



Gobierno de Chile

www.gob.cl

Gobierno Regional

Región del Libertador General Bernardo O'Higgins

Gobierno de Chile

INIA

Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

InnovaChile  
CORFO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

# CENTRO DE FRUTALES DE CAROZO

## RESUMEN TÉCNICO



ISSN 0717 - 4829

Editores:  
Gamalier Lemus Sepúlveda  
Ingrid Salgado Valdivia

BOLETÍN INIA - Nº 227



InnovaChile  
CORFO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



# CENTRO DE FRUTALES DE CAROZO

---

## RESUMEN TÉCNICO



Editores y autores:  
Gamalier Lemus Sepúlveda.  
Ingrid Salgado Valdivia.

Autores:  
Jorge Carrasco Jiménez.  
Mauricio Ortiz Lizana.  
Paulina Sepúlveda Ramírez.  
Bruno Defilippi Bruzzone.  
Daniel Manríquez Becerra.  
Paula Robledo Miranda.  
Cecilia Becerra Cabrera.

Rengo, Chile,  
2011

BOLETÍN INIA - N° 227



**Editores y autores:**

**Gamaliel Lemus S.**, *Ing. Agr. M.Sc., INIA Rayentué.*

**Ingrid Salgado V.**, *Ing. Agr., INIA Rayentué.*

**Autores:**

**Jorge Carrasco J.**, *Ing. Agr. Dr., INIA Rayentué.*

**Mauricio Ortiz L.**, *Ing. Agr. Dr., Centro de Estudios Avanzados en Fruticultura (CEAF). Conicyt-Regional R0811001, INIA Rayentué.*

**Paulina Sepúlveda R.**, *Ing. Agr. M.Sc., INIA La Platina.*

**Bruno Defilippi B.**, *Ing. Agr. Ph.D., INIA La Platina.*

**Daniel Manríquez B.**, *Ing. Agr. Dr., AgroFresh Cono Sur.*

**Paula Robledo M.**, *Ing. Agr., INIA La Platina.*

**Cecilia Becerra C.**, *Ing. Agr., INIA La Platina.*

**Director Responsable:**

**Nilo Covacevich C.**, *Ing. Agr. Ph.D.*

Director Regional INIA - Rayentué.

Boletín INIA N° 227.

**Cita bibliográfica correcta:**

Lemus, G., Salgado, I. (eds.) 2011. Centro de Frutales de Carozo: Resumen Técnico. 116 p. Boletín INIA N° 227. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI Rayentué, Rengo, Chile.

© 2011, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Rayentué.

Avenida Salamanca s/n, km 105, Ruta 5 Sur, Los Choapinos, Rengo.

Región de O'Higgins. Teléfono (56-2) 5771000. Casilla postal 13, Rengo.

ISSN 0717-4829

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin la autorización del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura.

Diseño y Diagramación: Jorge Berríos V.

Impresión: Salesianos Impresores S.A.

Cantidad de ejemplares: 1.000

Rengo, Chile, 2011.



## AGRADECIMIENTOS

**A**gradecemos a INNOVA CORFO, por el co-financiamiento de este proyecto, así como por la disposición a colaborar para un mejor resultado de la gestión propuesta.

A las autoridades regionales que acompañaron la creación y desarrollo del Centro de Frutales de Carozo.

A nuestros Asociados: empresas, agricultores, profesionales y técnicos que trabajaron permanentemente para apoyar las actividades del Centro.

A los productores, viveristas, exportadores, empresarios, administradores y profesionales del agro que participaron en las actividades de difusión del Centro.

A los funcionarios de INIA que colaboraron en forma permanente con las actividades del proyecto.



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Prólogo</b>	9
<b>Capítulo 1.</b>	
<b>Situación actual de los frutales de carozo</b>	11
<i>(Gamalier Lemus S. e Ingrid Salgado V.)</i>	
<b>Capítulo 2.</b>	
<b>Propiedades físicas del suelo, que condicionan el desarrollo de frutales en la Región de O'Higgins</b>	17
<i>(Jorge Carrasco J. y Mauricio Ortiz L.)</i>	
Concepto del suelo	17
Propiedades físicas del suelo y su relación con la potencialidad productiva	19
Profundidad efectiva	19
Textura	20
Estructura	23
Manejo del suelo y maquinaria agrícola	25
Laboreo de suelo en frutales	25
Compactación de suelos y formación de capas endurecidas	26
Índices para medir la compactación del suelo	37
Materia orgánica y su efecto sobre la estructura del suelo	48
Resumen	50
Bibliografía	52



Capítulo 3.

<b>Poda y conducción de frutales de carozo</b> _____	55
<i>(Gamalier Lemus S., e Ingrid Salgado V.)</i>	
Poda de formación _____	56
Densidad _____	56
Conducción _____	58
Eje central _____	58
Ypsilon _____	59
Tatura _____	60
Vaso estrecho _____	60
Pérgola _____	51
Palmeta _____	62
Hábitos de crecimiento y fructificación _____	62
Cerezo _____	62
Duraznero y nectarino _____	63
Bibliografía _____	64

Capítulo 4.

<b>Poda en copa del duraznero: modernizar una antigua práctica</b> _____	65
<i>(Gamalier Lemus S.)</i>	
Ramas madres _____	66
Ramas secundarias _____	69
Chupones _____	70
Altura de la planta _____	71

Capítulo 5.

<b>Situación fitopatológica de frutales de carozo en la Región de O'Higgins</b> _____	75
<i>(Paulina Sepúlveda R.)</i>	
Recomendaciones generales _____	89
Determinación de <i>Botrytis cinerea</i> y <i>Pseudomonas psyringae</i> en flores _____	91
Bibilografía _____	93



Capítulo 6.

<b>Caracterización fisiológica de distintas variedades de ciruela y su implicancia en manejo de postcosecha para exportación a mercados distantes</b>	95
<i>(Paula Robledo M., Cecilia Becerra C., Daniel Manríquez B. y Bruno Defilippi B.)</i>	
Postcosecha de ciruelas	96
Tasa respiratoria y etileno	97
Tecnologías de postcosecha	100

Capítulo 7.

<b>Comportamiento en postcosecha de variedades de carozo producidas en Chile y destinadas a mercados de exportación</b>	105
<i>(Bruno Defilippi B., Cecilia Becerra C., Ingrid Salgado V. y Paula Robledo M.)</i>	
Duraznos y nectarines	108
Ciruelas y pluots	
Conclusión	116





## PRÓLOGO

Los frutales de carozo de exportación, representan parte importante de la fruticultura nacional. Estas especies, duraznero, nectarino, damasco, ciruelo y cerezo, abastecen de fruta de contra-estación a sofisticados mercados consumidores mundiales. La condición climática del Valle Central, los suelos y la experiencia productiva de agricultores y técnicos, así como el desarrollo de tecnologías de post cosecha, han hecho de la Industria un baluarte dentro del quehacer agrícola nacional.

Sin embargo, las exigencias aumentan a mayor velocidad que las soluciones a los problemas de producción y calidad. El transportar fruta con una corta vida de post cosecha a destinos lejanos, es un desafío que involucra desde la creación de la variedad, hasta la venta del producto final. La Industria nacional no tiene referentes en los problemas propios de la distancia a los mercados consumidores y debe desarrollar sus propias tecnologías para superar los desafíos productivos y de gestión de la exportación.

El Centro de Frutales de Carozo, de INIA Rayentué, creado con el objetivo de realizar transferencia tecnológica en manejo de frutales de carozo e implementar servicios que permitan



ofrecer soluciones tecnológicas a los participantes de la cadena productiva, se ha especializado en el análisis de calidad varietal, desde el punto de vista del manejo de post cosecha, como en solucionar los problemas de riego, nutrición y fitosanitarios que afectan a los frutales de carozo, de manera de apoyar la producción de fruta de óptima calidad.

Este documento resume la experiencia del trabajo de cuatro años de implementación de los servicios y de contacto con la realidad productiva del rubro.

Los aspectos de suelo, poda y conducción, fitosanitarios y de post cosecha reseñados en este documento son los temas de mayor frecuencia de consulta y de requerimientos de tecnología detectados en el período de realización de este trabajo. Con esto se quiere generar un nexo entre el usuario y la capacidad del Centro para dar respuesta a la contingencia agronómica que se enfrenta cada temporada en la producción frutal.

### **Los editores.**

## SITUACIÓN ACTUAL DE LOS FRUTALES DE CAROZO

*Gamaliel Lemus Sepúlveda*

*Ing. Agrónomo M.S.*

*Ingrid Salgado Valdivia*

*Ing. Agrónomo*

La fruticultura chilena de exportación, de los últimos 30 años, como uno de los pilares más sólidos de la economía nacional, se basa en la posibilidad de la venta de frutas frescas al Hemisferio Norte. Las frutas de carozo, altamente perecederas, se exportan a mercados tan remotos que requieren viajar hasta por más de 30 días, para llegar a la mesa del consumidor.

Éste ha sido el desafío que la fruticultura nacional enfrenta temporada tras temporada. Las exigencias de calidad y sanidad exigen mejorar nuestros sistemas de producción para cumplir con las normativas que cada mercado impone.

Chile exportó, en el año 2010, 210 mil 360 toneladas de frutales de carozo (**Cuadro 1**), lo que incluye ciruelas, cerezas, nectarinos y duraznos; los precios promedio por kilo se pueden observar en el

**Cuadro 1.** Volumen de frutas de carozo exportadas frescas 2006-2010.

	Años					% var 2010/2009
	2006	2007	2008	2009	2010	
Ciruelas	80.156	105.055	88.816	95.057	74.399	-21,7
Nectarines	46.530	52.214	62.220	55.944	55.203	-1,3
Cerezas	22.463	26.885	51.865	23.474	44.122	87,9
Duraznos	50.368	45.351	49.426	40.082	36.636	-8,6
Total	199.517	229.505	252.327	214.557	210.360	

Fuente: Odepa 2011. Aduana.



**Cuadro 2.** Las cerezas presentan un alto precio, aunque también presentan altos costos de producción y un manejo de postcosecha que involucra tecnologías caras, para llegar en buenas condiciones a los mercados de destino: atmósferas controladas, envíos aéreos, por ejemplo, técnicas que son restrictivas muchas veces para el resto de los frutales de carozo, por los altos costos en que se debe incurrir.

**Cuadro 2.** Valor promedio de frutales de carozo US\$ kilo FOB.

	Años				
	2006	2007	2008	2009	2010
Ciruelas	1,151	1,042	1,259	1,066	1,414
Nectarines	1,157	1,156	1,221	1,143	1,364
Cerezas	4,704	4,745	4,087	4,979	4,698
Duraznos	0,952	0,998	1,065	0,976	1,294

Odepa 2011, con datos de Aduana.

Los principales mercados de fruta fresca chilena se pueden apreciar en el **Cuadro 3**. EE.UU es el mercado de mayor importancia, en cuanto a volumen exportado, con más de 850 mil toneladas de fruta, Holanda con cerca de 200 mil toneladas y Reino Unido con 113.754 toneladas exportadas, en cuanto a precios se observa que Hong Kong importa más de 59 mil toneladas de fruta fresca, con un valor de más de US\$ 125 Millones, para el año 2010. El mayor desafío para la fruta fresca es llegar a estos destinos con fruta de calidad. Para lograr ese objetivo se debe conocer el proceso más adecuado de pre y postcosecha para cada especie e incluso para cada variedad. Lo anterior se aplica especialmente en los frutales de carozo debido a que existen numerosas variedades, duraznos, nectarinos y ciruelas que son susceptibles a desórdenes fisiológicos como harinosidad, pardeamiento y translucidez.



Cuadro 3. Destino de las exportaciones chilena de fruta fresca.

País de destino	Volumen (toneladas)			Valor (miles deUS\$)			Variación	
	2008	2009	2010*	2008	2009	2010*	2010-2009	2010-2009
EE.UU	828.683	903.365	867.673	1.332.751	1.269.133	1.366.450	7,7	
Holanda	286.424	246.895	208.112	338.953	239.161	238.438	-0,3	
Reino Unido	135.696	117.739	113.754	205.532	149.390	162.611	8,8	
Hong Kong	40.103	60.331	59.664	80.304	93.799	125.992	34,3	
Rusia	102.353	79.477	101.779	116.368	78.532	112.111	42,8	
Taiwán	55.004	52.434	67.417	94.118	71.842	97.807	36,1	
Colombia	80.184	82.980	104.537	67.695	60.411	82.837	37,1	
España	87.174	80.848	72.756	102.585	82.515	75.000	-9,1	
Corea del Sur	35.317	34.569	41.101	58.048	47.168	71.222	51,0	
Brasil	26.911	44.894	62.060	30.249	47.454	69.153	45,7	
China	21.724	27.180	31.819	41.016	36.850	61.421	66,7	
México	49.127	37.409	42.768	61.926	40.987	59.800	45,9	
Italia	64.404	69.653	63.712	73.235	58.795	56.958	-3,1	
Ecuador	60.363	55.579	68.957	45.632	36.006	53.702	49,1	
Arabia Saudita	61.191	41.696	70.354	50.841	31.299	53.514	71,0	
<b>Subtotal</b>	<b>1.934.639</b>	<b>1.935.048</b>	<b>1.976.463</b>	<b>2.699.253</b>	<b>2.343.343</b>	<b>2.687.015</b>	<b>14,7</b>	
Otros	454.553	444.907	461.284	513.288	409.036	418.675	2,4	
<b>Total</b>	<b>2.389.192</b>	<b>2.379.955</b>	<b>2.437.747</b>	<b>3.212.541</b>	<b>2.752.379</b>	<b>3.105.690</b>	<b>12,8</b>	

Fuente: elaborado por ODEPA con información del Servicio Nacional de Aduanas.

\* Cifras sujetas a revisión por informes de variación de valor (IVV).



Chile es el mayor exportador de frutales de carozo del hemisferio sur (FAO, 2008), lo que siempre se ha señalado como una gran ventaja, pero los precios de exportación, en los últimos 10 años, ya no representan las utilidades de antaño. Existen frutales con mayores perspectivas, a mediano y largo plazo, que necesitan de menos insumos, como el palto o el nogal, que presentan menores problemas de costos de producción y de calidad para la exportación. Además, los frutales de carozo tienen el estigma de la mala percepción de su calidad, en los mercados de destino, por los problemas fisiológicos que se presentan al llegar al consumidor, debido a los largos períodos de postcosecha que deben soportar, entre 15 y 40 días, según el mercado y a que las variedades comerciales de las últimas décadas no responden a los estándares de los consumidores, debido a que los programas de mejoramiento genético no contemplaban una vida de postcosecha larga, como se requiere para Chile.

Los consumidores esperan productos de alta calidad, de buena presencia, obtenidos a través de producción limpia, con la menor cantidad de insumos químicos, libres de plagas y enfermedades, lo que nos presenta muchos desafíos y un alto costo de producción, para cumplir con todas las exigencias de producción.

La mano de obra, cada vez más escasa, exige mecanizar o convertir los sistemas productivos en huertos peatonales, fáciles de manipular o, finalmente, reemplazar estas con otras especies más rentables.

Sin embargo, se debe manejar la planta, durante toda la temporada de crecimiento de la fruta, libre de plagas y enfermedades, sin aflicciones hídricas, bien nutrida y con capacidad de desarrollarse, para producir buena fruta. El Centro de frutales de Carozo ha difundido los manejos y condiciones de producción apropiados para llevar a cabo una adecuada producción. También ha desarrollado un protocolo de evaluación de variedades para discriminar entre las que pueden tener una mayor o menor vida de post-cosecha.



Por otra parte, aparecen variedades con mayor vida de postcosecha, especialmente debido a que en el Hemisferio Norte se debe almacenar fruta para tener un flujo adecuado al mercado, como ocurre con Italia y Francia, para abastecer a Europa del Norte, o para Norteamérica y su comercio con el Lejano Oriente.

Además, aparecen variedades nacionales adaptadas a las condiciones de mercado chileno, como una nueva posibilidad de resurgimiento de estas especies, al sitial que les corresponde en la paleta de oferta nacional, de “contraestación” con el Hemisferio Norte.

Existen productores de estos frutales que, al tener todos estos factores controlados, llegan con un buen producto a los mercados de destino, lo que significa que están las condiciones para lograr un producto de calidad, si todos los actores de la cadena productiva se lo proponen.



**Foto 1.** Huerto de durazno de alta densidad.



La producción de ciruelas, nectarinos y duraznos exige un buen manejo agronómico de pre cosecha, que se diferencie según las particularidades de una determinada variedad, lograr huertos de fácil manejo, que disminuyan el requerimiento de mano de obra, tratar de mecanizar las labores de campo y ser eficientes en el uso del agua de riego, la nutrición y el manejo de plagas y enfermedades.

Para ser competitivos los productores de frutales de carozo deben conocer sus sistemas productivos, elegir las variedades según los mercados a los cuales quieren llegar y mantenerse al día con las tecnologías disponibles. El Centro de Frutales de Carozo está en condiciones de colaborar con los diferentes actores de la cadena productiva para dar soluciones a los posibles problemas de elección de variedades, manejo agronómico y problemas particulares que enfrenta esta Industria.

# PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO, QUE CONDICIONAN EL DESARROLLO DE FRUTALES EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS

*Jorge Carrasco Jiménez*  
*Ingeniero Agrónomo Dr.*  
*Mauricio Ortiz Lizana*  
*Ingeniero Agrónomo Dr.*

Las propiedades físicas del suelo, junto a las químicas y biológicas, determinan, entre otras, la productividad de los suelos. Por lo tanto, su conocimiento permite un mejor desarrollo de las prácticas de riego y drenaje, fertilización y labranza.

Por años, en la agricultura tradicional, se mantuvo la idea que el suelo era un reservorio de nutrientes y de agua. Sin embargo, desde que comenzó el desarrollo de la fruticultura en Chile, se conoció que el suelo debe poseer características que permitan el crecimiento de las raíces de los frutales, faciliten el ingreso del aire al sistema radical y el almacenamiento del agua, proporcionándola al cultivo cuando éste lo requiera. Para que esto último ocurra, el suelo debe poseer ciertas propiedades físicas, que dependen principalmente de las fases del suelo, sólida, líquida y gaseosa, y del adecuado equilibrio entre ellas.

## CONCEPTO DE SUELO

El suelo es un cuerpo poroso compuesto por cuatro componentes, fracción mineral, fracción orgánica, agua y aire, en las que coexisten tres fases: sólida, líquida, y gaseosa. La organización o arreglo espacial de estas tres fases es lo que se conoce como estructura del



suelo (Taboada, 2008). La fracción orgánica, está compuesta por organismos vivos y residuos orgánicos, en distinto grado de descomposición.

La interacción entre la fracción orgánica y la fracción mineral se traduce, de acuerdo a las propiedades de cada uno de ellos, en aglomerados o agregados, cuyo tamaño y forma varían considerablemente, dejando un espacio entre ellos (poros, galerías y grietas) en el que se encuentra la fase líquida y la gaseosa. Este espacio se denomina el espacio poroso del suelo. Una parte del volumen de este espacio poroso está ocupado por agua, componente de la fase líquida, que contiene diversas sustancias en solución y el resto por aire, que constituye la fase gaseosa o atmósfera del suelo (Porta *et al.*, 1994).

El suelo es un sistema abierto y dinámico, que soporta la vida vegetal y por lo tanto la actividad agrícola. Numerosos procesos físicos, químicos, y biológicos actúan simultáneamente para mejorar o empobrecer la condición del mismo y las funciones que éste desempeña en beneficio de las plantas que crecen en él. Por lo tanto, debe ser considerado como un ente vivo y sensible a la intervención que el hombre ejecuta sobre él.

Entre las funciones de mayor importancia del suelo están (Narro Farías, 1994):

- Anclaje para las raíces y soporte mecánico para el follaje.
- Suministro de agua y nutrientes para las plantas.
- Suministro de oxígeno a las raíces y eliminación del dióxido de carbono producido.
- Transporta el calor y proporciona una temperatura adecuada para el desarrollo de las raíces, germinación de semillas, entre otros.
- Desnaturalización de productos orgánicos tóxicos (degradación de herbicidas) y adsorción componentes orgánicos impidiendo su movilidad.



## Propiedades físicas del suelo y su relación con la potencialidad productiva

Las propiedades físicas de los suelos determinan en gran medida la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los somete. La condición física de un suelo determina su capacidad de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la circulación del aire, la capacidad de almacenamiento de agua y de drenaje y la retención de nutrientes, entre otros factores que definen la potencialidad productiva del mismo.

De acuerdo a lo anterior, es necesario para los productores de frutales conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, además de qué forma la acción del hombre puede llegar a modificarlas, y a la vez comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo posibles. Estas comprenden parámetros como la profundidad efectiva (profundidad útil al crecimiento del sistema radical), horizontes (estratos o capas de suelo), textura, estructura, porosidad total y macroporosidad, densidad aparente, drenaje interno, presencia de napa freática, todas estas relacionadas en mayor o menor grado con las propiedades físicas del suelo (Carrasco *et al.*, 2010).

### Profundidad efectiva

La profundidad efectiva del suelo representa la capa de suelo donde pueden desarrollarse las raíces del frutal a establecer, sin encontrar obstáculos naturales como piedras, napas freáticas, capas endurecidas o compactación. Algunas propiedades químicas del suelo también pueden definir la profundidad efectiva del mismo, como condiciones de pH o nivel de salinidad del perfil.

Para la mayor parte de los cultivos frutales, cuanto mayor sea la profundidad efectiva del suelo, mayor desarrollo tendrán las raíces,



lo que facilitará la plantación de especies con mayor crecimiento y mayor exigencia de profundidad de suelo, para la exploración de las raíces (Carrasco *et al.*, 2010).

Las raíces de las plantas profundizarán hasta donde las condiciones de aireación y de drenaje del suelo les permitan respirar adecuadamente. Si las condiciones del suelo lo permiten, las raíces de la mayoría de las especies frutícolas, pueden llegar a penetrar más de un metro de profundidad. Sin embargo, en sistemas de riego presurizado, como goteo o microaspersión, la profundidad del suelo pasa a un segundo término, porque el bulbo de mojamiento que se forma bajo el emisor define el área de crecimiento de las raíces.

## Textura

Al desagregar una muestra de suelo mineral en la palma de la mano, se puede percibir que ella está compuesta por partículas sólidas, predominantemente de naturaleza mineral de diversos tamaños. Por su diámetro esas partículas son clasificadas como fracciones granulométricas o fracciones texturales, que componen una fracción de suelo fino, y los clastos o piedras de distintos tamaños, que son las fracciones más gruesas del suelo (mayor a 2 mm) (Schneider *et al.*, 2007).

La textura se refiere al tamaño de las partículas minerales del suelo, menores a 2 mm de diámetro, donde se definen tres tamaños de partículas minerales características: arena, limo y arcilla (Carrasco, 2008). Es decir, la textura es la proporción en que se encuentran estos elementos que constituyen el suelo. Se utiliza una combinación de estos nombres para indicar los grados intermedios. Por ejemplo, la textura arenosa contienen un 70% o más de partículas de arena, los arenofrancoso contiene de 15 a 30% de limo y arcilla. Los suelos arcillosos contienen más del 40% de partículas de arcilla y pueden contener hasta 45% de arena o hasta 40% de limo, clasificándose como arcilloarenosos o arcillolimosos. Las texturas francas constan de diversos



grupos de partículas de arena, limo y arcilla y varían desde franco-arenosa hasta franco-arcillosa, sin embargo, aparentan tener proporciones aproximadamente iguales de cada fracción.

Las diferentes proporciones de arena, limo, y arcilla se mezclan formando partículas aglomeradas, las que a su vez se unen, conformando pequeñas “estructuras” de suelo conocidas como agregados. Estos se unen entre sí formando agregados de mayor tamaño, hasta conformar lo que se conoce comúnmente como “terrones”.

Generalmente los suelos adecuados para los cultivos, son aquellos en que no predomina una u otra fracción. Por ejemplo, los suelos francos son los que contienen proporciones similares de arena, limo y arcilla. Por lo tanto, como existe un equilibrio en sus características, son los más aptos para uso agrícola (Carrasco *et al.*, 2010).

Los suelos arenosos, conocidos también como “livianos”, son los que contienen mayor proporción de arena, retienen poca agua, y por lo tanto, se secan rápidamente al aire y se disgregan fácilmente. Son suelos con buena porosidad y con buen drenaje, que se saturan con poca cantidad de agua. Las raíces de las plantas penetran con facilidad, pero no encuentran los nutrientes suficientes, ya que estos suelos, en general, se caracterizan por ser deficitarios en nutrientes, lo cual obliga a aplicar fertilizantes a los cultivos establecidos y además incorporar materia orgánica al suelo.

Los suelos limosos, poseen mayor proporción de limo. Sus cualidades de retención de agua, soltura y riqueza mineral, son intermedias entre las de los suelos arenosos y la de los arcillosos. Su rasgo más característico es su suavidad en estado húmedo pero una apariencia de polvo (talco) en estado seco. Los suelos que contienen limo, con el tiempo representan un problema en la actividad frutícola, en particular en los huertos regados por surco o borde, porque al estar sueltos, estos son arrastrados por el agua de riego y a medida que el agua va infiltrando en el perfil de suelo, estos se van deposi-



tando y ubicando internamente en los microporos del suelo, sellándolos. Esto podría resolverse si se aumenta el tiempo de riego, de manera de facilitar la infiltración de estas partículas finas hacia capas más profundas y con ello evitar el sellado de poros del suelo.

Un suelo arcilloso, constituye un suelo de textura fina que usualmente forma terrones duros al estado seco y es muy plástico como también pegajoso al mojarse (**Foto 1**). Cuando el suelo está húmedo, en estado plástico y se oprime entre el dedo pulgar y los dedos índice y dedo medio de la mano, se forma una cilindro largo, fino, firme y flexible. Es más adhesivo, cohesivo y plástico que el suelo limoso. Al introducir la muestra de suelo moldeada en una fuente de agua, difícilmente se va a deshacer. Los suelos que contienen mayor cantidad de arcilla, poseen poco espacio entre partículas, ya que éstas son de tamaño muy pequeño, por lo tanto, el agua, el aire y las raíces penetran con dificultad. Estos suelos son clasificados "pesados", porque son más difíciles de manejar, cuando no se trabaja con la humedad adecuada. Sin embargo, los suelos con alto contenido de arcilla, suelen ser ricos en nutrientes, por su alta capacidad de intercambio catiónico (CIC).



**Foto 1.** Un suelo arcilloso es fácil de moldear y es pegajoso, cuando se humedece, quedando restos adheridos en la mano.



Las características nutricionales de un suelo están en estrecha relación con la textura, puesto que, en la medida que aumenta la fracción fina (partículas sólidas de menor granulometría), aumenta la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la capacidad de intercambio aniónico (C.I.A), lo cual aumenta a su vez, la capacidad nutricional del suelo (Hirzel, 2008).

Estos antecedentes señalan la importancia de la determinación de la textura de un suelo, ya que el porcentaje de arena, limo y arcilla permite conocer diversas propiedades físicas de él (USDA, 1975). Por ejemplo, se puede inferir propiedades del suelo tales como la capacidad de retención de agua disponible para las plantas, riesgos de erosión eólica e hídrica, capacidad para almacenamiento de nutrientes, facilidad para el laboreo (Porta *et al.*, 1994), y otros parámetros, como la permeabilidad, plasticidad y aireación, entre otros (Carrasco *et al.*, 2010).

A modo de referencia, es conveniente señalar que un suelo arcilloso sin piedras, puede llegar a retener hasta 220 mm de agua aprovechable por metro cuadrado de suelo, mientras que un suelo arenoso puede retener sólo 40 mm, en la misma profundidad y condición (Carrasco *et al.*, 2010). Estas grandes diferencias, representan también distintas condiciones de aireación del perfil de suelo, porque un suelo arcilloso presenta un mayor porcentaje de microporos, que favorecen una mayor retención de humedad, a diferencia del suelo arenoso, que posee mayor porcentaje de macroporos, lo cual favorece una mayor aireación del suelo.

## Estructura

Greenland y Hayes (1978) definen la estructura del suelo como “la asociación de partículas en agregados, que dan origen a poros que contienen aire y agua”. Éstos son clasificados como poros de transmisión, que tienen diámetro mayor de 50 mm y permiten el libre movimiento del aire y el drenaje del exceso de agua, y como poros de



almacenamiento que corresponde a los de diámetro entre 0,5 y 50 mm, que retienen el agua y la liberan para las raíces de las plantas.

Narro Farías (1994) define estructura como la manera en que las partículas primarias (arena, limo y arcilla) están unidas entre sí formando agregados. Rucks, et. al. (2004), la definen como el arreglo de las partículas del suelo, entendiendo por partículas, no solo las que se definen como fracciones granulométricas (arena, arcilla y limo), sino también los agregados o elementos estructurales que se forman por la agregación de las fracciones indicadas.

La importancia fundamental de la estructura del suelo en la actividad agrícola es la de determinar el nivel de compactación, tanto en la capa arable como en el subsuelo (Davies *et al.*, 1987). La estructura es una de las características físicas del suelo de mayor importancia agrícola, pero es una de las menos entendida y mal manejada. Greenland, (1981) y Pérez, (1992) establecen que el deterioro de la estructura en los suelos agrícolas es consecuencia del tránsito de la maquinaria, como de la acción del laboreo con arados y rastras.

Un aumento de la agregación y estructura del suelo está relacionado con el contenido de materia orgánica (Douglas y Goss, 1982). Pérez (1992) lo confirmó y lo atribuye a varios factores que incluyen materia orgánica, contenido de óxidos de hierro y aluminio, y arcillas. Martínez *et al.*, (2008) observaron en suelos de la zona central de Chile mayor tamaño de agregados, asociado al aumento de la materia orgánica del suelo. Otros autores, atribuyen la mejora en la estructura del suelo a la alta actividad biótica, especialmente de las lombrices.

Lo claro, es que la estructura del suelo es una de las propiedades importantes que afectan la producción de los frutales, porque influye en la profundidad a la cual las raíces pueden penetrar, el volumen de agua que se puede acumular, y el movimiento del agua, el aire, y los nutrientes (Carrasco, 2008).



## Manejo del suelo y maquinaria agrícola

El manejo de suelos en huertos frutales es una labor que involucra su remoción con maquinarias o herramientas de laboreo. Los objetivos del manejo son: obtener una mayor circulación del aire y agua en el perfil, aumentar la capacidad de retención de agua del suelo, controlar y destruir malezas, e incorporar residuos vegetales y orgánicos.

Entre los equipos de laboreo utilizados para el manejo del suelo en frutales se encuentran el arado subsolador, rastras de discos y vibrocultivador. Cada uno de ellos modifica principalmente las propiedades físicas del suelo, siendo la estructura la característica que más se ve afectada, ya que determina las relaciones suelo, planta, agua y aire. Sin embargo, un mal uso de estos equipos puede afectar negativamente la estructura, provocando una degradación del suelo por el aumento de la compactación o por procesos de erosión provocados por el riego tradicional (surco o borde). Lo anterior, refleja la importancia de conocer las propiedades físicas del suelo y su relación con las técnicas y equipos para su manejo, de manera de hacer más eficientes las labores, sin llegar a provocar la degradación física del mismo.

### Laboreo del suelo en frutales

El laboreo del suelo en los frutales con rastra de discos está orientado principalmente a controlar las malezas, mejorar la condición física del suelo, rompiendo los horizontes endurecidos, permitiendo la infiltración del agua y del aire, y ayudar a incorporar los fertilizantes y enmiendas (Ibañez y Hetz, 1996). El rastraje aumenta en forma inmediata la cantidad de los macroporos y fisuras en el suelo, lo cual favorece el aumento en la capacidad de movimiento del aire. Sin embargo, en el mediano plazo los rastrajes producen una *disminución intensa de la macroporosidad, con el consecuente problema de compactación del suelo* (Davies *et al.*, 1987). Esto se pro-



duce por el peso de los discos al efectuar la labor y por el reacondicionamiento de las partículas de suelo que van quedando sueltas, las que al ser movilizadas por el agua de riego al interior del perfil de suelo generan un sello de los poros, que constituyen barreras físicas para el intercambio gaseoso, la penetración del agua y el crecimiento de las raíces (Montenegro y Malagón, 1990).

## Compactación de suelos y formación de capas endurecidas

El concepto “compactación de suelo”, ha sido descrito por diversos autores y se define como la modificación en el volumen y la estructura de los poros del suelo. Otros lo definen como la densificación de capas en el perfil del suelo (Taboada, *et al.*, 2008). Desde un punto agrícola, un suelo está compactado cuando se rompe el equilibrio entre las unidades estructurales, es decir, cuando se produce un quiebre en la estabilidad de las mismas y su porosidad, lo que origina una condición de volumen total de poros, en relación al volumen total del suelo no adecuado para asegurar el buen desarrollo del cultivo.

Existen dos tipos principales de compactación: la de origen propio de la conformación del suelo y la generada por el tránsito del tractor y la maquinaria agrícola. El primero, resulta de una acción lenta y continua de los procesos de formación y estructuración del suelo, formándose finalmente un horizonte que impide la penetración de raíces y agua, denominado como “duripan” o “fragipan”. El segundo tipo de compactación, tiene una causa diferente. El horizonte endurecido, conocido como “pie de arado”, es consecuencia de tres fuerzas que actúan sobre el suelo: gravedad, lluvia y, especialmente tránsito de maquinaria.

La compactación afecta negativamente el flujo masal de agua a través del cual se mueven los nitratos. Asimismo, a través de sus efectos sobre la porosidad de aire en el suelo puede causar desnitrifica-



ción y menor mineralización del nitrógeno orgánico. Por otro lado, la absorción de fósforo se ve afectada negativamente por la menor accesibilidad de este elemento poco móvil al sistema radical de las plantas (Taboda *et al.*, 2008).

El suelo puede aumentar su daño por compactación, cuando el contenido de agua es alto. Por sobre el contenido óptimo de humedad para la labranza del suelo (estado friable), la compactación aumenta, dado que los poros más grandes se han llenado parcialmente con agua y su volumen es más alterable por efecto del paso de maquinaria agrícola. Hillel (1980), señala que un suelo se considera compactado cuando la porosidad total es baja y ha disminuido su aireación, con una densidad aparente alta y poros pequeños, que impiden la penetración de las raíces de las plantas y el movimiento del agua en el suelo.

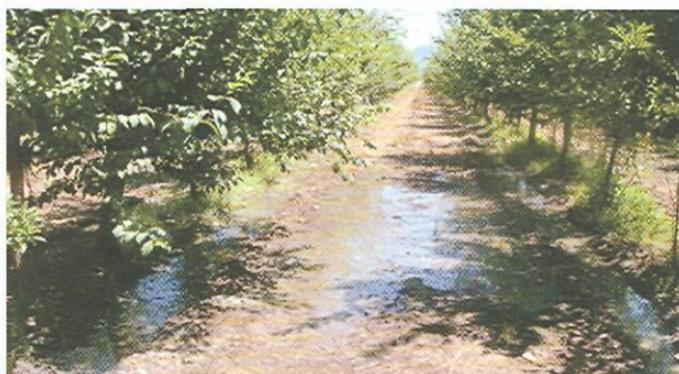
El paso sistemático de los tractores sobre la superficie de suelo, produce la formación de esta capa endurecida o compactación, desde la misma superficie hasta una cierta profundidad en el perfil del suelo (**Figura 1**).

La mayor parte de la compactación, se produce con la primera pasada de las ruedas de un tractor en un suelo arado y rastreado, lo que genera hasta un 90 por ciento del incremento total de la densidad aparente (Sánchez-Girón, 1996). No obstante, la respuesta del suelo dependerá de su resistencia a la compactación, que depende de la textura y del porcentaje de materia orgánica, como de la distribución de ella en profundidad.



**Figura 1.** Compactación de suelo por acción de las ruedas del tractor.

En los suelos de los huertos frutales, el horizonte endurecido se produce, principalmente por el tráfico del tractor y pulverizadora en la labor de aplicación de pesticidas. El paso de la rueda de los tractores agrícolas ejerce altas presiones (concentradas superficialmente) sobre el suelo y que se transmiten a través del perfil causando un endurecimiento en el subsuelo. El tráfico sucesivo de tractores y equipos destruye los agregados del suelo y aumenta la compactación, lo cual se traduce en incrementos de la densidad aparente y disminución de la porosidad, por lo que el agua de riego no infiltra hacia las capas más profundas del suelo (**Foto 2**).



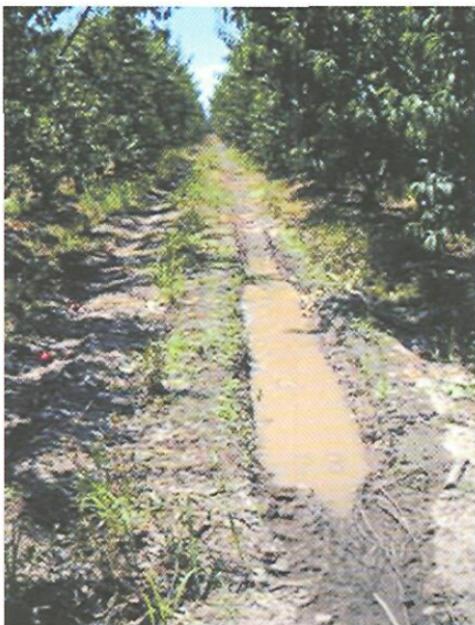
**Foto 2.** Suelo plantado con ciruelo afectado por problemas de compactación de suelos. Obsérvese la acumulación de agua en la superficie, indicador del problema.

Las labores de aplicación de pesticidas, con tractor y equipos pulverizadores, en la mayoría de los predios superan las 10 aplicaciones en la temporada, favoreciendo un grado de compactación importante bajo condiciones de suelo húmedo, provocado por efecto de las lluvias y el riego.

Por otro lado, en las labores de cosecha se produce un tránsito considerable de tractores y carros cosecheros entre las hileras de los frutales por el movimiento de la fruta fuera del huerto. Esto se agrava porque previo al período de cosecha de un frutal de carozo, el



productor riega el huerto unos días antes para lograr un mayor calibre de la fruta al momento de la cosecha. El riego previo tiene un efecto colateral, porque humedece el perfil del suelo en la entrehilera, por lo que al momento de la cosecha el tráfico de los tractores y carros cargados con bins y fruta, ejercen una presión importante sobre el suelo, aumentando con ello la compactación. Esta compactación en la zona de huella del tractor muchas veces llega a ser tan grave, que impide totalmente la infiltración del agua en el perfil de suelo (**Foto 3**).



**Foto 3.** Entre hilera de un huerto de nectarín afectado por compactación de suelos en la zona de huella de las ruedas del tractor y equipos. Requínoa, 2010.

Una forma práctica y simple, para comprobar la existencia de compactación del suelo, es abrir una calicata en el terreno y en el interior de ella, con un cuchillo ejercer presión con la punta en las paredes, desde la capa más superficial hacia las capas más profundas de la calicata. De esta forma, se evalúa la resistencia que opone el suelo a la penetración de la punta aguzada del cuchillo. Si existiese algún endurecimiento, que comúnmente se aprecia en la zona de huella de tránsito de las ruedas de los tractores y equipos, con bastante seguridad se detectará al percibir una mayor resistencia del suelo a la penetración de la punta del cuchillo. Un horizonte de un suelo compactado presentará típicamente una estructura “laminar”, donde la estructura del suelo o terrones que se muestreen o colecten en ese horizonte, se alinean en torno al eje horizontal, con mayor amplitud que en el eje vertical (**Foto 4**).



**Foto 4.** Forma característica de un terrón muestreado en un horizonte compactado. Obsérvese la amplitud del eje horizontal, con relación al eje vertical.

La observación de una calicata, es una técnica de prospección recomendada para facilitar el reconocimiento y evaluación directa del suelo que se desea estudiar y, por tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa de un suelo (**Foto 5**). En huertos frutales, se recomiendan excavaciones de al menos un metro de profundidad, por un metro de ancho, y un metro de largo (Carrasco *et al.*, 2008). Esta excavación, efectuada con la amplitud indicada, permitirá la inspección del suelo, a través de una observación visual de sus paredes y toma de muestras de suelo en las distintas estratas.



**Foto 5.** La observación del perfil de suelo en una calicata, permite establecer la presencia de algún impedimento físico y definir el tipo de labores de manejo del suelo.



Lo relevante del tamaño de la excavación, es poder disponer de un espacio suficiente para trabajar en su interior, facilitando la correcta evaluación del suelo. El número de calicatas a abrir en un predio depende de la variabilidad del suelo, siendo lo habitual abrir tres a cuatro calicatas cada cinco hectáreas de terreno a plantar, las cuales deberían distanciarse entre sí a unos 50 a 70 metros (Carrasco *et al.*, 2010).

Existe la opción de construir las calicatas con una retroexcavadora, lo cual facilita la rápida disponibilidad de ella para iniciar los trabajos de observación y estudio de terreno. Una vez terminada la calicata las paredes se deben afinar con pala y picota para eliminar la compactación que ocasiona en ellas el corte de la pala de la retroexcavadora. Sin embargo, tiene una ventaja el que una calicata se construya manualmente, ya que la facilidad o dificultad que se pudo encontrar en su construcción es un elemento importante para detectar presencia de impedimentos físicos del suelo que pueden afectar el movimiento del agua en el perfil cuando se inicien los riegos (Carrasco *et al.*, 2010).

Uno de los elementos más importantes a observar en una calicata es la profundidad efectiva del suelo, que es determinante para el establecimiento de un huerto frutal, debido a que definirá el máximo volumen de suelo del que las raíces de las plantas puedan extraer agua y nutrientes. Para conocer la profundidad efectiva del suelo, es necesario identificar en la calicata aquellas dificultades evidentes para el establecimiento de raíces, entre las cuales se encuentran principalmente los problemas de mal drenaje.

El único medio seguro para conocer la profundidad efectiva del suelo, se basa en la observación directa del perfil y de la distribución de raíces en profundidad. La profundidad efectiva puede estar limitada por varias causas:

- a. Presencia de un sustrato rocoso, coherente y duro (horizonte R). Este horizonte, al ubicarse a una profundidad menor a 60 cm limitaría una plantación frutal, en particular de aquellas especies de arraigamiento profundo.

Según los estudios agrológicos de CIREN, suelos de las series Graneros, O'Higgins, Rancagua y Cachapoal, en la Región de O'Higgins, presentan suelos con profundidades efectivas superiores a los 1,2 m (CIREN, 1996a; CIREN, 1996b), lo que los hace muy adecuados para el establecimiento de especies frutales. Por otro lado, suelos de la serie La Laguna de San Vicente de Taguatagua, tienen profundidades que superan los 1,5 metros, con alto porcentaje de materia orgánica (6 a 14%), pero están limitados por problemas de mal drenaje, que se evidencian a partir de los 60 a 70 cm de profundidad. El alto porcentaje de materia orgánica permite una alta porosidad, facilitando el movimiento del agua y oxígeno en el perfil, permitiendo plantaciones de ciruelo D'Aggen y nectarinos en sectores menos afectados por el problema de mal drenaje.

- b. Presencia de horizontes cementados por formaciones calcáreas. Estos son frecuentes en suelos muy evolucionados, desarrollados a partir de materiales carbonatados. Algunas costras calcáreas, como los fragipan, pueden romperse fácilmente con una labor de subsolado, pero otras son tan gruesas y duras que constituyen una limitación a la profundidad efectiva (duripán) (Parra *et al.*, 2002) (**Foto 6**).



**Foto 6.** Presencia de fragipan a 20 cm de profundidad, en un suelo plantado con cerezos. Sector Pueblo Hundido, Comuna de Rengo.



- c. Presencia de horizontes arcillosos subsuperficiales mal aireados. Esta condición edáfica puede diagnosticarse por la presencia de colores oscuros y manchas grises y es frecuente en terrenos planos, en donde se han formado horizontes Bt muy arcillosos e impermeables, especialmente si en ellos abundan elementos gruesos, como clastos o piedras (**Foto 7**). En este caso la solución efectiva, antes de efectuar la plantación, es realizar una labor de subsolado con el suelo lo más seco posible, o plantar en un suelo preparado con camellones altos.



**Foto 7.** Presencia de un horizonte Bt a 50 cm de profundidad, en un suelo plantado con ciruelo. Agrícola El Bosque, Comuna de Codegua.

Si el suelo se encuentra plantado, lo recomendable es realizar una labor de subolado en el período comprendido entre marzo y abril, posterior a la cosecha de la fruta y realizar la labor con el suelo lo más seco posible para lograr el efecto de resquebrajamiento o de “estallamiento” del perfil del suelo (Carrasco *et al.*, 2010) (**Foto 8**). De esta forma, se mejora la aireación del suelo y se agiliza el intercambio gaseoso y la actividad microbiana a nivel radical, facilitando el crecimiento y desarrollo de las plantas (Carrasco, 2008).



**Foto 8.** Labor de subsolado eficiente en ciruelo europeo. Obsérvese el grado de estallamiento superficial del suelo, que refleja una buena calidad de la labor. Agrícola El Bosque, Comuna de Codegua, Año 2009.

La labor de subsolado tiene requerimientos muy altos de potencia del tractor, especialmente si se trata de suelos muy compactados o si la labor debe hacerse a gran profundidad (Ibañez y Hetz, 1996). Normalmente la potencia requerida está por sobre los 90 HP en el tractor, superando los 110 HP si la profundidad a subsolar es de 60 a 80 cm.

- d.** Presencia de una capa freática. Esta condición se da en las cercanías de cauces fluviales y en terrenos de bajo relieve. En el caso de un terreno a plantar, cuando la napa de agua se ubica a menos de 100 cm de profundidad, la única forma de resolver esta situación es construyendo un sistema de drenaje artificial en el terreno que permita evacuar los excesos de agua que se puedan acumular en el perfil del suelo. La otra es plantando sobre camellones altos, que superen los 80 cm de altura.

En el caso de un suelo plantado, si el suelo es franco arcilloso a arcilloso, una forma de aliviar el problema de forma transitoria es realizar una labor de subsolado mediante el arado topo. El subsolador, en este caso, se usa en la construcción de túneles de



drenaje en terrenos arcillosos con problemas de acumulación de agua en el perfil de suelo (Ibáñez y Hetz, 1996). Para ello, en la parte posterior de la bota del subsolador se instala un “balín topo” unido por una cadena, para lograr el efecto de formación o construcción de túneles de drenaje.

Cuando el suelo está con un contenido de agua superior a capacidad de campo, el trabajo del subsolador y “balín” topo se facilita, ya que el tractor requiere menos potencia, además que bajo esas condiciones de humedad se hace más fácil la construcción de los túneles internos de drenaje, los cuales permitirán la evacuación de excesos de agua que se pudieran acumular en el perfil del suelo, a nivel de las raíces de los frutales.

Para la labor anterior, el subsuelo de textura arcillosa le confiere al terreno propiedades expansivas y hace que las galerías abiertas por el subsolado se cierren al cabo de un tiempo de haberla hecho, con lo que se acaban los beneficios de la misma (Parra *et al.*, 2002).

Los problemas de mal drenaje o presencia de una estrata impermeable, como también la profundidad efectiva del suelo, no son detectables a través de la observación de la superficie del suelo, con lo cual la observación del subsuelo a través de una calicata adquiere relevancia. Los problemas de drenaje interno, se evidencian a partir de la profundidad donde comienza la saturación de agua en una calicata (**Foto 9**), comprobándose con la existencia de raíces muertas en esa profundidad. Es importante no plantar frutales en esas condiciones, debido a que la mayoría de las especies no prosperarán comercialmente.

Bajo las condiciones anteriores, la plantación de un huerto frutal será posible sólo si antes se habilita el suelo con un sistema de drenes, que permita evacuar los excesos de agua del perfil del suelo, o plantar “acamellonando” el suelo. Esta labor consiste en la formación de camellones de corte transversal formando un trapecio isósceles en lo que será la hilera de plantación. Se construyen principalmente en



**Foto 9.** Suelo con problemas de drenaje, en un huerto plantado con durazno. Santa Inés de la laguna. Comuna de San Vicente. Año 2008.

suelos poco profundos, cuando se quiere ganar profundidad para un mejor desarrollo de las raíces. Además, en suelos de textura franco arcillosa a arcillosa se construyen como una medida de control preventivo de enfermedades a nivel de las raíces de las plantas y por acumulación de agua cuando existen problemas de mal drenaje.

Por efecto de las lluvias y por el peso propio de las partículas de suelo, los camellones con el tiempo modifican su volumen, al reducir su altura en aproximadamente 20 a 40 centímetros, dependiendo de la textura del suelo (Carrasco *et al.*, 2010). Esto es importante al momento de construir el camellón, con los equipos de laboreo, donde será necesario diseñarlo con una altura mayor, para obtener finalmente uno con las dimensiones requeridas. Los camellones de suelos arcillosos, son menos sensibles a reducir su altura, en comparación a camellones de suelos de una textura intermedia, como lo son los suelos de textura franco arcillosa a franco arenosa (Carrasco *et al.*, 2010).

Otro uso importante de las calicatas es la evaluación del manejo del agua en un huerto establecido, siendo posible observar la profundidad a la cual el agua está infiltrando luego de un evento de



riego o precipitación. Este chequeo ayuda a evaluar distintas medidas de manejo del riego, como ajustar el tiempo o frecuencias de riego, si el agua no está alcanzando el volumen de suelo en que se ubican las raíces de un frutal (Carrasco *et al.*, 2010).

## Índices para medir la compactación del suelo

Una buena calidad física del suelo determina un ambiente favorable para el desarrollo de las raíces y de la vida en el suelo, una adecuada capacidad para amortiguar déficit hídrico y a su vez una alta resistencia a la degradación por efecto de agentes externos (Alvarez y Taboada, 2008).

Los efectos de cada una de las labores, se evalúan a través de diferentes índices de medición, que expresan la magnitud de la compactación. Entre ellos los más comunes son: la densidad aparente, porosidad total (micro y macroporosidad), la resistencia mecánica del suelo a la penetración, estabilidad estructural; el flujo del agua en el perfil, que incluye la velocidad de infiltración, la conductividad hidráulica, la curva característica de retención de agua y tasa de difusión de oxígeno (permeabilidad al aire) (Carrasco, 2008).

Los índices más utilizados para medir el grado de compactación de un suelo, son la densidad aparente, la porosidad del suelo, la resistencia a la penetración, la velocidad de infiltración del agua, y la conductividad hidráulica.

**a. Densidad aparente del suelo:** se define como la masa de suelo por unidad de volumen (Porta *et al.*, 1994). Mediante el efecto del tráfico, se cierran algunos de los espacios más grandes llenos de aire, siendo por lo tanto, la densidad volumétrica un índice de la compactación del suelo y está en relación a la porosidad del mismo. Un suelo muy poroso, será menos denso; un suelo poco poroso, será más denso. A mayor contenido de materia orgánica, más poroso y menos denso será el suelo.



Desde el punto de vista agrícola, valores bajos de densidad aparente, entre 1,0 y 1,4 g/cm<sup>3</sup>, en general se asocian con una condición apropiada para el crecimiento de los cultivos. Una muestra de suelo de textura franco arenosa, puede presentar una densidad aparente cercana a 1,5 g/cm<sup>3</sup> y estar relativamente compactado, porque las arenas le proporcionan una masa y un peso mayor que incide en la densidad aparente, en comparación a una muestra de suelo arcilloso. Sin embargo, el tamaño y forma de las arenas unidas entre sí, dejan espacios porosos (macroporos) de mayor tamaño a las de un suelo arcilloso, el cual si está compactado con una densidad de 1,50 gr/cm<sup>3</sup>, por lo tanto el valor de densidad aparente debe ir asociado a la porosidad del suelo, para establecer si existe compactación.

Trabajos de caracterización de suelos, realizados por el Centro de Frutales de Carozos de INIA, en la Región del Libertador O'Higgins, encontraron que la densidad aparente, medida por el método del cilindro, varía desde 0,60 g/cm<sup>3</sup> en suelos orgánicos y bien estructurados, hasta 1,60 g/cm<sup>3</sup> en suelos franco arenosos compactados, disminuyendo el valor a medida que aumenta el contenido de materia orgánica y arcilla.

Suelos plantados con ciruelo europeo, de la Serie La Laguna de San Vicente de Tagua Tagua, de textura franco arcillo limosa y con un contenido de materia orgánica de 6 a 14%, alcanzaron una densidad aparente de 0,60 a 0,80 g/cm<sup>3</sup>. Por otro lado, suelos plantados con frutales en la comuna de Rengo, de la serie Cachapoal, de textura franco arcillo arenosa y un 3,1% de materia orgánica, alcanzaron una densidad aparente de 1,34 a 1,45 g/cm<sup>3</sup>. Sin embargo, en suelos de la misma serie, plantados con duraznero y nectarino, compactados por el tráfico de tractores y equipos, se encontraron densidades aparentes cercanas a 1,60 g/cm<sup>3</sup>. En suelos de la serie Tinguiririca, en el sector de Puente Negro, comuna de San Fernando, se encontraron en suelos compactados por el laboreo, con den-



sidades aparentes de 1,50 a 1,65 g/cm<sup>3</sup>. Estos últimos se caracterizan por su textura franco arenosa, con presencia de piedras y bolones en el perfil y con un 2,8 a 3,1% de materia orgánica.

Estos trabajos han llegado a establecer que el área afectada por el tránsito de las ruedas del tractor y equipos en huertos establecidos, alcanza un ancho aproximado de 45 a 50 cm y una profundidad aproximada de 25 a 35 cm. Si se considera sólo el ancho afectado por las ruedas del tractor y equipo, en un huerto frutal de 100 metros de largo, plantado a 5 metros de distancia entre hileras, el área afectada por compactación llega a una superficie aproximada de 1.800 a 2.000 m<sup>2</sup> por hectárea. Este mismo trabajo demostró que la zona de tránsito del tractor entre las hileras presentaba niveles más altos de densidad aparente en una profundidad de 0 a 20 cm y un ancho de 46 cm, en relación a la zona de no tránsito, siendo estos valores estadísticamente significativos (**Cuadro 1**). El análisis además demostró la existencia de diferencias significativas en la macroporosidad, entre la condición con y sin tránsito, resultando con valores más altos de % de macroporos la condición sin tráfico (**Cuadro 2**).

**Cuadro 1.** Valores medios de Densidad Aparente (Da) (método del cilindro) medido entre las hileras de frutales, en las áreas de huella del tractor y al centro de la entre hilera, para distintas series de suelos de la Región del Libertador O'Higgins. Año 2009.

Serie de suelos	Localidad	Comuna	Da (g/cm <sup>3</sup> )	
			Área de (huella del tractor)	Centro de la entre-hilera
La Laguna	Sta. Inés	San Vicente de Tagua Tagua	0,88 a	0,56 b
Macarena	Chimbarongo	Chimbarongo	1,59 a	1,39 b
Cachapoal	Rosario	Rengo	1,61 a	1,32 b
Graneros	La Compañía	Graneros	1,44 a	1,23 b
Colchagua	Palmilla	Palmilla	1,21 a	1,34 b

Valores seguidos por una letra distinta, para cada serie de suelo, significa diferencia significativa entre medias ( $P \leq 0,05$ ).

**Cuadro 2.** Valores medios de Macroporosidad (método del cilindro) medido entre las hileras de frutales, en las áreas de huella del tractor y al centro de la entre hilera, para distintas series de suelos de la Región del Libertador O'Higgins. Año 2009.

Serie de suelos	Localidad	Comuna	Macroporosidad	
			Área de (huella del tractor)	Centro de la entre-hilera
Cachapoal	Rosario	Rengo	5,3 a	12,6 b
La Laguna	Sta. Ines	San Vicente de Tagua Tagua	12,1 a	24,6 b
Macarena	Chimbarongo	Chimbarongo	5,8 a	9,12 b
Graneros	La Compañía	Graneros	7,2 a	14,1 b
Colchagua	Palmilla	Palmilla	4,4 a	5,8 b

Valores seguidos por una letra distinta, para cada serie de suelo, significa diferencia significativa entre medias ( $p < 0,05$ ).

**b. Porosidad.** La porosidad del suelo, se define como el volumen de aire y agua contenido en una unidad de volumen de suelo. La porosidad es una característica que está íntimamente ligada con la densidad aparente, con la capacidad de aireación y con la capacidad de retención de agua del suelo. La porosidad depende de la textura, de la estructura, contenido de materia orgánica, tipo e intensidad del cultivo, laboreo y otras características del suelo y su manejo.

Los poros continuos que permiten que el agua circule y que las raíces penetren son denominados macroporos (Davies *et al.*, 1987) e integran la macroporosidad del suelo, que en su mayor parte permanece ocupada por aire. Durante el proceso de compactación se producen variaciones importantes en la distribución y el tamaño de los poros. Así, los poros cuyo tamaño es menor de 30 mm no se reducen, pero sí lo hacen los poros grandes con tamaño superior a 30 mm.

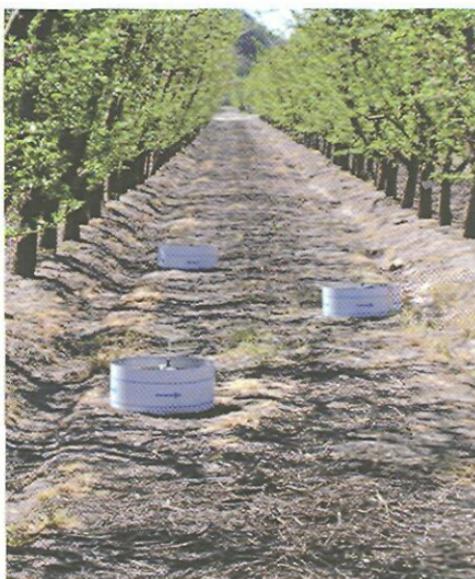


**c. Velocidad de infiltración.** La infiltración incorpora el concepto de velocidad de infiltración, que es el volumen de agua que se mueve hacia el interior del suelo a través de los poros, por unidad de área y por unidad de tiempo. La velocidad de infiltración depende de la textura, de la estabilidad estructural de la superficie del suelo, del grado de compactación, del contenido de agua, de la altura de lámina de agua, del contenido de sodio intercambiable y de la temperatura del agua, entre otros (Carrasco, 2008). Por lo tanto, cada tipo de suelo, e incluso un mismo suelo según el manejo, tienen una determinada velocidad de infiltración, variando desde aquellos de infiltración excesiva (suelos arenosos gruesos) hasta los de infiltración lenta (suelos arcillosos). El perfil de humedad del suelo durante el período de infiltración varía continuamente, hasta que se alcanza la velocidad de infiltración básica, lo cual se puede determinar en terreno con un cilindro infiltrómetro doble (**Foto 10**).



**Foto 10.** Medición de velocidad de infiltración por el método del cilindro doble. Sector El Molino-La Compañía, Comuna de Graneros. Año 2011.

Trabajos de evaluación de compactación de suelos, realizados por el Centro de Frutales de Carozo en un huerto plantado con durazneros de 6 años, variedad Dixon, en el sector El Molino-La Compañía, a través de mediciones comparativas de la lámina de agua infiltrada, como de velocidad de infiltración básica, en el área de tránsito de la rueda del tractor y equipos (**Foto 11**), y en el área del centro de la entre hilera (**Foto 12**) de un suelo de la serie Graneros, mostraron que la infiltración de la lámina de agua alcanzada, en la zona de huella del tractor y equipos llegaba a los 3,2 cm (**Cuadro 3**), siendo un 15% de la lámina de agua infiltrada en el área del centro de la entre hilera (20,6 cm), que no es afectada por el tránsito de los tractores, pulverizadores y carros cosecheros. De igual forma, la velocidad de infiltración



**Foto 11.** Medición de infiltración con cilindros doble infiltrómetro, sobre la zona de huella del tractor y equipos, entre las hileras de un huerto de duraznero conservero variedad Dixon. Sector El Molino-La Compañía, año 2011.



**Foto 12.**

Medición de infiltración con cilindros doble infiltrómetro, al centro de la entre hilera de un huerto de duraznero conservero Dixon. Sector El Molino-La Compañía, año 2011.



**Cuadro 3.** Valores de lámina de agua infiltrada en un suelo serie Graneros, plantado con duraznero conservero Dixon. Sector El Molino-La Compañía Comuna de Graneros, 2011.

	Centro de la entrehilera	Huella de tractor
Lamina promedio de agua infiltrada (cm)	20,6	3,2
Velocidad de infiltración básica (cm/hora).	5,16	0,83

básica al centro de la entre hilera es casi 6 veces mayor a la evaluación hecha en la zona de tránsito de tractor y equipos (huella de tractor). Estos resultados ratifican la condición de que el mayor problema de compactación de suelos en la entre hilera de un frutal, se produce sobre el área de huella del tractor y equipos.

En un ensayo de investigación, realizado por el Centro de Frutales de Carozo del INIA en un huerto de duraznero conservero, variedad Dixon, en el sector El Molino-La Compañía comuna de Graneros, Región del Libertador O'Higgins, ubicado a 2 km por el camino a Codegua, en un suelo de textura franco-arcilloso se midió el efecto del subsolado sobre la compactación a través de la densidad aparente (método del cilindro) (**Cuadro 4**), macroporosidad (**Cuadro 5**), y resistencia a la penetración (**Figuras 2 y 3**). Los tratamientos evaluados fueron: a) subsolado al centro de la entrehilera y a ambos lados de la planta; b) subsolado al centro de la entre hilera, sólo en un lado de las hileras de plantas; y c) testigo sin subsolado.

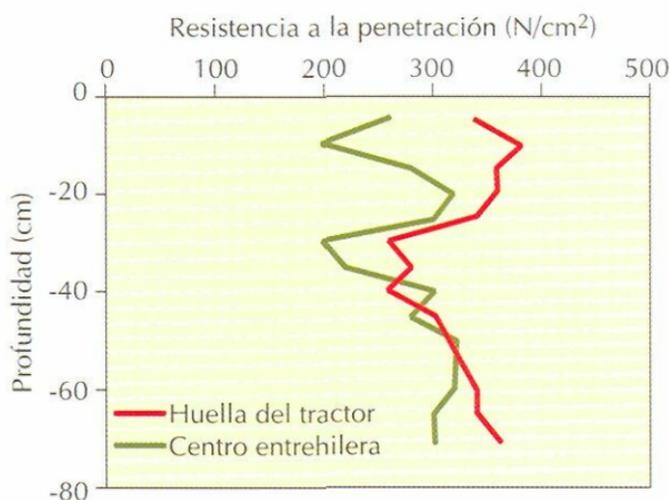
Con la idea de permitir que el suelo se estructurara después del subsolado, las mediciones se iniciaron al año de establecido el ensayo, comparando la labor de subsolado con el testigo (sin subsolado) en dos áreas de medición en la entre hilera, sobre la huella de tránsito del tractor y al centro de la entre hilera. En cada una de ellas, las mediciones de densidad aparente se hicieron a tres profundida-



**Cuadro 4.** Densidad aparente ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) según el método del cilindro, a diferentes profundidades de suelo, dos años después de la labor de subsolado. Durazno conservero, variedad Dixon. Sector El Molino-La Compañía, Comuna de Graneros, Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Año 2011.

Área de medición	Densidad aparente ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )					
	Subsolado			Testigo		
	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
Huella del tractor	1,41d	1,44 de	1,36 bc	1,53 g	1,49 f	1,37 c
Centro de la entre hilera	1,27 a	1,32 ab	1,30 a	1,35 b	1,38 c	1,36 bc

Valores seguidos por una misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Resistencia a la penetración ( $\text{N}/\text{cm}^2$ ) del tratamiento subsolado al centro de la entre hilera en Durazno Conservero. Variedad Dixon. Sector El Molino-La Compañía. Región del Libertador O'Higgins. Comuna de Graneros. Año 2010.

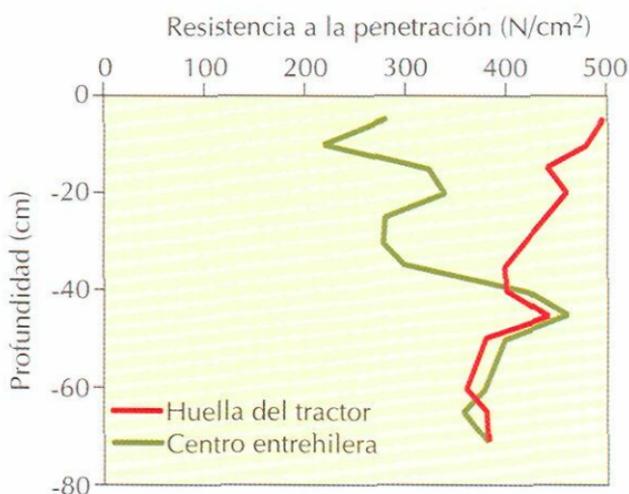
des: 0-20, 20-40, y 40-60 cm. La labor de subsolado se realizó en abril de 2009, a una profundidad de 55 a 65 cm, con el suelo relativamente seco, con un contenido de agua que no superó 15% en los primeros 40 cm. Se observó que la densidad aparente fue menor al centro de la hilera que bajo la huella del tractor en todas las



**Cuadro 5.** Macroporosidad (%) según el método del cilindro, a diferentes profundidades de suelo, dos años después de la labor de subsolado. Durazno conservero, variedad Dixon. Sector El Molino-La Compañía, Comuna de Graneros, Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Año 2011.

Área de medición	Macroporosidad (%)					
	Subsolado			Testigo		
	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
Huella del tractor	4,7 d	4,5 e	5,3 c	3,4 f	3,9 f	5,1cd
Centro de la entre hilera	6,5 a	5,8 b	6,3 a	5,4 c	5,1 cd	5,3 c

Valores seguidos por una misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 3.** Resistencia a la penetración del tratamiento testigo (sin subsolado) en Durazno Conservero. Variedad Dixon. Sector El Molino-La Compañía Comuna de Graneros, Región del Libertador O'Higgins. Año 2010.

profundidades medidas (Cuadro 4). Bajo la huella del tractor el subsolado logró disminuir la densidad aparente hasta los 40 cm de profundidad; al centro de la entre hilera el subsolado disminuyó la densidad aparente hasta los 60 cm de profundidad (Cuadro 4).



En este ensayo se evaluó además el nivel de compactación a través de mediciones de macroporosidad (Cuadro 5) y resistencia a la penetración del suelo, en profundidades que van de 5 a 70 cm. Las evaluaciones se realizaron sobre la zona de tránsito de las ruedas del tractor y en el centro de la entre hilera de la plantación.

En el cuadro 4, se observa que, después de 2 años de la labor de subsolado, en el área de huella del tractor, el tratamiento permitió romper capa compactada, al compararlo con el testigo, ya que muestra valores menores de densidad aparente en las profundidades 0 a 20 y 20 a 40 cm. Siendo en ambos casos, estadísticamente significativas las diferencias encontradas. En la profundidad 40 a 60 cm, no hubo diferencias significativas entre tratamientos, siendo iguales las densidades aparentes.

En el caso de las evaluaciones hechas al centro de la entre hilera de los frutales, se observa la misma tendencia anterior, pero siendo más marcado el efecto de la labor de subsolado, por el ser el área por donde pasó el arado subsolador, ejerciendo su mayor efecto.

En el caso del tratamiento de subsolado, los valores de densidad aparente son más altos para el caso del área de huella del tractor, comparado con los valores del centro de la entre hilera. Esto, refleja que con la labor de subsolado no hubo una rotura completa del suelo compactado por el tránsito del tractor y equipos de tiro (pulverizadores y carros cosecheros), no obstante ser menores los valores a los encontrados para el testigo, donde el problema de la compactación permanece.

En el cuadro 5, se observa que la labor de subsolado favorece un aumento de la macroporosidad del suelo. Evaluaciones hechas en el área de huella del tractor, como en el centro de la entre hilera, muestran que la macroporosidad aumenta con la labor de subsolado, en comparación con el testigo, en las profundidades 0 a 20 y 20 a 40 cm.



Los resultados de los cuadros 4 y 5, indican que una labor de subsolado es necesaria para eliminar el área compactada de la entre hilera de los frutales, porque con ello se reduce la densidad aparente, aumentando la macroporosidad, por lo cual se facilita la infiltración del agua, una mayor aireación del suelo, y a su vez un mejor crecimiento de las raíces del frutal.

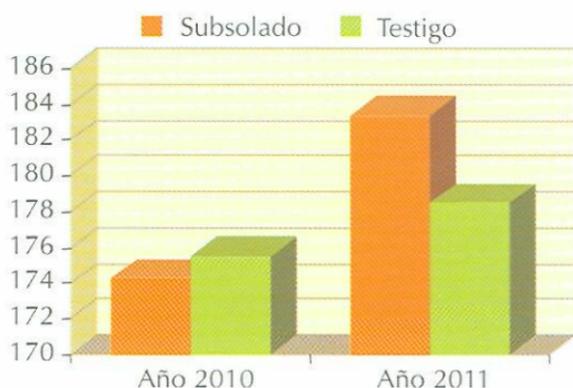
La Figura 2, muestra la resistencia del suelo a la penetración ( $N/cm^2$ ), medido un año después de establecido el ensayo, del tratamiento de subsolado al centro de la entre hilera, el que se comparó con el tratamiento testigo sin subsolar. Se observó que la evaluación hecha de resistencia del suelo en el área de huella del tractor es mayor en los primeros 35 cm en relación a los valores encontrados en el centro de la entrehilera. A partir de los 40 cm de profundidad de suelo los valores se igualan. Esto refleja que la labor de subsolado realizada al centro de la entrehilera del frutal no ha alcanzado un nivel de rotura de la zona de huella del tractor, en los primeros 40 cm, que se iguale a la que existe en el centro de la entre hilera.

En la Figura 3 se observa, a diferencia de la Figura 2, que el suelo ejerce una gran resistencia a la penetración en la zona de huella del tractor, donde llegan a niveles que superan los  $400 N/cm^2$ , en los primeros 30 cm, y siendo superior, en los 35 cm de profundidad, a la evaluación hecha en el centro de la entre hilera, donde los valores no superan los  $350 N/cm^2$  en esa profundidad. Esto refleja la necesidad de subsolar, para romper esa zona compactada. Sin embargo, a partir de los 40, prácticamente se igualan las resistencias a la penetración de las evaluaciones hechas en la zona de huella del tractor y centro de la entre hilera.

Si se comparan las figuras 2 y 3, se observa claramente que el tratamiento subsolado presenta menores valores de resistencia a la penetración. Esto indicaría la importancia de realizar esta labor, para romper capa compactada.



En la **Figura 4**, se observa el peso de fruto de durazno conservero, variedad Dixon, del ensayo de evaluación del efecto del subsolado realizado el año 2009. Se observa que en la primera temporada (2010) hubo una ligera diferencia a favor del testigo, sin existir diferencias estadísticamente significativas con el subsolado. Sin embargo, en la segunda temporada hubo diferencias favorables en el peso de fruto, a favor del subsolado, siendo estadísticamente significativo, en relación al testigo, llegando a un peso promedio de fruto de 183,5 gr.



**Figura 4.** Resultados de peso de fruto en durazno conservero Dixon, ensayo de evaluación de subsolado. Sector El Molino-La Compañía. (Tomado de Vergara, C. 2011, tesis en proceso).

## MATERIA ORGÁNICA Y SU EFECTO SOBRE LA ESTRUCTURA DEL SUELO

Al definir la estabilidad estructural se observa que un factor importante de resistencia a la destrucción de las unidades estructurales es su baja mojabilidad, la cual depende principalmente de la materia orgánica. En la medida que exista una mayor cantidad de materia orgánica se crea una estructura más estable. No obstante, es necesario una adecuada mezcla con el material mineral, en particular con las arcillas (Duchaufour, 1987).



La materia orgánica influye en la formación y estabilidad de los agregados, ya sea aumentando su grado de cohesión o disminuyendo su mojabilidad (Henin *et al.*, 1972). Numerosos autores han indicado que la estabilidad de los agregados normalmente se incrementa cuando se aplican a los suelos enmiendas con materiales orgánicos. El poder de agregación de tales materiales está directamente relacionado con su velocidad de descomposición, así como con la cantidad de constituyentes que se descomponen fácilmente. La formación de los agregados y su estabilidad está determinada por el aporte continuo de residuos orgánicos (raíces, hojas y tallos) y su descomposición en el suelo por la actividad microbiana (Duchaufour, 1987).

Greenland (1971) y Pérez (1992) han mostrado correlaciones significativas entre determinadas fracciones de la materia orgánica y la estabilidad de agregados. En un estudio sobre la estructura de los suelos, Benito (1988) estableció que el factor estabilizador principal del suelo era la materia orgánica. Este autor señala de acuerdo a sus trabajos, que existiría un nivel crítico mínimo de un 4% de materia orgánica para la conservación de la estructura del suelo.

El uso de enmiendas orgánicas en frutales permite aumentar el contenido de materia orgánica del suelo. Se deben aplicar sobre la superficie del terreno e incorporarlas con una rastra de discos, antes del establecimiento de un huerto frutal, o directamente en el hoyo de plantación de la especie a establecer. Sin embargo, y para efectos del aporte de materia orgánica, se requiere que la aplicación hecha al hoyo de plantación, deba efectuarse con la previsión de evitar que las raíces de las plantas queden en contacto directo con la enmienda, a lo cual se deben sumar en cada ciclo anual, aplicaciones paulatinas y frecuentes en el huerto frutal establecido (Hirzel, 2010).

Las aplicaciones puntuales de estas enmiendas (por ejemplo 1 vez en un período de 5 años) no logran dicho incremento, puesto que una vez que se ha realizado la aplicación de cualquiera de estas enmien-



das, el carbono orgánico aportado es asimilado paulatinamente por la biomasa microbiana del suelo, y aproximadamente 2/3 de este carbono son perdidos como producto de la respiración microbiana. Sólo 1/3 del carbono ingresado contribuye a aumentar el contenido de materia orgánica, por lo cual el aumento final en el suelo es muy bajo. A modo de referencia se puede señalar que la aplicación de 10 ton ha<sup>-1</sup> de una enmienda orgánica en estado fresco con 30 a 50% de humedad, e incorporada en los primeros 20 cm de suelo, genera un aumento de materia orgánica de 0,06 a 0,12%, según la densidad aparente de este suelo, una vez que se ha logrado la completa incorporación y humificación de dicha enmienda (Hirzel, 2010).

Lo anterior refleja la importancia de hacer aplicaciones año a año de enmiendas orgánicas en un huerto frutal, para aumentar el porcentaje de ella en el suelo. Una vez incorporada al suelo, la materia orgánica es descompuesta por la acción de los microorganismos, de acuerdo a sus condiciones de temperatura y humedad. Es importante destacar que la planta no puede aprovechar directamente los nutrientes presentes en la materia orgánica, sino que hasta que ésta sea descompuesta por los procesos bioquímicos y microbiológicos realizados por la microfauna del suelo.



## RESUMEN

La estructura es una de las características físicas del suelo de mayor importancia, porque determina su nivel de compactación. Una buena estructura es importante para el crecimiento y desarrollo de los frutales, porque permite una buena aireación, necesaria para el desarrollo normal de las raíces, facilita el almacenaje del agua en los espacios porosos y evita la compactación superficial del suelo.

El subsolado es una labor que se recomienda para romper las zonas compactadas del perfil del suelo antes de la plantación de un frutal o parronal, y en huertos establecidos que con los años muestran evidencias de compactación de suelos que no permite otra alternativa de manejo. Dependiendo del tipo de suelo, labores de subsolado en un huerto frutal son recomendables cada 5 a 6 años, teniendo la precaución de que las labores rompan el área compactada, en la zona de tránsito de las ruedas del tractor y equipos pulverizadores, como de carros cosecheros.

Un arado subsolador permitirá reducir la densidad aparente, aumentar la porosidad del suelo y la velocidad de infiltración del agua en el suelo y con ello conseguir para las plantas una adecuada penetración del aire y del agua, además de favorecer el desarrollo del sistema radical de las mismas.

La estructura depende en gran medida de la materia orgánica del suelo, por lo cual todo productor debe adoptar como norma de manejo, la aplicación de materia orgánica en frutales. La materia orgánica mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que en definitiva favorecerá un mejor crecimiento de los frutales y con ello una mejor producción. Aplicaciones de 8 a 10 toneladas por año son recomendables para mejorar las propiedades del suelo.



## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C.R., y Taboada, M.A. 2008.** En: Taboada, M.A. y Álvarez, C.R. (Ed). Fertilidad Física de los suelos, 2ª Ed. Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires. 272 pp.
- Benito, M.E. 1988.** Iniciación al estudio de la estructura de los suelos de Galicia y de sus procesos de degradación. 337 p. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago, Facultad de Farmacia, Santiago, Chile.
- Carrasco, J. 2000.** Laboreo del suelo. En: Valenzuela, J. (ed.) Uva de mesa en Chile. Libros INIA N° 5. p. 167-176. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile.
- Carrasco, J. 2008.** Propiedades físicas del suelo y su relación con la productividad de frutales y vides. En: Hirzel, J. (Ed). Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. 296 p. Colección libros INIA N° 24. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile. pp 13-47.
- Carrasco, J., García-Huidobro, J., y Valenzuela, F., 2010.** El suelo y su relación con el manejo, En: Carrasco J., Jorge y Jorge Riquelme Sanhueza (eds.). 2010. Manejo de suelos para el establecimiento de huertos frutales. 128p. Boletín INIA N° 207. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI Rayentué, Rengo, Chile.
- CIREN, 1996.** (a) Publicación CIREN N° 114. Estudio Agrológico VI Región. Tomo 1. Descripciones de suelos, Materiales y Símbolos. Santiago. Chile, pp. 1- 230
- CIREN, 1996.** (b) Publicación CIREN N° 114, Estudio Agrológico VI Región. Tomo 2. Descripciones de suelos, Materiales y Símbolos. Santiago. Chile, pp. 231-476
- Davies, B., D. Eagle, and B. Finney. 1987.** Manejo del suelo. Traducción del original "Soil management". 228 p. Editorial el Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
- Douglas, J.T., and M.J. Goss. 1982.** Stability and organic matter content of surface soil aggregates under different methods of cultivation and in grassland. Soil & Tillage Research 2:75-155.
- Duchaufour, P. 1987.** Manual de edafología. Versión Española. 213 p. Ed. Masson, Barcelona, España.



- Greenland, D.J. 1971.** Interactions between humic and fulvic acids and clays. *Soil Science* 111:34-41.
- Greenland, D.J. 1981.** Soil management and soil degradation. *Journal of Soil Science* 32:301-322.
- Greenland, D.J., and M.H.B. Hayes. 1978.** Soils and soil chemistry p.1-27. *In: The chemistry of soil constituents.* Wiley, Chichester and New York, USA.
- Henin, S., R. Gras, y G. Monnier. 1972.** El perfil cultural: El estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas. 342 p. Ed. Mundi Prensa, Madrid, España.
- Hillel, D. 1980.** Fundamentals of soil physics. New York, Academic Press. 413 pp.
- Hirzel, J., 2008.** El suelo como fuente nutricional. En: Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. 296 p. Colección libros INIA N° 24. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile. pp 51-83.
- Hirzel, J. 2010.** Manejo de enmiendas orgánicas, para el establecimiento de huertos frutales. En: Carrasco J., Jorge y Jorge Riquelme Sanhueza (eds.). Manejo de suelos para el establecimiento de huertos frutales. 128p. Boletín INIA N° 207. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI Rayentué, Rengo, Chile.
- Ibañez, M., y Hetz, E., 1996.** Arados cinceles y subsoladores. Boletín de extensión N° 45. Depto de Mecanización y Energía. Facultad de Ingeniería Agrícola, Campus Chillán. Universidad de Concepción. Chillán. Chile. pp.43
- Martínez, E., Fuentes, J.P., Valle, S., Silva, P. and Acevedo, E. 2008.** Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile. *Soil and Tillage Research* 99: 232-244.
- Montenegro, H., y D. Malagon. 1990.** Propiedades físicas de los suelos. 813 p. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) Subdirección de Agrología, Bogotá, Colombia.
- Narro Farías, E. 1994.** Física de suelos, con enfoque agrícola. 193 p. Editorial Trillas, México.
- Pérez, J. 1992.** Estudio de la estabilidad estructural del suelo en relación con el complejo de cambio (comportamiento de algunos suelos característicos españoles). 462 p. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Porta, J., López-Acevedo, M., y Roquero, C., 1994.** Edafología para la agricultura y medio ambiente. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 807 pp.



- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., y Hill, M. 2004.** Propiedades físicas del suelo. Facultad de Agronomía. Universidad La República. Montevideo, Uruguay, pp.68.
- Sánchez -Girón, V. 1996.** Dinámica y Mecánica de Suelos. 426 p. Ed. Agrotécnica S.L., Madrid, España.
- Schneider, P., Egon, M., Klamt, E., y Giasson, E., 2007.** Morfología do solo. Subsídios para caracterização e interpretação de solo a campo. Guaíba, Agrolivros. Brasil, 72 p.
- Taboada, M.A. 2008.** Influencia de la textura y la estructura de los suelos sobre la fertilidad física. En: Taboada, M.A. y Alvarez, C.R. Fertilidad Física de los suelos, 2ª Ed. Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires. 272 pp.
- Taboada, M.A., Micucci, F.G., y Alvarez, C.R. 2008.** Impedancias mecánicas y compactación en suelos agrícolas. En: Taboada, M.A. y Alvarez, C.R.(Ed). Fertilidad Física de los suelos, 2ª Ed. Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires. 272 pp.
- USDA Agric, SSS: Soil Taxonomy, 1975.** A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Handbook 436, 754 pp.

## PODA Y CONDUCCIÓN DE FRUTALES DE CAROZO

*Gamaliel Lemus Sepúlveda*

*Ing. Agrónomo M.S.*

*Ingrid Salgado Valdivia*

*Ing. Agrónomo*

La poda y conducción determina la estructura de un árbol y también del huerto, en su conjunto. Los criterios de cómo podar y conducir una planta dependen de las condiciones edafoclimáticas del sitio, de la especie frutal, la variedad y el portainjerto utilizado, como también del manejo agronómico del huerto.

La tendencia actual, en el mundo, se orienta a utilizar huertos peatonales (**Foto 1**), aquellos que permiten los trabajos sin el empleo de escaleras u otros sistemas para alcanzar las partes altas de la planta, de manera de aprovechar la mano de obra, cada vez más escasa en la industria frutícola. La alternativa es un huerto mecanizado, situación que se ha desarrollado menos en los frutales de carozo para fresco, respecto al cultivo de frutos secos y "berries", por ejemplo, este menor desarrollo se debe al delicado fruto con el cual se trabaja que es muy susceptible a daños mecánicos.



**Foto 1.** Huerto peatonal: árboles de duraznos de fácil manipulación.



El huerto peatonal presenta árboles de altura máxima de 2,4 metros y densidad superior a 1.000 plantas por hectárea, lo que requiere un manejo cuidadoso en los primeros años para estructurar el árbol y hacerlo entrar prontamente en producción. En este capítulo se señalan algunos aspectos que se deben mantener en consideración para lograr un buen resultado en el desarrollo de este tipo de huertos.

## PODA DE FORMACIÓN

Una vez plantado, la primera intervención consiste en recortar la planta (**Foto 2**), con la intención de restablecer el equilibrio entre la raíz y la copa. Durante una o dos temporadas las sucesivas intervenciones son: poda de rebaje, raleo de brotes o ramas y arqueado de brotes o ramas apuntan a definir la arquitectura del árbol.



**Foto 2.** Poda de formación: Experto deja muestra en huerto de un productor Región de O'Higgins.

## Densidad

Si se pretende desarrollar un huerto en alta densidad se debe considerar, en primer lugar, el tipo de suelo donde se establecerá el huerto. Suelos fértiles, profundos y de texturas medias, requieren distancias de plantación mayores a suelos que presenten algún grado de limitación: compactación, poca profundidad, texturas extremas, presencia de piedras o estratas impermeables.



Respecto al portainjerto, sólo es recomendable el uso de patrones semienanizantes y enanizantes para las mayores densidades de plantación. Un portainjerto convencional presenta un sinnúmero de dificultades para mantener un huerto denso equilibrado en el periodo de cultivo, las ventajas de los portainjertos enanizantes son: efectivo control del crecimiento vegetativo, inducción de precocidad en la entrada en producción, además de algunas características de tolerancia o resistencia a plagas o enfermedades, así como a salinidad o hipoxia.

Dentro de las especies de frutales de carozo existen variedades mejor o peor adaptadas a la alta densidad.

En el caso del duraznero, se identifican diferentes hábitos de crecimiento en cuatro categorías: compacto, enano, pilar y estándar. Estos hábitos otorgan características de área foliar, número de hojas por árbol, diámetro de la copa, tipo de brotación lateral, incluso características del sistema radical, información básica para definir la densidad de una determinada variedad (**Foto 3**). Esta información



**Foto 3.** Huerto de durazno en alta densidad: plantas a 2 metros de separación sobre hilera.



debiera estar disponible para que productores y técnicos cuenten con elementos para definir el número de plantas por hectárea, en función de las características de la variedad.

En ciruelo variedades dardíferas como 'Friar' o 'Black Amber' se adaptan mucho mejor que cultivares vigorosos que producen en brindillas como 'Early Queen' o 'Angeleno'.

## CONDUCCIÓN

El sistema puede ser libre o apoyado, en altas densidades ambas modalidades se utilizan para el cultivo de frutales de carozo:

### Eje central

Permite el desarrollo del tronco como única estructura de sostén de la planta. En el eje se disponen ramillas frutales, que luego de producir fruta (durazno y nectarino), al año siguiente constituirán las ramas secundarias que sostienen la madera frutal el resto de la vida del huerto. Estas ramas secundarias son más grandes en la parte baja del eje y menores hacia arriba, dando una forma piramidal al árbol (**Foto 4**).



Foto 4. Plantas de Cerezo en eje central.



La primera poda invernal consiste en seleccionar las primeras ramillas cargadoras y corregir la estructura piramidal del árbol, eliminando los crecimientos vigorosos en la parte alta del eje. En la segunda temporada de crecimiento la primera intervención de poda coincide con el raleo de frutos. En este momento se eliminan los brotes con carácter de chupón. En 3 ó 4 semanas es posible que se requiera eliminar nuevos crecimientos vigorosos y retorcer, u orientar a través de amarres, aquellos que llenan un espacio en la estructura de la planta como futuros cargadores.

## Ypsilon

Este sistema se puede considerar como un doble eje central. La planta se estructura con dos ramas que nacen del tronco a una altura de 40 a 60 centímetros, separadas por un ángulo de  $45^{\circ}$  a  $60^{\circ}$  (**Foto 5**). A medida que se desarrollan, estas ramas tienden a crecer verticalmente y continuar paralelas, en altura. Sobre esas ramas se mantienen los centros frutales, de manera similar a como se hace en los otros tipos de conducción. El número de árboles por superficie depende de la orientación de las ramas, si se orientan en el sentido de



**Foto 5.** Plantas de durazno en Ypsilon: se observan tutores que orienta cada rama en forma de Y.



la hilera los árboles deben separarse 3,5 a 4 metros, pero si las ramas se orientan hacia la entrehilera, los árboles se distancian 2,5 a 3 metros y las hileras de 4,5 a 5,5 metros. Generalmente este tipo de conducción necesita un separador entre las ramas madres, y cada rama debe tratarse como un eje central, el ángulo entre ramas es de vital importancia para no provocar competencia entre ramillas ni desganches de ramas madres en producción.

## Tatura

Este sistema fue diseñado en Australia, en la estación experimental que da el nombre a la estructura. El objetivo principal de este tipo de huertos es mecanizar completamente todas las labores de manejo de los duraznos destinados a la industria. Por otra parte, se diseñó una estructura que aprovecha eficientemente la radiación solar. Las plantas se forman con dos ramas madres, que salen del tronco a una altura de 40 a 50 cm del suelo mantenidas en un ángulo de 60 por una alambrada en forma de V. La plantación recomendada es de 6m entre las hileras y 1 a 2 m sobre la hilera. Los crecimientos erectos se podan periódicamente, para no afectar la iluminación de las caras que sostienen la fruta y la vegetación de reposición para la siguiente temporada.

## Vaso estrecho

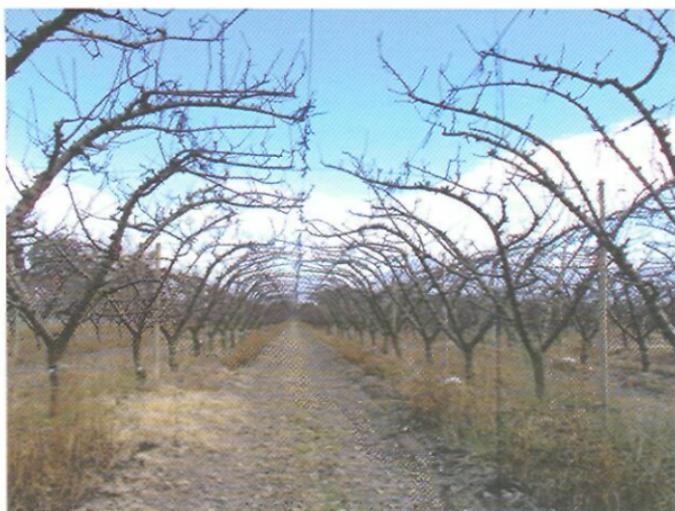
El huerto se planta desde 4X2 hasta 5X3 metros. El árbol en primavera se rebaja fuertemente 48 a 50 centímetros desde el suelo, para inducir los brotes que constituyen las ramas del vasito, de las cuales se eligen las 3 ó 4 mejor ubicadas. Sucesivas podas de verano inducen la brotación lateral, para especies como el cerezo, que no presenta esta característica en forma espontánea. Esta práctica se debe hacer cada vez que el diámetro de la rama supere los 10 a 12 mm. Es ideal que con estas podas se tengan 12 a 14 ramas secundarias que parten cerca de la inserción de la rama con el tronco (**Foto 6**).



**Foto 6.** Plantas en Vaso estrecho. Foto izquierda, Poda de verano en cerezo para multiplicar ramas estructurales. Foto derecha, huerto adulto de durazno con estructura de vaso estrecho.

## Pérgola

Este sistema, que utiliza gran cantidad de materiales de estructura, favorece la luminosidad de las ramas productivas y disminuye los riesgos de golpes de sol en los frutos, la mantención del sistema implica gran cantidad de mano de obra en la temporada de crecimiento, pero, facilita la cosecha de frutos delicados, como el damasco. Este sistema permite densidades medias, pero el llenar el espacio asignado a cada planta es relativamente fácil, ya que la altura de la estructura no supera los 2,0 metros, haciendo eficiente labores como la propia poda, el raleo y la cosecha (**Foto 7**).



**Foto 7.** Plantas en pérgola. Sistema que implica gran cantidad de materiales en estructura.



## Palmeta

El árbol se puede formar como un eje central, del cual salen dos ramas madres a 45 ó 50 cm del suelo. Los centros frutales se insertan a lo largo de esta armazón, evitándose los crecimientos hacia la entrehilera, las distancias de plantación son de 3 metros entre hilera y 2 a 3,5m entre plantas.

## HÁBITOS DE CRECIMIENTO Y FRUCTIFICACIÓN

### Ciruelo

Esta especie generalmente presenta una fuerte dominancia apical, al igual que el cerezo y fructifica en dardos y brindillas principalmente.

### Cerezo

El hábito de crecimiento de la planta es, frecuentemente erecto, con ramas de ángulos cerrados que pueden alcanzar más de 2 metros en la temporada, en los primeros años de vida. Es de pobre ramificación (**Foto 8**) lateral debido a la fuerte inhibición que ejerce el ápice en crecimiento sobre las yemas laterales. Podas intensas aumentan el vigor del crecimiento vegetativo de las plantas, produciendo chupones retardando las producciones de fruta y los retornos económicos del huerto.

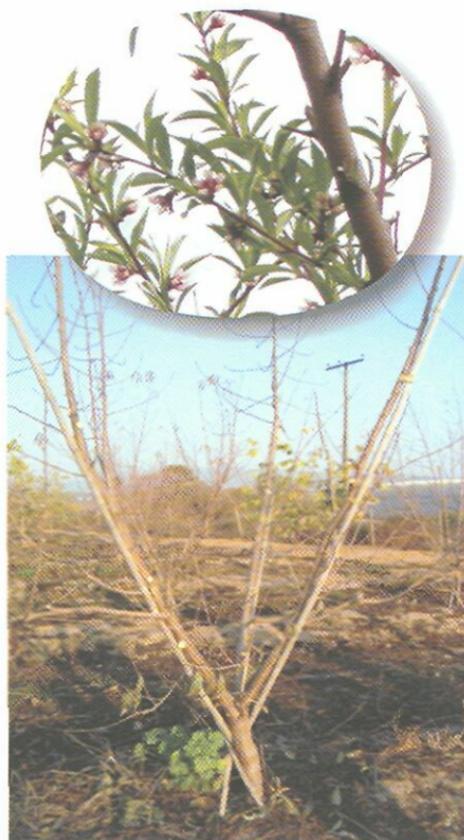


**Foto 8.** Hábito de crecimiento del Cerezo. Frecuentemente erecto, con ramas de ángulos cerrados que pueden alcanzar más de 2 metros en la temporada.



## Duraznero y nectarino

La fruta en esta especie se produce en madera de un año la mejor madera corresponde a brotes de vigor intermedio, estos brotes se insertan en ángulos abiertos y presentan pocos o ningún anticipado (**Foto 9**).



**Foto 9.** La fruta en esta especie se produce en madera de un año la mejor madera corresponde a brotes de vigor intermedio.

Las flores formadas sobre estos brotes son de buena calidad, debido a que las reservas de carbohidratos generados por la fotosíntesis se comparten equilibradamente entre el crecimiento vegetativo, las demandas de los frutos de la temporada y los requerimientos de las flores para los procesos de inducción y diferenciación floral. Si el brote es excesivamente vigoroso se forman menos yemas florales las cuales, además suelen ser de mala calidad. Brotes demasiados débiles, por su parte, producen abundantes yemas florales. Sin embargo la fruta obtenida normalmente es de inferior calidad debido a la mala nutrición de este tipo de brotes, en el último caso la falta de luz, que impide que un brote se desarrolle adecuadamente, es otro factor determinante de la mala calidad de la fruta.



## BIBLIOGRAFÍA

- Almarza, P y Ortiz, D. 2007.** Informativo 11: Poda y órganos Vegetativos en ciruelo europeo (*Prunus domestica* L.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 8p.
- Gil, G. 2000.** Fruticultura: La Producción de Fruta, Fruta de Climas templados y Subtropical y Uva de Vino. Ediciones Universidad Católica de Chile. 583 p.
- Lemus, G. 1997.** Huertos de Alta Densidad en Frutales de Carozo. Anuario del Campo. Páginas 125-131.
- Tworowski, T. y Scorza, R. 2001.** Root and shoot characteristics of peach trees with different growth habits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126(6) :785-790.

## PODA EN COPA DEL DURAZNERO: MODERNIZAR UNA ANTIGUA PRÁCTICA

*Gamaliel Lemus Sepúlveda*

*Ing. Agrónomo M.S.*

La poda es una práctica fundamental de los frutales, que consiste en la eliminación de partes de la planta, para lograr equilibrios en la producción y calidad de la fruta obtenida, así como para mantener la estructura sometida a un espacio de trabajo fácil para la maquinaria y los operarios que intervienen en el huerto.

Esta labor es particularmente importante en el duraznero y el nectarino, debido a que sus hábitos de crecimiento exigen una alta renovación de la madera frutal cada año y no existen otros medios de administrar el vigor de la planta, como ocurre con los frutales que cuentan con portainjertos que ayudan a controlar el desarrollo del follaje, para conseguir los equilibrios antes mencionados.

En el país esta labor se realiza, en una alta proporción, siguiendo un modelo impuesto desde hace décadas, se ejecuta por operarios que cuentan con diverso grado de experiencia, con el apoyo de profesionales y técnicos los cuales, en conjunto, ponen a esta industria en un buen nivel dentro de los países productores de esta especie.

Sin embargo, al recorrer numerosos huertos entre abril y junio de 2009, se han detectado ciertos problemas comunes entre productores y entre zonas productoras, en la ejecución de la poda. Estos problemas se deben corregir para que los huertos de bajo rendimiento y altos costos de operación mejoren su gestión, así como para superar aún más la producción y calidad de la fruta. Por esto se considera necesario remarcar ciertos principios de poda, los cuales deben aplicarse de temporada en temporada.



La correcta aplicación de los principios de poda permiten racionalizar no sólo esta labor, sino que también otras que dependen de ella, como lo son, entre otras, el raleo de fruta en primavera, la eliminación de chupones, en primavera y verano y la propia cosecha de la fruta.

Esta información se centrará en la forma de conducción más tradicional del duraznero: la formación de un vaso o copa.

## RAMAS MADRES

La primera definición básica es que esta estructura requiere un número definido de ramas estructurales o ramas madres. Si la densidad de plantación es baja (alrededor de 400 plantas por hectárea) el árbol debe contar con 4 ramas madres. Una mayor densidad (del orden de 700 plantas por hectárea) requiere no más de 3 ramas estructurales. Esta simple premisa no se cumple, en muchos de los huertos nacionales; en la **Foto 1** se observa que la primera intención fue definir 4 ramas madres (señaladas con flecha verde). Sin embargo, debido a que se bifurcan muy cerca del piso del huerto, en la práctica se cuentan más de 8 ramas estructurales. La recomendación es la eliminación paulatina, en dos o tres temporadas, de este exceso de ramas estructurales para mejorar la iluminación de la parte baja de la planta.



**Foto 1.** Duraznero con exceso de ramas estructurales.



La **Foto 2** muestra el proceso de eliminación de una rama estructural que resulta en una mejor entrada de luz al interior de la planta. Con esto se evita el deterioro de la productividad de la zona del árbol de más fácil accesibilidad para el operario, en cualquiera de las labores de manejo del huerto. Es decir, con esta reestructuración de la planta se privilegia un manejo más eficiente con la consiguiente baja en los costos de producción.



**Foto 2.** Eliminación de rama estructural: resulta en una mejor entrada de luz al interior de la planta.

En el caso que no se rectifique este problema se tiene un árbol con la mejor producción en la parte más alta de la copa, lo que obliga al uso de escaleras, cada vez de mayor envergadura, así como también provoca la muerte de centros frutales en la parte media del follaje, como lo señala la **Foto 3**.

Las ramas madres deben crecer en un ángulo de entre  $40^\circ$  a  $50^\circ$ , respecto a la vertical. Sin embargo se observan muchos huer-



**Foto 3.** Muerte de centros frutales en la parte media del follaje.

tos con ramas muy cerradas, lo que dificulta la correcta iluminación de las ramas secundarias y ramillas frutales de la parte baja del árbol. La **Foto 4** muestra dos plantas, de diferente edad y en distintas Regiones del país, con el mismo problema: una estructura muy cerrada debido al poco ángulo de inserción de cada rama madre. La recomendación es que al momento de seleccionar dichas ramas se hagan a diferente altura en el eje seleccionando ramillas anticipadas con ángulos de inserción abiertos, para dar lugar a una copa apropiadamente formada, de lo contrario, abrir con separadores las ramas de armazón, los primeros años, para conseguir mejores ángulos de inserción (**Foto 5**).



**Foto 4.**  
Árboles con estructura de copa muy cerrada. Limita la entrada de luz al interior de la copa.



**Foto 5.**  
Árbol con estructura adecuada: Ramas madres con buen ángulo de inserción.



## RAMAS SECUNDARIAS

Para contar con una buena producción de fruta, en el diseño de una copa, se debe considerar el número, la distribución, posición y vigor de las ramas secundarias. En la **Foto 6** se observa el manejo de una rama para transformarse en secundaria, con una leve poda de rebaje y un mayor trabajo de raleo de ramillas, de modo que se exponga a la luz en la temporada, sin perder su potencial de crecimiento y producción.



**Foto 6.** Rama secundaria.

Leve poda de rebaje y mayor trabajo de raleo.

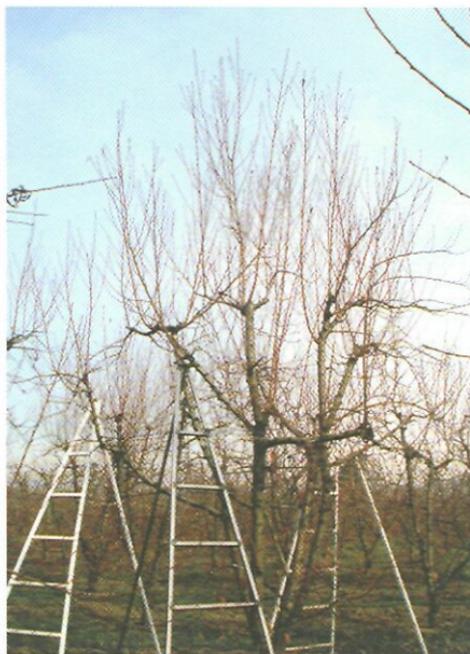
En general, cuando se forma la planta, se debe preferir ramas secundarias con ángulos de entre  $60^{\circ}$  a  $90^{\circ}$ , respecto la rama madre. También es necesario preferir ramas gruesas en la parte baja de la rama madre y más delgadas en la parte superior de la misma. Lo ideal es que en el punto de inserción, la rama secundaria no sobrepase de un tercio del diámetro de la rama que la sostiene. Una planta de 3,6 metros de altura queda bien estructurada con ramas madres que poseen dos a tres secundarias, las cuales deben espaciarse a lo largo de la rama estructural que las sostiene.



## CHUPONES

El problema del sombreadamiento por exceso de ramas estructurales se agrava con el desarrollo de chupones, ramas erectas vigorosas, ávidas de luz solar que crecen de preferencia en la parte alta e interna del árbol (**Fotos 3 y 7**).

El productor debe estar consciente del hecho que los chupones deben eliminarse lo antes posible, esto es, en primavera, en la época del raleo de fruta y alrededor de un mes antes de la cosecha. Si las variedades son de cosecha temprana, la segunda fecha puede corresponder a unas semanas después de la cosecha. La permanencia de los chupones afecta seriamente la inducción, diferenciación y calidad final de las yemas florales, responsables de la producción de la siguiente temporada.



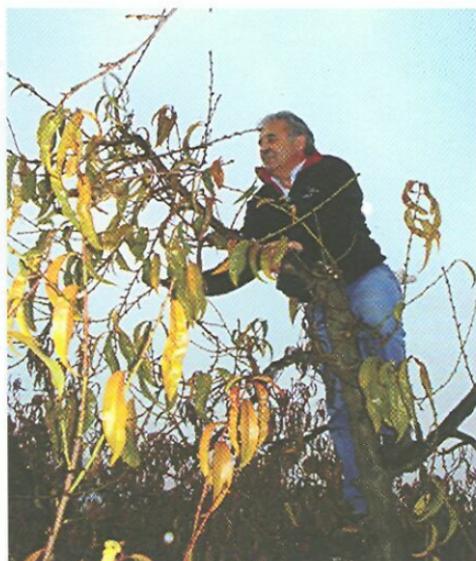
**Foto 7.** Desarrollo excesivo de chupones: la eliminación debe ser de preferencia en primavera.

El hecho de eliminar chupones recién en la poda de invierno, es una clara demostración de pérdida de energía de la planta, la cual debe ser empleada en la producción de fruta. La presencia de los chupones durante la temporada obliga al desplazamiento de la fruta de buena calidad hacia la periferia y las partes alta de la planta, aumentando los costos de producción, además de afectar la penetración del follaje por la luz requerida y por los productos químicos, necesarios para nutrición o para el control de plagas y enfermedades.



## ALTURA DE LA PLANTA

Los árboles de más de 3,6 metros de altura encarecen notablemente los costos de operación del huerto. El acceso a la parte alta es lento, caro y riesgoso. Además, provoca mayor daño a la fruta en la cosecha (**Foto 8**).



**Foto 8.** Los arboles de más de 3,6 metros de altura encarecen los costos de operación del huerto.

Los huertos donde se reduce el tamaño de la planta requieren de un programa que comienza con el rebaje, a veces de hasta 2 metros de rama, labor que debe hacerse de preferencia a fines de verano o a inicios de otoño, ya sea manualmente o a través de una poda mecánica como se muestra en la **Foto 9**, cuidándose de proteger los cortes de poda contra el ataque del hongo del plateado. Se continúa con un deschuponado en primavera y otro



**Foto 9.** Trabajos de reducción de altura de la planta: de preferencia debe hacerse a fines de verano.



verano, de manera sistemática, para ganar los beneficios de la iluminación de la copa en la parte baja, donde deben formarse ramillas frutales de buena calidad.

En algunos huertos el rebaje y la reducción del número de ramas madres son labores simultáneas. Por esto, se debe proponer un programa donde el rebaje se realice en la primera temporada, con la eliminación de una o dos ramas madres. Las dos siguientes temporadas deben utilizarse en la eliminación paulatina de las ramas mal ubicadas o menos productivas, para terminar con el árbol de una altura y una estructura adecuadas.

El control de los chupones luego de estas intervenciones es crucial, dado que, de lo contrario, no se logran los beneficios esperados y más bien se tiene un deterioro de la producción y calidad de la fruta y un árbol desproporcionado en sus dimensiones.

Otro aspecto que no se debe descuidar en esta operación es el control del aporte de nitrógeno al huerto, el cual debe regularse en función del menor follaje de la planta, cada temporada de esta intervención.

Experiencias de este tipo muestran que huertos rebajados, las más de las veces, mantienen e incluso aumentan su producción y la calidad de su fruta la temporada siguiente a este rebaje (**Foto 10**).

Los aspectos señalados deben considerarse como una prioridad en la poda de estos frutales. La homogeneidad de criterio, en esta labor, se debe obtener a través de una adecuada preparación de técnicos y operarios, de manera de conseguir plantas más accesibles para realizar las distintas faenas en el huerto, además de mantenerlas eficientemente productivas y que permitan dar una alta calidad a la fruta que de ellas se obtiene. El Centro de Frutales de Carozo de INIA Rayentué, está trabajando en estos aspectos y sus actividades de difusión en estos y otros temas de manejo para estas especies se mantienen a lo largo de todo el año.



Foto 10. Huerto tradicional renovado para obtener producción en la parte baja de la planta.



# SITUACIÓN FITOPATOLÓGICA DE FRUTALES DE CAROZO EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS

*Paulina Sepúlveda Ramírez*  
*Ing. Agrónomo M.Sc.*

La producción y calidad de la fruta se ve afectada por una serie de factores, entre ellos se puede mencionar la fertilidad del suelo y planta, el riego y los problemas sanitarios. Estos últimos pueden deteriorar fuertemente la productividad del árbol, el calibre de los frutos, su color, vida de postcosecha, entre otros. La identificación, prevención y el oportuno control de las enfermedades, es uno de los elementos que permite tener una explotación frutal competitiva y rentable. Los agricultores pueden confundirse por diferentes tipos de daños que presentan sus árboles, en las distintas etapas del desarrollo.

En algunas oportunidades sólo un especialista con vasta experiencia es capaz de identificar con certeza cual es el problema que afecta las plantaciones. Sin embargo, es fundamental para un agricultor observar sus plantas y hacer un detallado análisis de la sintomatología para llegar a un correcto diagnóstico, comprobar si el problema se presenta sólo en algunos árboles o compromete a todo el huerto, si el problema está focalizado a partes de un árbol y compromete a la madera o sistema radical, etc. Entre los síntomas más comunes asociados a enfermedades están: defoliación, deformaciones de hojas y brotes, exudación de goma, necrosis de madera, canchales o muerte de la corteza dentro de una zona afectada, pudrición de frutos, raíces o madera, cambio de coloración, atizonamiento de brotes o muerte de la planta entera, hojas y frutos manchados. En las manchas se debe considerar su forma y apariencia, su color, y el efecto sobre el tejido afectado.



Los frutales de carozo se ven afectados por diversas enfermedades causadas por bacterias hongos y virus que deterioran la vida útil de los árboles y su producción en forma severa, si no son controlados. Una de las misiones del Centro de Frutales de Carozo de la Región de O'Higgins es diagnosticar y dar soluciones a los problemas sanitarios presentes en los huertos de frutales de la región.

Durante dos temporadas (2008 y 2009) se realizó un levantamiento de la situación fitopatológica de enfermedades causadas por hongos bacterias y virus de huertos de la región. Para el caso de enfermedades bacterianas o fungosas se tomaron muestras de árboles afectados y se analizaron en un laboratorio de fitopatología de INIA. El diagnóstico de los virus que afectan a frutales de carozo se realizó en un laboratorio de virología de INIA, a través de la prueba serológica ELISA. El muestreo para el caso de virus fue al azar y se realizó, eligiendo huertos de las diferentes zonas y especies de carozos. En cada sitio se visitaron los cuarteles de las especies y se tomaron 10 muestras de hojas y/o brotes a una altura de 2 m, de todo el contorno del árbol en las diferentes localidades. Los virus analizados fueron:

- *Prunus necrotic ring spot virus (PNRSV)* (*Virus de la mancha anillada necrótica de los prunus*)
- *Prune dwarf virus (PDV)* (*Virus del enanismo de los punus*)
- *Tomato ringspot virus (TomRSV)* (*Virus de la mancha anillada del tomate*)
- *Plum pox virus (PPV)* (*Sharka*)
- *Apple chlorotic leaf spot virus (ACLSV)* (*Virus de la Mancha clorótica del manzano*)

Los resultados de la situación fitopatológica de los frutales de carozo en la región, indicaron que las enfermedades producidas por hongos y bacterias fueron las más relevantes y frecuentes en todos los lugares siendo ellas **cáncer bacterial, plateado y tiro de munición o corineo**. Lo que fue ratificado al aislar los patógenos corres-



pondientes en laboratorio, es decir *Pseudomonas syringae* pv *syringae* bacteria causante del cáncer bacterial de los frutales de carozo que causa severas pérdida de árboles en los huertos (**Foto 1**), *Chondrostereum purpureum* hongo causante de la enfermedad conocida como plateado que afecta la madera causando también baja de producción y deterioro de la calidad de la fruta y finalmente, la muerte del árbol (**Foto 2**) y *Coryneum beijerinckii* hongo causante de la enfermedad denominada tiro de munición que se caracteriza por la presencia de perforaciones irregulares en las hojas (**Foto 3**), sin embargo también afecta a yemas, ramillas y a frutos causa debilitamiento y muerte de ramillas. También se presentaron otras enfermedades como oidio y cloca con menor frecuencia.



**Foto 1.** Síntomas de ramas muertas por daño de cáncer bacterial.



**Foto 2.** Necrosis en la madera causada por el hongo *Chondrostereum purpureum*.



**Foto 3.** Perforaciones en hojas síntoma de corineo.



Los resultados del análisis de virus indicaron para la primera temporada la presencia de sólo dos de los cinco virus analizados, esto fue el *Virus del anillado necrótico de los prunus* en un 25% de las muestras y Sharka o Plum Pox Virus (PPV), en un 12,5% de las muestras. Para la segunda temporada de muestreo, se encontró nuevamente el *Virus del anillado necrótico de los prunus* en el 76% de las muestras, el *Virus del enanismo de los prunus* en 12% y el *Virus de la mancha anillada del tomate* en 0.4%. No se encontraron muestras positivas a sharka o al *Virus de la Mancha clorótica del manzano*. En el **Cuadro 1**, se resumen los resultados de la prospección de virus en la región.

**Cuadro 1.** Resultado de análisis virológico en frutales de carozo en la región de O'Higgins.

Localidades	Especie/Variiedad	Virus analizado*				
		PNRSV	PDV	TomRSV	PPV	ACLSV
Sta. Inés de La Laguna	Ciruelo D'Agen	-	-	-	-	-
Sta. Inés de La Laguna	Durazno Andross	•	-	-	-	-
Puente Negro	Ciruelo Back Diamond.	-	-	-	-	-
Esmeralda	Ciruelo Autumm Pride	•	-	-	-	-
Esmeralda	Ciruelo Flavor Heart	-	-	-	-	-
Requinoa	Ciruelo Flavor Heart	-	-	-	-	-
Requinoa	Ciruelo Autumm Pride	-	-	-	-	-
Graneros	Duraznero Carson	-	-	-	-	-
Graneros	Duraznero DU 115.	-	-	-	•	-
Chimbarongo	Ciruelo/ D'Agen	-	-	-	-	-
Chimbarongo	Ciruelo/ Fortune	-	-	-	-	-
Chimbarongo	Cerezo/ Santina	-	-	-	-	-
Cunaquito	Duraznero /Sunsweet	•	•	-	-	-
Lo de Lobos	Cerezo/Lapins	•	•	-	-	-
Lo de Lobos	Nectarino/Ruby Red	•	-	-	-	-
Lo de Lobos	Duraznero/ september sun	•	-	-	-	-
Lo de Lobos	Ciruelo/ Pink Delay	•	-	-	-	-



(Continuación Cuadro 1).

Localidades	Especie/Varietad	Virus analizado*				
		PNRSV	PDV	TomRSV	PPV	ACLSV
La Lechería	Duranero/FlavorCrest	•	-	-	-	-
La Lechería	Duraznero/September Sun	•	-	-	-	-
Esmeralda	Ciruelo/Larry Ann	-	-	-	-	-
Esmeralda	Nectarino /Early Queen	-	-	-	-	-
San Fco de mostazal	Duraznero/Rich Lady	-	-	-	-	-
San Fco de mostazal	Duraznero /Red Jim	•	-	-	-	-
San Fco de mostazal	Duraznero /White Lady	-	-	-	-	-
San Fco de mostazal	Nectarino/ August Red	-	-	-	-	-
San Fco de mostazal	Ciruelo/ Angelino	-	-	•	-	-
San Jorge	Duraznero/White Lady	•	-	-	-	-
San Jorge	Nectarino /Ruby Diamond	•	-	-	-	-
Las nieves	Duraznero/Andros	•	-	-	-	-
Las nieves	Nectarín /SpringRed	•	-	-	-	-
Las nieves	Ciruelo/ Angelino	•	-	-	-	-
Codegua	Duraznero /Sweet september	•	-	-	-	-
Codegua	Nectarín/August Red	•	-	-	-	-
Codegua	Ciruelo/ Angelino	•	-	-	-	-
San Vicente T.T.	Nectarín /Ruby Diamond	•	-	-	-	-
San Vicente T.T.	Duraznero/Elegant Lady	•	-	-	-	-
San Vicente T.T.	Duraznero September Swift	•	•	-	-	-

\* **PNRSV**: *Prunus necrotic ring spot virus*; **PDV**: *Prune dwarf virus*;

**TomRSV**: *Tomato ringspot virus*; **PPV**: *Plum pox virus*;

**ACLSV**: *Apple chlorotic leaf spot virus*.

La presencia de virus en las muestras, no necesariamente estuvo asociado a una sintomatología específica y determinada en los árboles, por lo cual se hace prioritario un análisis de la situación virológica de los huertos y variedades en forma sistemática, especialmente considerando que todos los virus son transmitidos por propagación vegetativa, por lo cual es de gran relevancia conocer la sanidad del material que se utilizará como planta madre.



A continuación, se detallan las características de las diferentes enfermedades determinadas en la prospección en los huertos de la región, causadas por bacteria y hongos y alternativa de manejo:

El **cáncer bacterial** es la enfermedad más severa de los frutales de carozo en Chile, se distribuye en toda la zona productora y ataca en todas las temporadas con diferente agresividad y se ve favorecida por inviernos y primaveras frías y por el daño de heladas que puedan sufrir los árboles.

Se caracteriza por ser una enfermedad muy destructiva de los árboles ya que se presenta como canchales elípticos en troncos y ramas madres o como una necrosis completa de centros florales, dardos, ramillas o a una o más ramas, incluso del árbol completo. Alrededor de estos canchales ocurre también una exudación profusa de goma (**Foto 4**). Una planta afectada por esta patología muestra, al remover la corteza, estrías y manchas acuosas, de coloración castaño rojizas. Esta madera presenta un olor agrio muy característico.



**Foto 4.** Exudación de goma en árbol afectado por cáncer bacterial.



Otro síntoma indirecto común de observar en árboles afectados es la gran cantidad de rebrotes desde el patrón, emisión de sierpes, aspecto que permite efectuar un diagnóstico inicial de un posible cáncer bacterial en terreno. En el follaje, las lesiones consisten en pequeñas manchas necróticas, rodeadas de halos cloróticos, que posteriormente pueden desprenderse de la lámina.

El vigor del árbol es un elemento de discriminación del problema, plantas débiles, mal regadas, en sectores de suelos pobres, se afectan más que plantas vigorosas bien regadas o plantadas en suelos profundos. El exceso de nitrógeno también es un elemento de predisposición y susceptibilidad al ataque de la bacteria, en cambio una planta equilibradamente nutrida soportará mejor la presencia del patógeno.

El control de esta enfermedad es principalmente de **tipo preventivo**, comenzando con aplicaciones de sales de cobre (óxido cuproso, oxiclórico de cobre, hidróxidos de cobre, sulfato de cobre pentahidratado) en otoño a caída de hoja, para continuar durante el invierno si las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la bacteria y su propagación que es principalmente por agua de lluvia o rocío.

El control curativo se basa en la extirpación de canchales y protección de heridas con pinturas sellantes más un antibiótico en base a sulfato de estreptomina y clorhidrato de oxitetraciclina.

El **plateado** de los frutales de carozo se expresa preliminarmente en las hojas al inicio de la primavera, las que toman una coloración plateada y se vuelven abarquilladas, especialmente en durazneros (**Foto 5**). Esta apariencia plateada se debe a la presencia de aire entre las capas superiores de las células de la epidermis y las subyacentes ocasionando interferencia con la normal reflexión de la luz. La muerte de ramas o de todo el árbol se presenta uno o dos años después de los síntomas del follaje. Al cortar las ramas afectadas se observa una coloración oscura en la parte central de la madera (**Foto 6**).



Foto 5. Síntomas en hojas causados por *Chondrostereum purpureum*.



Foto 6. Necrosis en la madera causados por *Chondrostereum purpureum*.

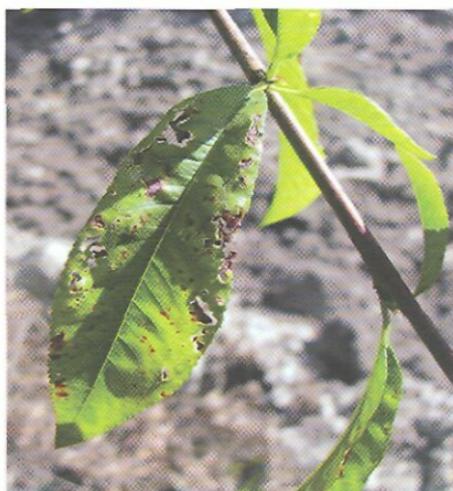
Los cuerpos frutales del hongo denominados **basidiocarpos**, se encuentran en madera muerta de árboles afectados y sus esporas (**basidiosporas**) son diseminadas durante el otoño e invierno con la presencia de lluvia. El hongo penetra a la planta principalmente por heridas, y especialmente por aquellas producidas durante la poda. El control de plateado también es de **tipo preventivo** y consiste en evitar heridas de cualquier naturaleza en plantas nuevas tanto en el vivero como en el huerto, proteger las heridas de injertación y/o decapitación con pasta protectora de cortes a base de fungicidas (clorotalonil, tebuconazole o pyraclostrobin como ingredientes activos) esta debe ser aplicada inmediatamente de realizado el corte para evitar la entrada del patógeno a la herida. No podar en días con alta humedad relativa: lloviznas o neblina. Como medidas curativas se señalan la eliminación de las ramas enfermas, retirar y quemar. Cortar las ramas enfermas hasta encontrar madera sana, luego rebajar el corte 25 cm más, pintando enseguida la madera.



En la planificación de un huerto se debe considerar la eliminación de especies hospederas alternantes al hongo como sauces, álamos y eucaliptos. También los tocones, puntales y maderas que se usan en puentes y restos de leña que constituyen la principal fuente de inoculo del hongo.

El **corineo** o  **tiro de munición**, es una enfermedad que se caracteriza por la presencia de perforaciones irregulares en las hojas, además afecta a yemas, frutos y causa debilitamiento y muerte de ramillas. El tiro de munición es una enfermedad que puede ser confundida con problemas causados por fitotoxicidad de productos químicos o por el *Virus del anillado necrótico de los prunus*. La enfermedad puede afectar hojas (**Foto 7**), ramillas y frutos (**Foto 8**). El patógeno se perpetúa en las heridas de las ramas, así como en las hojas y frutos dispersos en el suelo. La enfermedad se disemina por el viento y el agua de lluvia, el hongo causante de la enfermedad se ve favorecido por alta humedad y el control es eficiente cuando se realiza en el otoño.

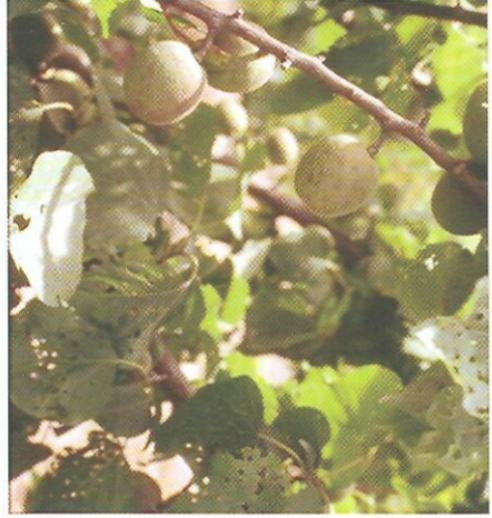
La enfermedad provoca la pérdida de las hojas por acción del hongo y existe un daño cosmético en la fruta que deprecia completamente el producto especialmente en damascos (**Foto 8**).



**Foto 7.** Perforaciones en hojas de ciruelos y duraznero, síntoma característico de Corineo.



**Foto 8.**  
Síntoma en hojas  
y frutos de damasco  
causados por Corineo.



El control de esta enfermedad es de **tipo preventivo** y contempla la aplicación de productos en base a sales de cobre (óxido cuproso, oxiclورو de cobre, hidróxidos de cobre, sulfato de cobre pentahidratado) en otoño a caída de hojas al igual que lo mencionado para cáncer bacterial. El manejo también contempla labores de poda invernal, deschuponado de primavera y verano como indispensable para mantener un microclima adecuado en la planta. Así también se facilita la penetración de los productos de control.

El exceso de fertilización nitrogenada afecta la susceptibilidad de la planta y favorece el desarrollo del corineo, en cambio, no se observa lo mismo con los niveles altos de Potasio, Magnesio o Calcio.

La **cloca** causada por el hongo *Taphrina deformans*, es una importante enfermedad en nectarinos y durazneros. Los síntomas de esta enfermedad se presentan en primavera a inicio de brotación, comenzando por las hojas donde se observan síntomas de clorosis y coloración rojiza, malformaciones, produciendo un engrosamiento (debido al desarrollo de esporas del hongo, llamadas ascosporas en ascas libres en la cara inferior de la hoja) (**Foto 9**), de partes del foliolo o de la hoja completa o encarrujado de la misma, que puede ser confundido con daño por áfidos si las condiciones son favorables para la enfermedad esta avanza y puede comprometer brotes (estos se hinchan, atrofian, se deforman y toman un color verde pálido amarillento) y



**Foto 9.** Coloración rojiza característica de ataque de cloca, hojas enroscadas.

ramillas, especialmente en huertos nuevos y donde el árbol detiene su crecimiento. El hongo también puede afectar los frutos solo en casos muy severos donde producen malformaciones superficiales (hipoplasia e hipertrofia) (**Foto 10**) y necrosis de los tejidos.



**Foto 10.** Síntomas de cloca en frutos.

La enfermedad produce un debilitamiento del árbol y defoliación de las hojas afectadas, con una inducción a una nueva producción de hojas y con ello debilitamiento del árbol y muerte de ramas en casos severos.

La enfermedad es de gran importancia en primaveras e inviernos lluviosos. El control de la enfermedad es de **tipo preventivo** y con muy buen efecto, si es realizado en forma oportuna y con un buen mojamiento de los árboles. Se deben realizar aplica-



ciones de agroquímicos con productos a base de sales de cobre, preferentemente de hidróxidos y óxidos, por su mayor persistencia y adherencia sobre los tejidos de la planta. Estos se deben aplicar todos los años, en las zonas de incidencia de la enfermedad, durante el período de caída de hojas (desde inicio a término 3 aplicaciones, 20-50 y 80% de hojas caídas) y en casos de infecciones tardías se debe aplicar Ferbam.

El **oidio** causado por el hongo *Sphaerotheca pannosa*, es especialmente muy dañina en plantas de vivero, sobre todo cuando la infección se produce a inicios de la estación de crecimiento, pues afecta el desarrollo de las plantas. Entre los frutales de carozo la especie más sensible a este patógeno es el duraznero, aunque también se presenta en nectarinos. Los ciruelos y cerezos son afectados por otro patógeno aunque sus síntomas son iguales.

La enfermedad se manifiesta en todos los órganos aéreos de la planta (hojas, ramillas y frutos). En el caso de las hojas se observa polvo ceniciento de color blanco en ambas caras de la hoja (**Foto11**), que corresponde a micelio del hongo con gran número de conidias o esporas producidas en cadena sobre la superficie del tejido. El hon-



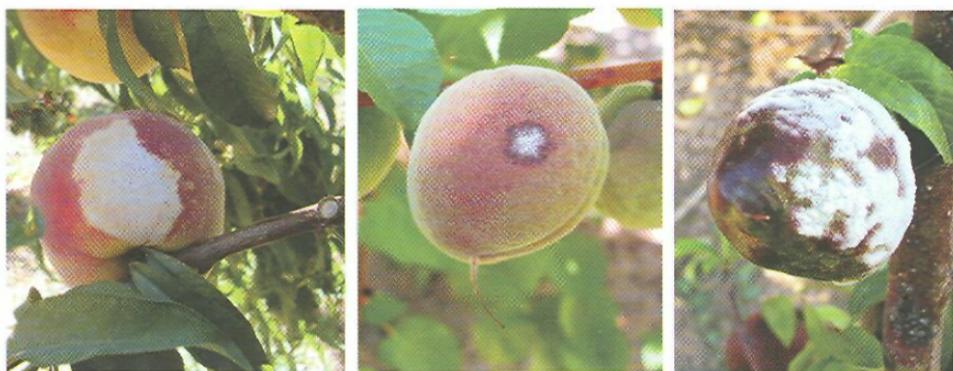
**Foto 11.** Micelio de oidio en hojas de duraznero.



go se alimenta del tejido por hifas especializadas llamadas **haustorios** las que penetran a la célula. Las hojas afectadas tienden a curvarse hacia arriba, plegándose sobre la nervadura central, tomando un color rosado grisáceo y luego castaño, caen prematuramente disminuyendo la vida útil del árbol.

En las ramillas afectadas también se encuentran cubiertas por el hongo observándose manchas blanquecinas, para pasar a oscuras cuando las condiciones dejan de ser favorables para el desarrollo del hongo, quedan más débiles no logran su crecimiento normal, produciéndose grietas longitudinales y transversales en la corteza, lo que se traduce en menos madera frutal para el año siguiente.

La infección en los frutos (**Foto 12**) comienza también al inicio como una capa blanquecina que puede llegar a cubrir gran parte o la totalidad de la superficie del fruto para finalmente tomar un color café, quedando el fruto manchado "Russet" (**Foto 13**). En frutos de damasco el hongo produce áreas necróticas pequeñas. Los frutos son susceptibles desde la cuaja hasta el endurecimiento del carozo, sin embargo si el fruto ha sido infectado antes de esta etapa el hongo puede seguir creciendo sobre él.



**Foto 12.** Frutos de duraznos, damascos y nectarinos con signos de oidio.



Foto 13. Russet en nectarinos y damascos afectados por oidio.

El hongo permanece durante el invierno en ramillas y yemas enfermas, las esporas son formadas en la época de la caída de pétalos de las flores de duraznero y nectarinos, para infectar los diferentes órganos de las plantas en primavera (comenzando con la infección primaria en caída de pétalos) y diseminarse por el viento. El hongo es favorecido por climas templados, con humedad superior a 70%, sin embargo el agua libre provocada por llovizna, lluvia o rocío no son favorables para el desarrollo de la enfermedad. El hongo requiere alta humedad entre 90-95% y su óptimo de temperatura es entre 20-25°C, lo cual permite la germinación de las esporas y posterior infección. Estas condiciones prevalecen en la zona central del país durante gran parte de la primavera y en ciertas localidades también en verano.

El control de esta enfermedad debe ser principalmente de **tipo preventivo**, siendo la época de aplicación un factor decisivo, por lo cual las aplicaciones deben iniciarse en caída de pétalos y repetirse cada 15-20 días dependiendo del efecto residual de los fungicidas utilizados y mantener protegido el árbol hasta el endurecimiento del carozo, momento en el cual los frutos ya no son infectados, pero es importante señalar que los otros tejidos verdes del árbol continúan siendo susceptibles. Inicialmente debe comenzarse con azufre, para continuar con otros fungicidas autorizados para su uso en el país en las especies de carozo de su interés.



## RECOMENDACIONES GENERALES

Los resultados del estudio realizado en la región de O'Higgins, señalan que existen problemas fitopatológicos de origen bacteriano, fungoso y viral que afectan la calidad y rendimiento de los árboles por lo cual, es fundamental considerarlos en programas de control fitosanitario.

Para el caso de cáncer bacterial, cloca y tiro de munición (corineo) es fundamental considerar un control de tipo preventivo, que incluye medidas culturales y programas de aplicación de agroquímicos con productos a base de sales de cobre, preferentemente de hidróxidos y óxidos, por su mayor persistencia y adherencia sobre los tejidos de la planta. Estos se deben aplicar todos los años, en las zonas de incidencia de la enfermedad, durante el período de caída de hojas (desde inicio a término 3 aplicaciones) para disminuir el inóculo de los patógenos en el predio y por ende la ocurrencia de infecciones en los árboles.

Las medidas de prevención se deben iniciar con la búsqueda de plantas sanas en vivero, la mantención de una nutrición balanceada, un control de malezas oportuno y eficaz y el control de heladas. Además, si el suelo donde se establecerá el huerto tiene problemas de drenaje o presenta texturas pesadas, se recomienda establecer sobre camellón para evitar anegamientos y asfixia radicular a las plantas.

Realizar la poda durante el verano también disminuye las posibilidades de penetración de la bacteria causante de cáncer bacterial al interior de la planta.

También es recomendable pintar el tronco de los árboles desde la base hasta una altura de 70 centímetros, aproximadamente, con una mezcla de pintura y óxido cuproso al 1-2%, lo que ayuda a proteger también contra el golpe de sol y cubre heridas o fisuras por donde



penetra la bacteria causante del cáncer bacterial, especialmente en zonas o huertos donde la enfermedad prevalece, por ejemplo lo que ocurre en sectores de suelos delgados y pedregosos y en especies particularmente sensibles como por ejemplo cerezos y damascos.

El control de plateado también es de tipo preventivo y consiste en evitar heridas de cualquier naturaleza en plantas nuevas tanto en el vivero como en el huerto, proteger las heridas de injertación y/o decapitación con pasta protectora de cortes a base de fungicidas (clorotalonil o tricorne como ingredientes activos) esta debe ser aplicada inmediatamente de realizado el corte para evitar la entrada del patógeno a la herida

El control de oído es también de tipo preventivo, con aplicaciones de azufre desde caída de pétalos y repetirse cada 15-20 días. Si se observan signos de presencia de la enfermedad, debe aplicarse otros fungicidas de acción curativa y mantener protegido el árbol hasta el endurecimiento del carozo, momento en el cual los frutos ya no son infectados, pero es importante señalar que los otros tejidos verdes del árbol continuar siendo susceptibles.

Los virus **no tienen control curativo**, por lo cual es fundamental partir con plantas sanas en el huerto, esto sólo puede conseguirse con la compra de material sano o asegurarse personalmente y realizar un análisis para virus en un laboratorio reconocido. Es importante mencionar, que los virus pueden diseminarse en el campo por medio de vectores como son los pulgones para el caso de *sharka* o los nematodos para los otros virus de frutales, por lo cual es fundamental conocer la población de estos patógenos en los suelos de los huertos de frutales de carozo.

Una buena práctica es identificar y marcar aquellos árboles que presenten síntomas que hagan pensar la presencia de virus y someterlos a análisis de laboratorio para comprobar la presencia de virus.



## Determinación de *Botrytis cinerea* y *Pseudomonas psyringae* en flores

Una práctica importante a realizar en los huertos y que permite determinar la carga de inóculo de enfermedades importantes como tizón y cáncer bacterial, corresponde al análisis de flores durante el periodo de floración. Esta práctica fácil de implementar y que involucra la toma de muestras de ramillas en floración y el posterior análisis de ellas en un laboratorio de fitopatología, permitirá la identificación de los patógenos antes señalados. Esta simple práctica permitirá validar los programas de manejo sanitario utilizados por el agricultor. En el **Cuadro 2** se señalan los resultados de las evaluaciones realizadas en diferentes especies donde la incidencia (expresada en porcentaje de flores afectadas del total de flores muestreadas) de ambos patógenos fue variable y llegó a valores sobre 48% para *Botrytis* (**Foto 14**) en el segundo muestreo del mes de septiembre. La incidencia para *Pseudomonas* no superó el 20%.

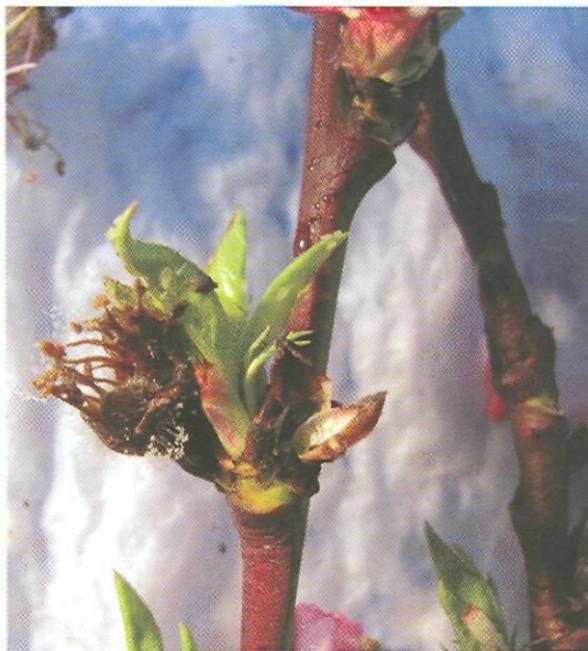


Foto 14. *Botrytis cinerea* en flores.

Estos resultados permitieron concluir que en los patógenos se encontraban presentes en las flores de los diferentes frutales en primavera (Cuadro 2).



Cuadro 2. Incidencia de *Botrytis* y *Pseudomonas* en flores de diferentes frutales de carozo.

Nº	Especie	Variedad	Fecha muestreo	Primer muestreo		Segundo muestreo	
				% incidencia <i>Botrytis</i>	% incidencia Cáncer	% incidencia <i>Botrytis</i>	% incidencia Cáncer
1	Ciruelo	Larry Ann	03 Sept	0,2	0	0,8	17
2	Ciruelo	Larry Ann	03 Sept	0	0	5,0	0
3	Ciruelo	Larry Ann	03 Sept	0,3	13	1,7	0
4	Ciruelo	Larry Ann	03 Sept	0	0	0	0
5	Nectarín	Red Diamond	03 Sept	0	0		
6	Nectarín	Red Diamond	03 Sept	0	0		
7	Nectarín	Red Diamond	03 Sept	0	0		
8	Nectarín	Red Diamond	03 Sept	0	0		
9	Nectarín	August Red	03 Sept	0	0		
10	Nectarín	Red Diamond	03 Sept	0	0	4	0
11	Nectarín	August Red	03 Sept	0	0	0	0
12	Nectarín	August Red	03 Sept	0	0	0	0
13	Nectarín	August Red	03 Sept	0	0	0	0
14	Ciruelo	Friar	03 Sept	0	0	0	0
15	Nectarín	Early Juan	03 Sept	0	0	0	0
16	Nectarín	Super Queen	03 Sept	2,2	0	12	0
17	Nectarín	Artic Snow	03 Sept	13	1	40	0
18	Ciruelo	Larry Ann	03 Sept	0,3	13	0	19
19	Ciruelo	Friar	03 Sept	0,3	13	0	19
20	Ciruelo	Angeleno	03 Sept	0	8		
21	Ciruelo	Larry Ann	03 Sept			8	0
22	Nectarín	Elegant Lady	03 Sept	2	0	0	0
23	Ciruelo	Fortuné	03 Sept	0	0	0	0
24	Nectarín	Royal Glo	03 Sept	18	0	48	0
25	Damasco	Andy Gold	03 Sept	0	20	0	19



## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A. M; Pinilla C, B. y Herrera M, G. 2004.** Enfermedades del manzano. Colección Libros INIA N° 10.
- Latorre G, B. 2004.** Enfermedades de las plantas cultivadas. 6<sup>ta</sup> edición. Pontificia Universidad Católica de Chile, 720 p.
- Pinto de Torres, A.; English, H.; Álvarez A, M. 1994.** Principales enfermedades de los frutales de hoja caduca en Chile. Publicación INIA, 249 p.
- Sepúlveda, R.P. y Lemus, S.G. 2009.** Enfermedades en Frutales de Carozo de control otoñal/invernal. Informativo INIA Rayentué N° 27, 4 p.
- Sepúlveda, R.P. y Lemus, S.G. 2009.** OÍDIO; Enfermedades Recurrentes en Frutales de Carozo Informativo INIA Rayentué N° 26, 4 p.
- Sepúlveda, R.P. Lemus, S.G. y Donoso, J.M. 2009.** CLOCA; Enfermedades Recurrentes en Frutales de Carozo. Informativo INIA Rayentué N°25, 4 p.
- Sepúlveda, R.P. Donoso, J.M. y Felmer, E. S. 2009.** Situación Fitopatológica de Frutales de Carozo Informativo INIA Rayentué N° 21, 4 p.



## CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA DE DISTINTAS VARIEDADES DE CIRUELA Y SU IMPLICANCIA EN MANEJO DE POSTCOSECHA PARA EXPORTACIÓN A MERCADOS DISTANTES

**Paula Robledo M.**

*Ing. Agrónomo*

**Cecilia Becerra C.**

*Ing. Agrónomo*

**Daniel Manríquez B.**

*Ing. Agrónomo Dr.*

**Bruno Defilippi B.**

*Ing. Agrónomo Ph.D.*

**H**oy en día existe un gran número de variedades de ciruelas japonesas en producción para su comercialización en fresco, y aunque todas ellas corresponden a la misma especie *Prunus salicina*, cada una de las distintas variedades poseen un comportamiento fisiológico diferente. Con el objetivo de establecer un manejo de postcosecha adecuado, es necesario conocer el comportamiento fisiológico que presentan las distintas variedades de ciruela. Una serie de estudios previos han demostrado que sería posible agrupar las variedades por su comportamiento, lo que permitiría determinar manejos diferenciales en postcosecha para cada uno de los diferentes grupos. Es así como en esta línea, nuestro grupo de trabajo en la Unidad de Postcosecha de INIA ha trabajado en las últimas temporadas en la caracterización desde el punto de vista fisiológico una serie de variedades de ciruela japonesa hoy plantadas, para así conocer las bases que permitan determinar manejos que aseguren una mejor vida útil para lograr llegar a mercados distantes con fruta de mejor calidad con el uso de tecnologías de postcosecha hoy disponibles.



## POSTCOSECHA DE CIRUELAS

Las ciruelas son frutos clasificados como climatéricos, es decir, posterior a su cosecha presentan un aumento en su tasa respiratoria acompañada también de un aumento en la tasa de producción de etileno, que coinciden con la maduración de la fruta. La velocidad de deterioro de las frutas es proporcional a su velocidad de respiración y producción de etileno, y de esta característica depende en gran parte del estado de madurez a la cosecha, el tiempo de almacenamiento, transporte y el uso de tecnologías a utilizar para favorecer la postcosecha.

Por otra parte, el etileno juega un rol importante en la maduración de la fruta debido a que es necesario para generar una serie de cambios como son ablandamiento, pérdida de acidez, cambios en la coloración de la fruta, entre otros, los cuales hacen que la fruta logre las características deseadas por el consumidor. Sin embargo, también acelera el proceso de maduración y senescencia de la fruta. Por lo tanto, y sobre la base de que las variedades poseen una tasa de producción de etileno distinta, se hace necesario conocer la respuesta de cada una de ellas al control de etileno.

En cuanto a las tecnologías de postcosecha hoy existe una serie de ellas que han sido utilizadas para extender la vida útil de ciruelas, dentro de las cuales se puede mencionar como la principal el uso de refrigeración que en general para ciruelas se usa una temperatura cercana en torno a los 0°C. Por otro lado, se han desarrollado una serie de otras tecnologías complementarias al uso del frío como son el control de gases ( $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ ) a través del uso de atmósfera controlada (AC), donde las concentraciones de gases son definidas de acuerdo a la tolerancia de cada una de las variedades a las distintas concentraciones y donde éstas se mantienen constantes durante todo el período de almacenamiento y/o transporte, así como el uso de atmósfera modificada (AM) donde el control de gases se

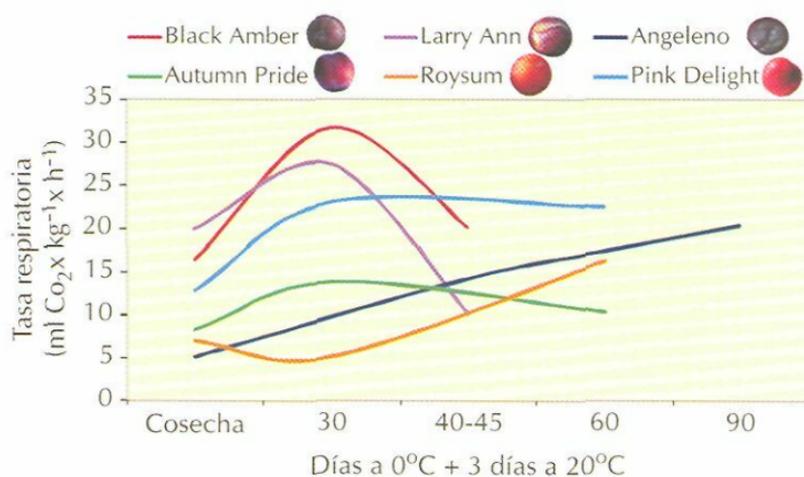


realiza sobre la base de la interacción entre la permeabilidad diferencial embalaje o bolsa y la tasa de respiración de la fruta, y su relación con estado de madurez y la temperatura del producto-ambiente. Una de las tecnologías desarrolladas en el último tiempo, es el uso de 1-MCP (SmartFresh™ Technology), un inhibidor de la acción de etileno, cuyo principio de acción se basa en que esta molécula es capaz de unirse a los receptores de etileno evitando así el efecto fisiológico de este último.

Durante las últimas temporadas en la Unidad de Postcosecha de Frutas y Hortalizas de INIA, se ha desarrollado una serie de estudios tendientes a determinar el comportamiento fisiológicas de cada una serie de variedades de ciruelas japonesas destinadas a la exportación en fresco, además del estudio del efecto de distintas tecnologías de postcosecha antes mencionadas en la prolongación de la vida de postcosecha en lo que dice relación principalmente con la disminución de la tasa de ablandamiento, pérdida de peso y el desarrollo de desórdenes fisiológicos durante el almacenamiento y/o transporte.

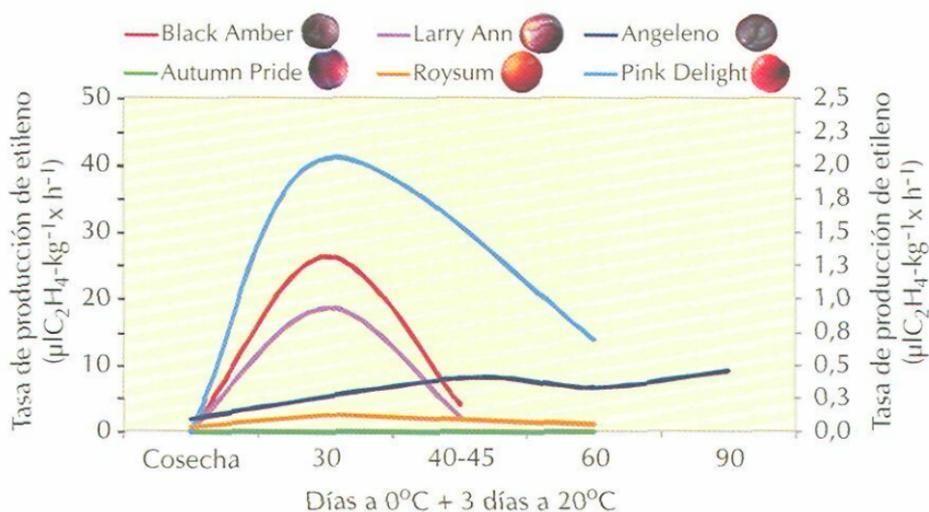
## TASA RESPIRATORIA Y ETILENO

Las ciruelas se clasifican de acuerdo a su velocidad de respiración como frutas con una moderada tasa respiratoria. Sin embargo, en muchos de nuestros estudios se ha observado que existe una gran variación en las tasas respiratorias para cada una de las variedades, y que existe una relación entre ésta y la tasa de deterioro de la fruta lo que determina en definitiva su capacidad de almacenamiento. Entre éstas, las variedades Black Amber, Larry Ann y Pink Delight presentaron las mayores tasas respiratorias a madurez de consumo, y las variedades Angeleno, Autumn Pride y Roysum las menores tasas observándose sólo un incremento de éstas en periodos prolongados de almacenamiento (**Figura 1**).

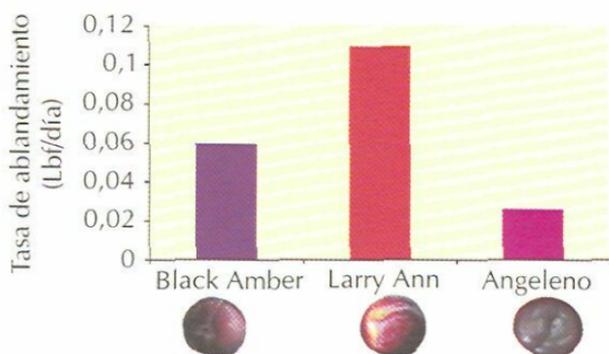


**Figura 1.** Tasa respiratoria en ciruelas para diferentes períodos de almacenamiento refrigerado durante la temporada 2008-2009 (Black Amber, Larry Ann y Angeleno) y 2009-2010 (Autumn Pride, Roysum y Pink Delight).

En cuanto a producción de etileno, se ha observado una situación similar a la antes descrita para respiración, existiendo dos grupos un primer grupo donde la tasa de producción de etileno es alta como son Black Amber, Larry Ann y Pink Delight y otro con bajos niveles de producción como es el caso Angeleno, Autumn Pride y Roysum (**Figura 2**). Ambos grupos, poseen una vida de postcosecha completamente distintas, siendo por ejemplo la tasa de ablandamiento menor en aquellas variedades con una baja producción de etileno y respiración (**Figura 3**). Siendo esta respuesta en relación con el etileno, una de las base para la definición de estrategias de postcosecha que puedan ayudar a la prolongación de la vida de postcosecha.



**Figura 2.** Tasa de producción de etileno en ciruelas para diferentes períodos de almacenamiento temporada 2008-2009 (Black Amber, Larry Ann y Angeleno) y 2009-2010 (Autumn Pride, Roysum, y Pink Delight).

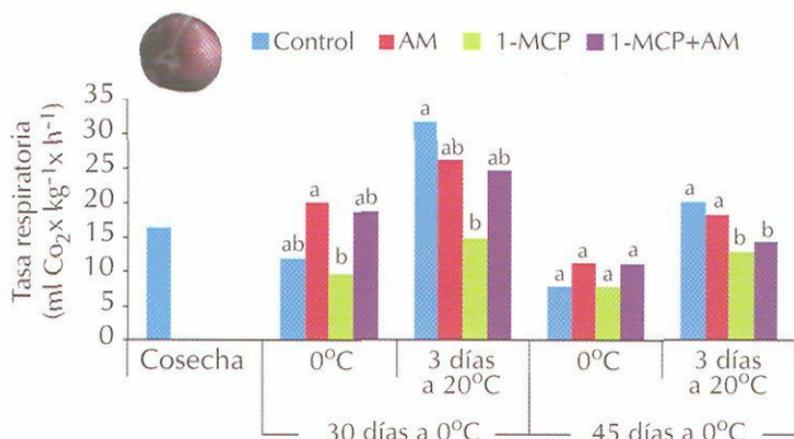


**Figura 3.** Tasa de ablandamiento luego de 45 días de almacenamiento a 0°C.

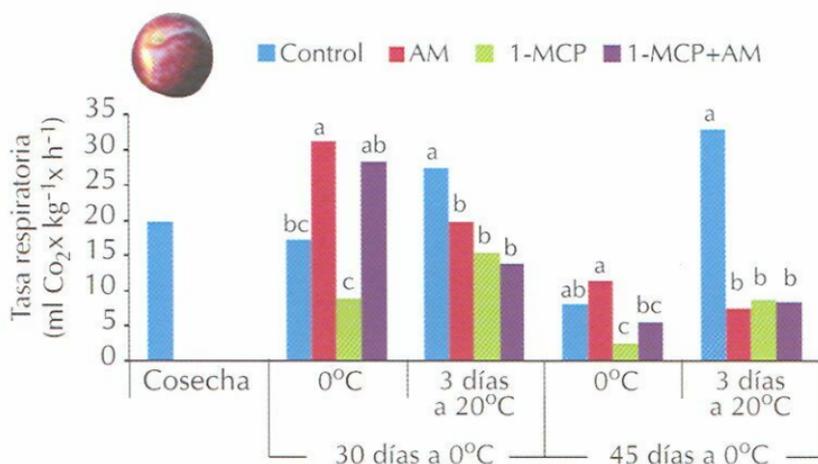
## TECNOLOGÍAS DE POSTCOSECHA

Una vez establecidas las bases fisiológicas para cada variedad, se estudia el efecto de las tecnologías utilizadas comúnmente en ciruela, como los son el uso de AC, AM y 1-MCP. De las variedades mencionadas, se puede destacar la respuesta de dos variedades con una importante presencia en los mercados, como Black Amber y Larry Anne.

Como se observa en las **Figuras 4 y 5**, las tasas respiratorias en ambas variedades fueron significativamente menores en los tratamientos donde se utilizó 1-MCP, sobre todo durante la simulación de vida en anaquel realizada a 20°C posterior a cada período de almacenamiento refrigerado. En el caso de la variedad Larry Ann, tanto 1-MCP como AM y la combinación de ambas mostraron un claro efecto en la reducción de la respiración siendo incluso más claro que lo observado en la variedad Black Amber.

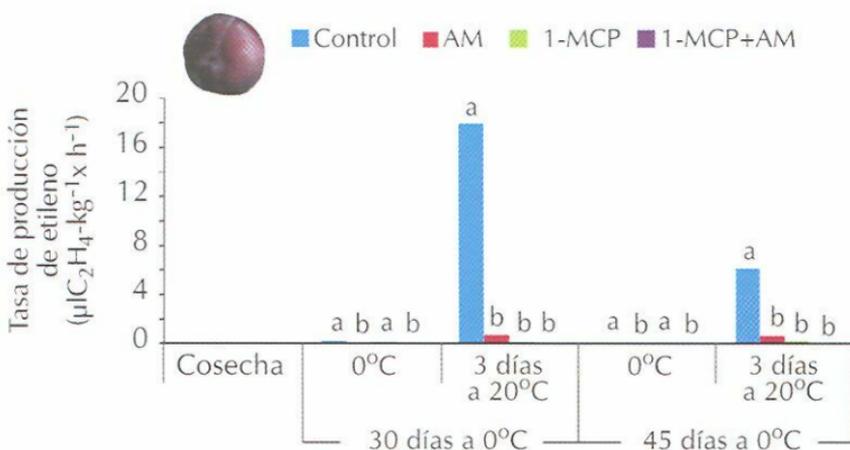


**Figura 4.** Tasa respiratoria en ciruela var. Black Amber luego de 30 y 45 días de almacenamiento a 0°C y simulación de comercialización a 20°C.

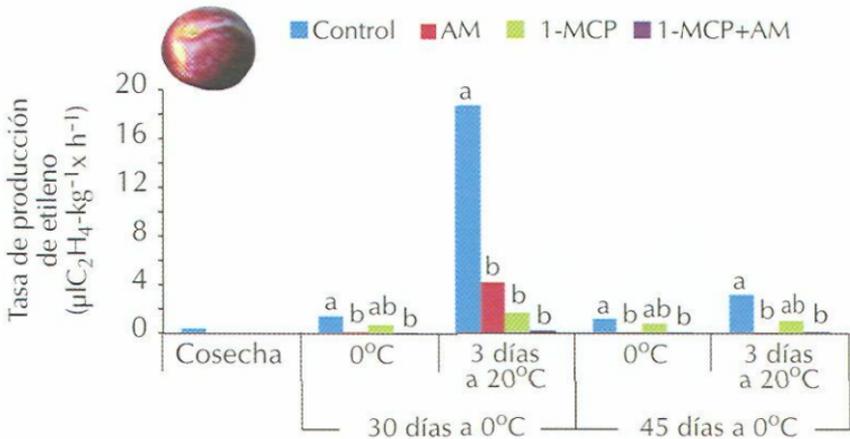


**Figura 5.** Tasa respiratoria en ciruela var. Larry Anne luego de 30 y 45 días de almacenamiento a 0°C y simulación de comercialización a 20°C.

En cuanto a la tasa de producción de etileno, se observó una situación similar a la descrita anteriormente para respiración en ambas variedades, mostrando los frutos aplicados con 1-MCP o embalados en AM o aquellos donde se uso un combinatoria de ambas tecnologías tasas de producción de etileno menor, sobre todo luego de los periodos de simulación a temperatura ambiente (**Figuras 6 y 7**).

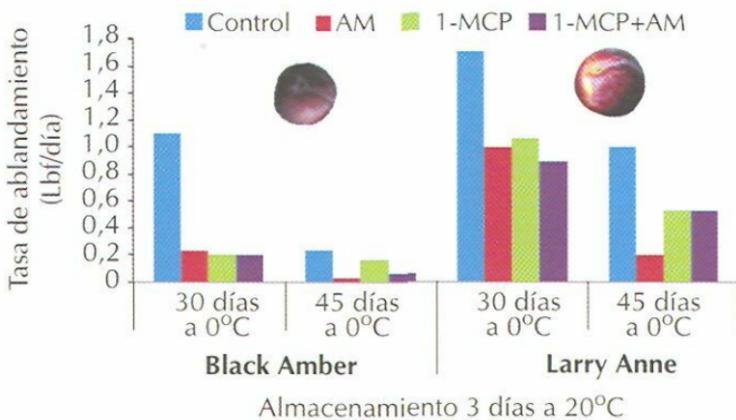


**Figura 6.** Tasa de producción de etileno en ciruela var. Black Amber luego de 30 y 45 días de almacenamiento a 0°C y simulación de comercialización a 20°C.



**Figura 7.** Tasa de producción de etileno en ciruela var. Larry Anne luego de 30 y 45 días de almacenamiento a 0°C y simulación de comercialización a 20°C.

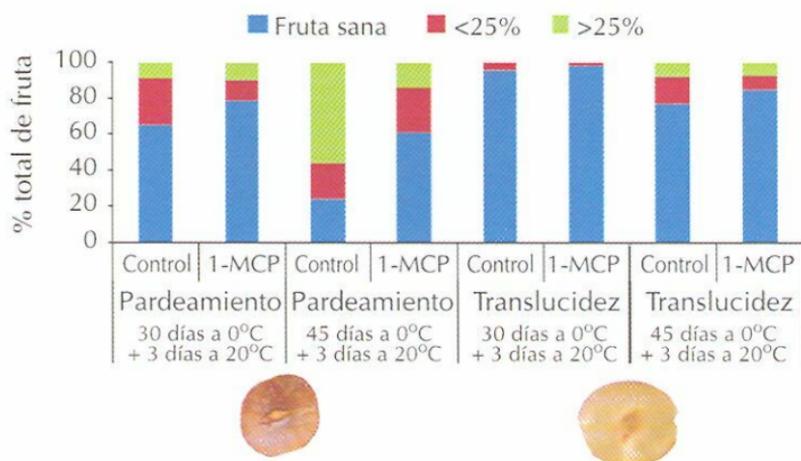
Esta depresión en el metabolismo observado con el uso de AM y 1-MCP o la combinatoria de los mismo, tuvo un efecto claro en la tasa de ablandamiento en la fruta (**Figura 8**), observándose una menor pérdida de firmeza para los frutos donde se aplicaron las distintas tecnologías individuales o en conjunto, lo que trae como beneficio en la prolongación de la vida de postcosecha de cada una de las variedades estudiadas.



**Figura 8.** Tasa de ablandamiento en almacenamiento por 3 días a 20°C, luego de un período 30 y 45 días a 0°C para dos variedades de ciruelas.

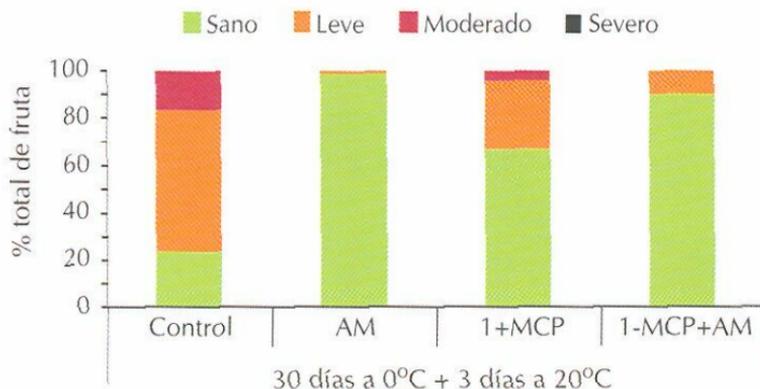


Los desórdenes fisiológicos con mayor incidencia en postcosecha de ciruelas son pardeamiento y translucidez, los que se manifiestan principalmente a madurez de consumo en la fruta y aumenta su incidencia con almacenamientos prolongados. El uso de SmartFresh en la variedad Black Amber logra disminuir la incidencia y grado de pardeamiento y translucidez para almacenamientos por 30 y 45 días (Figura 9).



**Figura 9.** Desarrollo de pardeamiento y translucidez de pulpa luego de 3 días a 20°C para simular comercialización posterior a 30 y 45 días a 0°C de almacenamiento refrigerado en ciruelas variedad Black Amber.

El uso de AM, además de producir una baja en el metabolismo por el control que ejercen los gases de la atmosfera inmediata a la fruta, ha demostrado tener ventajas en disminuir la deshidratación de la fruta en almacenamientos en frío. Un ejemplo de esto se puede visualizar en la **Figura 10**, donde la variedad Black Amber a los 30 días de almacenamiento, y luego de ser sometida a un período de exposición y venta por 3 días logra en ambos tratamientos AM una menor deshidratación que los tratamientos con embalaje tradicional en bolsa perforada (Control y 1-MCP).



**Figura 10.** Deshidratación en ciruelas var. Black Amber luego de 30 días de almacenamiento a 0°C más un período de 3 días a 20°C.

Respecto a la variedad, es evidente las diferencias en cuanto a metabolismo respiratorio y etileno, las cuales sin dudas tendrán un efecto en la tecnología utilizada. Por lo tanto, caracterizar el comportamiento de la variedad al menos en cuanto a respiración, producción de etileno y tasa de ablandamiento, constituye la línea base para la elección, aplicación y mejoramiento de las tecnologías disponibles, en respuesta a los requerimientos de los mercados.

Si bien se han destacado las ventajas de ambas tecnologías, a nivel comercial no siempre se aprecian estos beneficios, diferencias que estarían asociadas tanto a la variedad como a las condiciones intrínsecas (estado de madurez por ejemplo) o externas de la aplicación de la tecnología.

## COMPORTAMIENTO EN POSTCOSECHA DE VARIEDADES DE CAROZO PRODUCIDAS EN CHILE Y DESTINADAS A MERCADOS DE EXPORTACIÓN

**Bruno Defilippi B.**

*Ing. Agrónomo Ph.D.*

**Cecilia Becerra C.**

*Ing. Agrónomo*

**Ingrid Salgado V.**

*Ing. Agrónomo*

**Paula Robledo M.**

*Ing. Agrónomo*

**R**esulta fundamental hablar de postcosecha en fruta de exportación, incluido carozos, debido a que la mayoría de los mercados de destino se encuentran a grandes distancias, donde nuestra fruta debe viajar 30-45 días en barco para posteriormente, ser comercializada. A pesar que la industria de exportación de fruta ya está consolidada y se siguen rigurosos procedimientos de resguardo con el manejo de la fruta en cuanto a calidad en la cosecha, selección y embalaje, existen reclamos por parte de los recibidores de fruta por la mala percepción del consumidor con respecto a la calidad de la fruta.

Esta mala calidad es producto de factores de precosecha y/o postcosecha, siendo estos últimos muy relacionados a la genética de cada variedad que determinan su potencial de almacenamiento. Es por esto que el laboratorio de postcosecha del Centro de Frutales de Carozo de INIA Rayentué junto con la Unidad de Postcosecha de INIA La Platina, han establecido un programa continuo de evaluación de variedades de duraznos, nectarines y ciruelas, que permita



conocer el comportamiento en postcosecha de la fruta frente a diferentes períodos de almacenaje en frío y posterior vida de anaquel o estantería (**Figura 1**).



**Figura 1.** Evaluación de postcosecha.

Debido a la conocida interacción entre factores ambientales y genotipo (variedad) que determina la calidad final de la fruta, cada variedad fue evaluada por tres temporadas, incorporando cada año al programa nuevas variedades. Hasta la fecha se han evaluado 7 variedades de durazno, 15 variedades de nectarines y 5 variedades de ciruelas y pluots.

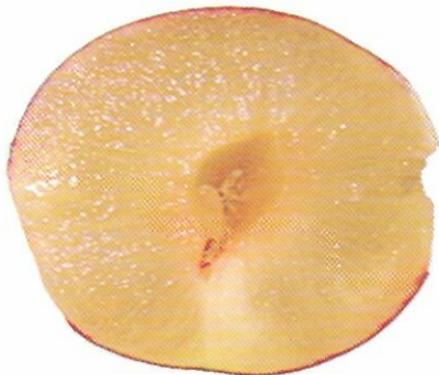
De las principales variables de calidad evaluadas se pueden mencionar la firmeza de pulpa, color, sólidos solubles y acidez titulable. Además de una serie de desórdenes fisiológicos descritos en carozos los cuales se presentan principalmente en la góndola del supermercado en los mercados de destino (**Fotos 1 a 3**).



**Foto 1.** Pardeamiento corresponde a una coloración parda presentada en la pulpa asociada al almacenamiento en frío.



**Foto 2.** Harinosidad es la falta de jugo en la pulpa que se asocia al almacenamiento refrigerado y que puede o no estar asociado a pardeamiento.



**Foto 3.** Translucidez es una vidriosidad de la pulpa.

A continuación, se presenta un ejemplo de la información generada en cada una de las especies. Por motivos de propiedad intelectual de las variedades analizadas, no es posible entregar el nombre de las variedades evaluadas, lo que sin duda limita un mayor análisis en este boletín de los resultados presentados.



## DURAZNOS Y NECTARINES

La relación sólidos solubles/acidez (SST/AT) es un atributo de calidad importante que se relaciona con la aceptabilidad de la fruta (**Cuadro 1**). Los resultados obtenidos durante las tres temporadas muestran un incremento de esta relación a medida que avanzó el almacenamiento en frío. Este incremento es producto principalmente de la disminución de la acidez total de la fruta, dado que en duraznos y nectarines no se produce un incremento de sólidos solubles después de cosechada la fruta. De acuerdo a lo esperado, las dos variedades de duraznos “blanquillos” evaluadas fueron las que presentaron una mayor relación, alcanzando valores de hasta 180 a los 42 días de almacenamiento.

**Cuadro 1.** Relación sólidos solubles/acidez para distintas variedades de duraznos y Nectarines en tres temporadas.

Variedades	Cosecha	Evaluación				
		14 días	21 días	28 días	35 días	42 días
I. Nectarín	27,2	35,6	40,9	49,9	68,4	73,0
II. Nectarín	11,1	13,5	14,9	17,6	16,4	16,7
III. Nectarín	10,4	18,4	17,4	30,5	32,0	30,1
IV. Nectarín	18,4	24,0	29,8	30,1	39,7	49,1
I. Durazno	36,1	72,9	92,9	68,1	114,4	87,3
II. Durazno	13,9	17,5	18,4	17,6	21,5	30,0
III. Durazno	19,9	24,8	26,1	31,1	36,2	34,7
Durazno Conservero	13,8	16,9	19,2	22,2	25,9	31,3
I. Durazno Blanquillo	40,6	64,4	76,2	86,6	128,0	130,9
II. Durazno Blanquillo	86,3	106,9	119,9	119,1	163,0	180,2



Como se mencionó, de los desórdenes fisiológicos estudiados, el más importante y que puede determinar el potencial de postcosecha es la harinosidad, asociada principalmente al almacenamiento prolongado de la fruta en frío. En las variedades estudiadas se fue presentando con mayor intensidad a medida que se avanzó en el almacenamiento en frío; sin embargo, algunas variedades presentaron problemas de harinosidad a partir de los 14 días lo que sin dudas limita su exportación a cualquier mercado. La importancia de evaluar cada variedad más de una temporada se refleja en la distinta intensidad de harinosidad observada según la temporada de evaluación, tanto en duraznos como en nectarines (**Cuadro 2**).

**Cuadro 2.** Harinosidad expresada en porcentaje para las distintas evaluaciones.

Variedades	Temporada	Cosecha	Evaluación				
			14 días	21 días	28 días	35 días	42 días
I. Nectarín	2008-2009	0	0	30	40	75	80
	2009-2010	0	0	30	90	95	100
	2010-2011	0	0	62	62	81	100
II. Nectarín	2008-2009	0	0	0	30	25	55
	2009-2010	0	0	0	25	30	40
	2010-2011	0	5	5	15	75	70
III. Nectarín	2007-2008	0	0	25	30	70	40
	2008-2009	0	50	20	50	50	40
	2009-2010	0	11	75	84	79	94
IV. Nectarín	2008-2009	0	0	0	15	30	50
	2009-2010	0	21	90	100	100	100
	2010-2011	0	80	85	100	100	100



(Continuación Cuadro 2).

Harinosidad expresada en porcentaje para las distintas evaluaciones.

Variedades	Temporada	Cosecha	Evaluación				
			14 días	21 días	28 días	35 días	42 días
I. Durazno	2008-2009	0	0	0	0	0	0
	2009-2010	0	0	15	30	100	100
	2010-2011	0	40	37	89	85	100
II. Durazno	2007-2008	0	25	70	58	39	35
	2008-2009	0	0	60	55	50	41
	2009-2010	0	10	5	35	50	47
III. Durazno	2007-2008	0	0	0	70	90	80
	2008-2009	0	50	55	70	65	100
	2009-2010	0	5	65	80	70	73
Durazno	2007-2008	0	0	0	0	0	0
Conservero	2008-2009	0	0	0	13	19	0
	2009-2010	0	0	20	0	0	5
I. Blanquillo	2008-2009	0	0	40	65	70	100
	2009-2010	0	0	20	29	28	100
	2010-2011	0	0	0	64	94	100
II. Blanquillo	2008-2009	0	65	55	55	100	100
	2009-2010	0	0	0	35	74	100
	2010-2011	0	45	65	80	80	100

Otro desorden importante es el pardeamiento interno, y al igual que la harinosidad, este desorden se manifiesta con una mayor incidencia principalmente en almacenamientos prolongados de la fruta tal como ocurrió para las variedades estudiadas. Además, se presentó un comportamiento diferente dependiendo de la temporada dentro de la misma variedad (**Cuadro 3**).



Cuadro 3. Pardeamiento interno expresado en porcentaje para las distintas evaluaciones.

Evaluación Variedades	Temporada	14 días			21 días			28 días			35 días			42 días		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
I. Nectarín	2008-2009	85	15	0	40	30	30	10	55	35	0	0	100	0	0	100
	2009-2010	95	5	0	55	45	0	15	40	45	0	37	63	0	16	84
	2010-2011	100	0	0	54	33	13	39	38	23	37	50	13	0	13	87
II. Nectarín	2008-2009	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
	2009-2010	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
	2010-2011	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
III. Nectarín	2007-2008	100	0	0	90	0	10	100	0	0	35	15	50	25	25	50
	2008-2009	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	75	25	0
	2009-2010	100	0	0	90	10	0	100	0	0	84	11	5	33	45	22
IV. Nectarín	2008-2009	100	0	0	100	0	0	60	40	0	35	35	30	0	30	70
	2009-2010	100	0	0	90	10	0	65	35	0	25	75	17	28	55	55
	2010-2011	100	0	0	80	20	0	35	55	10	0	45	55	0	10	90
I. Durazno	2008-2009	100	0	0	87	13	0	100	0	0	80	20	0	50	31	19
	2009-2010	95	5	0	80	15	5	60	35	5	10	43	47	11	42	47
	2010-2011	100	0	0	84	11	5	55	28	17	50	45	5	31	37	32

Grado 1=Sin pardeamiento, 2= &gt;25% de pardeamiento, 3= &gt;25% de pardeamiento en la fruta.



(Continuación Cuadro 3).

Pardeamiento interno expresado en porcentaje para las distintas evaluaciones.

Evaluación Variedades	Temporada	14 días			21 días			28 días			35 días			42 días					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
II. Durazno	2007-2008	100	0	0	95	5	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	75	20	5
	2008-2009	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
	2009-2010	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
III. Durazno	2007-2008	100	0	0	100	0	0	14	26	60	13	40	47	6	13	81			
	2008-2009	100	0	0	100	0	0	87	0	13	56	31	13	6	25	69			
	2009-2010	100	0	0	100	0	0	100	0	0	90	5	5	79	16	5			
Durazno Conservero	2007-2008	80	20	0	80	20	0	100	0	0	40	40	20	0	30	70			
	2008-2009	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
	2009-2010	100	0	0	100	0	0	100	0	0	94	6	0	15	50	35			
I. Blanquillo	2008-2009	100	0	0	100	0	0	75	10	15	25	31	44	20	15	65			
	2009-2010	70	20	10	40	40	20	0	29	71	0	17	83	0	19	81			
	2010-2011	100	0	0	100	0	0	57	43	0	13	75	12	0	18	82			
II. Blanquillo	2008-2009	50	30	20	35	25	40	35	30	35	0	24	76	0	7	93			
	2009-2010	100	0	0	60	35	5	30	35	35	30	35	35	0	44	56			
	2010-2011	100	0	0	100	0	0	85	10	5	80	20	0	88	12	0			

Grado 1=Sin pardeamiento, 2= >25% de pardeamiento, 3= >25% de pardeamiento en la fruta.



## CIRUELAS Y PLUOTS

Al igual que duraznos y nectarines, la relación a SST/AT obtenida del promedio de las tres temporadas, presenta un aumento a medida que avanza el almacenamiento en frío. De las variedades estudiadas la variedad Fortune fue la que presentó una mayor relación alcanzando al final del almacenamiento refrigerado una relación de hasta 13,2 (**Cuadro 4**).

**Cuadro 4.** Promedio de la relación sólidos solubles/acidez para tres temporadas de evaluación, en los diferentes períodos de almacenamiento.

Variedades	Cosecha	Evaluación				
		14 días	21 días	28 días	35 días	42 días
Black Amber	6,7	7,2	8,4	10,9	12,4	11,4
Pluot 1	6,9	8,0	8,1	10,1	9,9	9,6
Fortune	9,7	11,2	10,7	11,7	12,8	13,2
Larry Anne	7,0	7,6	8,8	10,1	11,2	11,4

Dentro de los desórdenes fisiológicos evaluados, los más importantes en ciruela correspondieron a pardeamiento y translucidez (**Cuadro 5**). Dentro de las variedades estudiadas no se observó gran incidencia de desórdenes fisiológicos en las primeras semanas de almacenamiento. Las variedades que presentaron pardeamiento en las últimas semanas de almacenamiento fueron Black Amber y Larry Anne. Adicionalmente Black Amber presentó translucidez moderada la que fue aumentando con el almacenamiento de la fruta (**Cuadro 5 y 6**).

**Cuadro 5.** Pardeamiento de pulpa por grado (%) evaluado a madurez de consumo en los diferentes períodos de almacenamiento.

Evaluación	Variedades	Temporada	14 días			21 días			28 días			35 días			42 días		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Black Amber		2008-2009	100	0	0	100	0	0	75	25	0	75	25	0	50	45	5
		2009-2010	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
		2010-2011	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	90	10	0
Pluot 1		2008-2009	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
		2009-2010	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
		2010-2011	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	65	35	0
Fortune		2007-2008	100	0	0	100	0	0	100	0	0	85	15	0	100	0	0
		2008-2009	100	0	0	100	0	0	95	5	0	95	5	0	90	10	0
		2009-2010	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Larry Anne		2008-2009	100	0	0	100	0	0	100	0	0	80	20	0	80	20	0
		2009-2010	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	95	5	0
		2010-2011	100	0	0	100	0	0	100	0	0	35	30	35	35	30	35

Grado 1=Sin pardeamiento, 2= >25% de pardeamiento, 3= >25% de pardeamiento en la fruta.



**Cuadro 6.** Translucidez de pulpa por grado (%) evaluada a madurez de consumo en los diferentes períodos de almacenamiento.

Evaluación Variedades	Temporada	14 días			21 días			28 días			35 días			42 días		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Black Amber	2008-2009	100	0	0	85	15	0	85	15	0	85	15	0	90	10	0
	2009-2010	95	5	0	70	30	0	70	30	0	65	35	0	40	60	0
	2010-2011	80	20	0	80	20	0	80	20	0	80	20	0	70	15	15
Pluot 1	2008-2009	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
	2009-2010	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
	2010-2011	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	85	15	0
Fortune	2007-2008	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
	2008-2009	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
	2009-2010	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	65	35	0
Larry Anne	2008-2009	100	0	0	100	0	0	100	0	0	80	20	0	80	20	0
	2009-2010	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	60	40	0
	2010-2011	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0

Grado 1=Sin pardeamiento, 2= >25% de pardeamiento, 3= >25% de pardeamiento en la fruta.



## CONCLUSIÓN

De los resultados presentados se puede concluir la importancia de disponer de información sobre el potencial de almacenamiento de las variedades a utilizar por productores y exportadores para satisfacer las demandas del mercado.