dentro de agallas en los vegetales.

8.4. PLAGAS PRIMARIAS

8.4.1. Carpocapsa (*Cydia pomonella*)

La carpocapsa es la plaga clave del cultivo de frutales de pepita en los valles irrigados del Norte de la Patagonia y una de las limitantes de mayor peso a la hora de la comercialización de estas frutas en fresco. Su fenología, que tiene características particulares, está directamente relacionada con las condiciones ambientales y el desarrollo de sus hospederos principales.

La carpocapsa pertenece al orden Lepidoptera [*le-pido* = escama (G); *ptera* = ala (G)] y a la familia *Tortricida*, al igual que la grafolita. Se considera originaria del sudeste europeo o Eurasia, al igual que su hospedero principal, el manzano (*Malus domestica* Borkh). Conjuntamente con el cultivo de manzanos y otras pomáceas, se distribuyó primero hacia el resto de Europa, Asia y posteriormente América, África y Oceanía. Hoy es un insecto cosmopolita presente prácticamente en todos los lugares donde se cultivan manzanos, perales y nogales.

Descripción

Huevos: Son de forma circular, blanco-perlados y esféricos al momento de ser depositados. Luego, la hembra deposita una capa de una sustancia adherente que los aplasta y los pega sobre la superficie, tomando una forma circular aplanada en los bordes y algo elevada en el centro. Tienen un tamaño aproximado de 1,2-1,3 mm de diámetro.

Larvas: Las larvas recién eclosionadas son de color blanco cremoso y tienen la cabeza negra. Su tamaño al nacer es de 2-2,5 mm. La larva de carpocapsa pasa por cinco estadios antes de transformarse en pupa. El largo total del cuerpo alcanzado por el quinto estadio larval varía en un rango de 14 a 18 mm.

Pupas: La pupa es de color marrón a marrón oscuro con bordes y espinas negras. Su tamaño varía entre 8 y 11 mm. Generalmente la pupa de la hembra es de mayor tamaño y peso que la del macho.

Adultos: Los adultos son típicas polillas de color gris, de 1,5 a 2 cm largo. La hembra es de mayor tamaño que el macho. Las alas anteriores en reposo caen en forma de techo a dos aguas y tienen una mancha bronceada (*ocellus*) en cada extremo.

El principal carácter utilizado para la diferenciación de sexos es la morfología del extremo del abdomen de machos y hembras. La hembra muestra la papila anal que es circular, de color marrón. El macho presenta un extremo abdominal cerrado, con un par de valvas que utiliza para sujetar a la hembra durante

la fecundación (Foto 8.1). Estas diferencias son difíciles de ver en los adultos capturados en trampas de feromona. Por tanto actualmente, en virtud de la introducción de cebos que capturan machos y hembras (caironomas) se ha propuesto utilizar además una mancha rectangular en el centro de la cara posterior del primer par de alas de los machos (Foto 8.2). Esta mancha sirve para una rápida diferenciación de sexos, especialmente en situación de campo, para mariposas capturadas en trampas de feromona y caironoma.

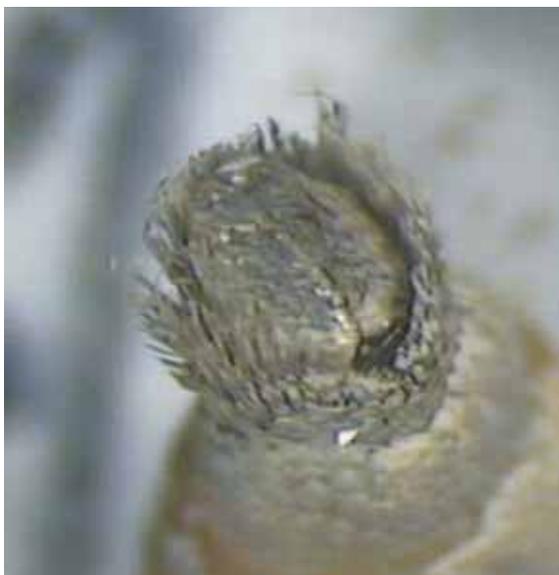


Foto 8.1. Extremo del abdomen de hembras (izquierda) y machos (derecha) (Foto: D.Fernández)



Foto 8.2. Cara posterior del primer par de alas de hembras (izquierda) y machos (derecha) (Fotos D. Fernández)

Hospederos

Además de cumplir su ciclo biológico en manzanos, especie a la que se encuentra totalmente adaptada, puede desarrollarse en otras pomáceas como perales y membrilleros y también en nogales. En perales existe un período de baja susceptibilidad relacionado con la diferente composición de las células de la epidermis de los frutos. En ensayos de laboratorio se ha demostrado que, en la cv. Williams este período ocurre durante las primeras fases de crecimiento de los frutos, es decir, durante el mes de noviembre. Esto lleva a que en situación de campo y sin la aplicación de medidas de control, los daños en perales alcancen valores entre 40 y 60%. Sin embargo, en algunos casos extremos se han observado ataques superiores al 80%.

Ciclo de vida y desarrollo estacional

Los insectos son organismos con escasas posibilidades de regular su temperatura corporal, y su desarrollo estará mayormente influenciado por la temperatura ambiente. Es por esto que su evolución se mide en función de la temperatura acumulada (días-grado). El método utilizado en el Alto Valle para el cálculo de los días-grado de carpocapsa o **carpogrados** es el **promedio de tres temperaturas** diarias (9, 15 y 21 hs), al que se le resta el umbral de desarrollo, que es de 10°C.

La carpocapsa, como todos los lepidópteros, tiene una metamorfosis completa. Transcurre por cuatro estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. En la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén cumple con tres generaciones completas por año, aunque se debe mencionar que la tercera generación se ve interrumpida al final de una temporada y se completa en la siguiente, luego de pasar por un período de diapausa o hibernación.

La carpocapsa inverna como larva completamente desarrollada en la corteza de los árboles frutales, resquebrajaduras de los troncos y ramas, en puntales, bins, e incluso, aunque en mucha menor proporción, en el suelo, entre la hojarasca. A fines de agosto y principios de septiembre, con los primeros calores, las larvas reanudan su desarrollo para convertirse en pupas y posteriormente en adultos. La reactivación de las larvas invernantes debe ocurrir en el momento justo para sincronizar con el cuaje y

desarrollo de los frutos en el hospedero, esto es, a los 70-90°D, coincidiendo con la floración y caída de pétalos de los frutales de pepita.

Su actividad diaria se limita a unas pocas horas de la tarde e inicio de la noche y, en menor medida, si las temperaturas son adecuadas, durante la madrugada. En estos períodos exclusivamente es cuando se produce la liberación de la feromona por parte de la hembra, la fecundación y la postura de huevos.

Las hembras pueden oviponer una media de 132 a 162 huevos. Sin embargo, al comienzo y al final de la temporada esta cifra es algo menor (40-50), incrementándose en la primera generación de adultos (diciembre-enero). La eclosión de los huevos se producirá en 7 a 12 días (88-90°D) dependiendo de la temperatura. Las primeras larvas comienzan a emerger entre los 247°D y los 270°D. A partir de este momento las posturas y nacimientos se incrementan hasta hacerse máximos entre mediados y fines de noviembre (400°D a 550°D) para luego declinar.

En los casos en que la densidad de la plaga es elevada, el período de riesgo de daño de la primera generación de carpocapsa se prolonga desde mediados de octubre a fines de diciembre (70 a 80 días) cubriendo un lapso total de casi tres meses.

Las larvas eclosionadas durante este período buscan los frutos y, en cuestión de minutos o unas pocas horas, penetran en ellos. Luego de atravesar la epidermis, la larva construye una galería en la pulpa, que en general se dirige en forma recta hacia las semillas. La entrada en el fruto se puede producir por los laterales, por la zona peduncular o calicinal. Esta última vía es especialmente elegida en perales debido a la dureza de algunos de los componentes de las células de la epidermis de estos frutos.

Luego de 20 a 30 días (356°D) de desarrollo en el interior del fruto y de pasar por cinco estadíos, la larva madura abandona el fruto por el mismo orificio de entrada o por otro construido en ese momento. Una vez fuera del fruto, teje un capullo de seda en un lugar protegido del tronco del árbol, se transforma en pupa (116°D) y finalmente emergen los adultos. Este ciclo se repite en tres oportunidades. El total del ciclo de una generación (huevo a adulto) requiere de la acumulación de 562°D (45 a 55 días) y

el total de las tres generaciones, que considerando los períodos de pre-oviposición será de alrededor de 1.750°D.

Durante la primera generación, más del 95% de las larvas se transformarán en pupas y emergerán como adultos. Un pequeño porcentaje (<5%) no continuará su desarrollo y entrará en diapausa pasando a integrar un lote de reserva para el próximo año.

Por otra parte, los adultos emergidos durante diciembre y enero (primera generación del año) encontrarán condiciones sumamente favorables para cumplir con la etapa de fecundación y oviposición, acortándose significativamente los tiempos para completar la segunda generación del año. Un porcentaje menor al 20% de las larvas de esta segunda generación pasarán a integrar el lote de larvas diapausantes de reserva, de la misma manera que ocurrió en la generación anterior. El resto de las larvas (más del 80%) se transformará en pupa y luego dará origen a la segunda generación de adultos.

Los adultos de la segunda generación que vuelan desde fines de enero hasta mediados de marzo se aparearán y darán lugar a la tercera generación de huevos. Esta tercera generación sólo provocará daños en los frutos (cucharita, bajos calibres, etc.) de la cv Williams desde inicios de febrero (1.350°D) hasta mediados de marzo (1.970°D), si éstos están presentes. Si todos los frutos son removidos de los árboles luego de la cosecha, continuarán su ciclo en cultivos más tardíos en el mismo lote o migrarán a cuadros vecinos. El 100% de las larvas de la tercera generación entrará en diapausa, quedando como larvas invernantes que completarán su ciclo en la primavera siguiente.

El mecanismo de diapausa es muy relevante para la supervivencia de la carpocapsa, ya que le permite sobrevivir a las condiciones limitantes del invierno, soportar adversidades climáticas durante la temporada e incluso sobreponerse a la ausencia total de frutos durante un año completo.

8.5. PLAGAS SECUNDARIAS U OCASIONALES

8.5.1. Pulgones o áfidos

Estos insectos (1–5 mm) son muy comunes en todos los cultivos. En peral se ubican sobre los brotes tiernos produciendo una gran extracción de savia que termina secándolos por completo; de allí que sus ataques sean más importantes en plantas jóvenes, donde pueden ocasionar la muerte de ramitas enteras y, en casos extremos, de toda la planta.

Un daño indirecto es el causado por las sustancias melosas que eliminan, que al manchar los frutos y hojas generan inconvenientes en las labores culturales y, además, dan origen a la aparición de un hongo de color negro (fumagina) que desmerece la calidad de los frutos y disminuye la capacidad fotosintética de los árboles. Para su aparición y desarrollo se requieren temperaturas menores o iguales a 25°C y humedades relativas medias, por lo que es posible encontrarlos durante la primavera y a fines del verano.

Reconocimiento general de los pulgones

Los pulgones forman colonias en las que se pueden encontrar individuos con alas y sin ellas (formas ápteras). Tienen antenas largas en forma de hilo. El extremo posterior es aguzado, llamado cauda, y generalmente a ambos lados del cuerpo poseen dos estructuras cilíndricas denominadas sifones, por donde segregan sustancias melosas (Fig. 8.7). Su presencia se reconoce por el “chorreado” en las partes bajas de las plantas.

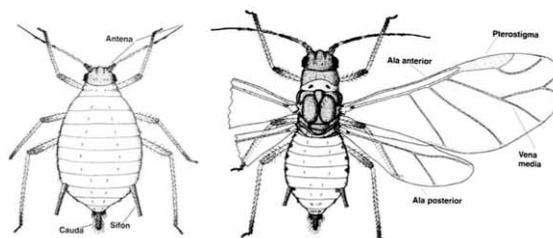


Fig. 8.7. Pulgones ápteros y alados (Barbagallo *et al.*, 1998)

8.5.1.1. Pulgón del algodónero o pulgón negro del peral (*Aphis gossypii*)

Las formas ápteras son de 1-1,8 mm de largo, de color variable desde el pardo ocre al verde oscuro y hasta el amarillo, con sifones negros aguzados levemente en los extremos y cauda negra, mientras que las aladas tienen cuerpo negro o de igual color que las ápteras, con cabeza y tórax negros, así como las antenas, sifones y cauda. Ataca brotes, pudiendo llegar a desecarlos completamente (Foto 8.3).

Importancia económica: secundaria.

8.5.1.2. Pulgón lanígero (*Eriosoma lanigerum*)

De menor importancia que el anterior, sus colonias se ubican sobre las raicillas menores a 5 mm de diámetro sin formar agallas, produciendo decaimiento en la parte aérea. Parte de su ciclo lo cumple sobre las hojas del olmo, las que adquieren forma verrugosa, semicircular y se vuelven negras, momento en el que pasan al peral.

Importancia económica: Si bien está presente en el Alto Valle, su incidencia no reviste cuidado.



Foto 8.3. Colonias de pulgón negro sobre brotes de peral. (G. Dapoto)

8.5.2. Psílido del peral (*Cacopsylla bidens*)

Identificación y biología

Pasa el invierno refugiado como adulto (Foto 8.4) en la hojarasca, puntales o la corteza del peral. A mediados de agosto, con temperaturas mayores a 10°C comienza a colocar huevos alargados, aislados o, más comúnmente, unidos en forma de rosario de color blanco, que pasan al amarillo previo a la eclosión. Por lo general los colocan en las escamas de las yemas en la primera generación (Foto 8.5) y, en las siguientes, a lo largo de la nervadura central de las hojas. A principios de septiembre aparecen las ninfas (Foto 8.6), que se ubican en la base de los pecíolos o de los pedúnculos florales, cubiertos por una gota de melaza. Su presencia se detecta por el chorreado de sustancias azucaradas que se deposita en flores, hojas y frutos.

Las siguientes generaciones colocan los huevos en las hojas, a lo largo de la nervadura central, preferentemente en la cara inferior. La última generación se cumple desde mediados de marzo hasta mediados de abril. El ciclo completo dura aproximadamente 30 días, presentando 4 a 5 generaciones anuales hasta principios de abril.

Hospedante y daños: específico del peral. Las hojas se enrollan, presentan manchas decoloradas que cuando aumentan de tamaño pueden secarse y caer. Los frutos quedan marcados por la presencia de los líquidos azucarados y ennegrecidos por la “fumagina”, lo que desmerece la calidad comercial. En ataques muy intensos se ha detectado pérdida de follaje, escasa floración y daño en la totalidad de las yemas.

Importancia económica: secundaria. En conducciones sanitarias con menor presión de insecticidas que la convencional, muestra tendencia a incrementar sus poblaciones.



Foto 8.4. Adulto de psílido del peral
(Foto H. Giganti)



Foto 8.5. Huevos de psílido del peral
(Foto A. Olave)



Foto 8.6. Ninfa de psílido del peral
(Foto H. Giganti)

8.5.3. Cochinillas

Estos insectos son de suma importancia en el monte frutal ya que ocasionan daños similares a los descriptos para los pulgones.

En la mayor parte de su ciclo biológico se encuentran recubiertas de escudos, caparazones, sustancias cerosas, algodonosas o harinosas. De acuerdo con estas sustancias se mencionan vulgarmente como “muy protegidas”, “medianamente protegidas” y “algodonosas”.

Las “muy protegidas” (con dos escudos) están cubiertas por un escudo ceroso dorsal y un velo más fino ventral. Entre estas dos estructuras se encuentra el insecto.

8.5.3.1. Cochinilla del manzano (*Lepidosaphes ulmi*)

Identificación y biología

Inverna como huevo (50–150) debajo del escudo (2,5-3,5 mm). Éste es alargado, en forma de curva o “coma” o recto, de color pardo violáceo brillante y abultado (Foto 8.7). Tiene dos generaciones anuales. La primera comienza con la aparición de las ninfas, móviles y blanquecinas, durante la primera quincena de octubre, y la segunda ocurre entre fines de enero y principios de febrero.

Hospedantes y daños: es una especie cosmopolita que ataca a perales, manzanos, membrilleros, frutales de carozo, olmos y ornamentales. Se ubica sobre troncos, ramas y, en ataques intensos, en frutos.

Importancia económica: secundaria.



Foto 8.7. Escudos de cochinilla coma (Foto H. Giganti)

8.5.3.2. Piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*)

Identificación y biología

Pasa el invierno como ninfa debajo del escudo de tamaño pequeño (1,3 -1,6 mm) circular, de color gris ceniciento, con una saliencia apezonada en el centro. Los machos adultos son muy pequeños, poseen un solo par de alas, antenas largas y una banda roja en el dorso. Comienzan los vuelos a principios de octubre, apareciendo las primeras ninfas móviles desde fines de octubre hasta mediados de noviembre. La segunda generación se inicia a fines de enero, período en que daña los frutos, y la última entre fines de marzo y principios de abril.

Hospedantes y daños: atacan al peral, manzano, membrillero, frutales de carozo, almendro, nogal, forestales y ornamentales. Se presentan sobre troncos, ramas y brotes formando densas colonias en las partes leñosas y también dañan hojas y frutos. En estos últimos se ubican preferentemente en la zona calicinal o peduncular, dejando una marca característica de color rojizo, que perdura como un halo al desprenderse el escudo. Esta marca en su interior es de color claro, pudiendo presentarse un punto oscuro central que es la herida que deja con el aparato bucal. Esta sintomatología se puede observar también en ramas jóvenes (Fotos 8.8 y 8.9).

Importancia económica: secundaria y cuarentenaria, con nivel de tolerancia cero exigido por algunos países importadores como Estados Unidos y la Comunidad Europea.

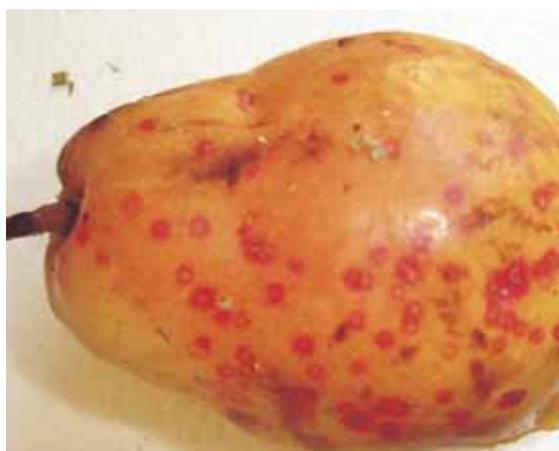


Foto 8.8. Piojo de San José: sintomatología típica (Foto G. Dapoto)



Foto 8.9. Piojo de San José: escudos (Foto G. Dapoto)

Para el monitoreo de ambas especies se pueden utilizar bandas engomadas colocadas en las ramas, con el fin de determinar el momento en que las ninfas móviles comienzan a salir de abajo de los escudos; en el caso del piojo de San José, existen en el mercado trampas cebadas con feromonas femeninas que permiten atrapar a los machos alados.

8.5.3.3. Cochinilla harinosa (*Pseudococcus viburni* -ex. *P. affinis*-)

Identificación y biología

Estas “cochinillas” no tienen escudos protectores. El cuerpo está recubierto por una pulverulencia de color blanco y aspecto harinoso y presentan los tres pares de patas en todos sus estadios.

El adulto tiene forma ovalada (3-4 mm), es de color grisáceo, cubierto por un polvo blanquecino que a simple vista se ve blanco. Presenta 17 pares de pelos y filamentos sedosos cubiertos por el polvillo, de los que se destaca el último par (anal) con un largo aproximado de 2 mm (Fotos 8.10 y 8.11). Los huevos son ovalados, de color amarillo, y las ninfas son de color amarillo anaranjado. Forman colonias de hembras adultas, distintos estados ninfales y masas de huevos, todos cubiertos por la pulverulencia mencionada.

Inverna como huevo en grietas bajo la corteza.

Cumple tres generaciones anuales. La primera desde principios de octubre sobre ramas y brotes, la segunda en diciembre y la última a fines de enero sobre los frutos.



Foto 8.10. Cochinilla harinosa (Foto G. Dapoto)



Foto 8.11. Cochinilla harinosa: frutos en contacto (Foto M. Bondoni)

Huéspedes y daños: en la región es particularmente problemática en peral. Ataca a otros frutales de pepita, carozo, forestales y ornamentales. Los daños por alimentación no tienen importancia económica.

Importancia económica: ocasional y cuarentenaria. La presencia de individuos vivos y las secreciones algodonosas con los huevos en los frutos impiden su comercialización a ciertos mercados (Estados Unidos y Méjico). La sola detección del género en embarques de frutas hacia otros países ha causado rechazos (Estados Unidos).

8.5.4. Trips

Son insectos ágiles de 1-2 mm de longitud. Tienen un par de antenas con forma de cuenta de rosario y un aparato bucal raspador-suctor. Las alas presentan cerdas ("flecós") en sus bordes. Presentan dos estados juveniles (ninfas) libres y otros dos enterrados en el suelo.

Las hembras colocan los huevos en el interior de tejidos tiernos o jóvenes, particularmente hojas, flores y frutos. Pueden ser transmisores de virus.

8.5.4.1. Trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*)

Identificación y biología

Insectos de 0,8 a 1,5 mm. La hembra, durante la temporada estival, tiene la cabeza y el tórax de color pardo anaranjado, ojos rojos y el abdomen castaño con bandas oscuras. El macho es completamente amarillo. La forma invernal es totalmente parda. Los estados juveniles son semejantes al adulto (Fig. 8.5).

Inverna en la hojarasca, enterrada a escasos centímetros de la superficie. Los inviernos benignos los transcurre como adulto en las malezas y cultivos. Aparece en los perales a partir del estado de muñecas separadas. Desarrolla varias generaciones.

Hospedantes y daños: ataca al peral, manzano, duraznero, ciruelo, especies hortícolas, ornamentales y malezas. Los daños son provocados por ninfas y adultos.

Causa una decoloración en las hojas conocida como "plateado" por su aspecto típico, que luego se torna oscura y finalmente se necrosa. Ocasiona destrucción de los órganos florales y problemas en el cuaje. Cuando encastra los huevos en las primeras etapas de desarrollo de los frutos, estos posteriormente se deforman.

En peras, el daño no es tan evidente como en manzanos. Las lesiones en los frutos se cicatrizan y queda como un "russet" o roña.

Importancia económica: secundaria.

8.5.4.2. Trips del peral (*Thaenothrips incosequens*)

Identificación y biología

Son similares al anterior pero más pequeños (1 mm), de color oscuro. Las ninfas son de color amarillo con ojos rojos. Los adultos emergen del suelo a principios de la primavera y se dirigen a los frutales en floración.

La hembra inserta los huevos en tejidos tiernos como pétalos y pedúnculos. Presenta una sola generación anual. Después de permanecer unos 20 días sobre los frutales, desciende al suelo, donde completa su ciclo para reaparecer en la primavera siguiente.

Hospedantes y daños: atacan al peral, manzano, duraznero y cerezo. Son muy similares al trips de las flores y es difícil diferenciarlos entre sí.

Importancia económica: ocasional.

8.5.5. Ácaros

Si bien son plagas consideradas secundarias, los perales en general son mucho más sensibles a sus ataques que los manzanos, por lo que es fundamental su detección temprana para su correcto manejo (Tabla 8.1).

8.5.5.1. Arañuela roja europea (*Panonychus ulmi*)

Identificación y biología

Los adultos de la arañuela roja europea (ARE) son de color rojo (0,4–0,45 mm), con pelos característicos en el dorso, blancos con la base engrosada. Los huevos son esférico-achatados, estriados y con una cerda en el extremo, semejantes a una cebollita; rojos en invierno y ambarinos en primavera-verano.

Pasa el invierno como huevo en ramitas terminales en la base de los dardos, cerca de las yemas. Aparece desde mediados de octubre hasta principios de noviembre. Se ubica generalmente en la cara superior de las hojas.

Las altas temperaturas y la baja humedad relativa favorecen su incremento. Puede desarrollar de cinco a ocho generaciones anuales.

Hospedantes: frutales de pepita y de carozo.

Importancia económica: secundaria.

8.5.5.2. Arañuela roja común (*Tetranychus urticae*)

Identificación y biología

La hembra activa de verano (0,45-0,50 mm) es ovalada, roja, aunque puede ser amarillenta, con dos manchas oscuras e irregulares en el dorso. Es muy móvil y con frecuencia forma colonias en el envés de las hojas. La forma invernante es roja, sin las manchas. Al nacer es incolora y posteriormente va tomando coloración verdosa. Los huevos son de color blanco, esféricos y brillantes. Son colocados generalmente en el envés de las hojas y están cubiertos por abundante tela que teje el adulto.

Pasa el invierno como hembra en la hojarasca e inclusive enterrada. Aparece en los frutales a inicios del verano. Su población se incrementa cuando disminuye la de ARE y la favorecen las mismas condiciones climáticas que a esta última. Se estima que puede desarrollar siete a ocho generaciones por temporada.

Hospedantes: tiene más de 150 hospedantes, entre ellos frutales de pepita y carozo, nogales, plantas hortícolas y malezas.

Importancia económica: secundaria.

Tabla 8.1. Comparación entre Arañuela Roja Común (ARC), Arañuela Roja Europea (ARE) y Arañuela Parda (AP).

Especies	A.R.C.	A.R.E.	A.P.
Forma de resistencia invernal	Hembra adulta	Huevo	Huevo
Fecha de aparición (en frutales)	Diciembre - Enero	Octubre - Noviembre	Septiembre - Octubre
Aspecto del huevo	Blanco esférico	Rojo (invierno), Ambarino (verano) achatado con pedicelo	Rojo esférico
Aspecto de la forma juvenil	Incolora a verdosa	Rojo con cerdas típicas	Roja, 1º par de patas muy largas. Cerdas espatuladas
Aspecto del adulto	Rojo con dos manchas laterales oscuras	Rojo con cerdas típicas	Pardo verdoso. Patas delanteras y cerdas idem. Larva
Teje tela	Si	No	No
Tamaño aproximado	0,5 mm	Un poco más pequeña	Un poco más grande

8.5.5.3. Arañuela parda (*Bryobia rubrioculus*)

Identificación y biología

Las hembras (0,5-0,6 mm) son achatadas, de color pardo-verdoso, con pelos foliáceos o espatulados característicos. El primer par de patas es tan largo como el cuerpo y está dirigido hacia adelante, con constantes movimientos como si fueran de exploración o “palpación”. Ojos rojos bien visibles (Foto 8.12). Los huevos son esféricos, rojos, ubicados en grupos, cubiertos por un polvillo blanquecino.



Foto 8.12. Adulto de arañuela parda (Foto H. Giganti)

Inverna como huevo en grietas del tronco, en ramas y en ramitas. La eclosión puede producirse desde fines de agosto hasta mediados de octubre y en floración es posible hallarlas en los pimpollos florales; en este caso pueden causar problemas en la fructificación. Las siguientes generaciones colocan los huevos en dardos y hojas. Tienen cinco a seis generaciones anuales, hasta principios del otoño.

Su desarrollo se ve favorecido por las bajas temperaturas y la alta humedad relativa.

Hospedantes: manzano, peral, frutales de carozo.

Importancia económica: secundaria.

8.5.5.4. Ácaro de la erinosis del peral (*Phytoptus pyri*)

Identificación y biología

Invernan en el interior de las yemas; se alimentan de las hojas provocando agallas típicas que se presentan como erupciones en la cara superior y como ampollas en el envés (Fotos 8.13 a y b), inicialmente de color claro, para terminar de una tonalidad oscura. Estas afecciones pueden aparecer también en los frutos jóvenes. A fines del verano vuelven a las yemas, donde resistirán el invierno.

Hospedante e importancia económica: peral. Ocasional, con mayor importancia en la variedad Pac-kham's Triumph.

8.5.5.5. Ácaro del agamuzado del peral (*Epytrimerus pyri*)

Identificación y biología

De aspecto más robusto que el anterior. Tamaño y coloraciones similares. Pasa el invierno protegido en la corteza de las ramas y en las escamas de las yemas. En estado fenológico de yema hinchada a puntas verdes, comienza a alimentarse y oviponer. Gradualmente invade las hojitas y pedúnculos, llegando a completar su ciclo en 30-35 días, superponiéndose las generaciones. A mediados y fines de octubre pasa a los frutos instalándose en la zona calicinal y determinando alrededor de ella y en un área concéntrica, un característico “*russetting*” o herrumbre (Foto 8.14). En diciembre busca sitios protegidos para invernar. Si encuentra brotes tiernos, parte de la población puede continuar activa hasta comienzos del otoño.

Hospedante e importancia económica: peral. Secundaria, con temporadas de daños de consideración.



Foto 8.13a. Erinosis del peral: daño en hojas (Foto A. Olave)

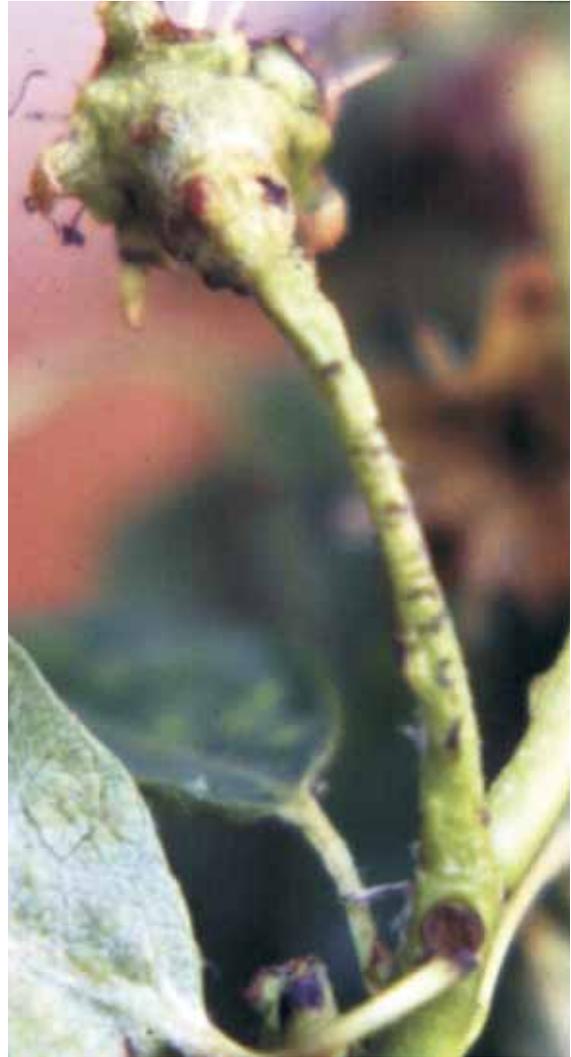


Foto 8.13b. Erinosis del peral: daño en pedúnculo y fruto (Foto H. Giganti)



Foto 8.14. Ácaro del agamuzado del peral y daños producidos por esta plaga (Foto D. Fernández)

8.5.6. Grafolita (*Cydia molesta*)

Es la plaga clave de los frutales de carozo, pero también se encuentra presente en otras especies frutales relacionadas, como las pomáceas. Debido a la adaptación a una gama amplia de hospederos, en la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén puede completar cinco generaciones en una temporada.

Descripción

Huevos: son puestos en forma aislada, muy similares a los de carpocapsa pero de menor tamaño (0,8 mm). En general, las ovipositoras se realizan en el envés de las hojas del brote, cerca del ápice, aunque también pueden ocurrir en los brotes y frutos. En promedio, una hembra puede depositar de 120 a 150 huevos.

Larvas: recién nacidas miden de 1 a 1,5 mm. El color es blanco cremoso con la cabeza de color castaño, virando a un rosado intenso con la cápsula cefálica de color pardo-amarillento en el quinto estadio. Alcanzan unos 10-14 mm y en el último segmento abdominal presentan un “peine anal”, que las diferencia de carpocapsa. Cumplen cinco estadios.

Pupas: son pequeñas, de 6 a 8 mm de largo y de color castaño. Se pueden encontrar en la corteza de los árboles, en la hojarasca en el piso del monte frutal o en frutos momificados. Su recolección en fajas de cartón corrugado es poco frecuente.

Adultos: Los adultos son mariposas de hábitos crepusculares de 5 a 7 mm de largo, de color gris oscuro, con finas líneas grisáceas que recorren las alas anteriores. La envergadura alar es de 12 a 15 mm.

Hospederos

El duraznero es su hospedero principal, pero en menor medida ataca también al ciruelo, damasco, cerezo, almendro y guindo. Otros frutales afectados son los de pepita, como membrillero, manzano y peral.

Ciclo de vida y desarrollo estacional

Al igual que para carpocapsa, el desarrollo de este insecto se mide en unidades fisiológicas o días-grado. El sistema de acumulación de temperaturas utilizado en la actualidad en la zona del Alto Valle de Río Negro y Neuquén considera un umbral mínimo

de desarrollo de 7,2°C y un máximo de 32,2°C. La grafolita pasa el invierno en diapausa como larva de último estadio. Se refugia en las grietas de la corteza o en el suelo. Durante el mes de agosto comienza la pupación y hacia fines de este mes aparecen los primeros adultos (220-230^oD). Tiene un período de preoviposición de 28^oD y los huevos una vez depositados necesitan acumular 80^oD para completar su desarrollo. Las larvas penetran en los brotes o en los frutos y cumplen con cinco estadios larvales, para los cuales es necesario que se acumulen 215^oD. Luego se transforman en pupa en el mismo brote (ápice) o en un sitio protegido. Este estado de desarrollo requiere 213^oD.

Para determinar el inicio del daño en brotes durante la primera generación de larvas, además de alcanzar la acumulación de 320^oD debe registrarse la presencia de brotes de al menos 10 cm de longitud. Por este motivo, cuando se utilizan estrategias de control convencional con insecticidas es muy poco probable que se produzcan daños en frutales de pepita, previos al inicio de los controles para carpocapsa, limitando este hecho su desarrollo.

La acumulación de unidades fisiológicas (días-grado o grafogrados) necesarias para pasar de huevo a adulto será de 533^oD y de adulto a adulto 560^oD. El inicio del daño de las cinco generaciones de esta plaga ocurre según el siguiente esquema: primera generación, 320^oD; segunda generación, 855^oD; tercera generación, 1.390^oD; cuarta generación, 1.925^oD; quinta generación, 2.460^oD. Al final de la temporada las larvas entran en diapausa y se ubican en lugares protegidos para sobreponerse a las condiciones desfavorables del invierno.

Daños

Los daños en brotes ocurren sobre todo en las dos primeras generaciones (meses de septiembre, octubre y noviembre). Los frutos, por su parte, normalmente son atacados cuando los brotes detienen su crecimiento y se encuentran más lignificados. Esto ocurre a partir de noviembre. Hacia fines del verano, cuando los brotes reanudan su crecimiento, se observan de nuevo daños en estas estructuras. Debido a que la grafolita no se alimenta de la semilla de los frutos de pepita, la galería de ingreso es sinuosa y con formación de cámaras.

8.5.7. Bicho de cesto o bicho canasto (*Oiketicus platenses*)

Plaga muy importante de las alamedas, desde donde se desprenden las larvas y atacan a los frutales.

Identificación y biología

Se reconoce por el cesto que protege a la larva. Transcurre el invierno al estado de huevo dentro del cesto, donde se pueden encontrar hasta 1.000 de ellos. Su única generación anual comienza entre fines de octubre y primera quincena de noviembre, atacando hojas y frutos. Hacia fines del verano, la larva fija el cesto y se cuelga a una rama o alambre. Los machos alados vuelan en marzo.

Hospedantes y daños: es muy polífago. Frutales de pepita y carozo, forestales y ornamentales entre otros. Provoca fuertes defoliaciones en peral. Al principio, como larva de primer estadio respeta las nervaduras. Cuando es de mayor tamaño daña cualquier parte de las hojas. En los frutos provoca mordeduras circulares no profundas que cicatrizan posteriormente. Las filas de frutales cercanas a las alamedas son las más perjudicadas (Foto 8.15).

Importancia económica: secundaria.



Foto 8.15. Daño por bicho de cesto (Foto G. Dapoto)

8.5.8. Enruladores

Son pequeñas mariposas con forma de campana. Colocan los huevos en masa, semejante en su forma a un racimo de uvas. Las larvas son más finas y alargadas que las de carpocapsa y grafolita y presentan una coloración verde o amarillenta. Son muy activas e irritables.

Se destaca el género *Argyrotaenia*, del que hay al menos tres especies en la región con características morfológicas y tipos de daño similares y entre las que no es fácil realizar la diferenciación. Estas son: *A. loxonephes*, *A. sphaleropa* y *A. pomililiana*.

Argyrotaenia loxonephes es la especie conocida y estudiada desde la década del '50 en la región, por lo que se resumen sus características como típicas de estos insectos.

Identificación y biología: mariposa de unos 14 mm de envergadura alar. Alas de pigmentación variable, de color castaño claro a pardo oscuro, o castaño parduzco a anaranjado. Segundo par de color gris claro, transparente. Los huevos son de color amarillo o pardo verdoso, ovales y planos. Las larvas del primer estadio (1,4 mm) son amarillo nacaradas, con la cabeza castaño oscura, mientras que las del último estadio (11 mm) son amarillas y pueden virar al verde o pardo verdoso. La pupa (7 mm) es de color castaño oscuro.

Inverna como larva de último estadio encapullada o pupa, en hojas que utilizó de refugio y que caen al suelo. El adulto aparece a fines de agosto. La hembra deposita entre 150 y 250 huevos. Cuando los frutales no poseen hojas, coloca los huevos en troncos, ramas principales o en las malezas. Presenta tres generaciones anuales y probablemente una cuarta incompleta: la primera desde fines de septiembre hasta fines de diciembre, la segunda desde fines de noviembre a febrero y la tercera desde febrero-marzo a mayo.

Hospedantes y daños: polífago. Peral, manzano, vid, ciruelo, lúpulo, alfalfa, álamos, plantas de jardín y malezas. En la actualidad, es más importante su presencia en manzanos que en perales. Se alimenta del follaje, flores y frutos. Las larvas de primera generación pueden atacar flores y los frutos recién formados.

Cuando se encuentran en las hojas construyen un cartucho y se alimentan del parénquima, quedando éstas esqueletizadas. Pueden unir dos hojas, alimentarse entre ellas y también adherirlas a los brotes terminales o a los frutos. Si las larvitas son pequeñas, necesitan a las hojas como protección, pero cuando tienen mayor desarrollo se alimentan directamente del fruto y dejan una cicatriz de forma alargada. En peral, previo a la cosecha, los daños se observan con mayor frecuencia en frutos.

Importancia económica: secundaria u ocasional.

8.5.9. Mulita o gorgojo de la vid (*Naupactus xanthographus*)

Identificación y biología

Insectos de aspecto duro, rígido (“cascaudos”). De 9 a 18 mm. De cuerpo oval, grueso, castaño oscuro a gris con visos alargados amarillo-verdosos. Presentan dos protuberancias en el extremo posterior y forma troncocónica característica (Foto 8.16). Las larvas (1,5-18 mm) viven en la tierra y se alimentan de raíces. Son blancas, encorvadas y no tienen patas.



Foto 8.16. Adulto de mulita de la vid.

Los adultos emergen del suelo a principios de la primavera, se dirigen hacia la parte aérea para alimentarse, se acoplan hasta inicios del verano y colocan los huevos en placas gelatinosas, en grietas de la corteza, ramas o en terrones del suelo. Estos eclosionan desde febrero hasta mayo y las larvas de primer estadio saltan al suelo para alcanzar las raíces. Hibernan como adultos.

Hospedantes y daños: peral, manzano, vid, frutales de carozo, hortícolas, malezas, entre otras. Los adultos son grandes defoliadores y se alimentan de brotes y ramas. Las larvas consumen las raicillas y pueden ocasionar pérdida de vigor, menor rendimiento y envejecimiento prematuro de las plantas. Pueden llegar a comprometer el normal desarrollo de plantaciones jóvenes.

Importancia económica: ocasional. Es de importancia cuarentenaria para las exportaciones a Estados Unidos.

8.5.10. Taladrillo de los forestales (*Megaplatypus mutatus*)

Plaga de los forestales que ha adquirido, en las últimas temporadas, importancia en la fruticultura, principalmente en perales.

Identificación y biología

Cascaudos pequeños (8 mm) de color pardo oscuro con cuerpo alargado. Patas cortas y con el tercer par muy separado del anterior. La superficie del cuerpo es estriada con cuatro carenas y las laterales más largas. Las larvas son blancas y sin patas.

Hospedantes y daños: polifitófago sobre especies arbóreas, entre ellos, álamos y frutales de pepita. Los adultos y larvas construyen galerías transversales al eje del fuste y ramas principales. Se reconoce su presencia por el chorreado externo, aserrín en la entrada de las galerías y el “pirograbado” que presentan cuando se corta la planta a la altura de la galería (Fotos 8.17 y 8.18).

Importancia económica: en álamos, secundaria; en frutales, ocasional.



Foto 8.17. Chorreado externo y orificio de ingreso de taladrillo de los forestales (Foto H. Giganti)



Fotos 8.18. Daño de taladrillo de los forestales (Foto H. Giganti)

8.5.11. Babosita del peral (*Caliroa cerasi*)

En las últimas temporadas se han detectado daños en perales, probablemente debido a la disminución en las aplicaciones de agroquímicos en montes bajo control de carpocapsa con la técnica de confusión sexual.

Identificación y biología

Pequeñas avispas de 5 mm de largo, de color negro brillante y alas transparentes iridiscentes. Los huevos son circulares, de aspecto aceitoso y brillante. La larva es pequeña, muy brillante y se asemeja a una “ba-

bosa”. Está cubierta por una sustancia mucilaginosa verde oscura. Tiene tres pares de patas torácicas y siete pares de patas falsas en el abdomen (Foto 8.19). Pasa el invierno como pupa enterrada en el suelo.

Hospedantes y daños: peral, cerezo, frutales de carozo en general, pepita, entre otros. Ataca las hojas respetando las nervaduras, dejando un aspecto de “encaje”. Éstas se secan y quedan adheridas en el árbol con aspecto de quemado. En ataques reiterados podría causar envejecimiento prematuro y determinar una merma en la producción.

Importancia económica: ocasional.



Foto 8.19. Larva y daño de babosita del peral. (Foto H. Giganti)

8.6. MANEJO DE PLAGAS

El manejo de plagas de los frutales de pepita -y de perales en particular- tiene como foco el control de la plaga clave carpocapsa y sobre esa base se diseña el correspondiente a las plagas secundarias. Las actuales restricciones de plaguicidas de los países compradores de fruta argentina obligan a emplear las herramientas de control disponibles de una manera eficiente, para arribar a cosecha con una excelente sanidad, residuos cerca del límite o por debajo de las exigencias, sin presencia de plagas cuarentenarias y con un agroecosistema que tienda, a pesar de su forzosa simplificación debido a la gran extensión del monocultivo, al mayor equilibrio posible entre las especies. Para ello es fundamental disminuir la densidad poblacional de carpocapsa a nivel regional o al menos a nivel de grandes áreas.

8.6.1. Carpocapsa

La carpocapsa es una plaga exótica originaria de Eurasia. Posee una gran capacidad de colonizar plantaciones vecinas, y su falta de control provoca la pérdida de aproximadamente un 80% de los frutos. Por esa razón, su control es obligatorio. Actualmente, la necesidad de adecuarse a mercados que poseen diferentes tipos de exigencias como ausencia de plagas cuarentenarias (Brasil, plaga A2) y bajos residuos incentiva la imaginación y a veces la desesperación de profesionales y productores, ya que estos dos objetivos opuestos necesitan un abordaje sanitario conjunto.

El descubrimiento y desarrollo de los semioquímicos, en especial las feromonas como herramientas de monitoreo y control, ha sido fundamental para la implementación de programas en diferentes cultivos. En frutales de pepita ha permitido, a su vez, una mayor expansión de la producción orgánica en las diferentes zonas frutícolas del mundo. Por otra parte, el saneamiento de grandes áreas implica que el control debe ser homogéneo en todos los montes frutales que las conforman. Luego de la etapa de limpieza, en la que se realizan aplicaciones con insecticidas conjuntamente con la TCS, se debe continuar con un programa sanitario que garantice que el porcentaje de daño a cosecha se mantenga en niveles “no detectables” mediante el muestreo pre-establecido de no menos de 1000 frutos/ha.

En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, el primer vuelo de la temporada (adultos provenientes de larvas invernantes de la tercera generación del año anterior) se extiende desde poco antes de la floración hasta mediados/fines de diciembre. Debido a la gran amplitud de este primer vuelo, el riesgo de ataque de larvas de la primera generación posee una duración de dos meses y medio (desde mediados de octubre a fines de diciembre). Si estas larvas no son controladas con eficiencia, luego se producirá una superposición de las dos generaciones siguientes (segunda y tercera). Por ese motivo, es clave un estricto y “sincronizado” control de la primera generación en grandes superficies, de manera de asegurar una baja densidad de población durante las generaciones posteriores.

Otro elemento fundamental a tener en cuenta en el diseño del manejo sanitario es el control de la inmigración de individuos a través del movimiento de bins en cosecha desde zonas con altos porcentajes de daño.

Para conocer el riesgo de introducción de bins con larvas de quinto estadio encapulladas a un monte frutal en el período de cosecha, es necesario comprender la evolución del proceso de diapausa en la zona de producción. En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén se ha determinado que entre el 5 y el 9 de febrero, el 50% de larvas de quinto estadio se encuentran en diapausa. A partir de esa fecha la población de larvas presentes en los montes frutales reacciona rápida y uniformemente a la disminución del fotoperíodo y al 1 de marzo ya se registra un 100% de larvas diapausantes. Cuando los bins son cargados con frutos dañados que poseen larvas de quinto estadio completamente desarrolladas, éstas saldrán de los frutos y buscarán un lugar apropiado para encapullar. Las larvas de quinto estadio que se encuentran en los frutos ubicados dentro de los bins en el proceso de cosecha abandonarán dichos frutos con el objeto de ubicar un sitio propicio para encapullar. En las intersecciones de las maderas tejerán su capullo y se transformarán en pupas y posteriormente en mariposas.

A medida que avanzan en el tiempo los momentos de cosecha de las diferentes especies y cultivares, un número cada vez más pequeño de adultos emergerá ya que se encontrará un número creciente de larvas en diapausa que permanecerán en los bins hasta la primavera siguiente.

En el Alto Valle, la cosecha del cultivar Williams se inicia alrededor del 9 de enero y tiene una duración de aproximadamente 20 días. Por lo tanto, si en la mitad de la cosecha de este cultivar se introducen a la chacra bins desde un monte frutal con un alto porcentaje de daño, muy probablemente dichos bins posean larvas encapulladas y pupas a punto de emerger, lo que aumentará la densidad de población en dicho monte y generará un riesgo de ataque de la plaga no considerado previamente.

Las oviposiciones provenientes de dichos adultos provocarán daños durante la cosecha o lo harán sobre la fruta que permanezca en la planta luego de terminada ésta (fruta chica, cucharita o deformada) o sobre alguna polinizadora, si existiera.

8.6.2. Manejo sanitario

En la actualidad, y por todo lo mencionado, la técnica de la confusión sexual se ha transformado en la herramienta base de control. Consiste en distribuir la feromona artificial de una especie (ya sea el compuesto principal, la mezcla o parte de la mezcla) y/o anti-feromonas, en dosis altas y en forma homogénea en el cultivo a proteger, de manera de modificar el comportamiento de los adultos y bajar la probabilidad de encuentro entre ambos sexos.

La feromona se distribuye en el monte frutal a través de diferentes tipos de emisores que son colocados en la parte alta de las plantas. Los emisores o difusores más comúnmente empleados son fabricados con distintos materiales tales como fibra, caucho, plástico perforado o membrana. Específicamente para carpocapsa, estos difusores están impregnados con el constituyente principal de la feromona sexual de *C. pomonella* (codlemone) o bien una mezcla de compuestos que además incluyen el dodecan-1-ol y el tetradecan-1-ol. En la actualidad existen, además, tres tipos de emisión de feromona basados en conceptos diferentes: pulverizables, en aerosol y los denominados *microflakes*. Para cada tipo de emisor existe una recomendación específica en cuanto a su densidad por hectárea, la cual también puede variar según la densidad poblacional de carpocapsa presente en el monte frutal. En el caso específico de la pera Williams se recomiendan difusores cuya emisión cubra un período entre 120 y 150 días.

El uso de la técnica de confusión sexual requiere un fuerte componente de monitoreo para seguir la evolución de las poblaciones plaga, ya que cuando se produce un aumento de sus niveles se debe recurrir en forma urgente a la aplicación complementaria de insecticidas. Es decir que la TCS es una herramienta de control base, pero no la única. Los tipos de monitoreo que se recomiendan son dos: monitoreo de adultos en base a trampas cebadas con feromonas y cairomonas (volátiles de plantas) y muestreo de frutos dañados.

El mejor funcionamiento de este tipo de tecnología se obtiene cuando se aplica en grandes extensiones, es decir, cuando existe una continuidad de concentración de feromona en grandes superficies.

El objetivo en el caso específico de carpocapsa es arribar a cosecha con poblaciones por debajo de 0,1% de frutos dañados, medidos a través de un muestreo de 1.000 frutos por ha. Para ello, los diferentes tipos de emisores de feromona deben ser colocados en el período de floración hasta cubrir todo el período de cosecha. Adicionalmente se deben realizar aplicaciones de insecticidas.

Si aun no se ha logrado obtener a cosecha un porcentaje de daño inferior a 0,1%, se debe iniciar la denominada “etapa de limpieza”, que consiste en la aplicación de la técnica de confusión sexual y la cobertura con insecticidas durante una temporada completa. Si, por el contrario, el porcentaje de daño de la última cosecha fue inferior al 0,1%, se realizará una cobertura “sincronizada” con insecticidas larvicidas u ovidas durante la primera generación de larvas (de octubre a diciembre) y posteriormente se harán aplicaciones correctivas si se registran daños en el muestreo de la segunda quincena de diciembre (0,2% de daño sobre un muestreo de 500 frutos seleccionados de la mitad superior de los árboles) o cada vez que lo indiquen las trampas. El umbral de daño considerado para este período en trampas cebadas con feromona y cairomona (3 mg de codlemone y 3 mg de éster de pera) es de 2 machos/trampa/semana o 1 hembra fecundada/trampa/semana (densidad de trampas: 1 trampa combo/ha).

Se debe tener en cuenta, además, que la sensibilidad de las peras al ataque de carpocapsa es mayor a medida que avanza la madurez; por lo tanto, un aumento de la población de la plaga al final de la temporada tendrá como consecuencia un incremento en el porcentaje de daño. Es así que, si se registra un aumento del número de capturas en momentos previos o durante la cosecha, se deberán efectuar inmediatamente pulverizaciones correctivas.

La elección de los insecticidas deberá contemplar los siguientes aspectos:

- 1- Registro y tolerancia en Argentina y en los países importadores de frutas argentinas.
- 2- Eficacia de control sobre la plaga clave.
- 3- Acción sobre plagas secundarias.
- 4- Manejo de la resistencia.
- 5- Efecto secundario sobre enemigos naturales.
- 6- Tiempo de carencia.

En la actualidad, la dinámica de los registros y tolerancias de los países importadores determina que todas las temporadas se realice una nueva revisión, de manera de ajustar los programas sanitarios para cumplimentar todas las reglamentaciones vigentes. Si la producción de un monte frutal o de una chacra en particular tiene diferentes destinos, se diagramarán las aplicaciones de agroquímicos según las tolerancias del país más restrictivo. Esta orientación en la elección de los productos no debe oponerse al objetivo primordial de lograr porcentajes de frutos dañados a cosecha por debajo del 0,1%.

Hasta el momento, todas las plagas secundarias que se presentan en el cultivo del peral y en el cv Williams en particular pueden controlarse durante la primera generación de carpocapsa (ácaro del agamuzado y de la erinosis, ácaros fitófagos en general, psílido, enruladores de hoja, grafolita, orugas, bicho de cesto, pulgones, cochinillas, babosita del peral y trips). Este hecho particular debe ser aprovechado para no llevar a cabo aplicaciones posteriores, cercanas a cosecha, que provoquen una complicación por los residuos remanentes en frutos. Además, el conocimiento previo (dado por los monitoreos efectuados en los momentos oportunos) de la presencia y abundancia de ciertas plagas secundarias permitirá, en

muchos casos, realizar una elección de los insecticidas que posean una acción de control múltiple (plaga clave y plaga secundaria).

En todos los casos, la elección de los insecticidas debe estar orientada a aquellos que posean la mayor selectividad en relación a los enemigos naturales, de manera de provocar el menor desequilibrio poblacional posible.

Se deben respetar los tiempos de carencia (TC) del país de origen, en primer lugar. Si la tolerancia del país importador es menor que la de Argentina, el tiempo entre la última aplicación y la cosecha (Intervalo Pre Cosecha –IPC) se ampliará. En el caso inverso se respetará el IPC de Argentina.

Los plaguicidas se emplearán en una forma racional. Esto significa que se aplicarán en tiempo y forma, considerando a su vez un programa sanitario para evitar la selección de poblaciones resistentes.

Para un adecuado manejo de la resistencia se deben seguir las siguientes pautas:

- 1- Emplear insecticidas de diferentes familias o modos de acción (grupos químicos) en generaciones sucesivas.
- 2- Durante la misma generación se pueden utilizar insecticidas de la misma o de diferentes familias, siempre que no se repitan en la generación siguiente.

En el caso específico de carpocapsa, la primera generación es la única que no posee superposición de individuos. A partir de mediados de enero se comienza a observar una superposición entre la segunda y tercera generación. Por lo tanto, los insecticidas que se emplearán en la primera generación no podrán repetirse en el resto de la temporada y los utilizados al final de la temporada no se aplicarán durante la primera generación del siguiente año. Los diferentes grupos químicos son identificados con un número para facilitar su interpretación. Existe una numeración internacional designada por el Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) y adoptada por los diferentes países que lo conforman (Tabla 8.2).

Tabla 8.2. Principales principios activos utilizados en la región del Alto Valle y Valle Medio y lista de plagas controladas por estos.

Principios activos	Grupo Químico (*)	Plaga para la que muestra la máxima eficacia
metil azinfos	1	carpocapsa-grafolita-bicho de cesto
clorpirifos		pulgón lanígero-cochinillas-enruladores-carpocapsa
fosmet		carpocapsa-grafolita
metidation		cochinillas-pulgón lanígero-carpocapsa-grafolita-psílido
malatión		carpocapsa-grafolita
acetamiprid	4	chicharrita-pulgones-carpocapsa
thiacloprid		chicharrita-pulgones-carpocapsa
novaluron	15	carpocapsa-grafolita-otros lepidópteros
metoxyfebnocide	18	carpocapsa-grafolita-otros lepidópteros
spinosad	5	babosita del peral-carpocapsa-grafolita-psílido
lambdacihalotrina	3	psílido-bicho de cesto-carpocapsa-grafolita (**)
bifentrin		psílido-bicho de cesto-carpocapsa-grafolita (**)
cloramtranilprole	28	carpocapsa-grafolita
abamectina	6	ácaros fitófagos (tetraníchidos y eriófidos)
aceite mineral	--	ácaros fitófagos (tetraníchidos)-cochinillas
Polisulfuro de Ca	--	ácaros fitófagos-cochinillas (ninfas móviles)
Virus de la granulosis de carpocapsa	--	carpocapsa (es empleado básicamente en producción orgánica o de bajo residuo, bajo estricto seguimiento técnico)
Jabón potásico	--	psílido-ácaros fitófagos (tetraníchidos) (debe ser empleado bajo estricto control técnico para verificar eficacia y evitar problemas de fitotoxicidad)

(*) 1: organofosforados
 4: neonicotinoides
 15: benzoylureas
 18: diacylhidrazine
 5: spinosyns
 3: piretroides
 28: diamidas
 6: avermectinas

(**) Se han registrado poblaciones resistentes de carpocapsa en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, por lo que se desaconseja su uso para el control de dicha especie.

Por su ciclo corto de desarrollo, el cultivar Williams no está expuesto al período de ataque de carpocapsa que se produce a inicios y mediados del mes de febrero (superposición del segundo y tercer vuelo de la temporada). Por esa razón, es muy importante que no permanezcan frutos luego de la cosecha, para evitar dicho ataque. Su ciclo corto de producción determina, además, que los daños al final de la cosecha nunca alcancen los valores que se registran en peras tardías como Packhams o en manzanas.

Por otra parte, las plagas secundarias son de fácil control. Todos estos elementos hacen que sea uno de los cultivares de más fácil manejo sanitario, lo que simplifica su producción bajo programas de “producción orgánica”.

En la actualidad, se deberá ajustar el control de dos plagas secundarias: ácaro del agamuzado (*Epitrimerus pyri*) y cochinilla harinosa (*Pseudococcus viburni*) debido a su estatus cuarentenario para Méjico. En el primer caso, si bien es importante su control por los daños que produce en frutos, se debe considerar que para el momento de cosecha los ácaros ya realizaron la migración

desde los frutos a los brotes tiernos. Por lo tanto, el riesgo de rechazo por presencia en frutos no debería existir.

En el control del ácaro del agamuzado son fundamentales las aplicaciones otoñales y/o al inicio de la temporada (muñeca separada y caída de pétalos), haciendo especial hincapié en la cobertura de las partes vegetales. En todos los casos, el producto a utilizar es el polisulfuro de calcio a dosis no inferiores al 1%. Luego de cada aplicación se debe confirmar la eficacia de los tratamientos para decidir el momento de la siguiente. En cambio, y dados los rechazos registrados durante las dos últimas temporadas, se deberán extremar los controles a campo de la cochinilla harinosa. Si bien en la región aún se encuentran bajo estudio diferentes aspectos de su bioecología y control, se pueden detectar cuatro momentos o ventanas de aplicación que corresponderían a los momentos de migración de los primeros estadios ninfales. Ellos son: brotación, mediados de noviembre, mediados a fines de diciembre y febrero. Los insecticidas a utilizar en cada momento de la temporada deberán ajustarse a los requerimientos de registro y tolerancia de los países compradores.



CAPÍTULO 9

ENFERMEDADES Y SU MANEJO EN EL CULTIVO

A nivel mundial, la lucha contra las enfermedades constituye un aspecto de suma importancia por los daños económicos que generan y por los costos que implica la realización de los tratamientos fitosanitarios. Las escasas precipitaciones y la baja humedad relativa típicas de la región determinan que la presencia de patologías microbianas no se constituya en un aspecto limitante para la producción. Igualmente, en grado variable se presentan en el cultivo del peral Williams algunos problemas sanitarios. Estos son:

9.1. ENFERMEDADES QUE AFECTAN PRINCIPALMENTE A LAS HOJAS Y LAS FLORES

9.1.1. Oídio del manzano (*Podosphaera leucotricha*)

Si bien el principal hospedante es el manzano, también puede afectar a peral y membrillero. La variedad Williams es muy susceptible al oídio, por lo que su manejo debe ser incluido en un plan de tratamientos fitosanitarios.

Es una enfermedad del tipo crónico. Dado que sus ataques no provocan daños graves en la producción, esta micosis suele ser subestimada. Sin embargo, el oídio en ataques sucesivos afecta el crecimiento de la planta y la producción en cantidad y calidad de fruta. Además, puede ser puerta de entrada de otros patógenos o predisponer al árbol a los daños por frío invernal. La enfermedad es particularmente importante en plantaciones nuevas en las cuales hay mucho tejido vegetal joven susceptible. En estos materiales los ataques

de oídio afectan la formación de la estructura de los árboles, lo cual retarda el proceso de formación del monte frutal.

El oídio produce una infección primaria y varios ciclos de infección secundaria. La primera, producto del inóculo que queda de la temporada anterior en las yemas del frutal, afecta principalmente los brotes, que se revisten de una masa pulverulenta de color blanquecino a comienzos de la primavera. A partir de ésta se forman los conidios (órganos de reproducción asexual del hongo) que dan origen a manchas foliares cloróticas y pequeñas, que luego se hacen pulverulentas, grisáceas o blanquecinas. En las hojas las manchas aparecen comúnmente en la cara inferior, luego en la superior y llegan a cubrir toda la lámina de la hoja, la que en ataques severos cae precozmente.

En estados avanzados de la enfermedad pueden observarse detención del crecimiento, acortamiento de entrenudos y síntomas en los frutos (Foto 9.1). Cuando las infecciones son severas, los frutos caen antes de llegar a la madurez. Si ello no ocurre, los frutos manchados pierden valor comercial. El período más susceptible para que se produzca la infección en perales es el previo a la caída de pétalos.



Foto 9.1. Síntomas de oídio en frutos
Fuente: www.agf.gov.bc.ca/imagespearmildew.jpg

9.1.2. Sarna del peral (*Venturia pirina*)

La importancia económica de la sarna en el cultivo del peral Williams es creciente a través de los años y acorde con las condiciones climáticas de la temporada. Hasta hace unos años prácticamente no existía en los valles productores, pero en la actualidad genera daños variables cuando se producen lluvias en primavera. Esto reviste mayor importancia en la zona sur de Mendoza y en cercanías de las ciudades de Villa Regina y Allen, en Río Negro.

Los daños comprenden la pérdida en cantidad de fruta si la infección se produce en los estados tempranos (floración hasta que el fruto tiene 2 cm de diámetro). Los frutos que permanecen en el árbol se deforman y se tornan no comercializables. Las in-

fecciones foliares severas disminuyen la capacidad funcional de la hoja, producen defoliación del árbol y un deficiente desarrollo de las yemas necesarias para la cosecha del año siguiente.

Los síntomas pueden presentarse en todos los órganos aéreos de la planta.

En hojas: Los primeros síntomas aparecen en las hojas jóvenes de las yemas florales y en el envés de los sépalos. Se manifiestan por típicas manchas, al principio traslúcidas y que luego toman una coloración verde olivácea, de aspecto aterciopelado (Foto 9.2). Finalmente, el tejido afectado muere. Las manchas suelen aparecer con mayor frecuencia en la cara inferior de las hojas. Los ataques intensos producen desecamiento de amplias zonas e incluso aceleran su caída, lo que origina un debilitamiento del árbol.

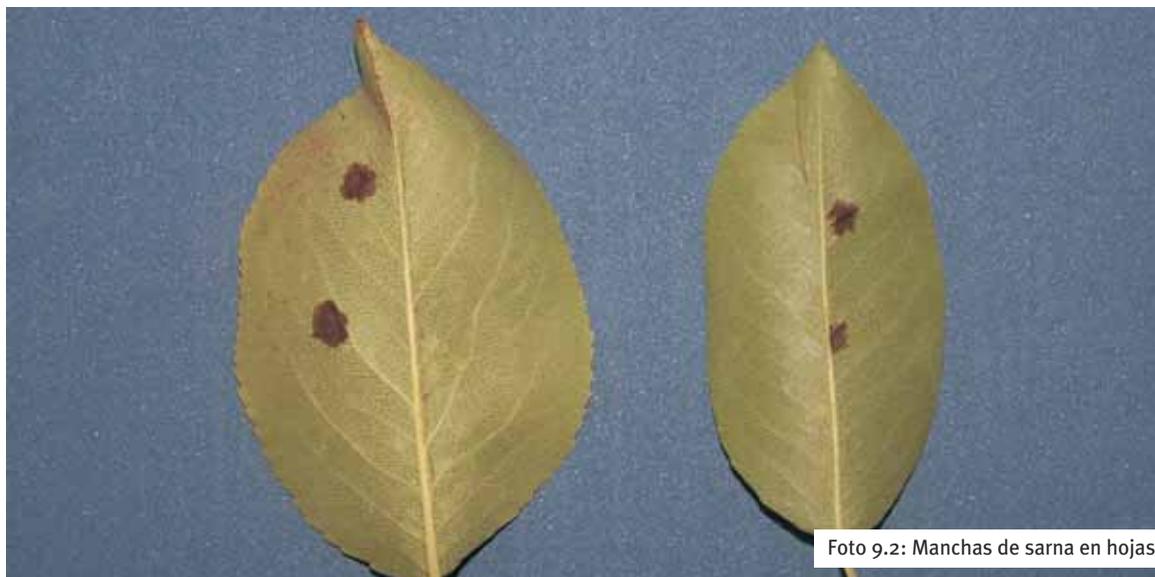


Foto 9.2: Manchas de sarna en hojas

En flores: manchas análogas a las de las hojas se desarrollan sobre todos los órganos de la flor. Los daños durante el período de floración pueden ser muy graves, ya que la gran mayoría de las flores afectadas se cae.

En frutos: se producen manchas similares a las descritas, pero de menor tamaño y más oscuras. El tejido infectado se endurece y se desgarran si el fruto está en crecimiento (Foto 9.3). Los ataques en frutos pequeños suelen producir su caída, mientras que los afectados con posterioridad continúan su desarrollo con la consiguiente pérdida de valor comercial. Finalmente, se pueden producir ataques tardíos, los cuales, en general, pasan desapercibidos en la cosecha, pero desarrollan síntomas durante el período de conservación.

En ramitas del año: pueden ser afectadas, pero ello ocurre con menor frecuencia que en los órganos ci-

tados. Se manifiestan como pequeñas ampollas negruzcas que al final se desgarran.

V. pirina produce varios ciclos, según las condiciones climáticas de la temporada, de dos tipos de infecciones: una primaria y otra secundaria. Las infecciones primarias son generadas por las ascosporas que se formaron durante el invierno en las hojas que están en el suelo. Se caracterizan por originar lesiones grandes durante la primavera. Las secundarias son producidas por los conidios que se forman sobre las lesiones primarias, y son manchas de igual aspecto pero pequeñas. Se pueden formar durante toda la estación de desarrollo.

Las ascosporas germinan y producen infección bajo determinadas condiciones climáticas. Estas son el número de horas que permanece mojado el follaje por lluvia y la temperatura promedio de ese período. Las tablas de Mill's relacionan estos datos y permiten predecir un ataque de sarna.



Foto 9.3. Daño por sarna en frutos

9.2. ENFERMEDADES QUE AFECTAN PRINCIPALMENTE A LAS RAÍCES Y EL CUELLO DE LA PLANTA

9.2.1. Podredumbre del cuello (*Phytophthora cactorum*)

Esta afección, cuyo agente causal es un hongo, es particularmente importante en el cultivo de la variedad Williams, por su alta susceptibilidad y por las condiciones de cultivo bajo riego en los valles productores del país.

Los árboles afectados muestran un decaimiento general que no es típico pero que indica la presencia de un problema vascular. Otros síntomas asociados pueden ser el reducido crecimiento de los brotes, enrojecimiento prematuro de las hojas a fin del verano, follaje ralo y de menor tamaño (Foto 9.4). En años sucesivos se observa gran cantidad de frutos pequeños, ácidos y finalmente puede producirse la muerte del árbol. Los árboles sintomáticos pueden permanecer así durante varios años, decayendo en forma lenta, o morir rápidamente. En el Alto Valle esto ocurre asociado con los riegos primaverales excesivos usados como método de protección pasiva contra heladas. La época ideal para observar la sintomatología descrita es el inicio del otoño.

Los tejidos afectados desprenden un olor ácido característico a “manzana fermentada”. En la zona afectada, la corteza se presenta hundida. Levantándola se observa la podredumbre que al inicio es húmeda, de diferentes tonalidades de color marrón rojizo y alternando con tejidos aparentemente sanos y del color típico de la especie afectada. La coloración de los tejidos va oscureciéndose a medida que la podredumbre envejece (Foto 9.5).

La distribución de las plantas afectadas en el cuadro es variable; depende de la edad del monte, de las características del cultivo y de su manejo. *P. cactorum* es un microorganismo polífago de suelos cultivados o no, cuyo establecimiento en el monte frutal puede deberse a su introducción vía material vegetal o por el agua de riego. En ausencia de un hospedante receptivo, se forman las estructuras de resistencia que pueden permanecer como tales hasta que se den las condiciones favorables para iniciar el proceso de infección. Las condiciones ideales para

ello son suelos excesivamente húmedos y temperaturas de 8 a 25 °C, que en las zonas frutícolas argentinas se dan en primavera y otoño.



Foto 9.4. Decaimiento general de la planta y enrojecimiento prematuro de hojas



Foto 9.5. Síntoma de podredumbre de cuello en peral

9.2.2. Agalla de corona (*Agrobacterium tumefaciens*)

La agalla de corona es una enfermedad de amplia distribución mundial y muy polífaga ya que ha sido aislada de más de noventa familias de plantas, entre ellas los frutales de pepita.

Los daños que produce son importantes en los viveros, donde las plantas se infectan a través de heridas en los trasplantes y en los laboreos del suelo. Según la legislación vigente, en la mayoría de los países frutícolas está prohibida la comercialización de plantas con agalla de corona.

En los montes comerciales, la importancia de los daños está en relación directa con la edad de la planta al ser infectada por la bacteria: cuanto más joven, más daño. Una vez que alcanza el estado de madurez, convive con la enfermedad y no se manifiestan daños de importancia.

El síntoma característico de esta patología con-

siste en la formación de tumores en las raíces y cuello, que dificultan la circulación de la savia, lo cual puede causar desde un debilitamiento generalizado hasta la muerte de la planta afectada (Foto 9.6).

El agente causal es una bacteria que vive en el suelo. Cuando se producen condiciones predisponentes para su desarrollo, como temperaturas de alrededor de 20 °C y presencia de un hospedante receptivo y con heridas, se inicia el proceso de multiplicación y penetración de la bacteria a la planta. Una vez en el interior ésta induce la formación de los tumores que continúan desarrollándose independientemente de su presencia.

La transmisión del patógeno a cortas distancias es a través del agua de riego o de lluvia, mientras que a largas distancias se produce con material vegetal contaminado. De modo que el método más eficiente de lucha contra esta bacteriosis consiste en emplear plantas libres de *A. tumefaciens* y evitar su contaminación en la plantación definitiva.



Foto 9.6. Agalla de corona en raíces

9.3. ENFERMEDADES SISTÉMICAS

9.3.1. Virosis

Constituyen un grupo de enfermedades que no disponen de un sistema de control eficiente una vez que han penetrado en una planta. Por ello, la única forma de lucha consiste en el empleo de plantas libres de virus y la realización de un manejo adecuado para que no se produzca la infección en el monte, que en frutales de pepita es bastante sencillo dado que hasta el momento no se conocen vectores. La disponibilidad de plantas libres de virus es asegurada mediante un programa de certificación de plantas de vivero, lo cual existe en la mayoría de las zonas productoras del mundo. En Argentina, están en etapa de implementación las normas de producción de plantas de vivero de hoja caduca, que implican la adhesión voluntaria al sistema de certificación de calidad sanitaria y genética.

En el peral Williams las virosis se presentan en forma silenciosa o menos notoria. Los síntomas son: líneas y anillos cloróticos sobre las hojas que, en casos extremos, se necrosan; surcos en la madera y amarillamiento de las nervaduras secundarias y terciarias de las hojas. También producen amarillamientos o enrojecimientos prematuros del follaje.

Fundamentalmente tres virosis del manzano, *Apple chlorotic leaf spot virus* (ACLSV), *Apple stem grooving virus* (ASGV) y *Apple stem pitting virus* (ASPV) tienen como hospedante al peral bajo las siguientes formas: *pear ring pattern mosaic*, *pear stem grooving* y *pear vein yellows*, respectivamente. En el país ha sido detectada la presencia de *pear vein yellows* (ASPV) en peral Williams en montes comerciales del Alto Valle de Río Negro y en Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires.

9.4. MANEJO DE LAS ENFERMEDADES

9.4.1. Oídio

El manejo del oídio debe considerar los tres aspectos que determinan el desarrollo de un proceso infeccioso: la eliminación o la máxima reducción

posible del inóculo, el empleo de variedades resistentes y la modificación del ambiente, con el fin de crear condiciones desfavorables para el crecimiento del hongo.

Se pueden llevar a cabo labores culturales como: favorecer la ventilación mediante la eliminación de ramas, realizar fertilizaciones adecuadas evitando los excesos de nitrógeno, de modo de disminuir a lo necesario los tejidos vegetales tiernos más susceptibles, podar las partes afectadas y desinfectar las herramientas de poda cuando se está trabajando con plantas enfermas, a fin de no transportar inóculo a plantas sanas.

Aplicación de fungicidas

El azufre es el fungicida más ampliamente utilizado en el control del oídio.

Los fungicidas que inhiben la síntesis del esteroide (IBE's) brindan desde hace más de veinte años nuevas alternativas de control. Productos tales como bitertanol, etaconazol, flusilazol, hexaconazol, miclobutanil, penconazol, tebuconazol, triadimefon, triforine y otros han sido ensayados con éxito en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

La estrobilurina, compuesto sintético derivado del hongo *Strobilurus tenacellus*, ha sido evaluada en la zona en aplicaciones preventivas y curativas, y los resultados obtenidos son comparables con tratamientos con miclobutanil y penconazol.

Momento de aplicación

El momento de aplicación es un factor más importante que el producto a aplicar. Los tratamientos con fungicidas deben efectuarse a muñeca separada y caída de pétalos para lograr un buen control del oídio.

9.4.2. Sarna

Su manejo abarca dos aspectos: la realización de prácticas culturales tendientes a desfavorecer el desarrollo del patógeno y la aplicación de fungicidas.

Las prácticas culturales comprenden la eliminación de ramas innecesarias y la poda y apuntalamiento correctos, para definir los planos de carga y reducir la altura de las plantas, a fin de favorecer el rápido secado del follaje en la próxima primavera.

También, la eliminación de alamedas innecesarias y el raleo de ramas para permitir la circulación del aire, y el mantenimiento del suelo del interfilas con cobertura verde a baja altura, con el propósito de facilitar la transitabilidad en el momento oportuno de llevar a cabo los tratamientos preventivos. Además, se debe incorporar mediante el riego la cantidad de agua necesaria para evitar un exceso de humedad en el monte (lo que favorece el desarrollo del hongo) y poder entrar rápidamente en caso de que sea necesario aplicar fungicida.

Aplicación de fungicidas

La aplicación de fungicidas es de fundamental importancia en el control de la sarna del peral. Existen dos momentos importantes para su realización: el otoño y la primavera.

Aplicaciones otoñales

Tienen por objetivo disminuir la cantidad de inóculo para la temporada siguiente, pero ello no significa que pueden reemplazar los tratamientos primaverales. El producto universalmente empleado en este momento es la urea al 5%, que acelera el proceso de caída y degradación de las hojas, desfavoreciendo así la formación de los pseudotecios del hongo. Esto debe hacerse lo suficientemente tarde en el ciclo vegetativo como para que la urea no se traslade por el árbol, pero siempre antes de iniciada la caída de las hojas.

Aplicaciones primaverales

Son de fundamental importancia en el control de la sarna. Existen dos sistemas: a calendario fijo y según el sistema de alarma local.

A calendario fijo: consiste en aplicar fungicida cada 7 días, desde puntas verdes hasta que el fruto tiene unos pocos centímetros de diámetro, y cada 14 días en adelante. Ello se hace independientemente de las condiciones climáticas y se emplean productos de acción protectora. El fundamento es que la planta esté permanentemente cubierta de fungicida, protegida ante la llegada del inóculo (ascosporas o conidios).

Sistema de alarma: se basa en el pronóstico de la epifitias según las condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad: número de horas de follaje mojado y temperatura de ese período.

Mediante las tablas de Mill's, los datos de liberación de ascosporas de las hojas caídas y el estado fenológico del hospedante, se constituye el sistema de alarma en las regiones productoras de peras. El principio es cubrir la planta con fungicida en el momento preciso en que se está por producir una infección o cuando ésta recién se inició. Este es el sistema utilizado en la mayoría de las zonas de producción de frutas de pepita del país.

Existen dos tipos de fungicidas en el control de la sarna: protectivos y curativos.

Protectivos: Son los fungicidas de contacto. Previenen que las esporas penetren la cutícula del tejido vegetal. Se aplican antes de que ocurran las infecciones, en esquemas de protección a calendario fijo. Ejemplos: polisulfuro de calcio, cúpricos, azufre, captan, mancozeb, propineb.

Curativos: Son fungicidas que tienen la capacidad de penetrar en el vegetal y atacar al hongo que ya está adentro. Se emplean en esquemas de protección bajo sistema de alarma. Si bien se pueden utilizar una vez iniciado el período de infección, cuanto antes se apliquen mayor será su eficiencia. El tiempo de efecto curativo varía con el tipo de producto. Así, para el dodine es de hasta 36 horas; para los benzimidazoles (benomil, metiltiofanato, carbendazim) y polisulfuro de calcio es de hasta 72 horas y para los IBE's (miclobutanil, fenarimol, tebuconazol, bitertanol, hexaconazol) y strobilurinas (metilkresoxim, trifloxystrobin, azoxystrobin) es de hasta 96 horas.

Una vez transcurridas las 96 horas, indefectiblemente y en un tiempo variable dependiendo de las temperaturas aparecerán los síntomas. Igualmente, se deberá eliminar al hongo lo antes posible, a fin de evitar su esporulación. Esto se consigue con la aplicación de determinados fungicidas de actividad presintoma, como dodine e IBE's.

Sobre manchas esporuladas, la estrategia es aplicar fungicidas con actividad postsintoma -tales como los benzimidazoles y dodine- para destruir los conidios y evitar nuevas infecciones. No obstante, los síntomas permanecerán sobre los órganos afectados.

9.4.3. Podredumbre del cuello

Mediante la realización de labores culturales adecuadas se puede evitar la acumulación de agua alrededor de la planta y la producción de heridas por las cuales pueda ingresar el patógeno. Ellas son: elección del sitio de plantación del monte frutal según la especie vegetal a implantar; utilización de materiales vegetales adecuados y de buena calidad; manejo cuidadoso del agua de riego, evitando que la planta sea sometida a estrés por períodos de alta y baja disponibilidad de agua; control de malezas alrededor del cuello de las plantas; nivelación correcta del suelo; plantar en camellones; evitar heridas en las plantas y contar con un sistema de drenaje que asegure la eliminación del exceso del agua de riego.

Aplicación de fungicidas

Una vez que *Phytophthora* spp. se establece en el monte frutal, es muy difícil su erradicación y la aplicación de fungicidas constituye una práctica que debe ser realizada en el marco de un programa de protección y no en forma aislada. Si bien existen sustancias químicas con actividad antifúngica específica para este tipo de patógenos, su eficiencia es relativa y depende, en gran medida, del manejo del monte frutal. Por ello hay que tratar de que el patógeno no ingrese a la plantación. De todos modos, cuanto antes se detecten las plantas afectadas se puede evitar la dispersión por el agua de riego o maquinarias que puedan transportar suelo contaminado o restos vegetales.

El tratamiento combinado de metalaxil y fosetyl-Al para el control de *P. cactorum* ha dado resultados eficientes en distintas zonas frutícolas, incluidos los valles de Río Negro. Ambos químicos son aplicados simultáneamente en el monte afectado en primavera y otoño, épocas en que *Phytophthora* está en activo crecimiento y la acción del fungicida es facilitada.



CAPÍTULO 10

TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS

10.1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de agroquímicos en fruticultura tiene como objetivos no solo el control de plagas y enfermedades, sino además la corrección de desórdenes nutricionales y la distribución de productos que afectan el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Una aplicación incorrecta puede traer aparejada una merma en la calidad y cantidad de la producción o una respuesta inadecuada de crecimiento y/o desarrollo de un cultivo.

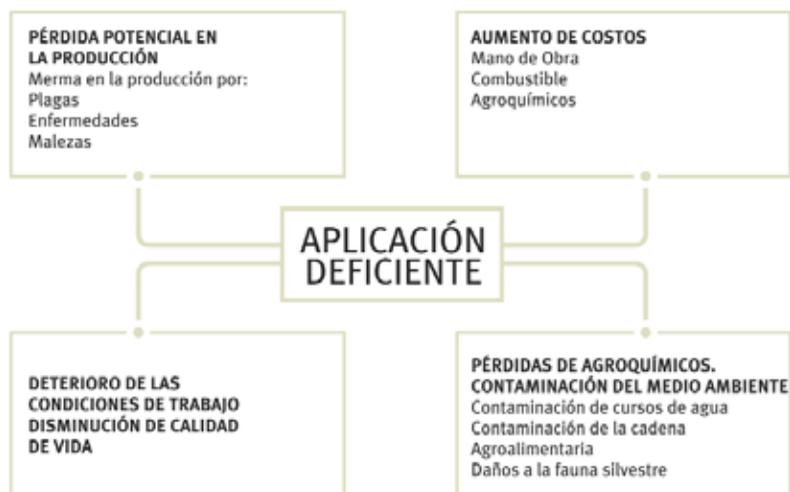
El éxito en el control de plagas y enfermedades depende de tres aspectos fundamentales:

- La efectividad del producto utilizado.
- La elección del momento oportuno para el tratamiento.
- El modo de aplicación del producto.

Con frecuencia, el productor no puede explicar por qué fracasó su tratamiento fitosanitario si aplicó un producto reconocido por su eficacia, en buenas condiciones climáticas y en el momento oportuno. En este caso la respuesta está en un defecto en el modo de aplicación (Esquema 10.1).

La exigencia de obtener niveles de plagas compatibles con los requerimientos de los mercados internacionales, junto al elevado costo del control sanitario, la necesidad de disminuir el nivel de residuos sobre los frutos y la contaminación del medio ambiente y el cuidado de la salud humana, que son prioritarios en la actualidad, ponen en evidencia la importancia de mejorar la eficiencia en la aplicación de agroquímicos.

Ésta se encuentra condicionada por las condiciones climáticas, las características del cultivo y el equipo de aplicación.



Esquema 10.1.
Consecuencias de una aplicación deficiente

10.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS

La temperatura elevada, la baja humedad relativa y la intensidad y dirección del viento tienen influencia directa sobre la eficiencia en la aplicación de agroquímicos.

Efecto de evaporación

Hay tres factores que afectan las pérdidas por evaporación:

- 1 - El potencial de evaporación expresado por la diferencia de temperatura o depresión del termómetro húmedo con respecto al seco (Δt)
- 2 - El tamaño de las gotas asperjadas
- 3 - El tiempo que tardan las gotas en hacer impacto en el árbol (puede ser expresado como distancia recorrida entre las boquillas y un sector determinado del árbol).

La evaporación de las gotas es mayor a medida que se incrementa la distancia que deben recorrer para alcanzar el objetivo, cuando la depresión del bulbo húmedo con respecto al seco (Δt) es mayor y cuando disminuye el espectro dimensional de gotas.

Un exceso de evaporación en la solución o coloide asperjado se expresaría en una alta desuniformidad y en la aplicación en una menor cantidad de depósitos en los sectores del árbol más alejados del equipo.

Efecto producido por el viento

El flujo de aire que produce la pulverizadora debe transportar las gotas que contienen el agroquímico aún a las partes más alejadas del árbol. En general,

el viento no causa problemas de transporte de gotas hasta los sectores medios y bajos de la copa del árbol, debido a que las velocidades del flujo son relativamente altas en comparación con la velocidad de viento aparente.

Concepto de "ventana de tratamientos"

El éxito de la aplicación de agroquímicos pasa por un conocimiento preciso de cuáles son las condiciones ambientales más apropiadas para realizar la intervención. Cuando estos valores no se encuentran dentro de ciertos límites, la aplicación debe ser interrumpida, ya que su efectividad y seguridad se verían comprometidas.

El período de tiempo durante el cual se dan condiciones ambientales adecuadas para la aplicación se denomina ventana de tratamientos. En la definición de este período se debe considerar el tipo de equipo de aplicación utilizado, el tamaño del monte, el sistema de conducción, la presencia de cortinas y otras características propias de cada región.

A modo orientativo para la Norpatagonia, y considerando el tipo de equipos utilizados en Río Negro y Neuquén en montes conducidos en espaldera, las aplicaciones deben realizarse con velocidades de viento que no superen los 15 km/h, temperaturas menores a 30°C y humedad relativa mayor a 45-50%. Estas condiciones deben ser más estrictas en el caso de montes tradicionales.

10.3. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

Densidad foliar y altura de los árboles

Una elevada densidad del follaje por deficiencias de poda y conducción o un raleo inadecuado traerán aparejada una gran variabilidad en la distribución de los depósitos de agroquímicos.

Existe coincidencia entre numerosos autores en que los árboles de gran densidad foliar presentan mayor cantidad de depósitos de agroquímicos en la parte exterior, por deficiencias en la penetración. Este efecto se expresa en menores depósitos en la parte interna de los árboles, con la consecuente disminución del control de plagas y enfermedades.

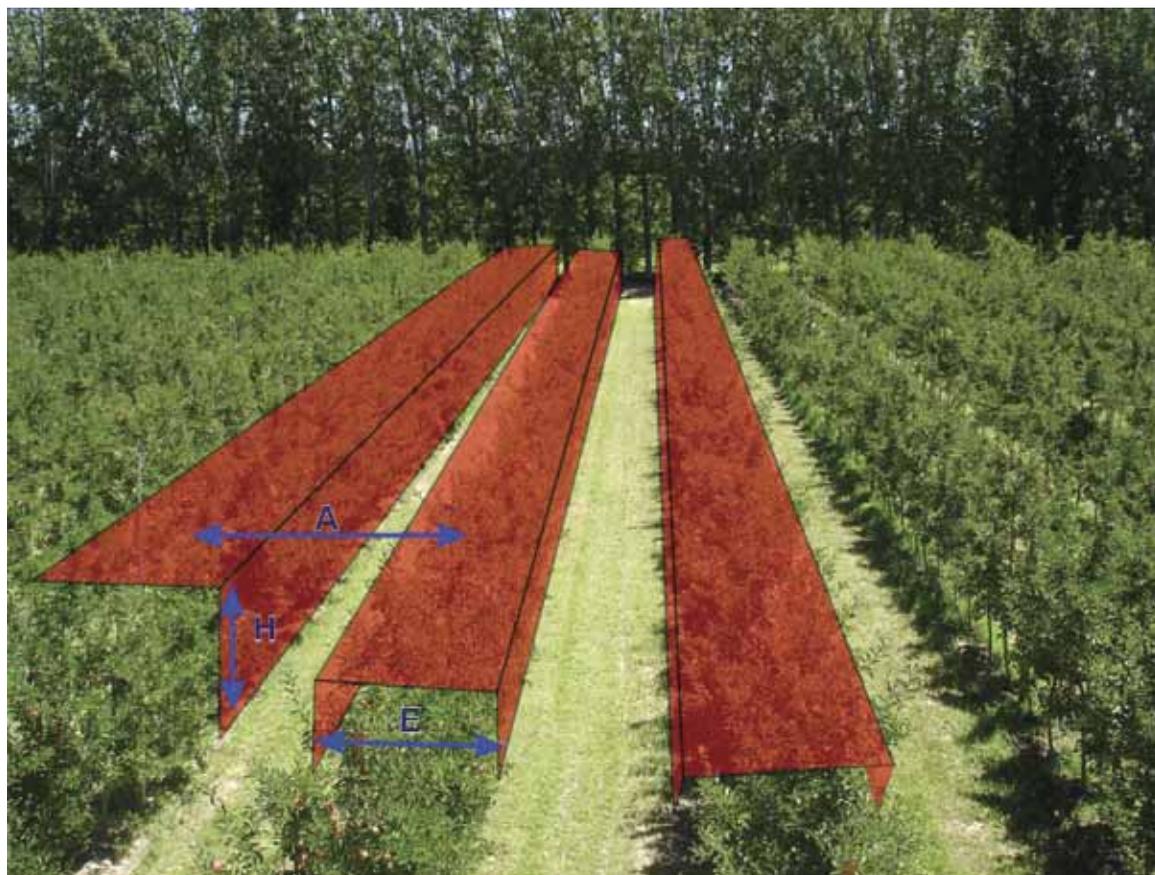
Por su parte, las deficiencias de raleo pueden favorecer niveles más elevados de plagas y enfermedades en la zona de contacto entre frutos.

Por último, la altura excesiva de los árboles también provoca una disminución en la calidad de la aplicación.

Volumen de aplicación ajustado a las características del cultivo

En 1971, Byers y otros propusieron el concepto de determinación de volumen ajustado a la característica del monte frutal (TRV). Para el cálculo del volumen a través del uso de ese método se asume que la fila de árboles frutales se podría asimilar a una caja con un volumen determinado. Cada metro cúbico debe ser tratado con $0,0937 \text{ L/m}^3$, índice que fue validado para las condiciones de aplicación del Alto Valle de Río Negro. A los fines de una utilización práctica se propone el uso de un índice de $0,1 \text{ L/m}^3$.

Figura 10.1. Esquema de un monte frutal y dimensiones para el cálculo del TRV



Lo mencionado puede resumirse en la siguiente expresión:

$$D \text{ (l/ha)} = \frac{104 \text{ (m}^2\text{/ha)} * H \text{ (m)} * E \text{ (m)} * 0.1 \text{ (l/m}^3\text{)} * i}{A \text{ (m)}}$$

donde:

D= volumen de aplicación (en litros por hectárea, l/ha)

H= altura del árbol (en metros, m).

E= ancho del árbol (en metros, m).

i= índice de ajuste de densidad foliar (utilizar de 0,4 a 05 para raleo de frutos).

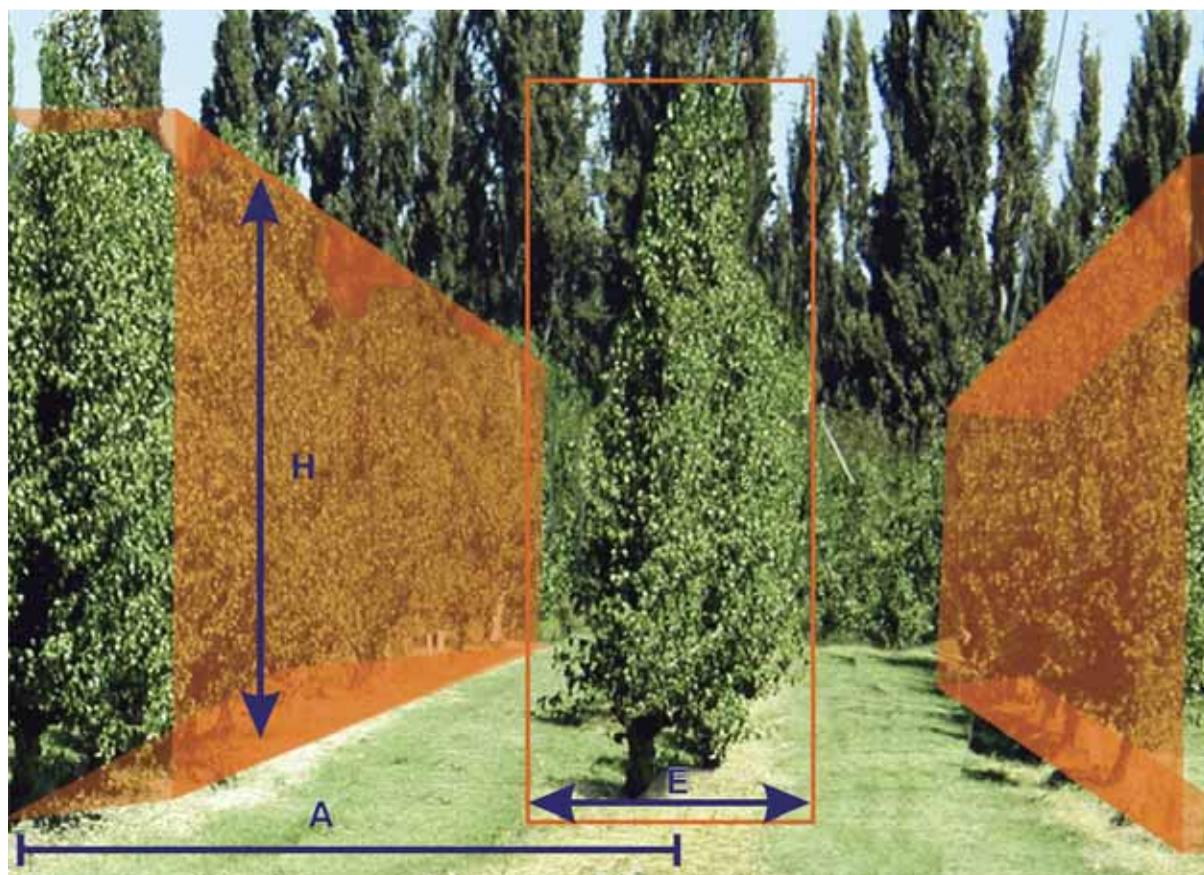
A= distancia entre filas (en metros, m).

Fórmula práctica

$$D = \frac{H * E * 1000 * i}{A \text{ (m)}}$$

La aplicación de agroquímicos es afectada por variables ambientales, físicas y biológicas que el cálculo del TRV no tiene en cuenta. No obstante, es una excelente guía para determinar la cantidad de materia activa a aplicar por hectárea.

Figura 10.2. Esquema de un monte frutal y dimensiones para el cálculo del TRV



10.4. EQUIPO DE APLICACIÓN

Para lograr un control eficiente de plagas y enfermedades se debe garantizar la elección adecuada del equipo pulverizador (tractor – pulverizadora) y su calibración.

El funcionamiento de los equipos de aplicación hidroneumática utilizados en fruticultura se basa en el transporte de las gotas producidas por presión de líquido hasta la superficie a tratar, por medio de la corriente de aire generada por un ventilador axial. Una aplicación ideal sería aquella que permitiera obtener el depósito de una cantidad uniforme del producto en todos los sectores del árbol. Las características técnico-operativas de los equipos inciden directamente sobre este proceso. A continuación se mencionan y desarrollan los aspectos más importantes.

Armonización del conjunto

El tractor debe tener disponible al régimen normalizado de la toma posterior de potencia (tpp), que es de 540 v/min, la potencia necesaria para accio-

nar el ventilador a su máximo requerimiento energético, el eventual sistema mecánico de agitación y la bomba a los caudales y presiones máximas requeridos. Además, debe disponer de la potencia necesaria para traccionar la pulverizadora y para el autotransporte en suelos ligeramente movidos. Es deseable que realice estas operaciones al 85% de su potencia máxima y que posea un bajo consumo específico de combustible.

Flujo de aire

El flujo de aire que eroga la pulverizadora debe garantizar el transporte del agroquímico a todos los sectores del árbol. Debe estar dotado de cierta velocidad y turbulencia, de tal forma que tenga capacidad de transportar la pulverización al interior de la copa, pero evitando superar una velocidad crítica, para permitir la adhesión de las gotas a la vegetación y de esta forma minimizar la deriva.

Las bajas velocidades de aire pueden producir una penetración deficiente en el interior de los árboles. Por otra parte, las velocidades excesivas provocarán valores elevados de deriva (Foto 10.1).



Foto 10.1. Pérdidas por deriva

Volumen de líquido pulverizado

El caudal de líquido que eroga la pulverizadora está definido por las boquillas y por la presión de servicio. Las boquillas más frecuentemente utilizadas son las de cono (puede ser lleno o hueco). La presión de servicio no debe superar los valores recomendados por el fabricante de las boquillas, ya que:

- Las presiones elevadas no mejoran la penetración y el alcance a las partes altas del árbol. El flujo de aire es el que debe garantizar este proceso.
- El aumento de la presión en forma excesiva provoca gran cantidad de gotas pequeñas que quedan sujetas al proceso de evaporación y deriva.
- La operación con presión elevada provoca un consumo innecesario de potencia (consecuentemente de combustible) y favorece el desgaste prematuro de la bomba, la válvula reguladora de presión y las boquillas.

La elección de la velocidad de avance adecuada a los aspectos mencionados definirá la tasa de aplicación (l/ha).

Sistemas de agitación

Una aplicación eficiente no solo debe considerar una tasa adecuada en l/ha distribuida correctamente, sino que además el caldo debe tener una concentración constante, en cualquier condición operativa. El elemento que permite alcanzar este objetivo es un sistema de agitación eficiente.

En las pulverizadoras hidroneumáticas utilizadas en nuestro país se emplean agitadores mecánicos y en menor medida hidráulicos. De todos modos, más allá del sistema de agitación es importante considerar el correcto mantenimiento para tener garantía de los resultados esperados.

Seguridad en la operación

Los equipos deben garantizar una operación segura. Es deseable que la carga de agua no se realice sobre cursos de agua. Por tal motivo, se debe disponer de un tanque sobreelevado para efectuar una carga rápida de la pulverizadora.

La máquina debe tener protecciones seguras de las partes en movimiento (ventilador, poleas, unión cardánica).

Los controles deben estar al alcance del operador, del mismo modo que el manómetro, y el indicador de volumen del tanque debe ser observado desde el puesto del tractorista.

Las pulverizadoras de última generación deben estar provistas de boquillas múltiples, lavador de envases, tanques suplementarios para el lavado del tanque y otro para el aseo del operador.

Bajo ninguna circunstancia los operadores deberán realizar las aplicaciones sin el equipo de protección correspondiente.

Calibración del equipo pulverizador

• Verificar que la toma de potencia alcance el régimen de 540 v/min. Es necesario que el tractor posea cuentavuelas y que éste funcione correctamente. En algunos modelos se indica la aceleración del motor que corresponde a 540 v/min de la toma de potencia. De no ser así, consultar el manual del operador.

• Calcular la velocidad de avance para las marchas habituales de trabajo; esta operación se debe realizar con el motor funcionando a velocidad de régimen de 540 v/min de la toma de potencia. Para ello se mide una distancia, por ejemplo, 50 metros y se controla el tiempo empleado en recorrerla. Luego se efectúa el siguiente cálculo:

$$v \text{ (km/h)} = \frac{d \text{ (m)} \times 3,6}{t \text{ (s)}}$$

v = velocidad (km/h).

d = distancia recorrida (metros).

t = tiempo empleado en recorrer esa distancia (segundos).

• Verificar el emboquillado de la máquina. Consultar el manual del operador y, si es necesario, colocar las pastillas y núcleos de rotación (remolinos) que indica el fabricante, respetando su ubicación.

• Ajustar la presión de servicio a través del accionamiento de la válvula reguladora de presión. Recordar que la mayoría de los fabricantes de pastillas de pulverizadoras desaconsejan presiones elevadas.

- ❖ Determinar el caudal del sistema de pulverización. Este procedimiento se puede realizar boquilla a boquilla, recogiendo el líquido a través de una manguera en una jarra graduada. Para pequeños ajustes de caudal se puede modificar la presión de servicio. Para grandes cambios es conveniente reemplazar pastillas o núcleos, considerando los perjuicios de las presiones elevadas.
- ❖ Con la velocidad de avance obtenida para la marcha habitual de trabajo, el caudal medido y la distancia entre filas de la plantación, se podrá determinar qué cantidad de solución se está aplicando por hectárea de la siguiente manera:

$$D = \frac{600 \times Q}{A \times v}$$

D = cantidad de solución aplicada (l/ha)

Q = caudal (l/min)

A = distancia entre filas (m)

v = velocidad de avance (km/h)

- ❖ Una vez determinado el volumen de aplicación por hectárea se verifica si corresponde a lo aconsejado para ese tipo de monte. Luego se ajusta la angulación de las boquillas para garantizar una buena distribución vertical.

Distribución vertical

La disposición de las boquillas es el proceso más subjetivo de la calibración de pulverizadoras. Si bien la distribución de las boquillas y su orientación no provocan una variación importante en el total de depósitos por árbol, influyen directamente sobre la uniformidad de distribución del agroquímico.

Por lo mencionado, es necesario realizar controles permanentes con tarjetas hidrosensibles en diferentes sectores del árbol y proceder a los ajustes necesarios para lograr una correcta distribución vertical (Foto 10.2).



Foto 10.2. Tarjetas hidrosensibles

10.5. CONSIDERACIONES FINALES

La aplicación de agroquímicos es un sistema complejo en el cual se deben considerar distintos aspectos relacionados entre sí. Los factores intervinientes no se agotan en los analizados en este escrito, ya que participan, además, aspectos económicos, ecológicos, biológicos, ergonómicos, etc.

En este sentido se destaca la importancia de la correcta gestión del proceso de aplicación. La valoración y capacitación por parte de productores, técnicos y aplicadores es el aspecto central de esta problemática.



CAPÍTULO 11 ADVERSIDADES CLIMÁTICAS

El Alto Valle de Río Negro y Neuquén está ubicado en la confluencia de los ríos Limay y Neuquén inferior y Negro superior y comprendido entre los 38°40' y 39°20' de Latitud Sur y 66°50' a 68°20' de Longitud Oeste. Los valores de altitud van de 400 a 200 metros sobre nivel del mar. Las menores alturas se registran hacia el oeste del valle.

La región se caracteriza por tener un clima árido a semiárido, mezo termal y con lluvias deficientes durante todo el año.

En la región, el cultivo frutícola se ve afectado por tres adversidades climáticas principales: heladas, altas temperaturas y vientos.

11.1. HELADAS

Se considera que ocurre una helada cuando la temperatura del aire está por debajo de 0°C. Los frutales cultivados en esta zona de la Patagonia están expuestos a sufrir daños por heladas primaverales, adversidad climática de mayor importancia económica en la región.

Si bien la frecuencia de temperaturas bajo cero disminuye a medida que avanza la primavera, el mayor riesgo de daño por frío se produce precisamente durante este período, que coincide con los estados fenológicos más sensibles del cultivo: la floración, el cuaje y las primeras semanas de crecimiento de los frutos (hasta que alcanzan tamaños de 2-3 cm de diámetro).

En la Tabla 11.1 se puede observar una caracterización regional de heladas realizada con registros de

la Estación Agrometeorológica de la EEA INTA Alto Valle, ubicada en la localidad de Guerrico a 39°01' de Latitud Sur y a 67° 40' de Longitud Oeste, a 242 msnm. La información presentada corresponde al período 1990-2004 y ha sido registrada bajo las normas de observación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Tabla 11.1. Caracterización de heladas para la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Fecha media primera helada	14 de abril
Fecha extrema primera helada	28 de marzo
Fecha media última helada	03 de octubre
Fecha extrema última helada	04 de noviembre
Período medio con heladas	175 días
Período medio libre de heladas	190 días
Desvío de la fecha media de la primera helada	+/- 4,0 días
Desvío de la fecha media de la última helada	+/- 13,5 días

La frecuencia anual media de heladas es de 67,5 días. El 11,6% del total de las heladas anuales corresponde a las del tipo tardío o primaverales. Éstas, durante los meses de septiembre y octubre, son mucho menos frecuentes que las invernales y otoñales pero de mayor interés agronómico.

Desde 1990 hasta 2004, el mayor número de heladas registrado en el mes de septiembre fue de 11 y de 5 días para el mes de octubre. La frecuencia media fue de 6,3 y 1,3 días, respectivamente.

Con respecto a su intensidad, hay una mayor frecuencia de heladas suaves y moderadas en septiembre y octubre. En este momento intensidades mayores son menos frecuentes, pero los daños físicos y económicos en el cultivo son muy importantes, más aún si se considera que las heladas primaverales tienen una duración media de 1.1 a 7.9 horas.

11.1.1. Tipo de heladas

Radiactivas: Son las más frecuentes en la región y las únicas que se pueden combatir con métodos de defensa activos. Caracterizan a este tipo de heladas el cielo despejado, aire en calma y baja humedad atmosférica.

A partir de la puesta del sol, los cuerpos sólidos como los árboles y el suelo no reciben más energía solar directa y comienzan a enfriarse, perdiendo calor mediante la emisión de energía infrarroja.

El aire se enfría al tomar contacto con el suelo y con las plantas, aumenta de peso al adquirir mayor densidad y se deposita en las capas próximas al suelo dando lugar al fenómeno de inversión, es decir, la temperatura del aire aumenta con la altura hasta un determinado nivel, el llamado “techo de inversión”, a partir del cual la temperatura desciende a medida que nos elevamos.

Advectivas: se producen cuando la temperatura del aire desciende por debajo de 0°C con la presencia

de brisas o vientos suaves. Este movimiento de aire alcanza velocidades de 3.6 a 7.2 km/h, a la altura de los árboles.

De acuerdo con el contenido de humedad del aire, las heladas radiactivas y advectivas son clasificadas también en blancas y negras.

Las blancas ocurren con altos valores de humedad relativa, generando la saturación del ambiente y dando lugar a la formación de rocío sobre los vegetales. Este rocío indica que el agua atmosférica pasó de estado gaseoso a líquido y en consecuencia hubo liberación de calor atenuando el descenso de la temperatura del aire. Esta situación se asocia a daños por frío leves.

Las negras se desencadenan con bajos valores de humedad relativa. No hay formación de rocío sobre el vegetal porque la temperatura del aire necesaria para que esto ocurra está en valores muy inferiores a cero (bajo punto de rocío, por ejemplo -5°C). En esta situación se producen daños graves sobre el cultivo, asociados al quemado de hojas, flores o pequeños frutos.

Para poder llevar a cabo una defensa eficaz y económica contra las heladas es preciso conocer hasta qué punto la planta puede, en sus diferentes fases fenológicas, resistir las bajas temperaturas.

La resistencia a las bajas temperaturas varía mucho y depende de numerosos factores tales como el estado fenológico en el que se encuentre, la duración de la helada y la velocidad de descenso térmico, entre otros.

La sensibilidad al daño por bajas temperaturas aumenta a medida que avanza el desarrollo fenológico en primavera (Tabla 11.2). Esta sensibilidad tiene relación directa con el contenido de agua de los tejidos en los órganos del vegetal.

La temperatura a la cual la yema, flor o fruto muere se llama temperatura crítica (T_c). La muerte del tejido no se produce de inmediato al llegar a la T_c , sino después de estar sometida a ésta por más de 30 minutos. Al aumentar el tiempo de exposición, el porcentaje de daño es mayor.

Tabla 11.2: Temperaturas críticas de aire a las cuales se registra daño en pera cv. Williams para los estados fenológicos, según Fleckinger.

Pre-floración (E2-E3)	Plena Floración (F2)	Fruto Pequeño (H-cuaje)
- 3,7°C	- 2,5°C	- 1,5°C

Cuando hay un descenso térmico lento con una disminución de hasta 1°C por hora se reduce la posibilidad de daño por helada. Esto se debe a que el congelamiento del agua de los tejidos comienza en los espacios intercelulares, dándole la posibilidad a la planta de activar un mecanismo de defensa primario liberando agua desde el interior de la célula.

Cuando el descenso térmico es rápido, de 2°C por hora o más, se produce un congelamiento rápido de toda el agua presente en el tejido u órgano vegetal. En estos casos el daño es irreversible, y si la muerte de los tejidos ocurre en una etapa inicial de crecimiento del fruto, el daño es muy marcado en la cosecha (Fotos 11.1 y 11.2)



Fotos 11.1. Signos de daño por heladas tempranas

11.2. RIESGO DE DAÑO POR HELADAS PRIMAVERALES DEL CV. WILLIAMS A NIVEL REGIONAL

Del análisis conjunto entre la probabilidad de ocurrencia de temperaturas bajo cero y fechas de floración probables de la variedad, se pudo calcular el riesgo de daño.

Se trabajó con el registro de temperaturas mínimas de aire (sin abrigo) y fechas de plena floración de una serie de 29 años correspondiente a la Estación Agrometeorológica de la EEA INTA Alto Valle.

En la Tabla 11.3 puede verse la probabilidad de que la fecha de plena floración coincida con la probabilidad de ocurrencia de heladas que alcancen la temperatura crítica de daño. El riesgo de daño surge de multiplicar ambas probabilidades.

Tabla 11.3: Riesgo de daño por heladas primaverales para cv. Williams

	16-22 de sep.	23-29 de sep.	30 de sep.- 6 de oct.	7-15 de oct.	Total
Riesgo de Daño (%)	12	34,9	4,8	0,4	52,1

El riesgo de daño por heladas primaverales para la variedad Williams es del 52,1%, es decir habría daño en 5 de cada 10 años. Como se puede apreciar, con fechas de floración entre el 23 y 29 de septiembre se obtiene el mayor porcentaje de riesgo de daño, 34,9%. Si la floración ocurre una semana más tarde, el riesgo de daño disminuye considerablemente a un 4,8%.

Por lo expresado, en la región es necesario implementar sistemas de control de heladas primaverales para esta variedad.



Fotos 11.2. Signos de daño por heladas tempranas

11.3. MONITOREO DE LA TEMPERATURA

Es importante realizar correctamente esta tarea, porque es sobre la base de esta información y los conocimientos disponibles acerca de la sensibilidad varietal como podrá llevarse a cabo un control más eficiente de la helada y se disminuirá la posibilidad de daño sobre el cultivo.

En los montes frutales es necesario llevar a cabo un estudio del microclima para la determinación de las zonas o lugares fríos. Para esto, tomando como ejemplo un cuadro frutal de alrededor de 2 hectáreas (100m de ancho x 200m de largo) se instalan tres termómetros de mínima a 1.5 m de altura: uno de ellos en medio del cuadro y los otros dos en los extremos de una diagonal.

En la época primaveral se deben registrar las temperaturas mínimas diarias durante al menos diez noches con condiciones de enfriamiento (temperaturas cercanas a 0°C, cielo despejado y sin viento). Analizando los datos surge sistemáticamente un sitio más frío que el resto. El mismo esquema se efectúa en la segunda diagonal del mismo cuadro, detectándose del análisis de datos un segundo sitio frío. Cotejando ambos lugares quedará definido el sector más frío del monte.

En la época de control de heladas, los datos que se toman para una alarma o aviso son normalmente de un termómetro cercano a la casa u oficina. En este sentido, se deberán tener en cuenta las diferencias de temperatura entre el lugar de alarma con el lugar más frío detectado en el estudio microclimático.

Temperatura mínima o índice actinotérmico (IA)
Es la temperatura medida con un termómetro de mínima expuesto a todo tipo de radiación, ubicado horizontalmente al aire libre. Este valor es cercano a la temperatura de las flores o frutos a proteger, por lo cual permite conocer cuándo se está cerca del valor crítico de daño para el cultivo.

Instrumental

Termómetros de mínima

Son termómetros de alcohol que por lectura directa indican cuál fue la temperatura más baja registrada en un tiempo determinado. Son utilizados comúnmente por su buen comportamiento y respuesta a temperaturas por debajo de 0°C. Inmerso en el alcohol hay un cursor en forma de T, que es arrastrado por el líquido al descender la temperatura y queda marcando la temperatura mínima ocurrida en la noche de helada (Foto 11.3). Se recomienda utilizar una escala con resolución mínima de 0,2°C. El observador, al realizar la lectura, debe apreciar la décima de grado.



Foto 11.3. Termómetro de mínima sobre mástil actinotérmico a 1,5 metros de altura

Instalación

El termómetro de mínima se instala apoyado en un soporte, en forma horizontal en dirección este-oeste geográfico (Foto 11. 4). La instalación es a la altura de las primeras ramas fructíferas del cultivo que se protegerán de las heladas. En general, por norma de instalación del instrumental se ubica a 1.5 m de altura.

Luego de realizada la lectura diaria de la temperatura mínima se debe retirar el termómetro del campo, ya que la radiación solar produce la evaporación del alcohol y errores en las lecturas. El alcohol luego se condensa en gotitas en el extremo de la cámara de aire. Para unir estas gotas con el alcohol de la columna, deberán efectuarse golpes bruscos empuñando el termómetro desde la base. También es posible lograr ese efecto calentando el bulbo del termómetro lentamente en agua caliente.

Corrección anual del instrumental

Para el uso en defensa contra heladas, el error máximo admitido es de 0.2°C . Una vez al año, previo al periodo primaveral, es necesario efectuar un control del error de los termómetros. Para esto se puede emplear el método del “hielo fundente”, que consiste en moler cubitos de hielo hechos con agua destilada, dentro de un trapo limpio. Luego se pasan a un termo de boca

ancha y se agrega agua destilada, con lo que se logra una mezcla de agua-hielo que garantiza una temperatura de 0°C . Posteriormente se introducen los bulbos de los termómetros en el termo y se lleva a cabo una serie de lecturas de la temperatura en cada instrumento. El error observado se indicará en una tela blanca engomada en el extremo de cada termómetro, valor que deberá sumarse o restarse a cada lectura. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) realiza un control de calidad a los termómetros nuevos, donde se indica el error.

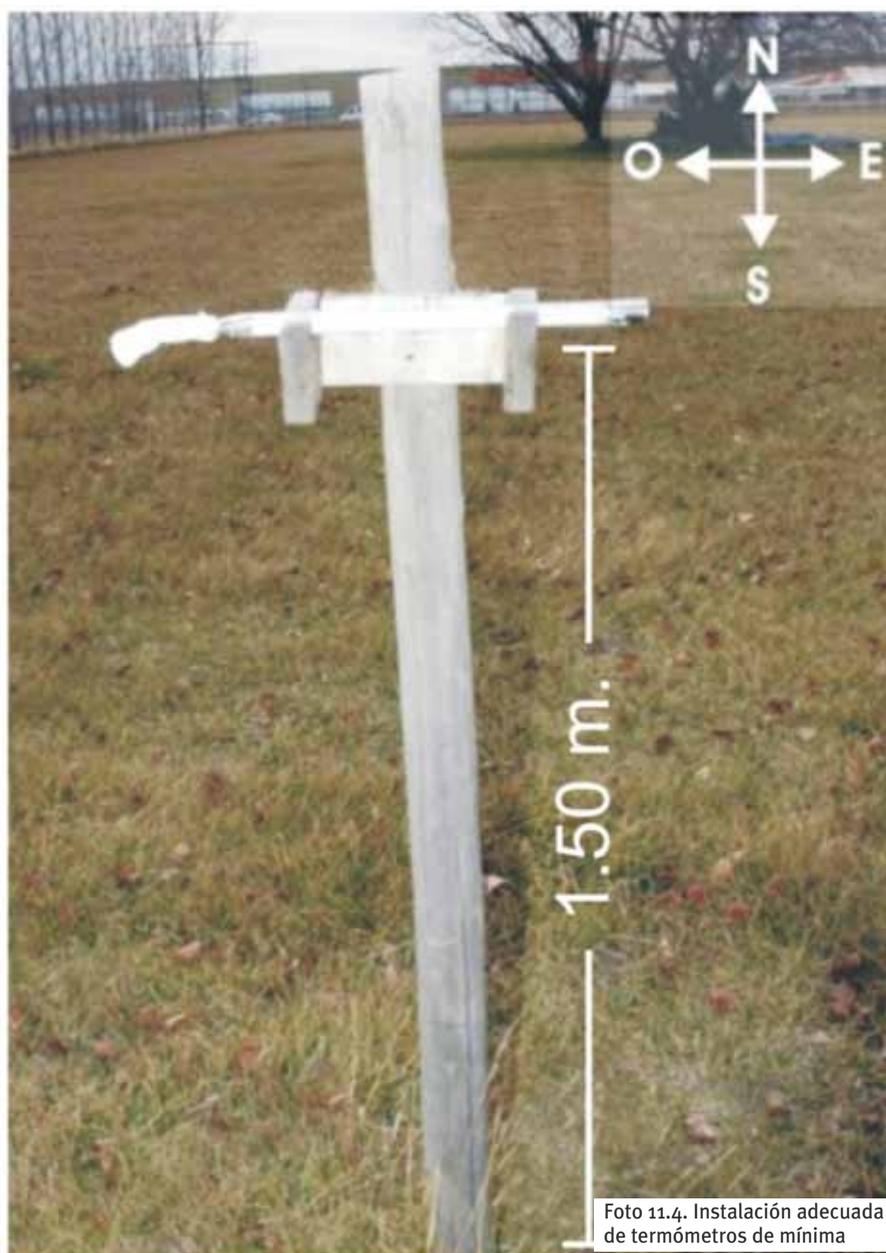


Foto 11.4. Instalación adecuada de termómetros de mínima

11.4. CONTROL DE HELADAS PRIMAVERALES

Los métodos de control se clasifican en pasivos y activos.

Control pasivo: consiste en la implementación de diferentes prácticas agrícolas que mejoran la captación y el almacenamiento de calor del suelo.

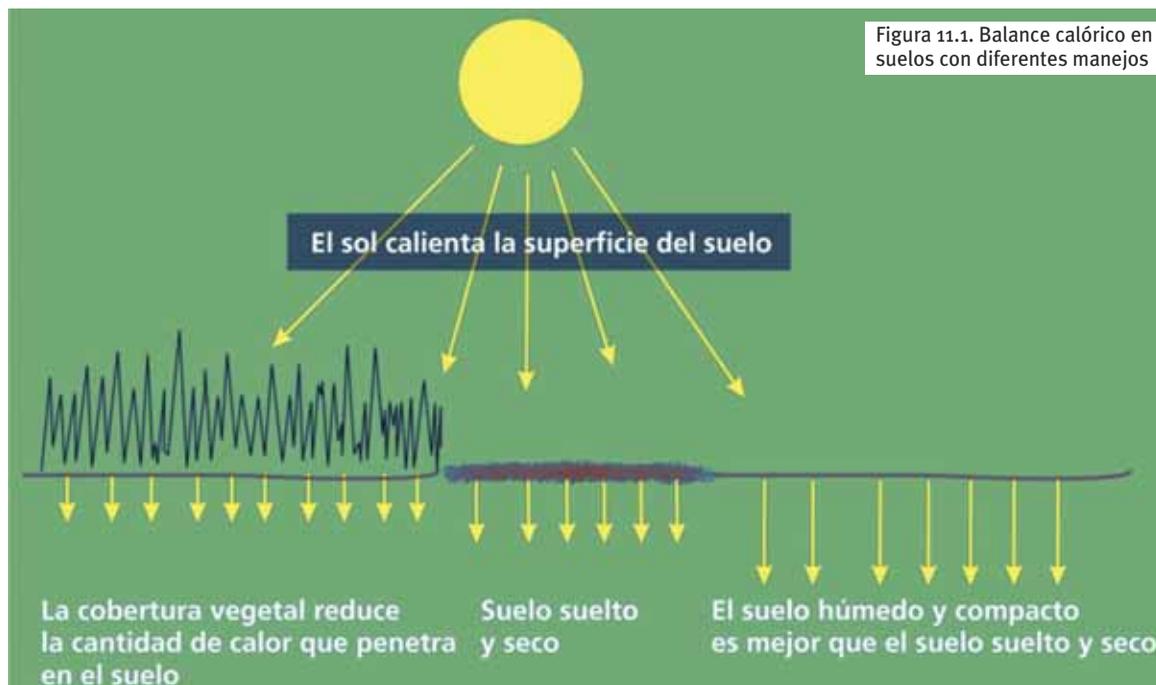
El suelo del monte frutal es un reservorio de la energía recibida del sol durante el día, y la libera a partir de la puesta de sol y durante la noche. Para maximizar esta acumulación de energía es necesario optimizar la conductividad térmica del suelo, con el aumento del contenido de agua y la consiguiente disminución del contenido de aire (Figura 11.1).

En la EEA Alto Valle, durante seis temporadas fueron comparadas las condiciones microclimáticas de un monte frutal en la primavera, manteniendo el suelo del interfilas en un sector libre de vegetación, compactado y húmedo y en otro sector cubierto de vegetación y seco. Se observó que, en general, las ganancias de temperatura en la mayoría de las noches fueron de hasta 1°C en un suelo libre de vegetación, compactado y húmedo, comparadas con las temperaturas de un suelo enmalezado y seco. Las ganancias térmicas se deben a un mayor calenta-

miento del suelo durante el día y una acumulación energética que en su liberación nocturna atenúa la helada. Sin embargo, si por exceso de riego se mantiene el suelo encharcado durante el día o los días siguientes, la energía del sol se refleja en el espejo de agua y vuelve a la atmósfera no pudiendo ser almacenada. El suelo en este caso pierde energía en forma constante y se enfría progresivamente, lográndose así un efecto contrario al de un suelo húmedo.

La preparación del suelo para la defensa pasiva, es decir, libre de vegetación, compactado y húmedo, se debe hacer a partir de la observación de las primeras flores abiertas. De esta manera, cuando las plantas se sensibilizan más al frío se mantiene el suelo en condiciones de absorber energía y disminuir en consecuencia los valores de temperatura mínima.

Si se mantiene el interfilas con una cubierta vegetal permanente, en primavera es recomendable conservar la vegetación a baja altura y con suelo húmedo. Así, parte de la energía incidente del sol llegará al suelo. El uso de estos métodos pasivos de defensa afecta negativamente el recurso suelo, porque disminuye el contenido de materia orgánica y los sucesivos riegos ayudan al ascenso de la capa freática. Bajo estas condiciones, la fisiología de la planta es afectada y en consecuencia se altera su ritmo de desarrollo y crecimiento.



Control activo: consiste en aumentar la temperatura de las plantas e impedir que se alcance el valor de temperatura crítica de daño del órgano a proteger. Independientemente del sistema que se decida utilizar, es necesario saber qué cantidad de calor se pierde en el cultivo. Esta energía perdida es la que se debe aportar para evitar el daño.

Las pérdidas de energía que se producen constantemente en el ambiente vegetal de un monte frutal, incluyendo las plantas y el suelo, son proporcionales a sus temperaturas. En noches sin nubosidad y con temperaturas de 0°C, previo al comienzo de una helada, son de 900.000 kilocalorías/hectárea/hora.

Cuando se protege un área con cualquiera de los métodos activos, se presenta una diferencia de temperatura entre la zona defendida, que se mantiene más caliente, y las áreas adyacentes, con menor temperatura y sin defensa. A medida que transcurre la helada se intensifican las diferencias de temperatura entre ambas áreas y es preciso incrementar los aportes en calorías en la zona protegida. Por ejemplo, para controlar una helada de 5-6°C bajo cero es necesario compensar la pérdida de 2.755.490 kcal/hora/ha.

Si el sistema de control es el riego por aspersión, el agua aporta la energía necesaria para aumentar la temperatura. El calor liberado por cada litro de agua al pasar del estado líquido al sólido es de 80 kcal. Por lo tanto, serán necesarios 34.400 l para proteger 1 ha durante una hora. Esto equivale a utilizar aspersores con una pluviometría de 3,44 mm/h.

En el caso de usar calefactores, el déficit de calor de la hectárea estará en función de la capacidad calórica de estos y del consumo horario de combustible. Un calefactor con una autonomía de 10 horas, un consumo de 1,5 l/h de combustible y una capacidad calórica de 10000 kcal/h, requiere 413 l de combustible/h/ha para hacer eficiente el control (distribuido aproximadamente en 150 calefactores por ha).

Recomendaciones para utilizar el método de riego por aspersión

La condición básica para el adecuado funcionamiento de este método es que durante el tiempo de uso en la defensa haya permanentemente agua lí-

quida congelándose sobre las plantas y órganos que se protegen. El calor liberado por el agua al congelarse, de 80 cal/g se transmite por conducción a través del hielo que recubre a las yemas, flores o frutos de la planta y aumenta así su temperatura.

El diagnóstico y las experiencias realizadas con este método en la zona mostraron que los problemas en los equipos de riego por aspersión se originan principalmente por:

- 1- errores de diseño que consideran aportes de agua insuficiente (mm/h) y con defectuosa distribución.
- 2- deficiente manejo del método (por ej., encendido, apagado, congelamiento de agua en cañerías).

El límite máximo de cantidad de agua a asperjar está relacionado con la capacidad del suelo para absorber esa lluvia y con la sensibilidad del portainjerto al encharcamiento o humedad en el sistema radicular.

En los frutales en general, la rotura de ramas o brindillas debido al peso del hielo, no es un fenómeno importante. La cantidad de hielo que se acumula tiene relación con el milimetraje de agua aplicado y con la duración de la helada.

Inicio de la defensa

Para iniciar la defensa, el operador debe basarse en las temperaturas de resistencia al frío del estado fenológico predominante en ese momento. Éstas son las obtenidas del termómetro húmedo colocado en el mástil fuera del cultivo, en un sector cercano. Al termómetro de mínima se le envuelve una muselina en el bulbo, que permite medir una temperatura mínima muy parecida a la que tendrá el cultivo al ser mojado con la puesta en marcha del equipo de aspersión.

A esta temperatura se la llama de bulbo húmedo. Para mantener el bulbo mojado se le agrega agua destilada y se esperan 10 minutos para que se estabilice antes de hacer la lectura.

Cuando el descenso térmico es brusco, con caídas del orden de 2°C/h o aún más pronunciadas, el equipo se deberá poner en marcha con 1°C por encima de la temperatura crítica de daño.

Si es lento, con caídas de temperatura del orden de 1°C/h o menos importantes, el equipo se pone en marcha cuando se llega a la temperatura de daño indicada para un estado fenológico determinado.

El viento es el principal factor que debe observarse antes de tomar la decisión de iniciar el riego. Es necesario verificar que haya “calma” o que la brisa sea muy suave, es decir, inferior a 3.6 km/h. La altura de esta observación es la de los aspersores. Una buena referencia son las ramas finas de los árboles o la indicación dada por un papel liviano.

Si se observa que la tendencia es hacia un aumento en la velocidad del viento, no se debe comenzar a regar, aunque se haya llegado a la temperatura de daño del vegetal.

Un termómetro de mínima sin muselina instalado dentro del monte frutal a proteger se cubrirá también de hielo e indicará la misma temperatura de las plantas durante el funcionamiento del equipo.

En caso de una interrupción obligada del equipo durante la noche, este termómetro mostrará el descenso térmico que se produzca en las plantas al interrumpirse el aporte de agua líquida. El hielo ya formado sobre las plantas comenzará a pasar al estado de vapor de agua. Las calorías necesarias para este cambio de estado son extraídas de la planta, que sufre, en consecuencia, un rápido enfriamiento.

El tiempo que puede permanecer el equipo sin funcionar sin que se produzcan daños en el vegetal dependerá de la temperatura y la humedad atmosférica en el área sin aspersión. Por ejemplo, cuando la temperatura del área no protegida sea del orden de -6°C a -7°C, y con una humedad relativa del 80%, el equipo sólo podrá permanecer apagado 15 minutos.

Durante el funcionamiento se debe constatar que haya gotas de agua en el extremo inferior de las velas de hielo. Esto indica que sobra agua en ese momento de la noche y que por lo tanto la temperatura en el vegetal es cercana a 0°C.

En la motobomba se debe controlar cada media hora la presión de trabajo, y cada hora el nivel de abatimiento del agua en la perforación. Observar

con linterna desde la cabecera de las filas de plantas el tiempo de giro de los aspersores.

Si se produce una brisa durante el funcionamiento, la única posibilidad de contrarrestar el rápido enfriamiento es aumentar la presión de trabajo con el fin de incrementar el volumen de agua. De esta manera se compensará en parte el aumento de la pérdida de energía del monte frutal.

Fin de la defensa

Luego del amanecer se debe observar el aumento de la temperatura del termómetro húmedo ubicado en el área testigo fuera del monte protegido. En días normales para esta época, con sol y viento en calma, el aumento térmico es sostenido a partir del amanecer. En general, es mayor a 2°C por hora.

El riego puede finalizarse cuando se llega a la misma temperatura que se utilizó para la puesta en marcha. Si, por ejemplo, se comenzó con una temperatura de -1,5°C, cuando se alcanza esa misma temperatura se puede apagar el equipo.

Una vez que los rayos solares atraviesan el hielo, comienza el descongelamiento desde el interior, es decir, del órgano hacia fuera. En este sentido, no es necesario esperar a que se derrita todo el hielo formado sobre la planta para apagar el equipo.

No debe apagarse el equipo en presencia de viento. De realizarse, los órganos de la planta cubiertos de hielo sufren un descenso brusco de temperatura y, en consecuencia, daños severos.

Uso de calefactores antiheladas

En el monte frutal, la transmisión del calor desde un calefactor a las plantas, el aire y el suelo se efectúa a través de los siguientes mecanismos:

- a) convección del aire, el que al calentarse pierde densidad y asciende siendo reemplazado por el aire frío más denso.
- b) radiación de energía de onda larga.
- c) conducción por contacto directo entre una superficie caliente y otra más fría.

En la zona, la calefacción de los montes frutales se lleva a cabo con recipientes simples que queman combustible a fuego libre, o con calefactores más eficientes con chimenea y retorno del combustible mal quemado. Es recomendable la utilización de estos últimos modelos, porque disminuyen el grado de contaminación ambiental.

Los combustibles más empleados son el fuel-oil y las mezclas en proporciones variadas de fuel-oil con gas-oil.

La eficiencia de la calefacción depende de:

El nivel del techo de inversión nocturno: un “techo bajo” redundará en un buen aprovechamiento del calor producido a través de la elevación de la temperatura en el ambiente. Lo contrario ocurrirá con un “techo alto”, donde el calor generado se elevará en el espacio hasta la altura de inversión térmica, con escaso aumento de la temperatura en las capas bajas. Este es uno de los motivos por los cuales es variable el calentamiento que se produce empleando la misma densidad de calefactores y el mismo combustible en dos noches de control.

La superficie a proteger: pequeñas superficies del orden de una a dos hectáreas son mucho más difíciles de defender que superficies mayores, y requerirán el gasto de más combustible para mantener la temperatura en los valores deseados. Esto se encuentra ligado a la relación del área protegida y la contigua no protegida (efecto borde) en la entrada de frío por advección-convección.

Manejo de los calefactores

Para el uso de la calefacción en cualquiera de las variantes que disponen los productores se recomienda:

- 1) Utilizar el termómetro en índice actinotérmico instalado a la altura de las primeras flores dentro del cuadro a proteger.
- 2) Observar la velocidad del descenso térmico a partir de horas previas al inicio de la defensa.
- 3) Tener calculado el tiempo de la operación de encendido. El tiempo medio es de alrededor de 20 minutos/ha/persona.
- 4) Conocer la temperatura de resistencia del culti-

var al frío en el día de la defensa. El encendido se efectúa cuando se está próximo a la temperatura crítica para el estado fenológico en cuestión y teniendo en cuenta el tiempo que se tarde en realizarlo.

- 5) Encender los calefactores en los bordes sur y suroeste de la chacra, y luego continuar prendiendo fila por medio en el interior del monte.
- 6) Posteriormente, tomar la temperatura dentro del monte calefaccionado y, si se mantuvo igual que antes de comenzar, esperar hasta que se reinicie el descenso. Si la temperatura continuó en descenso, se sigue encendiendo el resto de los calefactores.
- 7) Respecto a la abertura de entrada del aire en el calefactor, es conveniente comenzar con la mínima apertura (1/3) e ir aumentándola hasta el amanecer.
- 8) Tener en cuenta que a medida que disminuye el nivel de combustible en los calefactores, desmejora la combustión por falta de oxígeno. Asimismo, los aportes de calorías al monte frutal deben ser crecientes desde el encendido hasta el amanecer.
- 9) Apagar los calefactores cuando aumenta la temperatura y se alcanza el mismo valor que se tomó para el encendido.

11.5. TEMPERATURAS ELEVADAS

La elevada radiación y duración del brillo solar (heliofanía) asociada a altas temperaturas, baja humedad relativa y frecuentes vientos promueven condiciones ambientales estresantes para el desarrollo de los frutos.

Los frutos expuestos a altas temperaturas y elevada radiación solar frecuentemente presentan desordenes fisiológicos y daños en el sector expuesto al sol. Inicialmente el daño en frutos se produce a nivel epidérmico y sub-epidérmico, con desmejoramiento de su apariencia por pérdida de color, amarillamiento, bronceado y en etapa avanzada muerte de los tejidos de la piel (mancha necrótica) y parte de la pulpa (Foto 11.5.).



Foto 11.5. Distintos grados de daño por sol en la variedad Williams

Los síntomas externos luego derivan en cambios en la madurez del sector afectado, posterior ablandamiento y final putrefacción, disminuyendo la posibilidad de almacenaje de los frutos. En nuestra región, en evaluaciones realizadas a campo se ha estimado que la variedad Williams presenta una incidencia de daño por sol o “asoleado” que alcanza el 14%.

Si bien la radiación solar es promotora de asoleado, en nuestra región la temperatura es el factor determinante. La temperatura de la superficie de los frutos (TSF) en la cara expuesta al sol es en promedio 10°C mayor a la temperatura del aire que los rodea. En un día calmo de enero esa diferencia llega a los 15°C.

Durante el día la TSF alcanza valores máximos entre las 13 y 17 horas; por lo tanto, los frutos de las caras norte y oeste de las filas son los más perjudicados. Es importante conocer la TSF, con el fin de realizar operaciones preventivas para asoleado. Estas mediciones pueden efectuarse con sofisticados sensores, pero se pueden determinar con aceptable precisión mediante el uso de un termómetro de sonda conocido como “pincha fruta”, o simplemente sumándole 10°C, como mínimo, a la temperatura del aire del monte frutal. La circulación del aire que rodea al fruto influye actuando como refrigerante. Se ha observado que vientos suaves (6 a 14 km/hora) pueden disminuir la temperatura del aire que rodea al fruto en aproximadamente 4°C.

El daño por sol comienza cuando la temperatura ambiente supera los 30°C y la TSF en la cara expuesta del fruto llega a 45°C. Teniendo en cuenta que la temperatura máxima media de enero en

nuestra región es de 39°C, los frutos en su cara expuesta al sol llegan a superar fácilmente los valores de temperatura suficientes para la desnaturalización de proteínas.

Métodos de prevención

Los métodos de prevención del asoleado aconsejados para Williams son el uso de pantallas y/o protectores solares. Las primeras actúan reflejando las radiaciones solares y bajando así la TSF, mientras que los segundos absorben la energía en exceso previniendo la oxidación de los tejidos del fruto.

En nuestra región no se comercializan todavía protectores, pero existe una amplia oferta de pantallas solares. Dentro de estos productos se encuentran los formulados en base a caolín. El caolín es un polvo blanco y suave constituido fundamentalmente por caolinita, una familia mineral del grupo de las arcillas. Los productos disponibles en el mercado contienen 95% de caolín. La principal diferencia entre estos se encuentra en el porcentaje de caolinita presente en el caolín usado por la empresa que fabrica el producto, y puede variar entre 70 a 93%. Así, por ejemplo, los caolines extraídos de canteras de la provincia de Río Negro tienen concentraciones de 92% de caolinita y el 8% restante lo constituye el cuarzo y la zeolita.

Se comercializa también un nuevo filtro solar formulado en base a óxido de zinc y carbonato de calcio. Se presenta como polvo mojable donde el carbonato de calcio actúa como excipiente del óxido de zinc junto a un tensioactivo. A este producto se le puede agregar un adherente (acetato de polivinilo) que evita el lavado por lluvias o riego.

Es importante tener en cuenta el método de aspersión de las pantallas solares. La aplicación debe realizarse con barras aplicadoras que se acoplan a la pulverizadora y asperjan de arriba hacia abajo logrando una mejor distribución del producto, quedando bien cubiertos los frutos más expuestos al sol. El momento y la frecuencia de aplicación estarán en función de las condiciones de temperatura mencionadas y la dilución del producto por crecimiento de los frutos. Se debe estar atento al pronóstico meteorológico a partir de la segunda quincena de noviembre. Como orientación, las aplicaciones pueden espaciarse entre 15 días a un mes.

Existen otros métodos de protección basados en disminuir la temperatura y radiación solar, por ejemplo, las mallas para sombreado y la aspersión de agua en altura. Estos sistemas, si bien dan buenos resultados como preventivos de asoleado, no son aconsejados para la variedad Williams por la relativa baja incidencia de daño que no justifica la inversión en dichos métodos.

Ningún procedimiento conocido es totalmente efectivo. No obstante, se ha observado un menor descarte y mayor cantidad de frutos comercializables.

Todos los métodos expuestos actúan como preventivos; por lo tanto, se debe estar atento al pronóstico meteorológico y llevar a cabo las operaciones con anticipación a que se presenten las condiciones para asoleado.

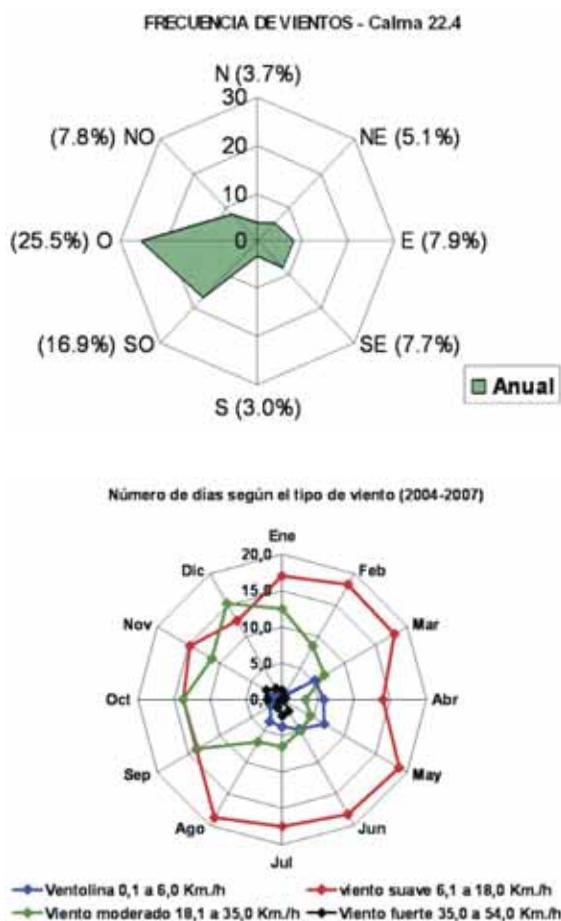
Una vez que se comienza con la prevención del daño por asoleado, ésta no se debe suspender porque el resultado de daño puede ser mayor que si no se hubiese efectuado tratamiento alguno.

Si bien las condiciones climáticas de la región aseguran la presencia del daño por sol, es importante destacar que hay temporadas en las que el grado de asoleado es más bajo. Esta situación se da precisamente cuando la primavera ha sido fresca.

11.6. VIENTOS

En la región, los vientos dominantes son del cuadrante oeste y se caracterizan por su bajo contenido de humedad (Figura 11.2).

Figura 11.2. Características de los vientos regionales, dirección predominante y distribución anual de velocidades máximas.



La planta y el viento

La frecuencia del 50% del cuadrante oeste-sud-oeste y la intensidad mayor de 20 km/h en los meses de primavera y verano generan daños mecánicos y deshidratación en los frutales porque coinciden con los estados de máximo desarrollo vegetativo. Después de períodos ventosos se observa con frecuencia caída de frutos, rameado, rotura y quemado de hojas y brotes nuevos.

Al plegar las hojas, el viento disminuye la capacidad fotosintética de éstas. Por otro lado, aumenta la tasa de transpiración, lo que lleva a condiciones de estrés hídrico que pueden manifestarse en los frutos a través de ciertas fisiopatías. El mayor riesgo de pérdidas por estrés hídrico se sitúa en la copa del árbol. Esto se ha verificado en nuestra región midiendo la evapotranspiración real a diferentes alturas dentro del cuadro.

El efecto más visible del viento se produce sobre el fruto y el daño se conoce como rameado. Éste consiste en una lesión superficial causada por rozamiento del fruto contra estructuras de la planta, lo que provoca suberificación de la epidermis (Foto 11.6 y 11.7).

En variedades tempranas como pera Williams se ha observado hasta un 38% de fruta dañada, del cual el 19% presenta lesiones moderadas a graves (mayores a 2 cm²).

Los daños por rameado dependen del sistema de conducción, tipo de poda, orientación de la plantación y del estado de las cortinas rompevientos. En sistemas de conducción en espaldera se ha observado aproximadamente un 7% menos de daño que en montes de conducción libre.

La defensa contra esta adversidad consiste principalmente en:

- 1) Disponer de cortinas rompevientos en setos vivos o redes plásticas del sector predominante cada 200 metros como mínimo.
- 2) Que la estructura central y lateral de la planta esté fijada a los hilos de conducción y que la poda estimule retención y producción en la parte media de las ramas.

11.6.1. Cortinas rompevientos

En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén es común el uso de cortinas naturales o artificiales. En general, la disposición del sistema de riego en la región determina que los cuadros se rieguen en las direcciones oeste-este o norte-sur, por lo que las barreras están ubicadas en ese sentido. La orientación óptima es de manera perpendicular al viento dominante (suroeste y oeste).



Foto 11.6.



Foto 11.7.

Las barreras perimetrales de la chacra deben tener mayor porosidad que las interiores y el máximo de altura posible. Esto permite un área de protección mayor. La porosidad de la cortina es la que regula su permeabilidad y de ello depende la reducción de la velocidad del viento y el comportamiento turbulento que tenga éste después de atravesada la barrera. Una porosidad óptima es del 50%, dado que protege una longitud de aproximadamente 20 veces la altura de la cortina y no provoca depresiones que den lugar a viento turbulento.

Cuando se utilizan cortinas naturales se cuenta con diferentes variedades o clones de álamos que se adaptan muy bien a nuestra región.

Un primer grupo está conformado por los álamos negros. Los más plantados son el *Populus nigra* cv. Italica o criollo y el *Populus nigra* cv. Thayssiana o chileno. Ambos tienen un porte columnar adecuado para conformar las cortinas y normalmente se plantan en hileras dobles a tresbolillo. Tanto el álamo criollo como el chileno son muy susceptibles al ataque de bicho de cesto.

Desde hace varios años se está utilizando el *P. nigra* cv. Jean Pourtet, conocido como “Blanc de Garonne”, debido a que tiene porte erecto, gran cantidad de ramas finas y mejor crecimiento que los anteriores. Es aconsejable plantarlo en hileras simples. Esta variedad es poco susceptible a bicho de cesto.

Un segundo grupo es el de los álamos blancos, entre ellos el *P. alba* variedad *pyramidalis* o boleana, con porte similar al criollo, que permite ser plantado en hileras dobles; y el *P.x canescens* o híbrido español, con una copa más amplia que el anterior. Ambos se adaptan mejor a suelos arcillosos y con salinidad. Una desventaja es que emiten naturalmente muchos brotes a partir de raíces gemíferas.

Un tercer grupo es el de los álamos híbridos. Los clones más plantados de esta especie son el *P. x canadensis* cv. I-214, cv. I-488, cv. Conti 12 y el cv. *Guardi*. Debido a su amplia copa y a la elevada competencia por luz tienden a arquearse cuando son plantados en hileras dobles. Por lo tanto se recomienda hacerlo en hileras simples. Los híbridos se desarrollan muy bien en suelos sueltos, franco-arenosos y son poco susceptibles a bicho de cesto. La alternativa a las cortinas de origen vegetal son las artificiales, pero para cultivos frutales no son mejores que las naturales. Esto se debe a que con estas estructuras no es posible obtener alturas superiores a los 6 metros por los elevados costos de construcción.

Para construirlas se emplean redes plásticas tejidas de material en polipropileno de color negro, por ser más resistente a la degradación por radiación solar ultravioleta.

Las estadísticas de vientos manifiestan que en los últimos años ha habido un incremento en frecuencia e intensidad en el mes de noviembre, que coincide con el estado de fruto recién cuajado en frutales de pepita. En esta etapa del ciclo de crecimiento es muy importante el efecto de los factores climáticos sobre el desarrollo vegetativo y del fruto.

Es imprescindible contar con un buen sistema de control que asegure la disminución de la velocidad del viento dentro del cultivo.

La tolerancia que pueda llegar a tener la variedad ante este tipo de adversidades climáticas dependerá también del estado nutricional del cultivo y de la manera en que se lleven a cabo las prácticas de manejo. El tipo de riego, la poda, el sistema de conducción y la calidad de las cortinas rompivientos pueden atenuar o intensificar los efectos adversos que estos fenómenos meteorológicos producen sobre la planta en su conjunto.



CAPÍTULO 12 MANEJO DE POSCOSECHA

12.1. MADURACIÓN Y COSECHA DEL FRUTO

Maduración

La maduración es el proceso metabólico y fisiológico a través del cual un fruto verde, firme, ácido, poco azucarado y astringente se transforma en uno coloreado, relativamente blando y de sabor atractivo, es decir, se convierte en un fruto con calidad estética y comestible.

Para determinar el momento óptimo de cosecha, conocer la calidad y evaluar la capacidad de conservación de la fruta, es necesario definir una serie de parámetros conocidos como “índices de madurez”. Estos, en general, no se utilizan por sí solos, y siempre es deseable emplearlos conjuntamente con el fin de tener un conocimiento más real del estado del fruto.

Debido a que los índices de madurez no se pueden realizar con toda la fruta, deben determinarse sobre una muestra representativa del total. Esto quiere decir que cualquier medida que se tome de la muestra (firmeza, almidón, color, etc.) deberá tener un valor equivalente al que se obtendría sobre toda la fruta de la partida. La representatividad de la muestra se consigue cumpliendo dos condiciones: escoger bien los frutos y que su número sea el adecuado.

Muestreo de los frutos en el campo

Este muestreo se realiza para determinar el momento óptimo de cosecha e identificar cuáles son los lotes que se maduran anticipadamente. Es importante comenzar con los muestreos unos días

antes de la fecha probable de inicio de cosecha, debido a que ésta se encuentra sujeta a variaciones entre un año u otro y puede adelantarse. Hay que tomar más de una muestra por semana, ya que la tasa de maduración de peras Williams es mayor que en otras especies y variedades.

Existen diferentes normas para la toma y conformación de la muestra. En general, la heterogeneidad de los frutos a nivel de la planta, su posición en ésta e incluso la disposición en la parcela, hacen muchas veces que la muestra sea insuficiente o poco representativa.

El número de frutos a muestrear dependerá de la densidad de plantación. Se sugiere recolectar al azar 20 frutos que se encuentren a la altura del hombro (1,40 metros), tanto del centro como de la periferia del árbol. Para ello se deben seleccionar al menos 10 árboles representativos del lote. Respetando estas normas se reduce la subjetividad en la selección de la muestra.

Es muy importante recorrer toda la parcela para seleccionar las plantas, que deberán ser representativas del tipo más frecuente y estar homogéneamente repartidas por toda la parcela (tener en cuenta el tipo de suelo, edad de las plantas, etc.). Asimismo, los frutos deberán ser representativos en cuanto a tamaño, color, estado sanitario, etc. y estar repartidos por toda la planta.

Es recomendable que se hagan los análisis correspondientes con el fin de comprobar el estado de madurez de la fruta de cada lote para la toma de decisiones sobre la extensión de la cosecha.

12.2. AUTORIZACIÓN DE LA COSECHA: PROGRAMA DE MADUREZ

El Programa Regional de Madurez es una herramienta legal y técnica a través de la cual productores, técnicos, empresarios y representantes del sector público determinan el momento óptimo de cosecha para cada variedad de peras y manzanas. Definir estas fechas implica que la fruta no se puede cosechar antes del día establecido. Esta medida protege al consumidor, porque evita la compra de productos que no presenten la madurez adecuada para su consumo y técnicamente define el momento a partir del cual los frutos poseen los parámetros que garantizan la madurez fisiológica. Esto asegura

que tengan un comportamiento de poscosecha adecuado para su comercialización inmediata o durante la conservación. La fecha tentativa de cosecha es un pronóstico que se calcula sumando la edad del fruto promedio de los últimos diez años a la fecha de plena floración correspondiente a la variedad en la zona (Tabla 12.1). Está sujeta a modificaciones de acuerdo con las condiciones meteorológicas de la temporada.

En general, los datos históricos zonales muestran que, en las temporadas donde se retrasa la fecha de plena floración, la edad del fruto es menor, acortándose el ciclo necesario para alcanzar los índices de inicio de cosecha. Esto indica que con el retraso de la floración no se retrasa de igual manera la fecha de cosecha.

Tabla 12.1. Número de días de floración a cosecha (edad del fruto) de campañas para pera Williams en la zona de Alto Valle de Río Negro y Neuquén

Campaña	Fecha plena floración	Fecha de cosecha	Edad del fruto
1989/90	28-Sep	13-Ene	107
1990/91	28-Sep	13-Ene	107
1991/92	24-Sep	12-Ene	110
1992/93	26-Sep	10-Ene	106
1993/94	22-Sep	07-Ene	107
1994/95	04-Oct	15-Ene	103
1995/96	28-Sep	12-Ene	106
1996/97	21-Sep	08-Ene	109
1997/98	25-Sep	10-Ene	107
1998/99	29-Sep	11-Ene	104
1999/00	20-Sep	08-Ene	110
2000/01	06-Oct	15-Ene	101
2001/02	26-Sep	10-Ene	106
2002/03	25-Sep	06-Ene	103
2003/04	01-Oct	09-Ene	100
2004/05	22-Sep	10-Ene	110
2005/06	27-Sep	09-Ene	104
2006/07	25-Sep	09-Ene	106
2007/08	01-Oct	10-Ene	101
Promedio	27-Sep	10-Ene	105

Datos provenientes del Programa Regional de Madurez- INTA Alto Valle

12.3. ÍNDICES DE COSECHA Y SU EVOLUCIÓN

Es importante realizar la determinación de todos los índices de madurez para evaluar el estado y la condición de los frutos. Sin embargo, para la determinación del momento de cosecha fundamentalmente se utilizan los valores de firmeza. Los valores recomendados para el inicio de cosecha de pera Williams son:

- Firmeza: 19-21 libras
- Degradación de almidón: 20-25%
- Sólidos solubles: >10%
- Acidez titulable: 3-4 g/l

Los frutos tienen un promedio de caída de firmeza de 1 a 1,5 libras semanales durante el período de cosecha (Figura 12.1). La cosecha se inicia habitualmente con valores de firmeza promedio de 20-21 libras, llegando a 15 libras de promedio para la última semana de enero. Debe tenerse en cuenta que algunas mediciones de firmeza pueden resultar engañosamente mayores si la fruta llega desde el campo con cierto grado de deshidratación.

- Límite exportación ultramar: 15 libras
- Límite países limítrofes: 12 libras

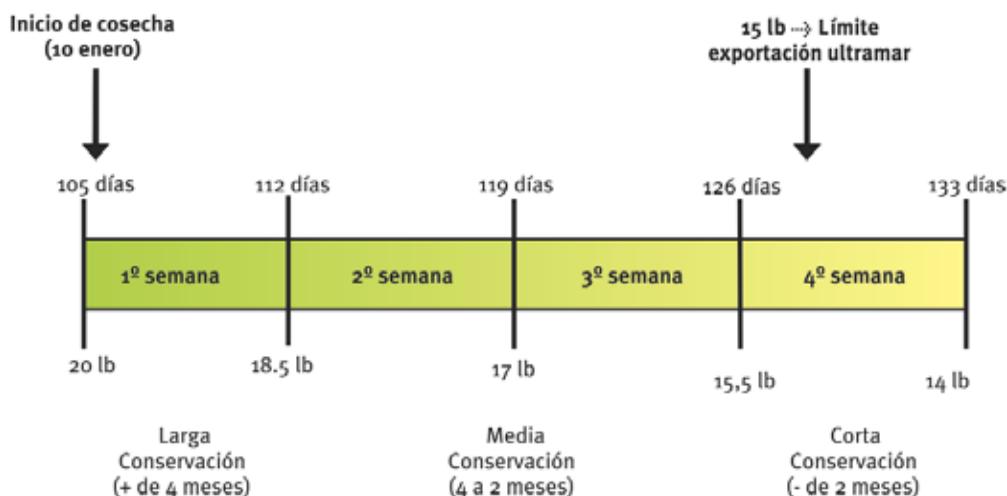
Debido al rápido avance de la madurez en esta variedad, para mantener una buena conservación y condición comercial no es recomendable extender la cosecha más allá de la última semana de enero, aún con firmeza de pulpa aceptable.

Se ha observado que a igual valor de firmeza del lote, a medida que aumenta la edad del fruto disminuye el potencial de conservación, con la aparición de fisiopatías asociadas a la sobremadurez (decaimiento interno de la pulpa).

La posición que ocupan los frutos dentro del árbol influye sobre la maduración, siendo las zonas altas y más expuestas al sol las que maduran antes y sobre las que se debe priorizar la cosecha temprana. Es importante registrar la firmeza promedio y además la firmeza más baja dentro del lote (de la pera más madura), porque en conservación una fruta madura acelera el proceso de maduración del resto y perjudica el lote.

En líneas generales, puede estimarse que las firmezas máximas se encuentran 2 libras por sobre los valores promedio de un lote, mientras que las mínimas, 2 libras por debajo. La tasa de ablandamiento por día es de 0,2 libras y el comportamiento es similar en los frutos con firmezas máximas, medias o mínimas, es decir que cada 5 días se pierde 1 libra (aproximadamente 1,5 libras semanales). Por lo cual, si la cosecha se inicia cuando la fruta tiene 20 libras, después de 15 días se habrá llegado a un valor de 17 libras de promedio, pero con firmezas mínimas de 15 libras que pueden comprometer el destino del lote. Es muy importante tener en cuenta los valores de firmeza mínimos dentro del lote y el porcentaje de frutos con esos valores.

Figura 12.1. Caída de firmeza del fruto



Se recomienda que la fruta tenga una firmeza promedio de 16 libras al ingresar al empaque, de manera de poder cumplir con los límites de embarque establecidos para la exportación de ultramar (15 libras).

En cosechas tardías, con edad de fruto avanzada, se pueden estar ingresando lotes con fruta en diversos estados de madurez, lo cual puede tener consecuencias negativas en la conservación prolongada. Por eso, en especial en lotes de cosechas tardías, utilizar los valores promedio de firmeza del lote puede ocultar situaciones de madurez heterogénea. Hay que tener en cuenta que la fruta de firmeza inferior es la que pone en riesgo la conservación y comercialización del conjunto del lote. Generalmente esta fruta es la responsable de los reclamos, cuando ha cambiado su color y muestra síntomas de sobremadurez, aún cuando el resto de la caja presente buena condición comercial. Por ello, en cosecha, además del valor promedio de firmeza, un parámetro útil para evaluar esta situación podría ser considerar los valores de firmeza que presenten los 5 frutos de firmeza más baja (tamaño de la muestra: 20-30 frutos) y la dispersión entre estos valores y el promedio.

Ejemplo: si el 20% de la muestra tiene una firmeza inferior al límite propuesto para la larga conservación, esta fruta se debería tipificar como de una condición inferior (mediana conservación).

Otras determinaciones que normalmente se realizan (degradación de almidón, acidez titulable, sólidos solubles y color) no son buenos indicadores de la madurez debido a la variabilidad que presentan entre temporadas y a la baja variación durante el periodo de cosecha.

La degradación de almidón se realiza mediante el test de lugol, comparando la tinción de los frutos muestreados con tablas para la variedad. Este índice varía entre el 10-20% al iniciarse la cosecha y muestra una rápida disminución a partir de la primera semana (110 días) (Figura 12.2).

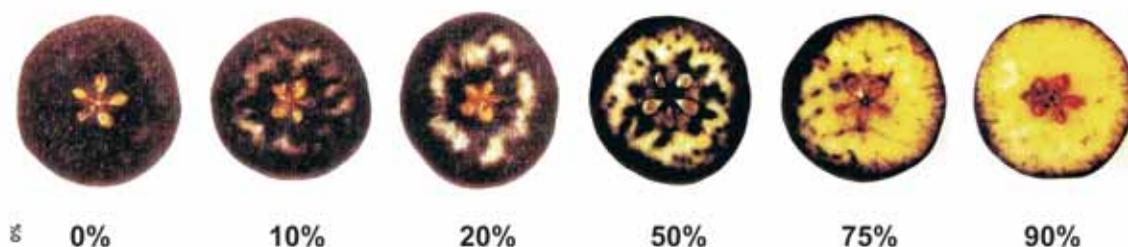
Los sólidos solubles aumentan en el periodo de cosecha a partir de valores cercanos al 10% hasta valores del 12%. La acidez titulable (gramos de ácido málico por litro) desciende desde 4,5 g/l al momento de inicio de cosecha hasta valores inferiores a 3,8 g/l.

A lo largo del período de cosecha, las peras Williams no presentan variaciones importantes en el color de fondo, por lo cual éste no sería un buen indicador del inicio de cosecha. Durante la mayor parte del período de cosecha los frutos se mantienen entre los colores 2 y 3 de la tabla CTIFL de pera. A medida que avanza la cosecha empieza a predominar el color 3 y a partir de la última semana de enero y primera de febrero empiezan a observarse en una proporción variable frutos en estado de maduración avanzada que se corresponden con el color 4 (a veces 5).

Los colores de la tabla de CTIFL son:

- C1: verde muy intenso
- C2: verde intenso
- C3: verde
- C4: verde claro
- C5: verde amarillento
- C6: verde amarillento claro
- C7: amarillo verdoso
- C8: amarillo

Figura 12.2. Escala de degradación de almidón en pera Williams.



12.4. COSECHA: RECOMENDACIONES, CRITERIOS Y CUIDADOS, TRANSPORTE ADECUADO

Se aconseja:

→ Dar a los cosechadores indicaciones precisas, indicando tanto la fruta a recolectar como aquella a dejar en la planta debido a la presencia de defectos claramente visibles, de manera de pre-seleccionar la fruta desde el campo.

→ El operario debe tomar el fruto suavemente y mediante una leve torción hacia arriba lo desprende de la rama fructífera. Se debe evitar presionar la fruta con los dedos. La separación debe producirse en la unión del pedúnculo con la rama, por la presencia de una zona natural de abscisión. La fruta debe recolectarse con pedúnculo completo y sin hojas.

→ Es recomendable que las uñas estén cortas para evitar daños, ya que cualquier lesión aumenta el riesgo de podredumbres, al igual que en las operaciones de selección y embalaje.

→ Para prevenir la caída de frutos maduros, cosechar primero la fruta de la parte baja del árbol y luego colocar la escalera para cosechar la fruta de la parte alta.

→ No debe recolectarse la fruta cuando está mojada o muy húmeda. No se deben recolectar frutos del suelo. Los frutos no deben presentar pudrición ni heridas abiertas.

→ Es requisito indispensable cosechar fruta de madurez homogénea, respetando las indicaciones de los índices de madurez recomendados para esta variedad. Para ello, es importante identificar los lotes que suelen madurar con anterioridad. De la misma forma, prestar atención a las zonas del árbol que maduran antes debido a su mayor exposición al sol, como suelen ser las zonas altas o la cara norte del árbol en las plantaciones orientadas este-oeste.

→ No sobrecargar el cosechero. Ajustar las sogas del cosechero de manera que el largo de la bolsa no supere la altura de las rodillas, para evitar golpes en los frutos al caminar.

→ La carga y el vaciado de los cosecheros deben realizarse cuidadosamente para prevenir golpes y daños por pedúnculo.

→ Debe reducirse al mínimo el número de manipulaciones (número de trasbordos), ya que se incrementa la cantidad de lesiones. Los frutos golpeados tienen una maduración más rápida a causa de una mayor intensidad respiratoria.

→ Acolchar los cosecheros y los bins revisitiéndolos para evitar los daños por abrasión, y verificar que el revestimiento esté en buen estado.

→ Mantener el interior de cosecheros y bins limpio de ramas, pasto u otros residuos que puedan dañar la piel de los frutos o incrementar las heridas por impacto. Asimismo, conservarlos limpios de polvo y tierra para evitar daños por abrasión o roce. También deben extremarse los cuidados para impedir la contaminación de los frutos con residuos orgánicos. La presencia de semillas es una limitante para la comercialización de fruta en ciertos mercados.

→ Descargar la fruta de forma que quede bien distribuida y no ruede desde zonas con más fruta a zonas vacías del bin. No sobrepasar la capacidad de los bins para evitar daños por compresión durante el apilado. Evitar remover la fruta durante la preclasificación en bins.

→ Cosechar la fruta durante las horas frescas del día y mantener los bins a la sombra. Disponer de un adecuado transporte y logística contribuye a reducir la carga de calor de campo y el costo de enfriamiento.

→ La fruta cosechada debe llegar cuanto antes al galpón de empaque. No dejar los bins con fruta en la chacra de un día para el otro. Permitir que la fruta esté afuera durante la noche en los bins y camiones no bajará su temperatura significativamente, y el tiempo perdido en alcanzar su temperatura de conservación afectará su vida posterior. De interrumpir la jornada de trabajo, no dejar la fruta en el monte al mediodía.

❖ Los bins llenos no deben exponerse directamente al sol, ya que unos pocos minutos de exposición elevan considerablemente su temperatura. En términos generales, un fruto expuesto al sol se encuentra unos 5-7°C por encima de la temperatura ambiente, debido a su propio metabolismo.

❖ Cubrir los bins con media sombra previene la exposición directa al sol y al polvo. Si es posible, la malla debe ser blanca ya que el color negro favorece el incremento de la temperatura. Las mallas cobertoras no deben estar en contacto con la fruta y deben permitir la circulación de aire. No cubrir la fruta del bin con ramas, pasto ni rastrojos.

❖ Si es posible, lavar la fruta en la chacra para eliminar polvo y favorecer un enfriamiento durante el transporte al empaque. Desde el punto de vista sanitario, debe tenerse en cuenta la calidad del agua utilizada. Esta operación no deberá realizarse si el transporte implica largos recorridos por caminos de tierra.

❖ Una menor presión en las ruedas del tractor ayuda a disminuir los daños por impacto durante el transporte de los bins, sobre todo si el estado de las calles no es bueno.

❖ Se recomienda el uso de camiones simples para pocos bins (chasis) o semi-remolques para mayor cantidad de bins, y no utilizar estas opciones con acoplado. El camión debe circular a baja velocidad y el sistema de amortiguación debe estar en perfectas condiciones, siendo el sistema de suspensión por aire el más indicado.

12.5. COSECHA EN PASADAS

La pera Williams se cosecha en pasadas debido principalmente a que es necesario que los frutos alcancen un calibre determinado. En un mismo momento, dentro de un lote conviven distintos tamaños de fruto, por lo que algunos son aptos para ser recolectados y otros deberán ser esperados para que continúen con su crecimiento. Los frutos de mayor calibre son más demandados por el mercado, con la ventaja de cosechar más kilos de fruta.

Cosechar en pasadas implica que en un lote se co-

sechará por un periodo de tiempo en distintas fechas, originando distintos estados de madurez de la fruta. Es probable que un porcentaje variable se coseche con madurez avanzada, con mayores daños por asoleado, más descarte y menor potencial de conservación. Sería recomendable que la cosecha de esta variedad no se prolongue más allá de los 20 días siguientes a la fecha del sello, lo que permite normalmente 3 pasadas separadas por una semana. En términos generales, debido a la proporción de calibres comerciales al inicio de la cosecha, se recolectan aproximadamente un 20% de los frutos comerciales en la primera pasada, 50% en la segunda y 30% en la tercera.

Un fruto con edad avanzada tiene menor capacidad para mantener su calidad fuera de la planta. Por lo tanto, cualquier desajuste en el manejo en la cosecha y poscosecha resiente aún más su potencial de conservación y condición comercial. Es prioritario realizar un manejo cuidadoso y preciso sobre la fruta de cosechas avanzadas, para evitar exponerla a condiciones de estrés. También lo es priorizar el procesamiento y enfriamiento rápido.

Las tareas de cosecha se deben ajustar a las recomendaciones descritas en el Manual de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y de higiene para la producción primaria (cultivo, cosecha), acondicionamiento, empaque, almacenamiento y transporte de frutas frescas, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

12.6. ACONDICIONAMIENTO

Establecimiento de empaque

La reglamentación nacional establece que el proceso de empaque se debe efectuar en un establecimiento o galpón de empaque, y las personas o empresas empacadoras deben registrarlos y habilitarlos en el organismo oficial competente (SENASA).

Muestreo de los frutos en la llegada a la planta de empaque

Se realiza para conocer la calidad interna de la fruta antes de introducirla en la cámara frigorífica. Por ello, es necesario hacer el muestreo y el análisis con todo cuidado.

Antes de tomar la muestra se debe observar el mayor número posible de bins. Sería deseable ver toda la partida, con el fin de hacerse una idea del estado general de la fruta en sus diversos aspectos.

La muestra ha de variar de 10 a 20 frutos por carga (camión, remolque, etc.) en función de su tamaño. Es decir que, cuanto más grande sea la carga, más frutos hay que tomar y viceversa. Debe escogerse fruta de diferentes bins, excluyendo aquellos que tengan cualquier anomalía. Seleccionar frutos de tamaño comercial medio (tamaño 90-100), de manera de poder comparar los valores de firmeza entre lotes de diferente tamaño promedio.

Ingreso de la fruta al empaque

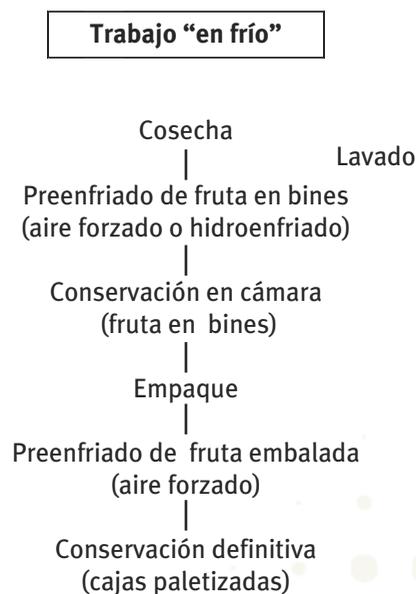
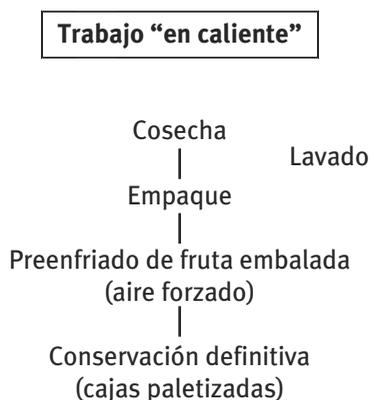
La fruta debe ingresar al empaque el mismo día de la cosecha y en el menor tiempo posible. Se recomienda realizar un lavado con agua limpia, para eliminar polvo y suciedad. Esta operación también permite iniciar un leve descenso de la temperatura de la fruta, por la evaporación del agua a temperatura ambiente. El lavado se lleva a cabo durante el tiempo suficiente para lograr un buen mojado de los frutos.

En general, en esta variedad no se realizan tratamientos de antiescaldantes y fungicidas en drencher. En el caso contrario, verificar que los productos aplicados estén registrados en el país de destino, y tener en cuenta sus límites de tolerancia.

Alternativas de manejo operativo

Una vez llegada la fruta al empaque deben priorizarse dos pautas de manejo imprescindibles para asegurar la buena conservación: llegar cuanto antes a la temperatura de conservación en pulpa y evitar fluctuaciones de temperatura (saltos térmicos). Para ello, lo más indicado sería procesar toda la fruta el mismo día de la cosecha. Cuando esto no es posible debido a que la cantidad de fruta que ingresa supera las posibilidades operativas del empaque, una parte deberá guardarse en frío hasta su proceso. De esta manera, existen dos modalidades de trabajo:

- **Trabajo “en caliente”:** la fruta se procesa al llegar del campo y sin enfriamiento previo. Luego se enfría en cajas previamente paletizadas.
- **Trabajo “en frío”:** la fruta proveniente del campo se enfría en bins y se procesa luego de un período de conservación en cámara.



El proceso “en caliente” está determinado por el flujo de ingreso de fruta al empaque. Por lo tanto, la discontinuidad del ingreso puede afectar la logística de trabajo.

El proceso “en frío” de un lote implica hacerlo sobre la totalidad de fruta de ese lote. Esto significa que se enfriará un porcentaje de fruta que con posterioridad será descartada comercialmente, lo cual significa un costo adicional. Además, con esta alternativa de trabajo se producirán “saltos térmicos” en la temperatura de la fruta.

Se debe tener en cuenta el manejo de los *pallets* en aquellos tamaños extremos (muy grandes o muy pequeños), para evitar fluctuaciones de temperatura, ya que con frecuencia estos tamaños son completados en dos o tres jornadas de trabajo.

12.7. ENFRIAMIENTO DE LOS FRUTOS

Para mantener la calidad, el manejo de la temperatura después de la cosecha es particularmente importante en el caso de variedades precoces como Williams. El objetivo del enfriamiento en poscosecha es disminuir la tasa respiratoria y, por lo tanto, extender la vida de la fruta durante el almacenamiento. Mientras más alta sea la temperatura, mayor será la tasa de respiración y más acelerado el ablandamiento. Un retraso en el enfriamiento disminuye el potencial de conservación, así como incrementa la incidencia de decaimiento interno. La demora en el ingreso al frío resulta muy perjudicial, y sus efectos son potenciados si está acompañada de bajas tasas de enfriamiento.

Existen dos fuentes de calor que afectan a los frutos:

- Calor de campo: es aquel que la fruta adquiere por estar expuesta a las condiciones de campo: temperatura ambiente, exposición al sol, etc.
- Calor de respiración: es la fracción de calor emitida por los frutos debido a su propia actividad metabólica (respiración).

El calor de campo es la fracción más importante al momento de llegar la fruta desde el monte. Este calor se remueve al llegar la fruta al empaque y es el que más energía requiere para ser eliminado. Por

ello, tiene que ser lo más bajo posible al momento de enfriar la fruta, y su eliminación debe realizarse a través de un método rápido y eficiente. Para eliminar el calor de respiración se requiere menos energía, que es la necesaria para mantener una temperatura de régimen constante en cámaras de conservación.

El tiempo entre la cosecha de la fruta y el inicio del enfriado debe ser mínimo, en lo posible dentro del día de la cosecha, ya sea de fruta en bins o emballada. En este sentido, es recomendable efectuar un preenfriado mediante *hidrocooling* o aire forzado.

Para alcanzar las temperaturas de régimen de forma eficiente y rápida desde el punto de vista energético, las temperaturas de la fruta deben ser lo más bajas que sea posible antes de iniciar el proceso definitivo de conservación. Mediante el preenfriado se tiene que lograr reducir la temperatura inicial de la fruta en 7/8. Por ejemplo, si los frutos llegan del campo con 30°C y la temperatura de conservación es de -1°C, con el sistema de preenfriado puede ser suficiente alcanzar los 3-4 °C. De esta manera se elimina la mayor parte del calor de campo en un tiempo reducido, con menores costos energéticos y uso más eficiente de la infraestructura disponible. Eliminar la siguiente fracción de calor (1/8) demora la misma cantidad de tiempo que reducir los primeros 7/8. Luego del preenfriado se pasa a un período de estabilización en cámara y se procede a la conservación definitiva de los frutos.

12.7.1. Sistemas de preenfriado

El tiempo transcurrido desde la cosecha hasta que se obtiene la temperatura deseada en el núcleo del fruto tiene un papel fundamental en la posterior capacidad de conservación.

Aquí se distinguen dos etapas. La primera va desde la cosecha hasta el ingreso al frigorífico, y su manejo depende de la logística de cosecha, transporte y organización de la planta de empaque. La segunda, que transcurre desde el ingreso al frigorífico hasta lograr la temperatura de núcleo del fruto deseada, depende del sistema de enfriamiento.

En general, la temperatura de la fruta es más alta que la del aire y debe determinarse con termómetros de pulpa (“pinchafruta”).

Cualquiera sea el método usado, se debe buscar enfriar lo más rápidamente posible con el uso mínimo de trabajo y energía. La velocidad de enfriamiento difiere entre los tres métodos más utilizados: cámara, aire forzado e *hidrocooling*.

a) Enfriamiento en cámara frigorífica

Es el método más tradicional de enfriamiento y el menos eficiente. Es recomendable su uso en bins y no en fruta embalada, ya que el enfriamiento puede prolongarse demasiado.

Pueden utilizarse temperaturas de aire lo más bajas posible (hasta -7°C), siempre y cuando se monitoree la temperatura en la pulpa para prevenir problemas por congelamiento.

El dimensionamiento de la cámara deberá ajustarse a la cantidad de fruta a enfriar, de manera de llegar a los 7/8 de la temperatura inicial en no más de 48 horas. En caso de no ser posible, se debe reducir el volumen de fruta a enfriar.

Se aconseja evitar el ingreso de fruta caliente en cámaras que contengan fruta fría, para evitar distintos estratos de temperaturas y el sobreenfriamiento de esta última.

b) Hidrocooling

Es el método más recomendable para enfriar fruta en bins. Consiste en mojar la fruta con agua tan fría como sea posible (normalmente entre 0 a 2°C).

El tiempo de permanencia en *hidrocooling* debe permitir el enfriamiento de la fruta hasta alcanzar valores cercanos a los 7/8 de la temperatura inicial, ya que enfriar por debajo de estas temperaturas implica la pérdida de eficiencia del sistema.

El diseño del bin y su recubrimiento deben facilitar que el agua escurra para mantener un caudal de circulación adecuado. Se debe evitar la propagación de enfermedades fúngicas.

c) Aire forzado

El sistema de enfriamiento por aire forzado se basa en obligar la circulación del aire frío a través del producto y los materiales de empaque (cajas, bolsas, etc.). Esto se logra generando una diferencia de presión por medio de ventiladores que

extraen el aire dentro de los recipientes. De esta forma, el aire frío generado en la cámara es forzado a circular a través del material y del producto, aumentando la tasa de transferencia de calor.

La fruta embalada con bolsa se debería llevar a temperaturas lo más cercanas al régimen de conservación, dentro de las posibilidades de tiempos operativos e infraestructura del empaque, para luego ser trasladada a las cámaras de conservación definitivas.

12.8. MANEJO DE LA FRUTA DURANTE EL PROCESO DE EMPAQUE

Debe mantenerse un flujo de fruta constante y uniforme que permita optimizar el rendimiento operativo, realizar con eficiencia los tratamientos en la línea y reducir los daños mecánicos debidos a la acumulación de fruta.

❖ Sistema de volcado

Se aconseja elegir el sistema de volcado (en seco, hidromersor, ecovaciador) que minimice el daño mecánico ya sea por golpes o por abrasión. El volcado en agua es recomendable. Actualmente existen sistemas de volcado que evitan el uso de sales de flotación.

❖ Aplicación de productos en línea

En el caso de aplicar productos, asegurarse que estén registrados en el país de destino y tener en cuenta los límites de tolerancia de estos. El objetivo de la aplicación es lograr un residuo que sea efectivo y que no supere los límites máximos (LMR). Esto dependerá de la concentración de producto en el caldo, del tipo de sistema de aplicación empleado (alto o bajo volumen) y del tiempo de exposición de la fruta al producto. Es importante contar con sistemas de agitación que mantengan una concentración de producto homogénea en el tanque.

❖ Rolado

Las peras Williams son sensibles al manchado de la piel (rolado) debido a daños por roce y/o abrasión con las manos, recolectores, cajones, cepillos, etc.

Entre los factores que afectan la sensibilidad de la fruta al rolado se pueden mencionar:

- Madurez a cosecha: siempre es recomendable cosechar dentro de los rangos de madurez óptima. La fruta muy verde o muy madura puede ser más sensible al rolado, por distintas causas.
- Madurez de la fruta al momento del proceso: cuanto más madura esté la fruta al pasar por la línea, mayor será su sensibilidad al rolado.
- Tiempo entre cosecha y proceso: la sensibilidad al rolado aumenta con el tiempo de permanencia en frío. Puede considerarse que después de 45 días de conservación, la fruta se encuentra en una situación de alto riesgo de rolado.
- Deshidratación: la fruta con mayor deshidratación es más sensible al rolado, debido al aumento en la rugosidad de su superficie.
- Temperatura de proceso: el trabajo de la fruta “en caliente” minimiza las pérdidas por rolado. En caso de trabajar con fruta proveniente de frío, se debe tener en cuenta que su temperatura aumenta a lo largo del proceso de empaque, por lo que se requiere un nuevo proceso de enfriamiento rápido. Es conveniente que la temperatura de la fruta al final del proceso de empaque no supere los 15°C, para evitar pérdidas de calidad y para reducir los tiempos de enfriamiento. De ser posible, estas operaciones deben realizarse en zonas climatizadas.

Recomendaciones para reducir los daños por rolado:

- Mantener la limpieza de la línea para eliminar residuos abrasivos como polvo, tierra, restos de cera seca, etc.
- Reemplazar el uso de cepillos por cintas y reducir la velocidad de trabajo a 25-30 rpm.
- En líneas donde también se procesen manzanas, adaptar las transferencias para el proceso de peras.
- Retirar las cortinas de manera de mantener un flujo de fruta constante.
- Garantizar un correcto secado de la fruta.

12.9. MATERIALES DE EMPAQUE

→ Tipo de cajas

Los envases utilizados, ya sean de madera, cartón o plástico, deben garantizar la correcta circulación de aire frío a través del producto. Para tal fin, es fundamental una mínima superficie de ventilación (troqueles) que favorezca tanto la circulación vertical como horizontal.

→ Tipo de bolsas

Es necesario el uso de bolsas para reducir la pérdida de peso por deshidratación. Ésta comienza desde que el fruto es separado de la planta, y cuando alcanza valores por encima de 4-6% se pueden observar síntomas externos como marchitamiento y arrugamiento de la piel, que reducen el valor comercial del producto. El porcentaje de pérdida de peso se calcula con respecto al peso inicial.

Para seleccionar el tipo de bolsa más apropiada a cada circunstancia, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- La densidad del polietileno influye en la permeabilidad a los gases y al vapor de agua. El polietileno de alta densidad (PEAD) tiene una menor permeabilidad a los gases, por lo que permite una mayor modificación de estos (O₂ y CO₂) que el de baja densidad (PEBD). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que algunas combinaciones de gases pueden causar daño a los frutos. Si bien la permeabilidad al vapor de agua es menor en PEAD que en PEBD, ambos materiales logran mantener la deshidratación de la fruta en niveles comercialmente aceptables.
- El espesor de los materiales influye sobre la resistencia a la rotura y sobre la permeabilidad a los gases y al vapor de agua. A partir de los 20µ de espesor se obtiene suficiente resistencia. A medida que aumenta el espesor se reduce la permeabilidad y se incrementa el costo de la bolsa.
- La cantidad y el tamaño de las perforaciones (superficie perforada) influyen en la velocidad de enfriamiento y en la tasa de deshidratación. Cuanto mayor sea la superficie perforada, mayor será la velocidad de enfriamiento pero se reducirá el control de la deshidratación.

Las perforaciones permiten el intercambio de aire entre el interior y exterior de la bolsa, razón por la cual no hay descenso de O₂ ni aumento de CO₂. La conservación en atmósferas controladas implica el uso de bolsas perforadas para garantizar que la atmósfera dentro de la bolsa sea la misma que la generada en la cámara.

❖ El adecuado cerrado de las bolsas (plegado, torneado, encintado, etc.) es una condición necesaria para obtener los beneficios mencionados, principalmente cuando se pretende generar una modificación en el contenido de O₂ y CO₂.

❖ Para evitar toxicidad por exceso de CO₂ o ausencia de O₂ (anaerobiosis), la bolsa debe cerrarse con una temperatura de fruta tan baja como sea posible. De esta forma se alcanzará más rápido la temperatura óptima de conservación.

❖ Para asegurar la correcta maduración de los frutos, las bolsas sin perforar deben abrirse al finalizar la conservación, antes de exponer la fruta a temperatura ambiente.

12.10. CONSERVACIÓN

12.10.1. Muestreo de los frutos durante la conservación

Durante el proceso de conservación se debe efectuar un seguimiento de la fruta con el fin de evaluar tanto el estado actual como su potencial de comercialización. Los controles deberán ser más frecuentes en tanto y en cuanto más dudosa sea la partida en cuestión.

Se recomienda tomar 20 frutos por partida y hacer dos lotes iguales de 10 frutos cada uno. Sobre el primero se determinan los índices de madurez (firmeza, almidón, ácidos, azúcares, color, etileno, etc.) y calidad (interna y externa). El segundo lote se deberá mantener a temperatura ambiente unos 4-7 días, para simular el proceso normal de comercialización y conocer el estado en que esta fruta llegaría al consumidor. Esto es importante ya que en determinadas ocasiones la fruta que parece estar en buenas condiciones puede tener un deterioro muy rápido durante el proceso comercial. Es fundamental verificar que después del período de ma-

duración a temperatura ambiente la fruta alcance las características organolépticas distintivas de la variedad, que implican ablandamiento normal (4-5 libras de firmeza de pulpa), desarrollo de jugo y viraje del color verde al amarillo (hue menor a 100).

12.10.2. Condiciones de conservación

Temperaturas recomendadas en pulpa: -1°C +/- 0,5°C
Umbral de daño por congelamiento: -2,2°C a -1,7°C (dependiendo del contenido de sólidos solubles totales y del tiempo de exposición)

Humedad relativa ambiente: > 95%

Vida de almacenamiento: 3 a 4 meses (FC); 5 meses (AC)

a) Conservación en frío convencional

Bajo las condiciones citadas se podrá mantener la condición de las peras durante el período de almacenamiento óptimo, que dependerá del estado de madurez de los frutos en el momento de la cosecha. En la mayoría de los casos, el fin de la vida de poscosecha se debe al desarrollo de desórdenes fisiológicos como el decaimiento interno y la escaldadura de senescencia, los cuales se asocian a cosechas tardías, preenfriado insuficiente y condiciones de conservación inapropiadas o demasiado prolongadas.

El punto de congelamiento de la fruta disminuye a medida que aumenta el contenido de sólidos solubles, por lo que se reduce el riesgo de daños por congelamiento. No obstante, las temperaturas de conservación por debajo del umbral recomendado pueden provocar estrés por frío sin llegar a congelar la fruta.

b) Conservación en atmósfera modificada

La conservación en atmósferas modificadas (AM) se refiere a cualquier atmósfera con un contenido gaseoso diferente al del aire (21% de O₂ y 0,03% de CO₂). Se utilizan películas plásticas que crean de forma pasiva una atmósfera modificada, como resultado de la permeabilidad del film y la respiración del fruto. Dentro de las bolsas se generan condiciones de bajo O₂ y alto CO₂ que reducen la tasa metabólica, la pérdida de peso y la pérdida de calidad de las peras Williams, prolongando su vida en poscosecha. Sin embargo, este efecto no se extiende durante la vida en estante al simular las condiciones de comercialización.

Los menores niveles de oxígeno que se producen dentro de las bolsas reducen la pérdida de firmeza, acidez y color verde. Así mismo, se ha demostrado que los mayores niveles de CO₂ mantienen mayores valores de firmeza, mayor retención del color verde y menores porcentajes de podredumbres. Uno de los mecanismos por los cuales las atmósferas enriquecidas en CO₂ o reducidas en O₂ extienden la conservación de la fruta climatérica es por la supresión de la biosíntesis y acción del etileno.

Cabe mencionar que, además de las bolsas citadas, se encuentran disponibles en el mercado otras bolsas de marcas comerciales, con permeabilidad selectiva a los gases o impregnadas con adsorbedores de etileno.

c) Conservación en atmósfera controlada

Las atmósferas controladas (AC) permiten la conservación de pera Williams durante 5 meses. Los niveles de gases empleados en AC dependen de la madurez de la fruta. Un contenido de 1-3% de O₂ con 0-3% de CO₂ ha arrojado buenos resultados.

Las condiciones de AC retrasan la tasa de respiración, la producción de etileno, el cambio de color del verde al amarillo, el ablandamiento, el desarrollo de escaldadura superficial y la incidencia de podredumbres en peras. Sin embargo, pueden aparecer ciertos desórdenes inherentes a su uso, como el daño por alto CO₂ o bajo O₂, y problemas de maduración cuando las frutas se remueven de las condiciones de AC. Estas peras muestran pardeamiento de la pulpa, cavidades en los tejidos dañados y fermentación, que da lugar a la acumulación de acetaldehído, etanol y acetato de etilo y al desarrollo de sabores desagradables.

La AC contribuye a exaltar las características sensoriales intrínsecas del cultivar, al estimular la formación de ácidos orgánicos y la producción de jugo, y retarda considerablemente la senescencia y la aparición de decaimiento interno. Cuando el almacenamiento excede los períodos mencionados o las condiciones de conservación o la madurez de la fruta no han sido los adecuados, las peras Williams se tornan amarillas, pero la jugosidad y su excepcional calidad organolép-

tica desaparecen. Este comportamiento se conoce como “enfermedad del frío”.

d) Aplicación de 1-metilciclopropeno

El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es una nueva tecnología de poscosecha que está disponible para uso comercial en frutos de pepita en Argentina desde 2002, bajo la marca SmartFresh®. En peras Williams, el 1-MCP inhibe la acción del etileno y consecuentemente reduce el ablandamiento, la pérdida de acidez y los cambios de color. Además, controla algunos desórdenes y podredumbres relacionados con la senescencia. El efecto del 1-MCP depende de la concentración utilizada, del grado de madurez de la fruta en el momento del tratamiento y de la duración de la conservación.

Las peras Williams deben tratarse con concentraciones sub-saturantes de 1-MCP, para retrasar la maduración durante el tiempo necesario y permitir la normal maduración durante la vida en estante, post conservación. De esta forma se garantizará que al momento de consumo alcancen las características deseadas por los consumidores: coloración amarilla, sabor dulce, aroma agradable, textura jugosa y ablandamiento normal (2-4 libras de firmeza de pulpa).

Es imprescindible seguir detalladamente las recomendaciones de uso del producto para este cultivar, las cuales se basan en el estado fisiológico de los frutos en el momento del tratamiento:

❖ Se podrán tratar frutos de madurez homogénea con firmeza de pulpa promedio superior a 17 lb y degradación de almidón hasta 40%.

❖ Los lotes altamente variables en su firmeza de pulpa y/o contenido de almidón pueden no responder de manera uniforme al 1-MCP. La madurez de la fruta a cosecha debe indicar que al menos el 90% se encuentre dentro de los niveles de firmeza de pulpa y almidón indicados en las recomendaciones.

❖ El intervalo máximo entre la cosecha y la aplicación debe ser de 6 (seis) días, con el fin de obtener buenos resultados con 1-MCP.

No es conveniente tratar la fruta que ha sido preenfriada en bines de madera, ya que la madera mojada adsorbe el 1-MCP y reduce la efectividad del tratamiento. De no ser posible el uso de bines plásticos, se recomienda aplicar mayores concentraciones.

Para alcanzar la madurez de consumo dentro de los 7 a 12 días de vida en estante a 20°C, las peras tratadas con 1-MCP deben permanecer un mínimo plazo de conservación de forma que pueda revertirse el efecto inhibitorio de la acción de etileno. Es importante realizar un seguimiento del estado de madurez todos los meses, para tomar la decisión de comercialización.

Al igual que en todas las tecnologías de conservación, el manejo adecuado de la temperatura es un punto clave para el éxito del tratamiento con 1-MCP.

e) Atmosferas controladas dinámicas

A diferencia de las condiciones estáticas en las AC, la atmósfera controlada dinámica (ACD) permite ajustar periódicamente los niveles de O₂ para mantenerlos en el mínimo tolerado por la fruta en cada momento y sin provocar daños. De esta forma, el metabolismo de la fruta se reduce al mínimo, lo que favorece el mantenimiento de la calidad. Para tal fin es necesario contar con sensores que indiquen el momento a partir del cual las concentraciones de O₂ dentro de la cámara son demasiado bajas. Los sensores de etanol y fluorescencia de la clorofila han demostrado ser efectivos en detectar la presencia de estrés por bajo O₂ en frutas.

El proceso consiste en un barrido inicial de la cámara hasta alcanzar los niveles de O₂ comúnmente usados en AC y el descenso gradual posterior debido a la propia respiración de la fruta. La tolerancia de la fruta se irá monitoreando a través de los sensores y cuando estos indiquen el inicio de estrés por bajo O₂, se elevarán los niveles de ese gas en un 0.2%, iniciándose aquí un nuevo ciclo de descenso del O₂.

Transporte refrigerado

Al igual que en todas las etapas mencionadas, debe garantizarse que la temperatura de la fruta en la pulpa no sufra variaciones. Para tal fin es recomendable:

- Tener una playa de cargas refrigerada.
- Sacar la fruta inmediatamente antes de cargarla y realizarlo rápidamente.
- Enfriar el termorefrigerado o el *container* antes de la operación de carga.
- Implementar sistemas para el registro de las temperaturas en tránsito.

Planificación

Es importante realizar una planificación previa de las tareas de cosecha, transporte, empaque y preenfriado, cuantificando antes la capacidad operativa de cada uno de estos procesos. La coordinación de estas acciones permitirá optimizar los recursos y reducir pérdidas de tiempo que puedan perjudicar en forma severa la calidad de la fruta.



CAPÍTULO 13

ENFERMEDADES DE POSCOSECHA

Las pérdidas de poscosecha de peras causadas por enfermedades fúngicas, fisiopatías y daños se han incrementado en las últimas décadas, debido a los prolongados períodos de conservación de la fruta, los que se relacionan con el mayor desarrollo tecnológico y la necesidad de abastecimiento de productos de alta calidad a lo largo del año.

Las enfermedades de poscosecha de peras pueden ser:

- a) patogénicas causadas por hongos,
- b) fisiogénicas, enfermedades fisiológicas o fisiopatías, causadas por agentes abióticos o no patógenos; y
- c) daños que pueden ser mecánicos o ambientales, tanto de campo como de conservación.

13.1. ENFERMEDADES PATOGÉNICAS

Durante la estación de crecimiento, en la superficie de los frutos se depositan microorganismos entre los que se encuentran las esporas de hongos. Antes de la cosecha, muy pocas especies de hongos son capaces de afectar al fruto; sin embargo, a medida que avanza la maduración aumenta la susceptibilidad de éstos a las infecciones, originando podredumbres de evolución más o menos rápida según el patógeno involucrado.

En la poscosecha de pera en la región se han registrado como enfermedades fúngicas de mayor importancia el Moho azul causado por *Penicillium expansum* Link y *Penicillium* spp. y el Moho gris causado por *Botrytis cinerea* Pers.

La podredumbre por *Alternaria*, la podredumbre por *Cladosporium* y el Ojo de Pescado causado por *Athelia epiphylla* son enfermedades de aparición esporádica.

Estos patógenos son considerados en general parásitos de heridas, si bien algunos pueden penetrar por pedúnculo o lenticelas. Las heridas suelen ser producidas por la incorrecta manipulación de los frutos, por el granizo o por otros organismos como insectos, aves, etc.

13.1.1. Moho azul o podredumbre húmeda

Ocurrencia e importancia: Es una de las causas de pérdidas más importantes en poscosecha de peras Williams. Se encuentra distribuido mundialmente y también en todas las zonas productoras de Argentina.

Agente causal: *Penicillium expansum* es la especie causal del moho azul más común y de mayor importancia. En la región se aislaron e identificaron dos especies más de este género (*P. echinulatum* y *P. crustosum*) a partir de peras en conservación frigorífica.

Descripción de la enfermedad: Los síntomas del moho azul en peras del cv. Williams consisten en una podredumbre húmeda y blanda, de crecimiento muy rápido a temperatura ambiente, de forma circular, contornos netos y color pardo claro. Los tejidos afectados tienen un aspecto acuoso y se separan fácilmente de los sanos; una leve presión sobre la podredumbre rasga la piel y produce una abundante liberación de líquido. La podredumbre evoluciona más rápido a medida que la fruta madura. El nombre de la enfermedad hace referencia a la presencia de una eflorescencia al principio

blanca y luego de color azul o azul verdoso, constituida por las estructuras reproductivas del hongo (Foto13.1).

Las infecciones se inician a partir de heridas en el fruto, aunque en ocasiones a partir de pedúnculos deshidratados o dañados al ser colonizados por el hongo. Las esporas del hongo pueden sobrevivir de una estación a otra en los bins contaminados, recolectores o paredes de las cámaras frigoríficas. La diseminación de las esporas ocurre fácilmente mediante el transporte por corrientes de aire en empaque y cámaras de conservación. En la planta de empaque, la contaminación de frutos se debe a la presencia de esporas del hongo en el aire, en el agua del preenfriado, en el hidromersor o en otros sitios de transporte de frutas.



Foto 13.1. Moho azul

13.1.2. Moho gris

Ocurrencia e importancia: El moho gris es la segunda enfermedad de importancia en poscosecha después del moho azul, tanto en peras como en manzanas. Se encuentra distribuido en todo el mundo y también en Argentina. Se desarrolla en frutos durante la conservación frigorífica, formando los característicos “nidos” al diseminarse de un fruto enfermo a los frutos vecinos sanos.

Agente causal: *Botrytis cinerea* Pers.

Descripción de la enfermedad: Los síntomas aparecen como podredumbres de color marrón claro, con márgenes difusos e irregulares, de consistencia blanda aunque firme (Foto 13.2a). Con el avance de la enfermedad, el área afectada se torna de un color marrón oscuro. A diferencia de la podredumbre por *Penicillium*, no es posible separar los tejidos enfermos de los sanos, ni se desintegran al presionarlos. Evoluciona rápidamente en los frutos afectados que se encuentran en la oscuridad y con elevada humedad relativa, con desarrollo de abundante micelio blanco a beige. Después de retirada la fruta de la cámara frigorífica, al exponerla a la luz y a temperatura ambiente se va cubriendo de una eflorescencia de color gris, formada por fructificaciones del hongo. Sobre la superficie de los frutos embalados y en conservación suelen observarse estructuras de resistencia del hongo conocidas como esclerocios (negros, duros y redondeados) (Foto 13.2b).

En el cultivar Williams no es frecuente encontrar podredumbres por infección a través del pedúnculo.

Botrytis cinerea sobrevive en el campo sobre materia orgánica en descomposición. La contaminación de los frutos se puede producir por las esporas del hongo en el campo, en el agua del hidromersor y en la planta de empaque.

Es importante la contaminación que se produce en conservación frigorífica desde frutos enfermos a sanos en contacto, originando los típicos nidos. Esto se debe a que el hongo presenta un mecanismo enzimático de degradación y ablandamiento de paredes de frutos sanos y no requiere de heridas en los frutos en contacto (Foto 13.2c).



Foto 13.2a. Moho gris. *Botrytis cinerea* Pers.



Foto 13.2b. Moho gris. *Botrytis cinerea* Pers.



Foto 13.2c. Nido de *Botrytis*

13.1.3. Podredumbre por *Alternaria*

Ocurrencia e importancia: La incidencia de esta podredumbre es menor que la del moho azul y del moho gris y en general no constituye un riesgo para la conservación de peras Williams.

Agente causal: *Alternaria* spp.

Descripción de la enfermedad: La podredumbre que produce *Alternaria* spp. es de textura seca, de contornos netos e irregulares, de un color marrón oscuro a negro, sobre la que se encuentra una eflorescencia también oscura formada por micelio y fructificaciones del hongo.

Alternaria spp. sobrevive a las condiciones desfavorables en el suelo, sobre material vegetal en descomposición. Con frecuencia puede vivir como saprófito o infectar tejidos debilitados de las plantas. En condiciones ambientales favorables produce esporas en abundancia, que son diseminadas por el viento y/o la lluvia. La esporulación se hace más abundante con humedad elevada. Se ha observado que el hongo puede infectar el fruto a través de tejidos debilitados en los que se han producido heridas mecánicas, quemaduras de sol, etc. Las infecciones en los frutos se generan a partir de heridas y los síntomas aparecen durante la conservación (Foto 13.3).



Foto 13.3. Podredumbre por *Alternaria* spp.

13.1.4. Podredumbres lenticelares

Ocurrencia e importancia: Las podredumbres lenticelares, también denominadas “de ojo” son económicamente importantes en otras regiones productoras de peras del mundo.

En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén no hay registros de la presencia de los “Gloesporiums” (*Gloesporium album*, *Gloesporium perenne*, *Gloesporium fructigenum*).

Otra podredumbre lenticelar de aparición esporádica en la región y que presenta importancia económica poco significativa es el “ojo de pescado”.

13.1.4.1. Ojo de pescado

Ocurrencia e importancia: La podredumbre denominada “ojo de pescado” suele hallarse sobre algunos lotes de peras conservadas en cámaras frigoríficas. En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén se la ha encontrado en las variedades comerciales de pera pero no en manzanas.

Agente causal: *Athelia epiphylla* Pers.

Descripción de la enfermedad: Al principio se observan manchas aisladas de color castaño que se originan a partir de heridas. Posteriormente aparecen nuevas manchas sobre las lenticelas. Las manchas son circulares, de bordes netos más oscuros que el centro, el que se presenta deprimido y en algunos casos muestra resquebrajaduras (Foto 13.4a).

En ataques avanzados e intensos las manchas confluyen y se puede observar micelio externo que crece pegado a la superficie del fruto, de color blanco cremoso y que avanza en forma de abanico (Foto 13.4b).

Los frutos pueden contaminarse por esporas que quedan en la madera de los bines. Dado que el hongo se desarrolla lentamente, la enfermedad se manifiesta en frutos almacenados después de varios meses de conservación.



Foto 13.4a. “Ojo de pescado”

Foto 13.4b

13.1.5. Podredumbre por *Cladosporium*

Ocurrencia e importancia: Esta podredumbre se presenta esporádicamente en peras y su importancia en la región es menor.

Agente causal: *Cladosporium herbarum*

Descripción de la enfermedad: Los síntomas consisten en una podredumbre circular y de contorno neto, de color oscuro que tiende al negro. Sobre la superficie de la mancha aparecen filamentos de color oliváceo negruzco (Foto 13.5).

Es una podredumbre de evolución lenta que se manifiesta después de un período de conservación, cerca del final de la vida del fruto.



Foto 13.5. Podredumbre por *Cladosporium*

13.2. MANEJO DE ENFERMEDADES PATOGENICAS DE POSCOSECHA

Las prácticas de manejo de producción de peras en general tienen efecto sobre la conservación en poscosecha, ya sea porque influyen sobre la predisposición de la fruta a la disminución de la calidad o porque afectan las poblaciones y la dispersión de los hongos patógenos.

El manejo de las enfermedades de poscosecha se plantea desde el campo hasta la salida de la fruta embalada del empaque, intentando desarrollar una estrategia integral mediante la cual se tienda a disminuir la utilización de fungicidas de síntesis y a minimizar el riesgo de enfermedades.

13.2.1. En la plantación, durante la estación de crecimiento

❖ Evitar condiciones predisponentes al desarrollo de hongos

La mayoría de los hongos prosperan bajo condiciones de alta humedad. En el monte puede crearse un microclima más seco manteniendo un buen control de malezas y efectuando una adecuada poda y conducción de los frutales, para permitir una correcta circulación de aire dentro de su estructura.

❖ Estimular / favorecer la resistencia natural de la fruta

La susceptibilidad de la fruta a la presencia de enfermedades está influenciada por la nutrición. Los frutos con alto contenido de calcio son menos propensos a las enfermedades patogénicas y a los desórdenes fisiológicos. Se ha demostrado que la resistencia de la fruta a podredumbres se ve incrementada por la aplicación de calcio. En tanto, la fruta con alto grado de nitrógeno es más propensa a los problemas de poscosecha.

Todas las situaciones que favorezcan los desequilibrios nutricionales, de agua o de balance químico, disminuyen la resistencia natural de los frutos a las enfermedades.

13.2.2. Durante la cosecha

...✦ Cosechar en el punto de madurez óptima

Los frutos recolectados en el momento oportuno de cosecha mantienen más tiempo la calidad en la conservación en frío. La aplicación del dicho popular “la última fruta que ingresa a conservación es la primera en salir” considera un enfoque razonable para decidir qué lotes de fruta almacenar por más tiempo y cuáles comercializar más rápido. Los frutos cosechados en el momento oportuno de recolección tienen una mayor resistencia genética a los microorganismos que los cosechados en períodos más tardíos. Cosechar todo lo que sea posible en el punto de madurez óptima ayudará a reducir la incidencia de las podredumbres.

...✦ Mantener limpios y desinfectados los bins de cosecha

Los bins deben estar limpios y desinfectados antes de ser utilizados y mantenerse de ese modo durante su uso. Hay que evitar juntar restos del monte frutal en el fondo de los bins y tener la precaución de que los bins sucios no ingresen a la zona de alimentación donde se desaloja la fruta. La desinfección de los envases se puede realizar con hipoclorito de sodio (120-150ppm). No se debe permitir que se coseche fruta del suelo. Frutos caídos en el suelo o próximos a él pueden contaminarse con *Phytophthora cactorum*, cuya podredumbre se manifiesta a principios de la conservación y en condiciones de alta humedad relativa, y suele estar acompañada por un micelio superficial.

...✦ Enfriar la fruta rápidamente

No permitir que los bins con fruta permanezcan al sol. Se deben ubicar a la sombra si el transporte no es inmediato y/o llevarlos a la cámara de pre-enfriado tan pronto como sea posible. Las cámaras diseñadas para quitar el calor de campo de la fruta cosechada en forma rápida mejoran la calidad de la fruta en la conservación frigorífica y reducen el riesgo de decaimiento y podredumbres.

...✦ Manejar la fruta con cuidado

Los daños (golpes y heridas) a los frutos durante la cosecha y su manejo representan el factor más importante que conduce a las podredumbres de peras en poscosecha. Hay diferentes alternativas que pueden facilitar el manejo del fruto en forma suave: a) alentar una cuidadosa recolección y volcado de

la fruta desde el recolector a los bins; b) suavizar y nivelar los caminos de chacra o del área de carga; c) realizar un manejo correcto de los elevadores y camiones; d) mantener los caminos firmes y regados para evitar el rolado por el efecto abrasivo del polvo sobre la fruta; e) es recomendable lavar la pera contenida en los bins a la salida de la chacra.

13.2.3. Después de la cosecha

...✦ Limpieza del suelo del monte frutal

La fruta caída puede ser fuente de nutrientes para la rápida multiplicación de patógenos de poscosecha. Por ello, fruta caída tempranamente deberá quitarse del suelo para reducir las poblaciones de hongos capaces de causar podredumbres en conservación.

13.2.4. En la planta de empaque

...✦ Previo al ingreso

Antes de la selección o empaque se puede realizar un lavado de la fruta en bins (*drencher*) a los efectos de disminuir el calor de campo.

En general, en las plantas de empaque de la región no es frecuente el uso de antiescaldantes y fungicidas para esta variedad. Sin embargo, en caso de emplearse se deberá tener la precaución de que los productos estén registrados en los países de origen y de destino y que se respeten los límites de tolerancia. Si el baño funciona por recirculación, la solución deberá cambiarse regularmente, para evitar la acumulación de esporas de hongos. También se recomienda mantener la concentración del producto utilizado.

...✦ En el empaque

a) Sistema de volcado: tal como se indica en el capítulo anterior, conviene elegir un sistema de volcado que minimice los daños (golpes, heridas). En caso de utilizarse volcado en agua, ésta deberá estar clorada a una concentración adecuada y mantenida durante todo el proceso, para asegurar la eficiencia del producto desinfectante.

b) Sales de flotación y desinfectantes: en un estudio realizado en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén se demostró que las poblaciones de *Penicillium* spp. en el agua del hidromersor aumentan en relación con el tiempo en que el

agua se mantiene sin cambiar y con la cantidad de fruta volcada en un período determinado.

Los desinfectantes para reducir la población de esporas en las piletas del hidroiñmensor utilizadas en la región son a base de cloro. Este producto es efectivo con una concentración de cloro activo de 100–150ppm. Las concentraciones deben chequearse con frecuencia ya que los restos del monte, la materia orgánica y la variación del pH del agua favorecen la pérdida del cloro activo.

El pH del agua del hidroiñmensor debe estar entre 6.5-7.6, preferentemente en el entorno de 7, para que no se vea afectada la concentración.

De utilizarse sales de flotación, no existe interferencia entre éstas y el cloro. Lo recomendado es preparar la solución de sales primero y luego agregar el cloro.

Debe tenerse en cuenta que los equipos empleados en la zona para la medición y control del cloro no indican la concentración de cloro activo sino del cloro total, la que no presenta diferencias significativas siempre y cuando se trabaje en el entorno del pH recomendado.

La medición de pH es recomendable efectuarla con pHímetro digital, puesto que la realizada con indicador puede verse afectada por el cloro de la solución.

Se debe evitar que el agua del hidroiñmensor tenga temperaturas superiores a 30°C que pudieran acelerar la pérdida de cloro.

La fruta debe recibir un enjuague con agua potable después de dejar el hidroiñmensor. Las soluciones de las piletas deben ser renovadas con frecuencia, para disminuir la cantidad de esporas y la acumulación de restos orgánicos.

- c) Diseño de la línea de empaque: se recomienda evitar los bordes filosos y caídas bruscas que puedan lastimar o marcar la fruta y utilizar superficies acolchadas siempre que sea posible, para amortiguar los impactos durante el proceso.

••• Tratamientos en línea de empaque

En la región, las podredumbres por *Penicillium* se

controlaron desde 1970 con fungicidas benzimidazoles en los tratamientos de poscosecha. Sin embargo, el uso continuo de estos productos ocasionó la aparición de cepas resistentes, con incrementos en las pérdidas por podredumbres. En la actualidad, la presencia de estas cepas y la presión de los mercados externos para reducir el uso de fungicidas plantean la necesidad de nuevas estrategias de manejo de la enfermedad.

Durante la conservación frigorífica, peras sin síntomas pero con los pedúnculos contaminados con esporas del hongo constituyen una importante fuente de inóculo al momento de manipular la fruta, ya que pueden causar heridas en los frutos sanos, con lo cual se produce la contaminación, inoculación y dispersión de cepas resistentes del patógeno.

Ciertos fungicidas se pueden aplicar a la fruta antes de ingresar al frío; en este caso los productos utilizados deben estar registrados en los países de origen y destino, no deben superar los límites máximos de residuos permitidos (LMRs) y deben asegurar la cobertura en toda la superficie del fruto. Se recomienda el uso alternado de fungicidas con diferente modo de acción, a los efectos de evitar la generación de cepas resistentes (Tabla 13.1).

En la línea de empaque se deben aplicar los productos a la concentración indicada en el marbete. Se debe contar con un sistema de agitación que asegure la homogeneidad del caldo y con uno de aplicación que brinde una buena cobertura del fruto.

Tabla 13.1. Principios activos disponibles para patógenos de poscosecha en peras

Principio Activo	Grupo Fungicida	Función	Modo de acción
Benomyl	Benzimidazol	Sistémica	Inhibidor de la mitosis
Captan	Ftalimida	Contacto Preventiva	Inhibidor de la respiración de hongos
Carbendazim	Benzimidazol	Sistémica Preventiva Curativa	Inhibidor de la mitosis
Fludioxonil	Fenilpirrol	Sistémica	Reduce el crecimiento del micelio
Imazalil	Imidazol	Contacto y Sistémica Protectiva y Curativa	Inhibe la síntesis del ergosterol Altera la función de la membrana e inhibe la esporulación
Iprodione	Dicarboximida	Contacto Protectiva	Inhibidor de la germinación de esporas y el crecimiento miceliar
Metil Tiofanato	Benzimidazol	Sistémica Preventiva Curativa	Inhibición de la mitosis
Pyrimetanil*	Anilinyrimidina		Interfiere en síntesis de proteínas
Tiabendazole	Benzimidazol	Sistémica Preventiva Curativa	Inhibidor de la mitosis

* En fase de registro en Argentina

❖ Almacenamiento

a) Bajas temperaturas y alta humedad: Se deben mantener las temperaturas tan bajas como sea posible porque éstas ralentizan el desarrollo de las enfermedades y del proceso de madurez del fruto. Deben evitarse temperaturas de congelamiento ya que este daño predispone a enfermedades fúngicas. Así como también debe evitarse el ingreso de fruta caliente a las cámaras que ya contienen fruta fría.

A pesar de que la humedad puede favorecer el desarrollo de podredumbres de la fruta, es necesario que sea lo suficientemente alta como para evitar la deshidratación.

b) Almacenamiento en atmósfera controlada (AC): Mientras que esta tecnología no controla la mayoría de los patógenos de poscosecha, el bajo nivel de O₂ (1-2%) disminuye el desarrollo de la mayoría de las podredumbres.

c) Fuentes de etileno: No se debe almacenar fruta de diferente especie o de la misma especie con diferentes grados de maduración. A medida que maduran los frutos aumenta su susceptibilidad a podredumbres.

Mantener buenos registros sobre el almacenamiento y comportamiento de los diferentes lotes de fruta. Esto ayudará en la determinación de una óptima secuencia de despacho.

❖ *Materiales de empaque y carga*

Se recomienda utilizar materiales que minimicen las marcas y daños de la fruta durante la carga y el transporte. Tomar todos los recaudos que garanticen un manejo suave y cuidadoso de la fruta durante la carga y tránsito. Asegurar el mantenimiento de las temperaturas correctas (cadena de frío) durante el envío de fruta hasta su entrega al consumidor.

13.3. ENFERMEDADES FISIOLÓGICAS

Se denomina enfermedades fisiológicas, fisiológicas o fisiopatías a las enfermedades de las plantas provocadas por agentes no bióticos, es decir, aquellas en las que no se encuentran involucrados organismos vivos. Los desórdenes fisiológicos son degradaciones de los tejidos en respuesta a un ambiente adverso, especialmente en lo que a la temperatura se refiere, o a una deficiencia nutritiva durante el desarrollo.

Su diagnóstico resulta bastante dificultoso, pero se puede establecer por la presencia de síntomas característicos, dados por la falta o exceso de un determinado factor y mediante análisis cuidadosos de las condiciones climáticas que prevalecían antes de la aparición de la enfermedad.

Pueden deberse a deficiencia o exceso de algún factor que permite la continuidad de la vida de las plantas y se las clasifica en mecánicas (golpes, amputaciones, laceraciones), físicas (temperaturas extremadamente altas o bajas), químicas (por ej. plaguicidas vencidos o mal aplicados, contaminación ambiental) y nutricionales (carencia, exceso o desequilibrio de elementos minerales).

Las enfermedades fisiológicas, por producirse en ausencia de patógenos, no se pueden transmitir de plantas enfermas a plantas sanas, pero afectan a las plantas en cualquier etapa de su desarrollo, pudiendo ocasionar perjuicios a campo, durante el almacenamiento o la comercialización.

Las enfermedades fisiológicas no parasitarias o no infecciosas implican un proceso más o menos duradero hasta la aparición de los síntomas (deficiencias nutritivas, sequía, etc.). Es necesario diferenciarlas

de los daños no parasitarios o no infecciosos, que corresponden a efectos rápidos (por ej. lesiones por granizo) no derivados de procesos prolongados.

Las principales enfermedades fisiológicas en peras Williams de la región son: cáliz amarillo, cáliz negro y cáliz duro, decaimiento del corazón, escaldadura de senescencia, deshidratación, enfermedad del frío, maduración incompleta y escaldadura superficial.

13.3.1. Cáliz amarillo o maduración prematura del cáliz

Ocurrencia e importancia: este desorden aparece generalmente en la fruta que se encuentra en el árbol, aunque también se lo ha observado en el almacenamiento. En todos los casos afecta la calidad comercial, reduce las expectativas de vida en almacenamiento y dificulta las tareas de selección y clasificación. En la región, el cáliz amarillo sólo se ha presentado en peras Williams inmaduras.

Síntomas: el síntoma característico es el amarillamiento prematuro de la base del fruto, en la zona cercana al cáliz, cuyos tejidos maduran en forma anticipada. Cuando los frutos se encuentran verdes, la sintomatología comienza con una pigmentación rosada en los sépalos, por lo que también se la conoce como cáliz rosa. Cuando el resto de los frutos se aproxima a la madurez comercial, los afectados ya están senescentes.

Factores causales: la aparición de esta fisiopatía está relacionada a temporadas frescas (temperaturas menores a 7°C) o temperaturas fluctuantes durante los últimos cuarenta días anteriores a la cosecha, que ocasionan un anticipo de la madurez que comienza en el sector del cáliz. Esta sintomatología, denominada cáliz amarillo, produce un rápido ablandamiento y la pérdida total de la capacidad de conservación.

Métodos de control: cuando se presentan estas condiciones climáticas predisponentes es preciso alertar sobre el aumento del riesgo y hacer recomendaciones precisas para disminuir sus efectos.

Para que llegue al mercado el mínimo número de frutos con cáliz amarillo es conveniente:

❖ Ser muy estrictos en la selección de los frutos, descartando todas las peras en las que se observe hasta el mínimo síntoma de la enfermedad. El frío frenará su desarrollo durante un tiempo que será más prolongado si se preenfria rápidamente. Sin embargo, el proceso se retarda pero no se detiene y, como los tejidos que maduran emiten etileno, éste actúa como estimulante de la maduración y del desorden en los frutos sanos.

❖ Dejar muestras de fruta almacenada para su extracción periódica, con el fin de detectar la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad y dar por finalizada la conservación.

❖ Recordar que si se desea mantener la calidad y homogeneidad del lote de pera que se comercializa, los frutos sospechados de cáliz amarillo deben ser descartados antes de embalar.

13.3.2. Cáliz negro (*black end*) o cáliz duro (*hard end*)

Ocurrencia e importancia: el cáliz negro o cáliz duro, ocurre en la mayoría de las regiones productoras de peras. Las variedades Bartlett y en particular Williams son susceptibles a este desorden.

Síntomas: los primeros síntomas de cáliz negro se hacen evidentes cuando el fruto se encuentra a un tercio o la mitad del crecimiento, como un aparente desplazamiento hacia adelante del cáliz debido al desarrollo retardado de los tejidos a su alrededor.

Otro síntoma es el agrandamiento de la apertura del cáliz. En este momento la epidermis sobre la porción afectada aparece endurecida y brillante. A medida que el desorden progresa, los lóbulos del cáliz se tornan negros, los tejidos que rodean su apertura se hacen duros y comienza a formarse una coloración amarronada. Esa coloración puede aparecer al principio en puntos separados que hacia el final confluyen. En otras ocasiones, una gran área puede estar completa y uniformemente coloreada desde el principio. El color final del tejido afectado es negro, y pueden aparecer rajaduras a lo largo de la zona ennegrecida. Usualmente no profundiza en la pulpa y a menudo está afectada sólo la piel. Los frutos menos afectados pueden no estar

coloreados, pero sí tener la pulpa dura alrededor del cáliz y la apariencia punteada o con protuberancias que caracteriza a los frutos con cáliz negro. La parte afectada es probable que posea un color verde más luminoso o intenso que los frutos sanos, hasta su total maduración.

El cáliz negro no se desarrolla o incrementa en conservación o tránsito.

A menudo, el cáliz negro y el cáliz duro son estadios diferentes de una misma fisiopatía, mientras que otras veces, el cáliz duro se presenta como otra manifestación de cáliz negro pero sin la coloración que aparece en el área de la cavidad calicinal. Los tejidos afectados permanecen muy duros y casi nunca se ablandan en la maduración. El fruto con el desorden es pequeño y crece más lentamente; el tejido en el área del cáliz tiene menor concentración de Calcio y de Boro, alta actividad de la polifenoloxidasas y un alto contenido de sólidos solubles.

Los síntomas en las hojas de los árboles con frutos con cáliz negro no son evidentes, pero dichos árboles tienen una tendencia a dar frutos con esta alteración cada año. Williams es una variedad susceptible, aunque la susceptibilidad puede variar dentro del área de crecimiento.

Factores causales: el cáliz negro o el cáliz duro son atribuidos a una incompatibilidad entre variedad y portainjerto y a desequilibrios en el balance hídrico de los árboles, debido al suministro insuficiente de agua por parte de las raíces, posiblemente por un restringido sistema radical. Esto mismo sucede por falta o exceso de agua en el suelo, lo cual provoca la podredumbre y disgregación de las raicillas, incapacitándolas para la absorción.

Esta enfermedad ocurre con frecuencia en perales injertados sobre portainjertos orientales como *Pyrus serotina* y *Pyrus ussuriensis*, algo en pie de membrillero y es poco frecuente sobre pie franco (*Pyrus communis*). Se destacan Williams y Beurre D'Anjou como las más susceptibles. En los valles del norte patagónico, donde se utiliza masivamente el pie franco, se ha observado el desorden en forma puntual en peras de aquellas variedades y con menor frecuencia en Packham's Triumph y Winter Bartlett.

Medidas de control: en la región, dadas las características del cultivo de las peras europeas, cuando aparece cáliz negro es importante buscar las causas y la frecuencia con que ocurre, ver si se trata del problema de una planta, de algunas en particular o si el desorden se ha generalizado y comprobar los registros de riegos efectuados y la persistencia del agua en el suelo. La evaluación del problema permitirá diferenciar una situación de incompatibilidad de otra en la que existiría dificultad para la absorción de agua, y consecuentemente implementar las prácticas de manejo necesarias para solucionarlo.

Deben usarse portainjertos francos y proveer de un suplemento uniforme del agua de riego.

13.3.3. Decaimiento del corazón (*core breakdown*)

Ocurrencia e importancia: las peras Williams son las más afectadas por este desorden, que es una fisiopatía ligada a la senescencia y un parámetro indicador de senilidad prematura.

Síntomas: el decaimiento comienza comprometiéndose la zona del corazón, que adquiere una coloración parda y se ablanda; a veces se extiende a los tejidos cercanos de la pulpa, generalmente a través de los haces vasculares que se encuentran entre el pedúnculo y el corazón. El área afectada es de consistencia blanda y húmeda y en los estadios finales se puede separar con facilidad el corazón del resto del

fruto, que también se deteriora (Fotos 13.6a y 13.6b). Se ha comprobado que en peras sobremaduras se produce un aumento considerable del contenido de CO₂ pero, al igual que el acetaldehído, que también está presente en frutos decaídos, no parece ser el causante del desorden.

En general, estos síntomas internos están acompañados externamente por escaldadura de senescencia.

Factores causales: la predisposición a esta fisiopatía es mayor en:

- frutos grandes
- frutos provenientes de cosechas tardías
- frutos con estrés hídrico y/o nutricional
- prácticas inadecuadas de manejo después de la cosecha, tales como demora en el ingreso al frío,
- uso de temperaturas más elevadas que las convenientes durante la conservación,
- periodos de almacenamiento muy prolongados,
- comercialización sin cadena de frío y largas permanencias en estante,
- congelamiento de los frutos en la cámara y su incapacidad para reponerse.

Métodos de control: para postergar la aparición del decaimiento se deben aplicar las técnicas necesarias para un manejo racional de la cosecha, de todos los procesos de la poscosecha y de los factores causantes de esta fisiopatía.



Foto 13.6 a. Decaimiento del corazón



Foto 13.6 b. Decaimiento del corazón

13.3.4. Deshidratación

Ocurrencia e importancia: es uno de los principales problemas del cv. Williams en conservación.

Síntomas: es ocasionada por la pérdida de agua por transpiración. Se caracteriza por el arrugamiento de la epidermis y el aspecto esponjoso y flácido que adquiere el fruto a medida que las células pierden turgencia.

Las pérdidas de agua de hasta el 3-4% del peso del fruto no provocan síntomas visibles. A partir del 5% el pedúnculo pierde elasticidad y se arruga, al igual que la epidermis de la zona cercana. A medida que avanza la deshidratación, va comprometiendo el resto del fruto, con arrugamiento externo e internamente pérdida de jugo, sabor y aroma.

Factores causales: los frutos de cosecha temprana son más susceptibles a la deshidratación, en especial si se los almacena en bins o grandes envases, sin las protecciones adecuadas. Asimismo contribuyen:

- la demora en el ingreso de la fruta cosechada al frigorífico;
- la falta de humedad suficiente en los locales de almacenamiento;
- la excesiva velocidad de remoción del aire de dichos locales.

Método de control: para evitar los problemas de deshidratación, que no solo reducen los kilogramos de mercadería almacenada sino que desmejoran su aspecto, es necesario un control estricto de la humedad relativa de los recintos de almacenamiento y de los contenedores de transporte, manteniéndola en los niveles óptimos (95%) requeridos por la variedad.

13.3.5. Enfermedad del frío o maduración incompleta

Ocurrencia e importancia: en general, no aparece todos los años y, cuando lo hace, no afecta todas las partidas, pero es un indicador de la incapacidad de los frutos de madurar normalmente bajo ciertas condiciones de crecimiento y/o conservación.

Es común que se almacene Williams en atmósfera convencional por más de 3 meses, período aconsejado para mantener los máximos atributos organolépticos propios de la variedad. En la mayoría de las temporadas lo tolera, pero en otras sobreviene la denominada “enfermedad del frío” o incapacidad del fruto para madurar correctamente. Williams es la variedad más afectada.

Síntomas: después de 3-4 meses de almacenamiento, las peras toman el color amarillo característico de las peras maduras, pero la pulpa se mantiene firme y hay una notable pérdida de sabor. Los frutos pierden jugo y pueden permanecer largo tiempo en ese estado sin presentar decaimiento interno y sin síntomas externos de senescencia, pero con una importante disminución de las cualidades organolépticas.

Factores causales: se ha observado que esta fisiopatía ocurre con temperaturas muy bajas de almacenamiento, sin llegar a las condiciones de congelamiento o, lo que es más frecuente, por permanencias en el frío durante períodos mayores a los tolerados por las condiciones fisiológicas del fruto en el momento del ingreso a cámara refrigerada.

Método de control: experiencias realizadas en la Estación Experimental Alto Valle del INTA, con atmósferas controladas y concentraciones de 1 a 2% de O₂ y 1 a 1,5% de CO₂ mostraron una maduración normal con gran profusión de jugo y mayor frescura. Esto sucedió tanto al mantener los frutos durante todo el período en atmósfera controlada como tres meses en atmósfera controlada y posteriormente uno o dos en atmósfera convencional, según el estado de madurez de los frutos.

13.3.6. Escaldadura blanda

Ocurrencia e importancia: tiempo atrás, esta enfermedad era sólo considerada para manzanas. Sin embargo, en los últimos años ha sido mencionada también en algunas variedades como Williams, siendo la variedad Abate Fetel la más susceptible. En la región no se han observado daños en ninguna de las variedades susceptibles.

Síntomas: parece ser la manifestación de una incapacidad por parte del fruto, para eliminar los productos tóxicos del metabolismo a bajas temperaturas y distintas concentraciones gaseosas.

Al principio, en el fruto que madura en el almacenamiento, aparecen unas manchas verdes sobre el amarillo de la epidermis, alargadas en el mismo sentido del largo del fruto. Posteriormente van cambiando al marrón y al negro a medida que profundizan, interesando las primeras capas de células de la pulpa.

Factores causales: entre los factores predisponentes se citan:

- ❖ Elevadas temperaturas durante la cosecha, combinadas con una gran disponibilidad de agua.
- ❖ Cosechas tardías.
- ❖ Frutos grandes.
- ❖ Enfriamiento excesivamente rápido en un momento de intensa actividad metabólica.

Método de control: algunos autores aseguran haber disminuido la incidencia de esta fisiopatía en otras variedades de peras, garantizando un buen balance nutricional, en especial con respecto al calcio.

13.3.7. Escaldadura de senescencia

Ocurrencia e importancia: es un desorden fisiológico que produce manchas marrones a negras en la piel de las peras Williams. Está asociada con frutos que han cambiado de color en el almacenamiento y han perdido su capacidad de madurar normalmente.

Síntomas: comienza por un amarronamiento de la piel en forma de pequeñas manchas aisladas, en general cercanas al cáliz, que luego aumentan de tamaño y confluyen hasta que invaden la totalidad de la epidermis del fruto. Al principio la coloración es enteramente superficial, pero luego progresa en forma rápida. Los tejidos se ablandan y la piel tiende a desprenderse, a la vez que sobreviene un metabolismo fermentativo causante de olor y sabor alcohólicos desagradables (Foto 13.7).

A menudo, la escaldadura de senescencia está acompañada por el decaimiento del corazón, porque ambas enfermedades se relacionan con la senescencia o el final de la vida útil del fruto.

Factores causales: entre los factores predisponentes que favorecen o adelantan su aparición se encuentran:

- ❖ cosechas tardías,
- ❖ demora en el ingreso al frigorífico,
- ❖ excesiva prolongación del almacenamiento,
- ❖ conservación a temperaturas más altas que las requeridas por la variedad.

Método de control: esta fisiopatía se puede evitar cosechando las peras en su madurez óptima según el destino previsto y comercializándolas oportunamente.



Foto 13.7. Escaldadura de senescencia

13.3.8. Escaldadura superficial

Ocurrencia e importancia: es un desorden fisiológico de poscosecha que afecta la calidad de peras y manzanas de todas las zonas productoras del mundo y puede originar elevadas pérdidas económicas.

Síntomas: su característica fundamental es el desarrollo de síntomas de pardeamiento en la superficie del fruto, sin comprometer la pulpa.

Durante los estadios iniciales del desarrollo de los síntomas, las células hipodérmicas comienzan a colapsarse y a medida que la enfermedad avanza, las células epidérmicas y corticales pueden verse afectadas, mientras la superficie de la fruta se pone rugosa. A medida que avanza en severidad aumentan tanto el oscurecimiento del color como el área afectada (Foto 13.8).

Factores causales: su aparición ocurre, en general, luego de un período prolongado de almacenamiento a bajas temperaturas y se manifiesta después de la exposición a temperatura ambiente por un determinado tiempo.

La intensidad de la escaldadura es una función de la variedad y del tiempo de almacenaje. En la mayoría de las variedades el daño se manifiesta después de un período mínimo de tres a cuatro meses.

Método de control: Williams es una variedad de susceptibilidad moderada a baja a esta fisiopatía, pero debido al incremento en el tiempo de almacenamiento, por un manejo diferencial de la fruta en el campo y la conservación, se hace susceptible cuando se conserva por un período mayor a 3-4 meses. A pesar de ello y con un manejo adecuado de la cosecha y/o aplicación de nuevas tecnologías como el uso del 1-MCP, la enfermedad puede minimizarse, como también evitar el uso de antiescaldantes, sustancias éstas de aplicación restringida según los mercados y en franco camino de eliminación de su uso.



Foto 13.8. Escaldadura superficial

13.3.9. Fisiopatías relacionadas con atmósfera controlada (AC)

La exposición de las peras a atmósferas de composición inadecuada (concentración de O_2 inferior y/o de CO_2 superior a las indicadas como óptimas) puede inducir fisiopatías y problemas de maduración cuando las frutas se remueven de las condiciones de AC. Estas peras muestran pardeamiento de la pulpa, cavidades en los tejidos dañados y fermentación que da lugar a la acumulación de acetaldehído, etanol y acetato de etilo y al desarrollo de sabores desagradables.

Aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP)

Se ha demostrado que el 1-MCP aplicado en poscosecha disminuye la pérdida de calidad de la fruta, al reducir los desórdenes relacionados con la senescencia y los daños por frío. El efecto del 1-MCP es dependiente de la concentración utilizada, del grado de madurez de la fruta en el momento del tratamiento y de la duración de la conservación.

En este cultivar, como en el resto de las peras, se requiere aplicar una concentración de 1-MCP que sea suficiente para retrasar la maduración durante el tiempo requerido, pero que permita la correcta maduración de la fruta luego de la conservación en frío, para lo cual conviene utilizar concentraciones de 1-MCP sub-saturantes. Es necesario seguir detalladamente las recomendaciones de uso.

Hay distintos factores que reducen en forma significativa la eficiencia de las aplicaciones comerciales. Uno es el tiempo transcurrido entre la cosecha y el tratamiento dentro del cual es posible obtener la máxima respuesta a la aplicación de 1-MCP. En este cultivar, la demora de ocho días redujo la eficiencia del 1-MCP en retrasar la maduración. Por ello, el intervalo cosecha-aplicación deberá ser como máximo de seis días.

Dado que se ha demostrado que cuando los tratamientos con 1-MCP se realizaron en fruta hidrofriada con bines mojados y de madera su eficacia se redujo, se recomiendan mayores concentraciones para lograr una respuesta efectiva en estos casos o, de ser posible, utilizar bines de plástico.

13.4. DAÑOS

Las circunstancias en las que se producen los daños y las medidas para minimizarlos son semejantes a las utilizadas para otras pomáceas.

No se trata de fisiopatías propiamente dichas, sino de lesiones provocadas por distintos agentes físicos, químicos, climáticos que producen una respuesta rápida del fruto y que se corresponden con la magnitud de la agresión.

13.4.1. Daños mecánicos

Se denomina daños mecánicos a las lesiones generadas por algún tipo de agresión, combinadas con una reacción bioquímica de oxidación de compuestos fenólicos a nivel de la epidermis. Sin embargo, en el caso de las peras, la sensibilidad varietal no está limitada solo por las características estructurales de los tejidos, sino también por la forma, donde las variedades de cuello largo resultan las menos favorecidas.

Algunos autores han observado que los tratamientos con ciertos antioxidantes como el ácido ascórbico y el dióxido de azufre reducen el amarronado, pero los productos citados no están registrados para ese fin en la mayoría de los países productores de peras.

13.4.2. Daños producidos antes de la cosecha

Las heridas provocadas por granizo en el fruto joven cicatrizan con formación de corcho, hay detención del crecimiento y la pera se deforma. Si las heridas se producen próximas a la cosecha, normalmente provocan la podredumbre del fruto.

Los fuertes vientos de la región sacuden las peras que, por su forma, se balancean y golpean entre sí o contra las ramas. Por su piel fina, Williams es muy sensible al rameado, que ocasiona serios inconvenientes en temporadas cálidas y ventosas.

Las heladas tardías de primavera producen dos tipos de daño que a veces pueden confluir en un mismo fruto. Uno de ellos, con síntomas externos, es el característico anillo de tejido agamuzado o *russeting* rodeando parcial o totalmente la zona cercana al perímetro ecuatorial. Cuando el frío no

ha sido muy intenso, en general no aparecen marcas sobre la epidermis, pero al cortar el pequeño fruto se observa una aureola más oscura alrededor de los carpelos y, dentro de estos, un importante porcentaje de semillas abortadas. En este caso, las peras menos afectadas son las de variedades naturalmente partenocárpicas como Williams.

La gravedad del daño ocasionado por factores del clima es el parámetro que permitirá tomar una decisión sobre el destino comercial de la fruta, puesto que la legislación vigente es clara sobre las tolerancias implicadas en cada categoría de selección.

13.4.3. Daños producidos durante la cosecha y el transporte a la planta de empaque

Los golpes, heridas y machucaduras en el momento de la cosecha ocurren por manejos inadecuados como cosechar con uñas largas y/o sin guantes, llenar y vaciar los recolectores bruscamente, llenar en exceso los bins y/o usar envases rotos, sucios o bins con tablas muy separadas o sin revestir con materiales antichoque.

Para la protección de la fruta cosechada y los movimientos dentro de la chacra y durante su traslado hasta la planta de empaque, ver Capítulo 12.

13.4.4. Daños producidos en la planta de empaque

Rolado

Las peras Williams son, con frecuencia, muy sensibles al manchado de la piel (rolado) por el roce de manos, recolectores y cajones y de los cepillos de limpieza, en especial cuando estos trabajan en seco. El empaque antes del enfriamiento reduce las posibilidades de daños mecánicos del fruto (por golpes o abrasión). Por este motivo, es conveniente embalar la fruta en cosecha (trabajo en caliente), luego preenfriarla palletizada y posteriormente almacenarla en cámara frigorífica.

Para evitar daños por rolado se recomienda minimizar el tiempo transcurrido entre cosecha y proceso.

Dado que la sensibilidad al daño aumenta con el tiempo de permanencia en frío, puede considerarse que, después de 45 días de conservación, la fruta se encuentra en una situación de alto riesgo de rolado.

Además, la forma irregular de las peras las hace más sensibles a los daños en el cuello (en especial a las variedades más alargadas) y a las roturas de pedúnculo, sobre todo cuando éste es largo y poco flexible. Es muy importante tener en cuenta que la susceptibilidad a los roces aumenta en temporadas cálidas porque se adelgaza la epidermis; también luego de lluvias abundantes por la alta turgencia de las células, y cuando los frutos se trabajan a su inmediato ingreso a la planta de empaque sin bajar su temperatura, dado que en el momento de la cosecha supera normalmente los 30° C.

Para otros daños que se pueden producir en la línea de empaque así como sus medidas de control, ver el Capítulo 12.

13.4.5. Daños producidos durante el transporte y la comercialización

El mantenimiento de la cadena de frío asegura la calidad en Williams hasta la llegada al consumidor. Sin embargo, la sensibilidad de su epidermis a los roces aumenta hacia el final del almacenamiento y con el avance de la madurez. Las lesiones que se producen en ese momento no cicatrizan y, si son profundas, constituyen una puerta de entrada para los patógenos.

13.4.6. Daños por sol o asoleado

Los daños por sol en peras, aunque menos graves que en manzanas, también implican porcentajes de descarte más o menos importantes, tanto en los frutos que permanecen en el árbol como en los que aguardan en los envases de cosecha para ser transportados a la planta de empaque (Foto 13.9a). En casos graves, especialmente en fruta cosechada, se pueden producir lesiones de varios centímetros de diámetro, de color bronceado brillante, que afectan también a la pulpa. Los tejidos afectados, que al principio son firmes y secos, se ablandan en el almacenamiento y se vuelven susceptibles a las podredumbres (Foto 13.9b).

Luego de una prolongada exposición a los rayos solares mientras los frutos permanecen en el árbol, la epidermis de las peras verdes se decolora o aparecen manchas de color amarillo intenso. Cuando el daño es leve, es poco visible y los frutos son aceptados en calidades de selección inferiores.

Medidas de control: las tareas culturales que aseguren una buena relación hoja/fruto contribuyen a un sombreado adecuado y a reducir el problema en el árbol. En cuanto a la fruta cosechada, conviene que sea transportada lo antes posible a la planta de empaque y esté bien protegida de los rayos solares durante el traslado.



Foto 13.9a. Daño por asoleado



Foto 13.9b. Daño por asoleado

13.4.7. Daños producidos durante el almacenamiento en atmósfera controlada o modificada

Daños por alto contenido de dióxido de carbono (corazón pardo o *brown core*)

El corazón pardo es un desorden que afecta a las peras almacenadas a niveles de CO_2 más elevados de los que tolera la variedad, en especial si se trabaja con muy bajos niveles de oxígeno. Aparecen manchas pardas entre los carpelos, que luego pueden extenderse a la pulpa. Si el daño es severo, hay muerte celular y formación de cavidades revestidas internamente de tejido seco (Foto 13.10a y 13.10.b).

Diferentes autores concuerdan en que los daños ocasionados por el CO_2 se deben a un problema de intercambio gaseoso. Sin embargo, mientras algunos sostienen que a temperaturas más bajas los daños son menores porque se reduce el ritmo respiratorio y también la producción de CO_2 , otros consideran que el daño sería importante porque a esas temperaturas también se reduce la permeabi-

lidad de las membranas y el CO_2 se acumula en el interior de las células.

Factores causales: la susceptibilidad al CO_2 varía de un año al otro, según las condiciones ambientales reinantes en el monte durante el crecimiento del fruto. En cualquier caso, el daño aumenta a concentraciones muy bajas de oxígeno, dado que en estas condiciones la difusión del CO_2 en la pulpa es lenta. También se ha observado que el daño es más severo con el avance de la madurez (hay mayor producción de CO_2) y cuando se demora el ingreso de los frutos al almacenamiento refrigerado.

Métodos de control: para evitar el problema es importante el conocimiento de las características particulares de la variedad y su comportamiento bajo distintas mezclas gaseosas. Si bien la presencia de ciertas concentraciones de CO_2 actúa como fungistático, no todas las peras tienen los mismos niveles de tolerancia.



Foto 13.10 a. Corazón pardo. Daño incipiente

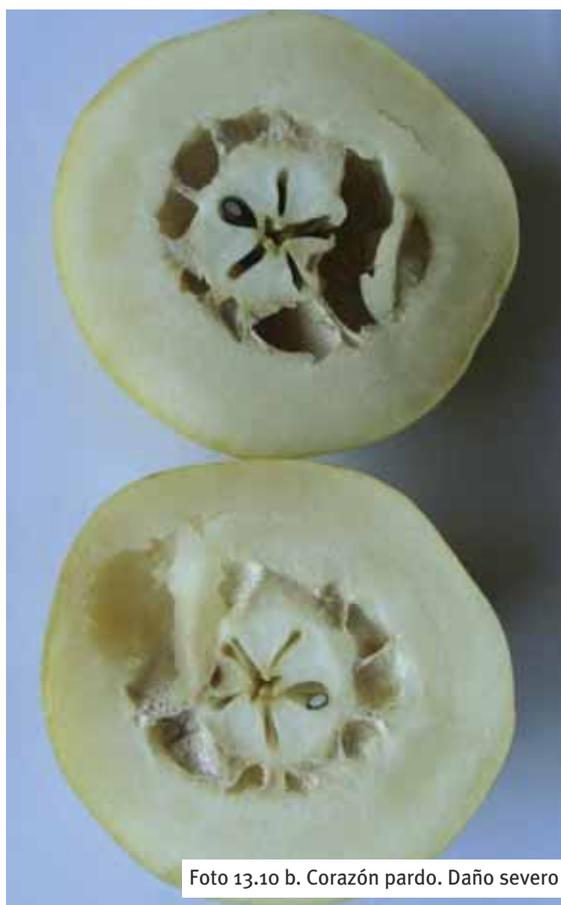


Foto 13.10 b. Corazón pardo. Daño severo

13.4.8. Daños químicos

Ocurrencia e importancia: las peras manchadas ocasionalmente por el contacto directo o indirecto de sustancias químicas aplicadas en precosecha, son separadas durante las tareas de selección y clasificación. Sin embargo, los frutos pueden sufrir algún tipo de daño producido por sustancias químicas de uso habitual durante la cosecha y luego, cuando se realizan las tareas de limpieza y tratamiento en el galpón de empaque, sin manifestación alguna hasta transcurrido cierto tiempo en conservación.

Síntomas: pueden aparecer dos tipos de síntomas de fitotoxicidad: el clásico chorreado y el daño provocado en lenticelas, llamado “manchas lenticelares” o lenticelosis, que a veces pueden confluir y formar manchas de mayor tamaño.

Métodos de control: para reducir el riesgo ocasionado por agentes químicos de uso frecuente o circunstancial deben tenerse en cuenta ciertas medidas:

- Utilizar en cosecha y poscosecha únicamente los productos que resulten imprescindibles, respetando las dosis aconsejadas y efectuando los tratamientos bajo las condiciones prescriptas en los marbetes.
- Revisar periódicamente las instalaciones frigoríficas, reparando o cambiando elementos defectuosos e instalando los dispositivos de seguridad necesarios.
- Incorporar prácticas adecuadas en la cosecha y durante los distintos procesos, que impliquen trabajos con sustancias químicas y/o temperaturas.
- Registrar cuidadosamente todos los datos: tipo de producto y formulación, dosis y momento de aplicación, motivo de su aplicación si no es un tratamiento de rutina, etc.

13.4.9. Daños producidos por las sales de flotación

Debido a la alta densidad de las peras, es necesario utilizar sales de flotación en el tanque de vaciado o hidromersor, para facilitar su traslado por flotación. El uso de compuestos inadecuados o no suficientemente puros puede causar fitotoxicidad en Williams, una de las peras más sensibles.

Dado que las sales de flotación son muy corrosivas para el equipamiento, en la actualidad están desaconsejadas y en su lugar se propone el empleo de sistemas de volcado que minimicen los daños en los frutos y que no utilicen estas sales.

13.4.10. Daños causados por fungicidas y/o antiescaldantes

De utilizarse fungicidas o antiescaldantes pueden aparecer dos tipos de daño: manchas alargadas tipo chorreado y/o pequeñas que a veces confluyen dando un aspecto similar a los estadios iniciales de pecas negras o a la enfermedad conocida como “ojo de pescado”.

En forma ocasional, se han observado problemas de fitotoxicidad en peras Williams tratadas con mezcla de productos de poscosecha, por lo que se aconseja asesorarse sobre la compatibilidad entre productos, a fin de evitar este daño después de la cosecha.

13.4.11. Daños ocasionados por pérdidas de amoníaco

Síntomas: en presencia de amoníaco, la epidermis de las peras se decolora y las lenticelas se necrosan y ennegrecen. Cuando la exposición es prolongada, la necrosis se extiende formando aureolas. La profundidad de las manchas depende de la gravedad del daño: si éste es leve, sólo mueren las células epidérmicas próximas a las lenticelas; si es grave lo hacen también las células de la pulpa subyacente a las manchas. En cualquier caso, únicamente la parte no dañada del fruto recupera el color verde original.

Factores causales: la exposición al amoníaco altera el metabolismo de la fruta y acorta su vida en el almacenamiento.

Los daños se acentúan con:

- prolongación del tiempo de exposición
- cantidad de amoníaco presente
- alta humedad relativa ambiente del interior de las cámaras, las que deben abrirse para asegurar una buena ventilación.

Medidas de control: cuando se utiliza polietileno en los envases, además de papel sulfito para la envoltura individual, y la exposición al amoníaco no ha sido muy prolongada, el daño tiende a ser menor debido a la barrera que ambos materiales ofrecen a la penetración del gas. El nivel mínimo de daño no está bien determinado, pero algunos autores opinan que puede ocurrir a partir de 50 ppm de amoníaco.



CAPÍTULO 14

RECURSOS NECESARIOS PARA LA INVERSIÓN Y LA PRODUCCIÓN

En el presente capítulo se desarrolla el tipo y cantidad de recursos necesarios para plantar una hectárea de pera Williams en alta densidad (1.250 plantas/ha) conducida en eje central y apoyada en espaldera. El riego considerado es gravitacional por surco.

Esta información es orientativa, y cada caso particular requerirá de los ajustes necesarios para determinar tanto la inversión y su rentabilidad, como el costo de producción y beneficio que arroja el ciclo productivo de la plantación analizada.

Los requerimientos de insumos, mano de obra y maquinaria fueron extraídos del libro “Pautas tecnológicas: frutales de pepita”, publicado por el INTA Alto Valle, en 2004. Además estos valores se cotejaron con información del manejo productivo de la empresa Salentein Fruit.

La cuantificación de los recursos permite su expresión en valor monetario, para obtener tanto el valor de la inversión como el costo de producción, multiplicando la cantidad de cada recurso por el precio o valor de mercado del momento.

No se incluyen en el presente capítulo los costos de defensa activa de heladas y los de cosecha. Ambos tienen una marcada variabilidad, por lo que resulta inapropiado establecer *a priori* un

valor. El costo de la defensa de heladas variará cada temporada según el número de días de ocurrencia del fenómeno, su duración e intensidad y el método de defensa empleado. El costo de cosecha está directamente asociado al nivel de producción y la cantidad de pasadas que debe realizar el cosechador. El lector debe tener la precaución de incluirlos si desea determinar el costo de producción del cultivo.

En caso de querer determinar indicadores de evaluación de inversiones y de resultado económico (por ejemplo, margen bruto) debe, además, establecer el monto de los ingresos que surgen de multiplicar la cantidad cosechada por el precio según grado de calidad.

La organización de la información se presenta por “actividad o proceso” del ciclo productivo:

- ❖ La plantación propiamente dicha
- ❖ El manejo del suelo
- ❖ El manejo y conducción del peral
- ❖ La fertilización
- ❖ La sanidad

A su vez, las tablas muestran las variaciones en la demanda de recursos cada año, desde que se inicia la plantación hasta que el árbol frutal alcanza la plenitud de producción (adulto).

Tabla 14.1. Plantación y replante

Plantación		Mano de Obra (jornal)	Maquinaria		Insumos		
			Horas	Implemento	Descripción	Unidades	Cantidad
Cincel			3	Cincel			
Rastrear			6	Rastra			
Subsolado profundo					Topadora	Hs.	8
Nivelación			5	Cuadrante			
Posteado		17		Poste 5 m	unidades	216	
Alambrado (dos hilos)		4		Alambre	rollos	5	
Plantación	4m x 2m	15	4	Acoplado	Williams	plantas	1250
					Floríferas	plantas	312
					Fosfato monoamónico	kilos	156
					Materia orgánica	kilos	1562
					Yeso agrícola	kilos	781
Riego plantación			6	Pulverizadora			
Colocación tubos		1		Tubo protector	unidades	1562	
		37					
		Año 1					
Alambrado (un hilo)		2			Alambre	rollos	3
Replante de fallas	10%	2	1	Acoplado	Williams	plantas	125
					Floríferas	plantas	31
					Fosfato monoamónico	kilos	16
					Materia orgánica	kilos	156
					Yeso agrícola	kilos	78
Riego plantación			1	Pulverizadora			
Colocación tubos		0.25		Tubo protector	unidades	156	
		4.25					
		Año 2					

Tabla 14.2. Manejo del suelo

Manejo del Suelo	Número de Repeticiones	Tiempo (hs)	Jornales	Maquinaria		Insumos					
				Horas	Implemento	Descripción	Dosis (ha)	Sup. Efectiva	Cantidad	Unidad	
Año 1	Verdeo interfiliar	1	8	1.00	8	Acoplado	Mijo	75	1	75	Kg
	Apertura de surcos	1			4	Bordeadora					
	Riego por surcos	25	8	25.00							
	Control de malezas	4	4	2.00			Paraquat	4	0.33	5.28	Litros
	Limpieza manual de bordos			5.00							
	Desbrozada	3	2		6	Desbrozadora					
	Movimientos varios			5.00	4	Acoplado					
			38.00								
Año 1	Verdeo interfiliar	1	8	1.00	8	Acoplado	Mijo	75	1	75	Kg
	Apertura de surcos	1			4	Bordeadora					
	Riego por surcos	25	8	25.00							
	Control de malezas	4	4	2.00			Paraquat	4	0.33	5.28	Litros
	Limpieza manual de bordos			5.00							
	Desbrozada	3	2		6	Desbrozadora					
	Movimientos varios			5.00	4	Acoplado					
			38.00								
Año 3	Verdeo interfiliar	1	4	0.50	4	Acoplado	Cebada	35	1	35	Kg
	Apertura de surcos	1			4	Bordeadora					
	Riego por surcos	25	8	25.00							
	Control de malezas	4	4	2.00			Paraquat	4	0.33	5.28	Litros
	Desbrozada	3	2		6	Desbrozadora					
	Subsolado o cincel (uno cada 3 años)	1/3	3		1	Susbsolador					
	Movimientos varios			5.00	4	Acoplado					
			32.50								
Año 4	Verdeo interfiliar	1	4	0.50	4	Acoplado	Cebada	35	1	35	Kg
	Apertura de surcos	1			4	Bordeadora					
	Riego por surcos	16	8	16.00							
	Control de malezas	2	2		4	Pulverizadora 500	Glifosato	5	0.33	3.3	Litros
	Desbrozada	3	2		6	Desbrozadora					
	Subsolado o cincel (uno cada 3 años)	1/3	3		1	Susbsolador					
	Movimientos varios			5.00	4	Acoplado					
			21.50								
ADULTO	Apertura de surcos	1			4	Bordeadora					
	Riego por surcos	16	8	16.00							
	Control de malezas	2	2		4	Pulverizadora	Glifosato	5	0.33	3.3	Litros
	Desbrozada	3	2		6	Desbrozadora					
	Subsolado o cincel	1/3	3		1	Susbsolador					
	Movimientos varios			5.00	4	Acoplado					
			21.00								

Tabla 14.3. Manejo y conducción del peral

Manejo y Conducción del Peral							
		Mano de Obra (jornal)	Maquinaria		Insumos		
			Hora	Implemento	Descripción	Unidades	Cantidad
Año 1	Defensa de eje	2,50					
	Conducción de la planta	7,00			Hilo autodegradable	Rollo	15
	Poda retardada	1,00					
		10,5					
Año 2	Poda retardada	0,10					
	Defensa de eje	4,00					
	Conducción de la planta	13,00			Hilo autodegradable	Rollo	15
	Retirar podos	0,50	1	Acoplado			
	17,60						
Año 3	Defensa de eje	5,00					
	Conducción de la planta	20,00			Hilo autodegradable	Rollo	30
	Triturar podos	1,00	2	Trituradora de podos			
		26,00					
Año 4	Conducción de la planta	36,00			Hilo autodegradable	Rollo	30
	Triturar podos	1,00	2	Trituradora de podos			
	Polinización	0,30	2	Acoplado	Colmenas		6
	Raleo	2,00					
	39,30						
ADULTO	Conducción de la planta	25,00			Hilo autodegradable	Rollo	5
	Triturar podos	1,00	2	Trituradora			
	Polinización	0,30	2	Acoplado	Colmenas		10
	Raleo	7,00					
	33,30						

Tabla 14.4. Fertilización

Fertilización													
	Momentos de fertilización	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Total Aplicaciones	Tiempo Horas	Jornales	Horas Máquina	Implemento		
	Año 1	Suelo	1	2	2	2	1	8	4	4.00	4	Acoplado	
Foliar (mochila)		1					1	5	0.63				
Foliar (máquina pulverizadora)		2 1 1					4	1		2	Pulverizadora		
		Producto					Dosis		Total de aplicaciones		Cantidad	Unidad	
Por suelo		Sulfonitrato de Amonio					62.5	kg/ha	8		500.00	Kg.	
									aplicaciones	volumen			
Foliar		Urea					0.35	kg/hl	1	500 lt	1.75	Kg.	
		Micronutrientes					Manual	0.05	kg/hl	1	200 lt	0.10	Kg.
		Micronutrientes					Maquina	0.05	kg/hl	4	500 lt	1.00	Kg.
Año 2		Momentos de fertilización	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Total Aplicaciones	Tiempo Horas	Jornales	Horas Máquina	Implemento	
	Suelo	1	1	1	1		4	4	2.00	2	Acoplado		
	Foliar (máquina pulverizadora)	1	1	1	1		4	1		2	Pulverizadora		
		Producto					Dosis		Total de aplicaciones		Cantidad	Unidad	
	Por suelo	Sulfonitrato de Amonio					125	kg/ha	4		500.00	Kg.	
									aplicaciones	volumen			
	Foliar	Urea					0.35	kg/hl	1	800 lt	2.80	Kg.	
		Micronutrientes					0.05	kg/hl	4		1.60	Kg.	
	Año 3	Momentos de fertilización	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Mar.	Total Aplicaciones	Tiempo Horas	Jornales	Horas Máquina	Implemento	
		Suelo	1			1	1	3	4	1.50	1.5	Acoplado	
Foliar (máquina pulverizadora)		1	1			1	3	1		1.5	Pulverizadora		
		Producto					Dosis		Total de aplicaciones		Cantidad	Unidad	
Por suelo		Sulfonitrato de Amonio					166	kg/ha	2		332.00	Kg.	
		Triple 15					300	kg/ha	1		300.00	Kg.	
									aplicaciones	volumen			
Foliar		Urea					0.35	kg/hl	3	2000 lt	21.00	Kg.	
		Acido Bórico					0.25	kg/hl	1		5.00	Kg.	
		Micronutrientes					0.15	kg/hl	2		6.00	Kg.	

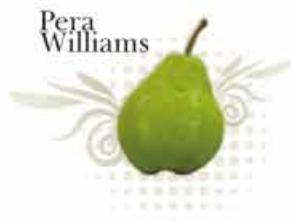
	Momentos de fertilización	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Mar.	Total Aplicaciones	Tiempo Horas	Jornales	Horas Máquina	Implemento	
	Año 4	Suelo	1	1	1			3	4	1.50	1.5	Acoplado
Foliar (máquina pulverizadora)		1		1			2	1		1	Pulverizadora	
		Producto				Dosis		Total de aplicaciones		Cantidad	Unidad	
Por suelo		Sulfonitrato de Amonio				166	kg/ha	2		332.00	Kg.	
		Triple 15				300	kg/ha	1		300.00	Kg.	
								aplicaciones	volumen			
Foliar		Urea				0.35	kg/hl	1		2000 lt	7.00	Kg.
		Acido Bórico				0.25	kg/hl	1			5.00	Kg.
		Micronutrientes				0.15	kg/hl	2			6.00	Kg.
ADULTO		Momentos de fertilización	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Mar.	Total Aplicaciones	Tiempo Horas	Jornales	Horas Máquina	Implemento
	Suelo	1	1	1			3	4	1.50	1.5	Acoplado	
	Foliar (máquina pulverizadora)	1		1			2	1		1	Pulverizadora	
		Producto				Dosis		Total de aplicaciones		Cantidad	Unidad	
	Por suelo	Sulfonitrato de Amonio				166	kg/ha	2		332.00	Kg.	
		Triple 15				300	kg/ha	1		300.00	Kg.	
								aplicaciones	volumen			
	Foliar	Urea				0.35	kg/hl	1		2000 lt	7.00	Kg.
		Acido Bórico				0.25	kg/hl	1			5.00	Kg.
		Micronutrientes				0.15	kg/hl	2			6.00	Kg.

Tabla 14.5. Sanidad

Tratamientos sanitarios							
Producto	dosis		Total de aplicaciones	Volumen por aplicación (lt)	Cantidad	Unidad	
Año 1	Tiametoxan	0.01	kg/hl	1	500	0.05	Kg.
	Clorpirifos	75	cc/hl	1		375.00	cc
	Azufre micronizado	0.4	kg/hl	2		4.00	Kg.
	Endosulfán	0.1	kg/hl	1		0.50	Kg.
	Pulverizadora (hs)	5					
Año 2	Tiametoxan	0.01	kg/hl	1	800	0.08	Kg.
	Clorpirifos	75	cc/hl	1		600.00	cc.
	Azufre micronizado	0.4	kg/hl	1		3.20	Kg.
	Endosulfán	0.1	kg/hl	1		0.80	Kg.
	Pulverizadora (hs)	4					
Año 3	Aceite de invierno	2.5	lt/hl	1	2000	50.00	lt.
	Polisulfuro de calcio	3	lt/hl	1		60.00	lt.
	Azufre micronizado	0.4	kg/hl	1		8.00	Kg.
	Control de carpocapsa						
	Carbaryl	0.12	kg/hl	1	2500	3.00	Kg.
	Acetamiprid	0.013	kg/hl	1		0.31	Kg.
	Metil azinfos	0.1	kg/hl	1		2.50	Kg.
Monitoreo de plagas (hs)	12						
Pulverizadora (hs)	6						



Año 4	Aceite de invierno	2.5	lt/hl	1	2000	50.00	lt.	
	Abamectina	0.05	lt/hl	1		1.00	lt.	
	Polisulfuro de calcio	3	lt/hl	1		60.00	lt.	
	Azufre micronizado	0.4	kg/hl	1		8.00	Kg.	
	Control de carpocapsa							
	Dispensers 150 días					1.150.00	Unidad	
	Trampas p/carpocapsa					1.00	Unidad	
	Cápsulas p/trampas					1.00	Unidad	
	Clorpirifos	75	cc/hl	1	2500	1.875.00	cc.	
	Spinosad	15	cc/hl	1		375.00	cc.	
	Metoxifenocide	30	cc/hl	1		750.00	cc.	
	Metil azinfos	0.1	kg/hl	2		5.00	Kg.	
	Colocar dispenser (hs)	8						
	Monitoreo de plagas (hs)	24						
Pulverizadora (hs)	9							
ADULTO	Aceite de invierno	2.5	lt/hl	1	2000	50.00	lt.	
	Abamectina	0.05	lt/hl	1		1.00	lt.	
	Polisulfuro de calcio	3	lt/hl	1		60.00	lt.	
	Azufre micronizado	0.4	kg/hl	1		8.00	Kg.	
	Control de carpocapsa							
	Dispensers 180 días					1.150.00	c/u	
	Trampas p/carpocapsa					1.00	c/u	
	Cápsulas p/trampas					1.00	c/u	
	Clorpirifos	75	cc/hl	1	2500	1.875.000	cc.	
	Spinosad	15	cc/hl	1		375.00	cc.	
	Metoxifenocide	30	cc/hl	1		750.00	cc.	
	Metil azinfos	0.1	kg/hl	2		5.00	Kg.	
	Colocar dispenser (hs)	8						
	Monitoreo de plagas (hs)	24						
Pulverizadora (hs)	9							



Hablar de Williams significa referirse a la variedad de peras más emblemática del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, y a una de las producciones que no solo da sustento a la región sino que la posiciona como uno de los mercados exportadores más importantes del mundo.

Las pautas tecnológicas y los últimos avances en investigación para abordar integralmente su manejo están en este manual, dirigido a productores y empacadores. En su elaboración trabajaron más de sesenta profesionales de la actividad pública y privada y participaron todas las instituciones del sector involucradas en el tema.