



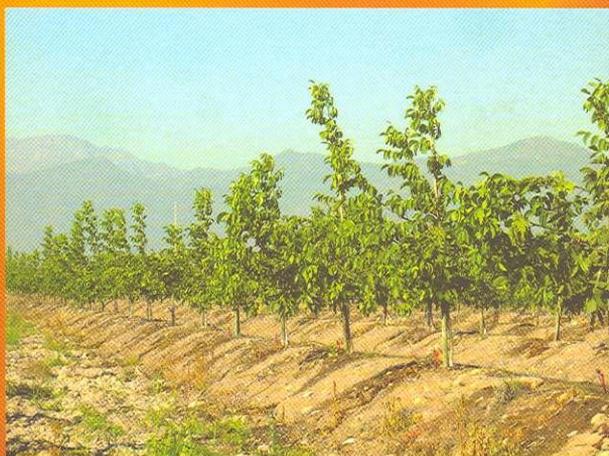
GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS  
INIA

InnovaChile  
CORFO

ciren  
Centro de Información de Recursos Naturales

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

# ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS FRUTALES



ISSN 0717 - 4829

BOLETÍN INIA N° 173

# ***ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS FRUTALES***

Editores:

Gamaliel Lemus S.  
José Manuel Donoso C.

INIA - Rayentué  
Rengo, Chile, 2008

## ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS FRUTALES

Editores,

Gamaliel Lemus S.  
Ing. Agrónomo M.Sc.  
José Manuel Donoso C.  
Ing. Agrónomo M.Sc.

Director Responsable,

Nilo Covacevich  
Director Regional INIA – Rayentué

Cita bibliográfica correcta:

Lemus, G. y J. Donoso. Eds. 2008. Establecimiento de Huertos Frutales. Rengo, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 173. 104 p.

© 2008, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Rayentué, Avenida Salamanca s/n, Los Choapinos, Rengo, Teléfono (56-72) 740830, Fax (56-72) 740834, Casilla 13 Rengo.

ISS 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: 500

Rengo, Chile, 2008.

## PRÓLOGO

Los fértiles suelos de la Región de O'Higgins, que en el pasado sustentaron la producción nacional de trigo y maíz y que hoy están incorporados a la fruticultura, contribuyendo de manera significativa al liderazgo de Chile dentro del Hemisferio Sur en exportaciones de fruta.

Sin embargo, el progreso de la industria de la fruta exige una permanente actualización y renovación de conocimientos específicos que a su vez puedan generar más y mejores empleos.

A pesar de la especialización regional en producción frutícola, faltaba identificar con más precisión, las áreas de un vasto sector que cubre 385.000 hectáreas, en términos de clima y suelo, para conocer las más favorables condiciones para la producción de ocho especies frutales: cerezo, palto, nogal, duraznero, ciruelo, vid y arándano, tanto en la zona de riego como en la de secano regable.

Para superar esta falencia se gestionó un proyecto interinstitucional, con la participación de Corfo-Innova-Chile, CIREN e INIA-Rayentué. Como parte de un trabajo más extenso, en dos temporadas de seguimiento en terreno se reunió información sobre cómo establecer estas especies. En esta publicación se cubre, en seis capítulos, los aspectos técnicos más relevantes en materia de requerimien-

tos climáticos, desinfección de suelos en viveros, manejo de suelos previo a la plantación y replante, criterios de selección de plantas en vivero; tecnificación del riego en huertos frutales y la forma de realizar una adecuada plantación.

Confiamos que esta información será una herramienta útil para los profesionales de terreno y una efectiva ayuda para la toma de decisiones de productores e inversionistas, que vean en las potencialidades evaluadas en esta Región la oportunidad de conquistar y consolidar nuevos mercados nacionales e internacionales con productos cada vez más atractivos .

INIA está permanentemente asumiendo ésta y otras labores de investigación y transferencia tecnológica, con el fin de ser un efectivo apoyo a la agricultura nacional, dado el mandato institucional y el férreo convencimiento que sólo se logran avances con la incorporación de tecnología en esta actividad.

**Nilo Covacevich**

Director Regional INIA - Rayentué

# ÍNDICE

## Capítulo 1.

### Clima

|                 |    |
|-----------------|----|
| 1. Introducción | 7  |
| 2. Temperatura  | 7  |
| 3. Granizo      | 20 |
| 4. Viento       | 21 |
| 5. Bibliografía | 22 |

## Capítulo 2.

### Desinfección de suelos en viveros para la producción de plantas frutales

|                          |    |
|--------------------------|----|
|                          | 23 |
| 1. Introducción          | 23 |
| 2. Humedad del suelo     | 25 |
| 3. Temperatura del suelo | 25 |
| 4. Textura del suelo     | 26 |
| 5. Preparación de suelos | 26 |
| 6. Época de aplicación   | 26 |
| 7. Bibliografía          | 30 |

## Capítulo 3.

### Selección de plantas frutales y vides

|   |    |
|---|----|
|   | 31 |
| 1. Introducción   | 31 |
| 2. Factores a considerar, antes del establecimiento de un huerto frutal | 31 |
| 3. Aspectos técnicos de la planta y cuidados en la plantación           | 42 |
| 4. Bibliografía   | 44 |

**Capítulo 4.**

**Manejo de suelos para plantación**

|  |    |
|--|----|
| <b>y replante</b>  | 45 |
| 1. Introducción  | 45 |
| 2. Criterios a considerar para la preparación de suelos de huertos o parronales                  | 46 |
| 3. Secuencia de trabajo en la preparación de suelos destinado a replante de huertos o parronales | 53 |
| 4. Comentarios y recomendaciones   | 66 |
| 5. Bibliografía  | 68 |

**Capítulo 5.**

**Tecnificación del riego en huertos frutales**

|  |    |
|--|----|
| 1. Introducción  | 71 |
| 2. Disponibilidad de agua                                      | 71 |
| 3. Demanda de agua en un huerto frutal                         | 77 |
| 4. Niveles de tecnificación en un huerto frutal                | 80 |
| 5. Períodos fenológicos críticos de riego                      | 82 |
| 6. Instrumental de apoyo a la programación y control del riego | 84 |
| 7. Anexo. Ejemplos de cálculo                                  | 90 |
| 8. Bibliografía  | 95 |

**Capítulo 6.**

**Plantación de frutales**

|   |     |
|---|-----|
| 1. Introducción                                   | 97  |
| 2. Marco de plantación                            | 97  |
| 3. Orientación de las hileras                     | 98  |
| 4. Manejo de la planta de frutales de hoja caduca | 99  |
| 5. Manejo de la planta de hoja perenne            | 101 |
| 6. Transporte                                     | 102 |
| 7. Hoyo de plantación                             | 102 |
| 8. Plantación en surcos                           | 103 |
| 9. Enmiendas de suelo                             | 104 |
| 10. Protección post-plantación                    | 104 |

# CLIMA

**José M. Donoso**

*Ing. Agr. M.Sc., INIA-Rayentué*

**Gamaliel Lemus S.**

*Ing. Agr. M.Sc., INIA-Rayentué*

## 1. INTRODUCCIÓN

Las especies frutales se ven enfrentadas, dentro de su desarrollo productivo, a diversos factores que condicionan, en mayor o menor medida, la productividad de un huerto. Cada vez más, la tecnología permite mejorar el manejo agronómico, dentro del cual se destacan los factores críticos relacionados con el riego, la fertilidad del suelo y la nutrición. Por el contrario, el factor clima no es siempre económicamente factible de modificar como ocurre con los otros factores productivos. Es por esto que, en la actualidad, el análisis de las ventajas y riesgos climáticos, ha pasado a ser esencial en la determinación de las aptitudes frutícolas de una zona o de un predio en particular.

Debido a la fuerte competencia entre países productores del Hemisferio Sur y a la exigencia de los mercados internacionales, se ha hecho cada vez más necesaria la búsqueda de la eficiencia productiva. Esta sólo se puede lograr si se aprovecha la potencialidad que el clima, ofrece minimizando los riesgos de la producción por fenómenos meteorológicos, los que se traducen finalmente en pérdidas o costos de producción. Es imprescindible, entonces, conocer las relaciones entre el clima y los procesos que determinan la productividad de un huerto frutal.

El clima local de una región, zona o país, está determinado por los elementos del tiempo atmosférico: la temperatura, las precipitaciones, la humedad, la presión y los vientos. De ellos, las temperaturas medias

mensuales y las precipitaciones (cantidad y distribución) son los datos más importantes que determinan la aptitud de un frutal a una zona climática determinada. En áreas de riego, sin duda, la temperatura pasa a ser el factor preponderante para determinar la factibilidad técnica de establecer un huerto.

Existen, además, una serie de factores que pueden influir sobre los elementos del tiempo: la latitud geográfica, la altitud del lugar, la orientación del relieve con respecto a la incidencia de los rayos solares o la de los vientos predominantes, las corrientes oceánicas y la distancia al océano o al mar, situación denominada continentalidad.

## 2. TEMPERATURA

Distintos elementos asociados a la temperatura juegan un rol vital en la vida de una planta frutal: las temperaturas mínimas y máximas del día u oscilación térmica, la cual, es mayor en climas templados. Esto favorece tanto la acumulación de azúcares como el desarrollo de aromas, producto de ácidos y ésteres en los frutos proveyéndoles una mayor calidad organoléptica. Esta oscilación térmica es menor en climas tropicales y subtropicales. Las heladas son un fenómeno que anualmente genera pérdidas millonarias alrededor de todo el mundo. Estas se presentan en diferente intensidad y su efecto varía según el momento de ocurrencia. Además, los frutales de hoja caduca requieren acumulación de frío invernal para romper el receso y luego de calor, para el desarrollo y correcta maduración de la fruta (Negrón, 2005).

Los frutales de hoja caduca presentan adaptaciones al ciclo anual de temperaturas características de los climas templados, con estaciones bien definidas. Primavera y veranos cálidos y favorables para el crecimiento y fructificación. En contraste, otoños e inviernos fríos, lluviosos y con frecuentes heladas, que pueden destruir tejidos en crecimiento. Estos frutales, concentran su crecimiento durante la estación cálida y durante el invierno, debido a su flexibilidad fisiológica, restringen su metabolismo y desarrollo. Además, presentan estructuras de protección de los tejidos más susceptibles (**Foto 1**). En las plantas subtropicales

no existe un receso tan marcado, sino que ocurren varios flujos de crecimiento durante la temporada. Estas plantas, en lugares de clima templado con inviernos fríos prolongados pero sin heladas (característico de algunas regiones de la zona central de Chile), también muestran una detención del crecimiento, de naturaleza fisiológica diferente a la de los frutales de hoja caduca, lo que corresponde a lo que se denomina 'latencia ambiental', la cual es controlada por factores ambientales y por una fuerte competencia por fotosíntatos.



**Foto 1.** Inicio de brotación en nogal. Se observa el desprendimiento de las bracteadas.

Entre las adaptaciones generadas por los frutales de hoja caduca, está el receso o estado de letargo; período en el cual, no se manifiesta crecimiento, aunque haya condiciones adecuadas. Los tejidos en letargo responden a sustancias almacenadas en distintos puntos de la planta, que reprimen su crecimiento y que, debido a su paulatino deterioro por efecto del frío libera a dichos tejidos de esta represión, permitiendo el nuevo crecimiento a fines de invierno.

Los frutales, según algunos autores, perciben como frío a las temperaturas que están entre los 0°C y los 12°C, siendo las más eficientes en destruir los represores del crecimiento aquellas que se ubican entre los 3°C y 7°C. Si durante el período de acumulación de frío las temperaturas máximas se alcanzan por sobre los 18°C, éstas revierten el proceso, descontando parcialmente el valor acumulado hasta entonces (Santibáñez y Uribe, 2001). Las especies presentan requerimientos generales de acumulación de frío (**Cuadro 1**). Los cultivares de cada especie, a su vez, presentan requerimientos muy diferentes. Por ejemplo,

**Cuadro 1.** Requisito general de frío de algunas especies de clima templado.

| Especie         |       | Horas < 7°C |
|-----------------|-------|-------------|
| Almendro        | (0)   | 100 - 500   |
| Arándano        |       | 700 - 1200  |
| Avellano        |       | 800 - 1600  |
| Ciruelo europeo |       | 700 - 1600  |
| Ciruelo japonés | (100) | 600 - 1000  |
| Damasco         | (200) | 500 - 900   |
| Durazno         | (100) | 400 - 1100  |
| Frambueso       |       | 800 - 1600  |
| Grosellero      |       | 800 - 1500  |
| Guindo ácido    |       | 600 - 1400  |
| Guindo dulce    | (500) | 800 - 1500  |
| Kaki            |       | 100 - 500   |
| Kiwi            |       | 800 - 1500  |
| Manzano         | (200) | 800 - 1700  |
| Membrillo       |       | 100 - 500   |
| Morera          |       | 200 - 700   |
| Nogal           |       | 400 - 1500  |
| Pecano          |       | 600 - 1500  |
| Peral           |       | 500 - 1500  |
| Vid             | (100) | 500 - 1400  |

Fuente: Gil, 2000.

durazneros originarios de programas del estado de Florida requieren aproximadamente 150 horas de frío, como las variedades: 'Floridaprince' y 'Florida King' y otros que requieren más de 1000 horas de frío como: 'Dr. Davis', 'Phillip Cling' y 'Pomona'.

## 2.1 Cálculo de la acumulación de frío invernal

El sistema más utilizado para cuantificar las horas de frío percibidas por un frutal para finalizar el período de letargo invernal, es el cálculo de horas de frío de exposición de las yemas a temperaturas bajo 7,2°C, la que se hace directamente por la suma de datos horarios, registrados por estaciones meteorológicas o termógrafos, desde el 50% de la caída de hojas hasta inicio de yema hinchada (Weinberger, 1945). Este siste-

ma resulta útil para la estimación de frío en zonas con inviernos fríos y estacionalidad bien marcada, como por ejemplo la zona central y sur de Chile. Sin embargo, no reconoce las diferencias que se producen entre las especies y variedades, en su susceptibilidad térmica cuando el rango de temperaturas es estrecho, como los climas subtropicales, y más aún, no confiere un valor a las temperaturas altas ni a las temperaturas inferiores a los 0°C, que afectan inversamente el proceso, condición propia de áreas con carencia de temperaturas negativas.

Se han desarrollado diferentes modelos con una mayor precisión en la determinación de acumulación de horas frío (**Cuadro 2**), debido a que reconocen las diferencias que se presentan entre las temperaturas extremas en la acumulación de frío invernal. El modelo de Utah, conocido como modelo de Richarson, ha mostrado una mayor exactitud en la determinación del término del receso. Sin embargo, ha demostrado perder precisión bajo condiciones de temperaturas fluctuantes (Santibáñez y Uribé, 2001). Otros modelos desarrollados en durazneros de bajo requerimiento de frío y manzanos 'Starkrimson' se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Modelos desarrollados para estimar acumulación de frío para finalizar letargo.

| Richarson<br>modificado (1991) |                |      | Gilreath y<br>Buchanan (1981) |                | Shaltout y Unrath<br>(1983) |                |
|--------------------------------|----------------|------|-------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| T °C                           | Unidad<br>Frío |      | T °C                          | Unidad<br>Frío | T °C                        | Unidad<br>Frío |
| <1,4                           | 0              | -1,0 | 0                             | -1,1           | 0                           |                |
| 1,5 - 2,4                      | 0,5            |      | 1,8                           | 0,5            | 1,6                         | 0,5            |
| 2,5 - 9,1                      | 1              |      | 8,0                           | 1              | 7,2                         | 1              |
| 9,2 -12,4                      | 0,5            |      | 14,0                          | 0,5            | 13,0                        | 0,5            |
| 12,5 -15,9                     | 0              |      | 17,0                          | 0              | 16,5                        | 0              |
| 16,0 -18,0                     | -0,5           |      | 19,5                          | -0,5           | 19,0                        | -0,5           |
| 18,1 -19,5                     | -1,0           |      | 21,5                          | -1             | 20,7                        | -1             |
| >19,6                          | -2,0           |      | 22,1                          | -1,5           | 23,3                        | -2             |

Fuente: Gil, 2000.

De las experiencias con estos modelos en Chile, se puede señalar que el duraznero en la Zona Central responde al modelo de Weinberger. Sin embargo, en la Región de Coquimbo se adapta mejor al modelo de Richarson y colaboradores. El cerezo, por otra parte, se correlaciona mejor en la Región de Coquimbo con el modelo de Gilreath y Buchanan y en la Región Metropolitana con el de Richarson (Nicolodi, 2004; Lemus y colaboradores, 2005), mientras que en el sur de Chile Weinberger es un buen indicador (Weinberger, 1950).

Es necesario, por lo tanto buscar el mejor indicador de la respuesta a las condiciones invernales para las diferentes especies, en cada área de cultivo. Es entonces, probable que se requiera un ajuste para cada zona climática que interprete la acumulación de frío invernal para especies y sus variedades.

## 2.2 Cálculo de la acumulación de calor o suma térmica

Desde la brotación hasta la maduración de la fruta y posterior cosecha, los árboles frutales transitan por diferentes estados fenológicos. Estas transiciones, están directamente relacionadas con las temperaturas que se presentan desde que la planta ha finalizado su proceso de acumulación de frío invernal para romper el receso. El concepto de 'Días-Grado' corresponde a la suma térmica por sobre un umbral o base de temperatura para alcanzar un determinado estado fisiológico. Este umbral depende de la especie, estado fenológico y estado fisiológico. Según Santibáñez y Uribe (2001) para las especies de origen templado el umbral es de 5°C y para las especies tropicales y sub-tropicales es de 10°C; mientras que Gil (2000) propone como umbral de crecimiento una temperatura de 10°C, aceptando 5°C en los primeros estados de desarrollo.

Para calcular la acumulación térmica diaria, se obtiene la diferencia entre la temperatura media diaria y la temperatura base o umbral que debe definirse para una especie o para sus variedades. Cada unidad de diferencia corresponde a un Día-Grado. El cálculo diario de este parámetro se presenta a continuación:

$$\text{Día-Grado: } (T^{\circ} \text{ media diaria} - T^{\circ} \text{ umbral})$$

### 2.3 Temperatura y Polinización

La temperatura juega un rol vital durante el proceso de polinización. En muchas especies frutales el período efectivo de polinización (PEP), el tiempo en el cual el ovario de una flor es susceptible de ser fecundado por un grano de polen, es determinante para una alta productividad.

El polen de la mayoría de las especies frutales cultivadas en el país no germina con temperaturas inferiores a 5°C, entre 5°C y 10°C el tubo polínico crece lentamente, provocando un largo período entre su elongación y la fecundación del óvulo. Entre 15°C y 21°C la germinación del polen y posterior fecundación se produce en condiciones óptimas. Por sobre los 28°C, la deshidratación y desecación del grano de polen germinado ocurre rápidamente. Además, se ha constatado que por sobre los 30°C es común que se produzca una ruptura del tubo polínico.

En cerezo Weiss y colaboradores (1996) y Lemus y Tabilo (2005), señalan que las zonas de inviernos suaves o en años donde el invierno es menos frío, la acumulación de frío invernal es inadecuada, esto provoca diferentes trastornos en la diferenciación. Así se ha registrado un anormal desarrollo de anteras y polen. Las anteras pueden permanecer cerradas o semi abiertas. Estas anteras no liberan el polen normalmente, porque la masa de polen permanece completamente adherida dentro de sacos polínicos. También se observó, una disminución del porcentaje de germinación de los granos de polen bajo las condiciones antes mencionadas. Las comparaciones entre la sobrevivencia y germinación del polen de cerezos cultivados en Santiago y en Ovalle muestran claramente los requerimientos térmicos de estos procesos (Lemus y Tabilo, 2005).

Otro factor que incide sobre la polinización, en muchas especies frutales, es el efecto de la temperatura sobre la actividad de los insectos. Éstos participan activamente transportando los granos de polen desde las anteras de las flores hasta el estigma del aparato sexual femenino. La polinización puede ocurrir en flores de la misma planta o entre plantas, fenómeno, este último, conocido como polinización cruzada. Bajo los 10°C las abejas se muestran muy poco activas, sobre los 14°C

inician el vuelo, entre los 17°C y los 25°C se considera que trabajan eficientemente, siendo la temperatura entre los 20°C a 22°C óptima para su vuelo.

En localidades donde la temperatura del período de polinización sea detrimental para el vuelo de las abejas y posterior polinización de las flores, es recomendado usar otros insectos, que presentan una mayor adaptación a esas condiciones. Una de las opciones disponibles hoy en el mercado, es el uso de insectos de género *Bombus*, los cuales presentan mayor actividad de vuelo que las abejas, en zonas con temperaturas bajas durante el período de polinización.

## 2.4 Heladas y su control

Las heladas constituyen uno de los problemas de mayor impacto económico en las producciones frutícolas a nivel mundial. Este problema se manifiesta principalmente en las especies de origen subtropical, como el palto y los cítricos y en especies de origen templado que por su floración temprana, como el almendro y el damasco, o por su extrema sensibilidad, el caso de las vides, quedan expuestas a este fenómeno.

Desde un punto de vista agronómico se considera una helada; toda aquella temperatura bajo la cual, genera un impacto negativo sobre cierta especie o parte de ella. La meteorología considera la ocurrencia de temperaturas bajo los 0°C, como una helada.

De acuerdo al origen de las heladas, existen dos tipos: i) las heladas radiativas o *heladas blancas*, están relacionadas a la fuga intensa de calor durante la noche, asociadas a noches claras y sin viento. Este tipo de heladas predomina en la zona central de Chile y se caracterizan por cubrir con hielo la superficie del follaje, lo que ejerce un efecto protector sobre la planta. Por el contrario, ii) las heladas advectivas, ocurren por desplazamientos de masas de aire muy heladas, cubriendo extensas áreas del territorio. Estas heladas se asocian con aire más seco y frío, por lo que son potencialmente más dañinas para las plantas y sus estructuras. Se caracterizan por ser más persistentes en el tiempo, pudiendo extenderse por varias noches seguidas. Debido a esto, este tipo de heladas presenta una menor posibilidad de control.

Los métodos para controlar heladas pueden ser divididos en dos categorías:

**a) Sistema de control pasivo:** corresponde a un conjunto de prácticas y criterios agronómicos que incluyen: la ubicación del huerto, prácticas culturales del suelo y el manejo de cubiertas vegetales.

El mejor sistema de control pasivo es la elección de un sitio adecuado para el establecimiento de la especie frutal, ya sea porque es una zona libre de heladas, o ubicándolos en la parte alta de los valles cuando son especies o variedades más sensibles. Debido a que el aire frío es más denso que el aire más cálido, por lo que se deposita en la zona baja de los valles, causando el daño a las plantas.

La eliminación de barreras (alamedas, bosquetes, etc.) que obstaculizan el drenaje del aire frío, o que eviten su ingreso es parte del control pasivo de este problema. El manejo del suelo en términos de cobertura, humedad y la altura de la planta también corresponde a este control.

El almacenamiento de calor en el suelo está muy relacionado con su contenido de agua, debido a las propiedades físicas de este elemento. Es recomendable, previo a período con riesgo de heladas, mantener el suelo con humedad cercana a capacidad de campo. Esta práctica ha mostrado elevar la temperatura en  $0,3^{\circ}\text{C}$ , en comparación a un suelo con un menor aporte hídrico. Además, suelos con cubierta vegetal presentan una menor capacidad de acumular calor y, por ende, el efecto perjudicial de la helada es mayor en suelos con cubierta, en comparación a suelos sin cubierta vegetal.

**b) Sistema de control activo:** este tipo de control tiene por objetivo evitar el daño, en el momento en que se está produciendo la helada. Por lo que se debe aportar calor al sistema, para evitar que la temperatura supere el umbral de daño para el tejido u órgano presente en el momento de la helada. Existe una gran gama de posibilidades para controlar heladas, entre todos ellos, el riego por aspersión es el método más eficiente, el que ha logrado los mejores resultados y es el único método capaz de controlar heladas del tipo advectivas.

El método de control de heladas por aspersión, se basa en la capacidad del agua de entregar calor cuando se enfría. El agua, como promedio, tiene una temperatura que fluctúa alrededor de los 10°C en reservorios superficiales y de 14°C a 16°C si es sacada de pozos profundos. Una vez aplicada sobre el follaje y en contacto con el aire frío, el agua libera calor hacia los tejidos de las plantas, mientras se enfría y al ambiente que las rodea, proveyendo una protección para los tejidos. Se debe agregar el aporte calórico, de 80 calorías/gramo, cuando el agua pasa del estado líquido al sólido.

El mayor problema de este sistema está asociado al alto volumen de agua que debe aplicarse, lo que implica costos en equipos y energía. Además, este sistema, se asocia a la humedad y a la proliferación de enfermedades, especialmente durante la floración, por lo que es poco recomendable en almendros y damascos. En especies de hoja persistente o que presenten follaje durante el período de la helada, la quebradura de ramas por acción del peso del hielo sobre el follaje puede provocar pérdidas aun mayores que la misma helada. En estos casos, este sistema no siempre es recomendable.

## **2.5 Temperatura, desarrollo y crecimiento**

Las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo de los organismos vivos y su relación con el medio que los rodea, es lo que se conoce como fenología. Esta herramienta nos proporciona datos sobre el ritmo periódico de fenómenos biológicos como brotación, floración y fructificación, los cuales dependen de las características propias de la especie y están relacionados estrechamente con el clima local, en particular con la temperatura ambiental.

Cada etapa o estado fenológico tiene sus propias susceptibilidades a los factores productivos, entre ellos la temperatura (**Cuadros 3, 4 y 5**). Además, dentro de una misma especie, las diferentes razas, como ocurre en el caso del palto (**Cuadro 6**) o los diferentes cultivares en los otros frutales, poseen diferente tolerancia al frío.

**Cuadro 3.** Temperaturas críticas y óptimas para el desarrollo del ciruelo, el cerezo y la vid.

| Especie | Factores térmicos (°C) | Receso | Brotación | Puntas verdes | Inicio de floración | Plena Flor | Fruto pequeño | Crecimiento del fruto |
|---------|------------------------|--------|-----------|---------------|---------------------|------------|---------------|-----------------------|
| Ciruelo | T° crítica de helada   | -22    | -9        | -6            | -3                  | -2,5       | -1,1          | -2                    |
|         | Óptimo de crecimiento  |        | 10 - 15   |               | 18 - 24             |            | 18-25         | 18-22                 |
| Vid     | T° crítica de helada   | -15    | -4        | -2            | 0                   | 0          | 0             | -1                    |
|         | Óptimo de crecimiento  |        | 20        |               | 19 - 25             |            | 23-25         | 20-30                 |
| Cerezo  | T° crítica de helada   | -20    | -8        | -6            | -1,7                | -2,5       | -1,1          | -2                    |
|         | Óptimo de crecimiento  |        | 12 - 16   |               | 15 - 20             |            | 18-25         | 18-24                 |

Fuente: Santibáñez y Uribe, 2001.

**Cuadro 4.** Temperaturas críticas y óptimas para el desarrollo del peral.

| Especie | Factores térmicos (°C) | Receso | Brotación | Puntas verdes | Inicio de floración | Plena Flor | Fruto pequeño | Crecimiento del fruto |
|---------|------------------------|--------|-----------|---------------|---------------------|------------|---------------|-----------------------|
| Peral   | T° crítica de helada   | -20    | -9        | -2,8          | -2,2                | -2,2       | -1,1          | -2                    |
|         | Óptimo de crecimiento  |        | 10-15     |               | 18- 22              |            | 21- 24        | 20-25                 |

Fuente: Santibáñez y Uribe, 2001.

**Cuadro 5.** Temperaturas críticas y óptimas para el desarrollo del olivo.

| Órgano                   | Temperatura (°C) | Efecto   |
|--------------------------|------------------|--|
| Brotes tiernos           | - 5 a 0          | Quemadura de ápices y heridas en ramillas.               |
| Brotes menores de un año | Inferior a - 5   | Muerte de ramillas.                                      |
| Flores                   | 15 a 20          | Buena floración.   |
| Frutos                   | Menos de 5       | Daño del fruto, pérdida de cantidad y calidad de aceite. |
| Maduración               | 25 a 35          | Buena acumulación de aceite y azúcares.                  |

Fuente: Navarro y Parra, 2001.

**Cuadro 6.** Tolerancia a las heladas de algunos cultivares de palto durante la floración.

| Variiedad        | Raza                    | Temperatura crítica (°C) |
|------------------|-------------------------|--------------------------|
| Hass             | Guatemalteca x Mexicana | - 1,1                    |
| Fuerte           | Mexicana x Guatemalteca | - 2,7                    |
| Edranol          | Guatemalteca            | - 3,3                    |
| Zutano           | Mexicana                | - 3,3                    |
| Bacon            | Mexicana                | - 4,4                    |
| Negra de la cruz | Mexicana                | - 4,4                    |

Fuente: Gardiazábal, 1998.

Entre las razas de palto, la Mexicana es más tolerante al frío que la Guatemalteca. El daño en el follaje comienza a  $-1^{\circ}\text{C}$  en la raza guatemalteca,  $-2,5^{\circ}\text{C}$  en la variedad 'Fuerte',  $-3,5^{\circ}\text{C}$  en las variedades chilenas y  $-4,0^{\circ}\text{C}$  en la variedad 'Bacon' (Razeto, 1999). En la **Foto 2**, se muestra una ramilla dañada por heladas en un huerto de paltos en la localidad de Lolol, Región de O'Higgins, durante la helada producida el día 12 de septiembre del año 2005. La helada se prolongó durante siete horas y alcanzó el umbral de temperatura de  $-1,8^{\circ}\text{C}$  por 3,5 horas, aproximadamente (Donoso y colaboradores, 2007).



**Foto 2.** Daño por helada en palto 'Hass'.



**Foto 3.** Pérdida de frutos de palto producto de las heladas de julio del año 2007.

El almendro es el frutal de hoja caduca más expuesto a sufrir daños por helada por su hábito temprano, de florecer en pleno invierno. Sin embargo, la susceptibilidad esta mediada por el estado fenológico y la variedad (**Cuadro 7**).

**Cuadro 7.** Pérdidas (%) por 30 minutos de exposición a temperaturas bajo 0°C.

| Variedad      | Botón rosado |        |        |        |        |
|---------------|--------------|--------|--------|--------|--------|
|               | -3,3°C       | -3,9°C | -4,4°C | -5,0°C | -5,5°C |
| Peerless      | 25           | 50     | 75     | 100    | -      |
| Ne Plus Ultra | -            | -      | -      | -      | -      |
| Drake         | -            | -      | 25     | 50     | 75     |
|               | -            | -      | 60     | 80     | 100    |
| Non Pareil    | -            | -      | -      | 10     | 20     |

| Variedad      | Flor   |        |        |        |        |        |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|               | -2,2°C | -2,8°C | -3,3°C | -3,9°C | -4,4°C | -5,0°C |
| Peerless      | 25     | 45     | 75     | 100    | -      | -      |
| Ne Plus Ultra | -      | 25     | 50     | 75     | 100    | -      |
| Drake         | -      | -      | 25     | 50     | 75     | 100    |
| IXL, Mision   | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Non Pareil    | -      | -      | -      | 20     | 40     | 60     |

Fuente: Adaptado de Santibáñez, 1998; Citado por Gil, 2000).

Para las especies cítricas el daño letal de tejidos tiernos (flores, puntas de brotes en activo crecimiento, frutito recién cuajado) ocurre entre  $-2,2^{\circ}\text{C}$  y  $-6,7^{\circ}\text{C}$  y en tejidos más viejos entre  $-2^{\circ}\text{C}$  y  $-9^{\circ}\text{C}$ .

### **3. GRANIZO**

La formación de granizos se produce durante una lluvia fuerte más la acción de un frío intenso. Estos son cuerpos de hielo de variados tamaños (hasta 20 milímetros). El granizo perjudica a la planta durante el período vegetativo, produciendo grietas en la corteza y en los brotes, destruye brotes tiernos y produce la muerte de flores y frutitos, sobre frutos grandes deja marcas que impiden su posterior comercialización. Los perjuicios, siempre importantes, son mayores o menores según la época del año en que se produce, la violencia, el tamaño del granizo y la duración del efecto climático.

Como daño indirecto, hay que añadir la aparición de enfermedades por microorganismos parásitos que pueden penetrar libremente, a través de las heridas, grietas y desgarros en tejidos sanos de la planta. Además, la planta debe realizar un gran gasto de energía en la reparación de las estructuras dañadas.

El control por medio de cohetes explosivos no ha tenido el éxito necesario para destruir el cuerpo de hielo y evitar, de manera considerable, las pérdidas que produce una granizada. El mejor sistema hasta ahora encontrado, en zonas de alta ocurrencia, es el establecimiento de una malla protectora por sobre la copa de los árboles. Este sistema tiene un alto costo y sólo se justifica en una producción de alto valor.

En Chile, los daños por granizo son poco frecuentes, no constituyendo un problema generalizado ni importante. Sin embargo, dañan frutales en las Regiones de O'Higgins y del Maule con alguna frecuencia en invierno o temprano en primavera, siendo de corta duración y baja intensidad.

## 4. VIENTO

Los vientos fuertes ocasionan daños al romper y desgarrar ramas o producir la caída de flores y frutos. Cuando son persistentes durante la brotación los tejidos tiernos quedan expuestos a la desecación por una excesiva deshidratación. Posteriormente, durante el desarrollo del fruto pueden provocar ruginosidad en la fruta.

Los daños son más notables si el viento procede del mar y arrastra consigo cloruros u otras sales, produciendo quemaduras en los tejidos.

En especies que se utilizan portainjertos enanizantes como una estrategia para controlar el vigor y desarrollar huertos en alta densidad, como es el caso del cerezo, se debe utilizar desde la plantación tutores para evitar problemas con el viento, ya que estos patrones presentan un escaso desarrollo del sistema radical. En casos extremos en portainjertos poco vigorosos el viento puede arrancar el árbol (Joublan, 2004). En general se recomienda en la etapa de establecimiento del huerto utilizar tutores para mantener la estructura deseada y evitar daños y deformaciones.

En zonas que presenten el viento como una gran limitante productiva se deben utilizar cortinas cortaviento para el normal desarrollo del frutal (**Foto 4**).

Por el contrario, vientos moderados son beneficiosos para en caso de especies que presentan polinización anemófila, como por ejemplo el nogal, para un correcto transporte de los granos de polen y posterior polinización y fecundación.



**Foto 4.** Cortinas corta viento utilizada en un huerto de arándanos.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Donoso, J., R. Bastias, L. Silva y G. Lemus. 2007. Comportamiento fenológico del palto (*Persea americana* MILL.) en tres localidades de la VI Región. Temporada 2004-2005. Informativo INIA Rayentué N° 7. Instituto de Investigaciones Agropecuario. Centro Regional de Investigación Rayentué, Rengo, Chile.
- Gardiazábal, F. 1998. Factores agrónómicos a considerar en la implementación de un huerto de paltos. p. 17-38. Seminario internacional de paltos, Viña del Mar, 4, 5 y 6 de noviembre. Viña del Mar, Chile.
- Gil, G. 2000. El potencial productivo, crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. 342 p. 3<sup>era</sup> ed. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Joublan, J. 2004. Requerimientos edafoclimáticos para el desarrollo del cerezo. p. 39-44. En: L. Joublan y J. Claverie. (Eds). El Cerezo, guía técnica. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. Chillán, Chile.
- Lemus, G. 1985. Letargo de tres cultivares de duraznero (*Prunus persica* (L) Batsch) en las condiciones de Salamanca, Los Andes y Buin, Chile. 56 p. Tesis M. Cienc. Agrp. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Lemus, G. Nicolodi, A., y C. Negrón. 2005. Requerimiento de frío invernal del cerezo en la IV región. p. 173-184. En: G. Lemus (Ed.). El Cultivo del Cerezo. Boletín INIA N° 133. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA La Platina. Santiago, Chile.
- Nicolodi, A. 2004. Evaluación de las necesidades de frío para la brotación del cerezo (*Prunus avium* L.) cvs. Brooks y 'Newstar en tres localidades de la provincia del Limarí, IV Región. 70 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Serena. La Serena, Chile.
- Lemus, G. y J. Tabilo. 2005. Polinización. p. 61-74. En: G. Lemus (Ed.). El Cultivo del Cerezo. Boletín INIA N° 133. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA La Platina. Santiago, Chile.
- Razeto, B. 1999. Para entender la fruticultura. 373 p. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Tercera Edición. Santiago, Chile.
- Santibáñez, F. y J. Uribe. 2001. Climatología agrícola. p.117-138. En: Agenda del Salitre. Sociedad Química y Minera de Chile S.A. Santiago, Chile.
- Weinberger, H. 1950. Chilling requirements of peach varieties. Proceeding of the American Society for Horticultural Science. 56:122-128.
- Weiss, K., Southwich, S. y Rupert, M. 1996. Abnormal anther and pollen development in sweet cherry cultivars resulting form lack of winter chilling. HortScience 31 (4):684-691.

# DESINFECCIÓN DE SUELOS EN VIVEROS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS FRUTALES

**Jorge Carrasco J.**

*Ing. Agr. Dr., INIA-Rayentué.*

**Andrea Torres P.**

*Ing. Agr., INIA- La Cruz.*

**Sergio González M.**

*Ing. Agr. M.Sc., INIA-La Platina.*

## 1. INTRODUCCIÓN

**E**n viveros la comercialización de especies frutales, según la legislación vigente del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), obliga a los viveristas a tomar una serie de medidas que les permita obtener plantas sanas. Entre estas están, utilizar como plantas madres, material libre de enfermedades y plagas, es decir con fitosanidad comprobada. Otra exigencia, es efectuar análisis de suelo previo en el terreno, para determinar o descartar la presencia de nematodos fitoparásitos que afecten el desarrollo y la sanidad de las plantas.

En la producción de plantas en vivero de especies frutales como carozos, pomáceas, nogales, vides, entre otros, además del daño que pueden provocar los nematodos, estas pueden ser afectadas por insectos, malezas, y hongos. Para el caso de hongos patógenos que provocan enfermedades al sistema radical y cuello de las plantas, lo cual dificultan la absorción de agua y nutrientes, interfiriendo en el desarrollo normal de las plantas. A su vez, los insectos, no sólo afecta el desarrollo de las plantas por el daño directo a raíces y cuello, sino también es la puerta de entrada para enfermedades.

Si los resultados del análisis nematológico y fitopatológico de suelo (y/o sustrato) proveniente del terreno a establecer el vivero de especies

frutales, nos indica o se comprueba una alta carga de nematodos y/u hongos fitopatógenos, es inminente aplicar un tratamiento de desinfección del sustrato y es de suma importancia, posteriormente comprobar si fue efectiva, comparando la población de los agentes fitopatógenos previo al análisis, con la existente después de éste (**Foto 1**). Idealmente, se espera, que el análisis post tratamiento, muestre ausencia total de estos patógenos, lo que indicaría que la efectividad del tratamiento ha sido de un 100%.



**Foto 1.** Vivero de frutales de carozo en buen estado sanitario, por aplicaciones de desinfectantes de suelo. Copequén. Región de O'Higgins

El bromuro de metilo, por su alto potencial biocida, ha sido por años el producto que se ha utilizado en los viveros para la desinfección de suelos y sustratos, previo a las actividades de siembra y de transplante. Sin embargo, por ser una sustancia agotadora de la capa de ozono, filtro natural de la tierra al paso de la radiación ultravioleta, tipos B y C, fue incluida por el Protocolo de Montreal, el año 1992, como sustancia controlada, reduciendo su producción y consumo. En virtud de esto, los países en desarrollo, grupo que incluye a Chile, dispone de un período de gracia de 10 años para reducir gradualmente el consumo de Bromuro de Metilo, antes de poner en marcha sus calendarios de eliminación. Esto ha obligado a buscar alternativas que reemplacen su uso, entre las cuales se encuentran una serie de productos químicos autori-

zados por el Servicio Agrícola y Ganadero, que han sido evaluados por INIA, como Metam Sodio (Raizan 50), Cloropicrina (Triclor) y 1,3-D (Triform), Metam Potasio, Dazomet (Basamid), y Agrocetonolona (Anacelone).

Cada producto químico ofrecido por el mercado como fumigante o desinfectante de suelo, para su correcta aplicación requiere de ciertas condiciones generales o específicas, de suelo y manejo para obtener el mayor control de hongos, nematodos, insectos y malezas, de acuerdo a su amplitud de espectro. La temperatura, humedad, textura y preparación de suelos son factores que están íntimamente ligados al comportamiento de los fumigantes de suelo, por lo tanto, para lograr un óptimo resultado, es necesario conocer cuales son las condiciones más adecuadas de aplicación de cada alternativa.

## **2. HUMEDAD DEL SUELO**

En el momento de la aplicación, se recomienda que el suelo tenga una humedad media, equivalente a la considerada óptima para la siembra o plantación. El suelo debe ser humedecido por lo menos una semana antes de la desinfección, de esta manera, se estimula la germinación de semillas de malezas, se activa el ciclo de los nematodos, el crecimiento de los hongos y así, se puede lograr un control más eficiente. Cabe destacar, que en suelos secos la gasificación es muy rápida, en la superficie y no se consiguen concentraciones letales del fumigante en el perfil del suelo. En contraposición, en condiciones de alta humedad una gran parte de los poros están saturados de agua, por lo que el gas difunde con dificultad y en forma desigual a través del suelo, provocando una fumigación deficiente. Sin embargo, existen excepciones, como es el caso del Triclor y Triform, donde las aplicaciones de estos productos se deben hacer con el suelo lo más seco posible.

## **3. TEMPERATURA DEL SUELO**

En relación a la temperatura, las mejores condiciones para lograr un adecuado efecto fumigante se obtienen cuando el suelo está entre 10 y

25°C. Esto se debe principalmente, a que los microorganismos, las semillas de malezas y los insectos se activan a temperaturas superiores a 10°C, por ende, sobre esa temperatura tienen la sensibilidad necesaria a los fumigantes, que garantizan una rápida efectividad. Si la temperatura es inferior a 10°C el proceso de acción de los productos es más lento y ocasiona que se prolongue el tiempo de espera para el establecimiento del vivero.

#### 4. TEXTURA DEL SUELO

Con relación a la textura del suelo, en suelos arenosos y sueltos la difusión del fumigante es más rápida y efectiva, mientras que en aquellos pesados o arcillosos es más lenta, ya que el tamaño de los poros es menor, por lo que se requiere más tiempo para que el gas difunda en todo el perfil del suelo considerado. Bajo este concepto, es de suma importancia considerar el tiempo de “aplicación” del fumigante, como posteriormente el período de ventilación.

#### 5. PREPARACIÓN DE SUELOS

Se recomienda para lograr una buena desinfección, que el suelo esté bien mullido hasta una profundidad entre 25 a 35 cm, de modo que aumente la superficie de contacto entre el gas y los organismos que se quieren controlar. Además, es importante retirar raíces y todo tipo de restos vegetales del cultivo anterior, principalmente porque constituyen fuentes de inóculo u hospederos de plagas y enfermedades.

#### 6. ÉPOCA DE APLICACIÓN

De acuerdo a las experiencias realizadas por INIA, bajo las condiciones de clima y suelos de Chile, para alcanzar una buena efectividad en el control hongos, nematodos, insectos y semillas de malezas, lo recomendable es aplicar un producto químico entre los meses de septiembre y abril, que corresponde al período donde se tiene la certeza

de alcanzar temperaturas de suelo sobre los 10°C. En este período se puede tener la seguridad, que el producto aplicado en forma líquida, por acción de la temperatura se gasificará, lo cual permitirá que éste se distribuya en el perfil de suelo en que mayoritariamente se localizan los agentes patógenos, eliminándolos y evitando que afecten al cultivo posteriormente. Según el área geográfica del país, con aplicaciones en verano, el suelo al estar más temperado al ventilar posteriormente, puede quedar libre del efecto del producto antes de lo que indica la etiqueta, lo cual sería una ventaja para algunos viveristas que requieren acortar el período de acción del producto en el suelo.

Dentro de las recomendaciones para lograr un buen control, después que el suelo ha sido fumigado, es necesario sellarlo por varios días con el paso de un tractor y rodillo, y en algunos casos, con una cubierta de polietileno. Nuevas exigencias de mercados internacionales, nos obligaría al uso de polietileno en todos los casos de aplicaciones de productos químicos al suelo.

Una vez que se ha cumplido el período de persistencia del producto químico en el suelo (indicado en la etiqueta del envase), posteriormente y, antes de establecer la especie frutal, el suelo que ha estado bajo plástico debe ventilarse por algún tiempo, para permitir la evacuación total del gas y prevenir daños a las plantas por eventuales residuos de los fumigantes utilizados.

La forma de verificar que no queden residuos fitotóxicos en el suelo es colocar en las platabandas fumigadas algunas plantas de cultivos sensibles como plántulas de lechuga, o sencillamente, cuando se considere que se ha cumplido el tiempo de persistencia del producto en el suelo, tomar una muestra compuesta de suelo desde el área de aplicación e introducirlo en un frasco de vidrio transparente, posteriormente sembrar sobre él algunas semillas de lechuga y cerrar herméticamente (**Foto 2**). Si al cabo de 6 días no hay germinación ni emergencia de plántulas de lechugas, significa que aún es inoportuno sembrar, por lo cual se debe repetir la prueba tres días después. Transcurrido este tiempo y repetida la prueba, si la emergencia es evidente en la totalidad de las semillas, es el momento oportuno de establecer el vivero.



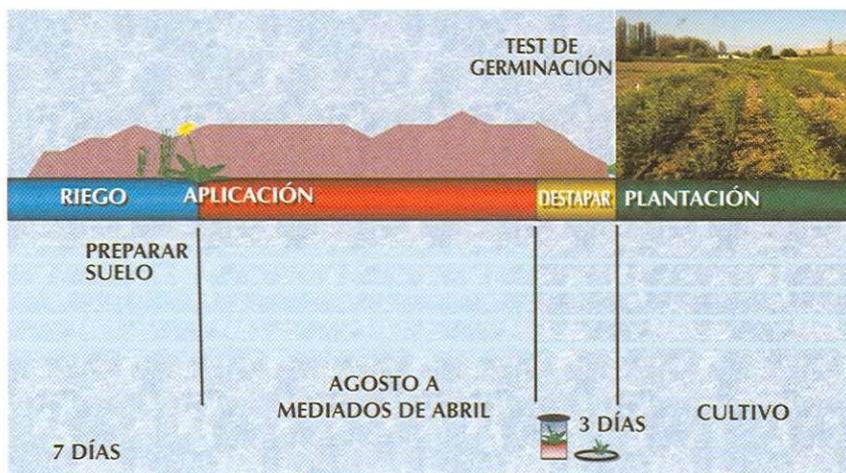
**Foto 2.** Tratamientos de tiempo de desinfección de suelos. Obsérvese el tercer contenedor, de izquierda a derecha, el cual muestra emergencia de semillas de lechuga, indicando que ese suelo tratado está apto para ser sembrado o plantado.

Si el producto aplicado aún está activo en el suelo, las semillas no germinarán, y en caso contrario, si germina, es un indicador que el suelo está apto para sembrar o plantar.

Es importante tener presente, si existe algún cultivo o plantas cercanas al área a fumigar, se debe dejar una distancia mínima de seguridad, según lo recomendado por las empresas que comercializan los distintos fumigantes, además se debe cumplir con las disposiciones del SAG y del Ministerio de Salud, orientadas a evitar que los gases tóxicos de las aplicaciones puedan afectar a cultivos establecidos, fuentes de agua, aves y animales, y a la salud humana.

La **Figura 1**, resume las recomendaciones sugeridas para la aplicación de productos químicos para la desinfección de suelo en viveros.

- a. Aplicar el producto entre los meses de septiembre y abril, para asegurarse de tener sobre 10°C en el Suelo.
- b. Preparar el suelo a 30 cm de profundidad con buen mullimiento. Terrones no mayor a 3 cm de diámetro.
- c. Regar para activar malezas y microorganismos



**Figura 1.** Resumen de recomendaciones para la aplicación de un fumigante de suelo.

- d. Siete días después de regado aplicar el producto.  
Aplicar el producto de acuerdo a la dosis recomendada por el fabricante, evitando sobre o sub dosis.  
Realizar las aplicaciones con todas las medidas de protección recomendadas por el fabricante (mascarilla de rostro, botas, guantes, traje de aplicador, etc)
- e. Cubrir con polietileno si lo exige el producto.
- f. Mantener el producto en el suelo según la persistencia que indique la etiqueta.
- g. Levantar el (polietileno) y ventilar por 3 a 4 días.
- h. Muestrear el suelo y realizar la prueba de germinación
- i. Si la prueba de germinación es positiva, sembrar o plantar. Si es negativa, repetir la prueba tres días después, hasta que sea positiva.

Tanto, al momento de la aplicación, como en el período de ventilación se debe evitar el tránsito de personas sin sus elementos de seguridad.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Carrasco, J. y S. González. 2003. Antecedentes y definiciones. *En: Avances en la sustitución del bromuro de metilo para la desinfección de suelos en la agricultura chilena: resultados del proyecto demostrativo de alternativas en los cultivos de tomate y pimiento.* p. 25-33. Serie de Actas N° 25. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional Rayentué. San Fernando, Chile.
- Carrasco J., J. Riquelme y E. Varas. 2006. Metam sodio para almácigo y plantación. *En: J. Carrasco y J. Riquelme (Eds.). Alternativas de desinfección de suelo en la producción de tomates en invernaderos de Colón.* Boletín INIA N° 155. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Raihuén, Villa Alegre, Chile.
- Carrasco, J., S. González, J., Lundstedt y S. Fernández. 2006. Tecnologías Alternativas al Bromuro de Metilo para Desinfección de Suelos y Sustratos. *En: S. González (ed.). Bromuro de metilo: un fumigante en retirada.* p 121-155. Serie de Libros INIA N° 20. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile.
- González, S. 2006. Bromuro de Metilo: Impactos ambientales y regulaciones vigentes. *En: S. González (ed.). Bromuro de Metilo: un fumigante en retirada.* p. 19-39. Serie de libros INIA N° 20. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile.
- Pinilla, B. 2006. Principales hongos y bacterias fitopatógenos presentes en el suelo de huertos y viveros de plantas frutales. *En: González, S. (ed.). Bromuro de metilo: un Fumigante en Retirada.* p. 81-87. Serie de Libros INIA N° 20. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile.

# SELECCIÓN DE PLANTAS FRUTALES Y VIDES

*Patricio Almarza Díaz*

*Ing. Agr., INIA-Rayentué.*

*María Eugenia Arévalo*

*Ing. Agr., Consultor Privado.*

## 1. INTRODUCCIÓN

**P**ara tener éxito en la explotación de un huerto frutal es fundamental contar con plantas de óptima calidad como base del potencial productivo futuro. Estas plantas deben ser adquiridas en viveros autorizados, cumpliendo con la legislación vigente, que permitan condiciones apropiadas y armónicas de desarrollo que se reflejen en los primeros años en el huerto (Arévalo, 2006). La elección de plantas debe contemplar los aspectos de calidad, en relación al calibre, sanidad, nutrición y de autenticidad varietal, además del costo.

A continuación, se presentan algunos puntos relevantes a tener en cuenta, en la elección de plantas para el establecimiento de un huerto de calidad, con la finalidad de orientar al fruticultor en esta fundamental tarea.

## 2. FACTORES A CONSIDERAR, ANTES DEL ESTABLECIMIENTO DE UN HUERTO FRUTAL

### 2.1. Legislación que regula la producción de plantas

Todo fruticultor o persona que se inicie en el rubro de la explotación agrícola, debe adquirir las plantas en un vivero o depósito inscrito en el Registro Nacional que mantiene y controla el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), quien establece las medidas técnicas y procedimientos que se deben cumplir (SAG, 2007a).

### 2.1.1. Condición fitosanitaria

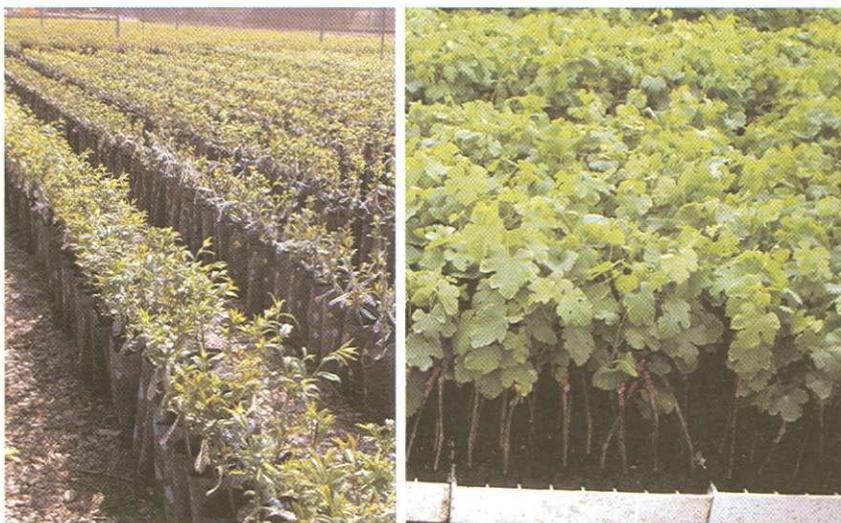
El vivero debe poseer el certificado de inscripción respectivo, con su número de registro correspondiente, que acredita el uso de suelos y sustratos agrícolas libre de nemátodos fitoparásitos. Junto a esto, debe contar con los medios e instalaciones necesarias para efectuar tratamientos fitosanitarios y cumplir con la normativa vigente respecto a las enfermedades, plagas y malezas bajo control oficial por parte del SAG (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Lista de patógenos, plagas y malezas que no pueden estar presentes en las plantas que se comercialicen en cualquier vivero inscrito.

| Problema          | Nombre común   | Nombre científico  |
|-------------------|--|--|
| Nematodos         | Nematodos<br>Patógeno                                      | <i>Meloidogyne</i> sp,<br><i>Xiphynema</i> sp,<br><i>Pratylenchus</i> sp, entre otros. |
| Hongos            | Traqueomicosis o<br>Verticilosis                           | <i>Verticillium alboatrum</i>  |
|                   | Cancro europeo<br>del manzano                              | <i>Nectria galligena</i>   |
|                   | Fitoftora  | <i>Phytophthora cinnamomi</i> ,<br><i>P. cactorum</i> y <i>P. citrophthora</i> .       |
| Bacterias         | Cáncer bacterial   | <i>Pseudomonas syringae</i> pv.<br><i>syringae</i> .                                   |
|                   | Peste negra del nogal                                      | <i>Xanthomonas juglandis</i>   |
|                   | Agallas del cuello   | <i>Agrobacterium tumefaciens</i>   |
| Virus             | Mal de Sharka  | <i>Plum Pox Virus</i> raza D   |
| Insectos          | Burrito de los frutales                                    | <i>Naupactus xantographus</i>  |
|                   | Pulgón Lanífero  | <i>Eriosoma lanigerum</i>  |
|                   | Pulgón de la raíz del peral                                | <i>Eriosoma pirycola</i>   |
|                   | Escama de San José   | <i>Quadraspidiotus perniciosus</i>   |
|                   | Otras escamas y conchuelas<br>de importancia cuarentenaria | Varias especies  |
|                   | Polilla minadora de los cítricos                           | <i>Phyllocnistis citrella</i>  |
|                   | Cochinilla del carmín                                      | <i>Dactylopus coccus</i>   |
| Mosquitas blancas | <i>Aleurodicus</i> spp.                                    |  |
| Malezas           | Malva o Malvilla   | <i>Abutilon theophrasti</i>  |

Fuente: SAG, 2007a; SAG, 2007b.

El objetivo de estas normas es que el fruticultor inicie la explotación con plantas de óptima calidad y sanidad. Por lo tanto, la planta debe ajustarse a ciertas normas que permitan el establecimiento adecuado de los árboles en sus primeros años de vida. Una planta que se inicie en forma deficiente, nunca llegará a formar un árbol adulto en condiciones óptimas de productividad (**Fotos 1, 2, 3, 4 y 5**).



**Fotos 1 y 2.** Plantas de frutales en contenedor se han convertido en una alternativa de mercado que contribuye a la sanidad en el huerto.

Las plantas deben estar visiblemente sanas y libres de plagas y enfermedades lo que se puede verificar antes de suscribir la compra mediante un análisis de laboratorio. En el caso de las virosis, la sintomatología no siempre se expresa visualmente en el vivero y los virus son difíciles de detectar en plantas jóvenes, por lo que se pueden solicitar los antecedentes de las plantas madres utilizadas y verificar el origen del material de propagación. Los viveristas deben cumplir con el control obligatorio de PPV y sus plantas madres deben estar debidamente inscritas en el SAG.



**Foto 3, 4 y 5.**  
Plantas frutales y vides de buena calidad aseguran gran parte del resultado económico de la inversión realizada.

Ante la presencia de sintomatologías sospechosas estas plantas deben ser descartadas, según se detalla a continuación:

- Descartar plantas con presencia de nudosidades en las raíces finas y raicillas ya que pueden corresponder a nematodos endoparásitos del género *Meloidogyne* (Fotos 6 y 7). También se deben descartar aquellas plantas que presenten lesiones necróticas de tipo irregular en la superficie de las raíces, cercanas a la zona de elongación, ya que puede tratarse de plantas atacadas por nematodos endoparásitos migratorios del género *Pratylenchus*, conocidos como nematodos de las lesiones.
- Observar que no haya exudaciones de goma oscura asociadas a canchales en el tronco y especialmente a nivel del cuello. Estas secreciones pueden indicar la presencia de enfermedades bacterianas o fúngicas, alteraciones fisiológicas o daños mecánicos de golpes

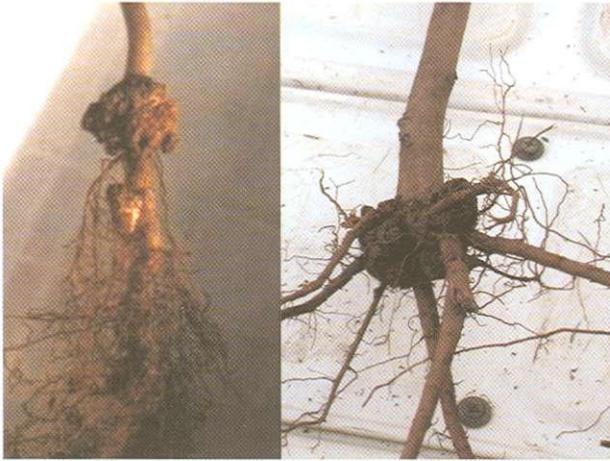


**Foto 6 y 7.** Raíces de vid afectadas por nematodo de los nódulos radiculares, *Meloidogyne* Spp. Plantas infestadas desde su origen corresponden a la principal fuente de contaminación de los suelos en vides viníferas.

Gentileza Erwin Aballay.

producidos por herramientas de trabajo en el vivero. En la zona de injertación y a partir de cortes de tamaño superior a un centímetro realizado en vivero, se deben descartar plantas con la presencia de cualquier tipo de exudación oscura o necrosis, que puede estar asociado a enfermedades como Cáncer Bacterial en carozos o Plateado, en especies caducifolias.

- En todas las especies de plantas frutales y vides se debe verificar que no esté presente la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, agente causal de la enfermedad denominada agallas del cuello, ya que esta bacteria limita notablemente la vida y el vigor de la planta infectada. Se debe verificar también, la ausencia de estos tumores en la zona de injertación (**Fotos 8 y 9**).
- Las plantas no pueden tener en la superficie de sus tejidos síntomas de hongos de tipo saprófito como fumagina, que se presenta como un polvillo negro adherido, ya que sin duda presentará también insectos pequeños, succionadores de savia, como escamas, conchuelas y pulgones.



**Foto 8 y 9.** Agallas del cuello, causado por *Agrobacterium tumefaciens*, que ingresa por heridas. Enfermedad común en viveros y causante de pérdidas considerables, no bien cuantificadas.

- Otras sintomatologías de tipo vascular, como estrías internas de color marrón al interior de raíces y troncos, pueden ser producidas por hongos del género *Verticillium*, no son visibles externamente en plantas en receso y sólo se pueden observar al realizar cortes transversales o longitudinales.
- Las plantas no pueden tener en su superficie aérea o en su sistema radical, ningún tipo de insectos y deben estar libres de pulgón lanífero de la raíz, escamas, conchuelas, arañitas y larvas de minadores o polillas en los ápices.
- En manzanos se debe descartar la presencia de 'burrknots' visiblemente desarrollados en el tronco del patrón, por riesgo de obstrucción vascular futura (Arévalo y colaboradores, 1998). Estas malformaciones, no patogénicas son de origen fisiológico - genético y corresponden a la multirramificación del sistema radical que se origina en un brote, tronco o estaca y se favorece con la micropropagación y cuando se propagan con abundante maleza alrededor del cuello de la planta y exceso de vigor (**Foto 10 y 11**).



**Foto 10 y 11.** Plantas de manzano afectadas por 'Burrknots' presentan en huerto problemas de enanismo y riesgo de enfermedades asociadas.

- En plantas de especies siempreverdes y todas las que se comercializan en estado activo en contenedores, deben descartarse aquellas con síntomas de deficiencias nutricionales, porque estas sintomatologías pueden asociarse a la mayoría de las enfermedades o al resultado de condiciones abióticas que pueden afectar el sistema radical.

### 2.1.3. Normas para la comercialización de plantas.

Toda venta de planta debe estar acompañada de una guía de despacho o factura en la que se indique la autenticidad o pureza varietal, procedencia y cantidad de plantas. Todas las plantas frutales deben contar con una etiqueta individual o por paquete que identifique: el vivero, lugar de procedencia, número de registro nacional, especie, variedad, portainjerto y año. Es conveniente, mantener intactas las etiquetas hasta el momento de la plantación, para evitar la confusión de variedades, que pudiera producirse al no tenerlas debidamente individualizadas en barbechos o acopios.

El documento de despacho asegura la garantía y el servicio post venta del vivero, ante cualquier requerimiento posterior debido al comportamiento de las plantas en el huerto. Este documento debe incluir toda la información de las etiquetas de comercialización, además del calibre o estándar de calidad de la planta adquirida, en perfecta correlación al valor de venta.

Cuando el traslado de plantas debe ser a través de áreas libres para plagas cuarentenarias de la papa, determinadas por el SAG, se debe verificar que el vivero prepare y despache las plantas ajustándose a esta normativa que exige plantas absolutamente libres de suelo, regulado mediante las resoluciones N° 2.104 de 2003 y de 2006, (SAG, 2007b).

## 2.2. Crecimiento y desarrollo

Normalmente los fruticultores conocen a través de canales informales, los requerimientos y características de las especies y variedades que desea cultivar.

Ante la decisión de establecer un huerto, el fruticultor debe informarse previamente de las especies, variedades y porta injertos más adecuados, según la condición edafoclimática en donde se piensa realizar la plantación.

Para esto, la información edafoclimática de CIREN y de otras instituciones, como INIA y universidades, así como la de cada vivero, permite evaluar estos elementos para tomar una mejor decisión al momento de decidir que y donde plantar.

Para contribuir al éxito del futuro huerto, uno de los factores importantes que hay que considerar es el calibre de las plantas, equivalente al grosor o diámetro a una altura establecida sobre el injerto. Actualmente existen normas utilizadas por los viveros, para clasificar las plantas de acuerdo a su calibre (**Cuadro 2**).

La clasificación corresponde a plantas terminadas y de ojo dormido. Las terminadas, además, se separan en plantas con o sin anticipados para cada calibre, considerándose ramificadas las que poseen cinco

**Cuadro 2.** Categoría de calibración utilizada en especies caducifolias por algunos viveros\*.

| Categoría | Diámetro (mm) |
|-----------|---------------|
| Súper     | 19 y más      |
| XL        | 16,1 a 19 mm  |
| L         | 12,5 a 16 mm  |
| M         | 10 a 12,5 mm  |
| E 8       | 8 a 10 mm     |
| E 6       | 6 a 8 mm      |

(\*) Comunicación personal: Luis Fernández M.

anticipados de 25 centímetros de crecimiento cada uno, las plantas que tienen menos anticipados se consideran sin ramificación.

### 2.2.1. Tamaños recomendados para las plantas que provienen de un vivero

Las diferentes especies frutales presentan características propias en cuanto al grosor del tallo y altura de la planta. Estas medidas se deben considerar al momento de realizar una plantación (**Cuadro 3**).

En vid, los requisitos de calibre y tamaño difieren si se trata de uva de mesa o vinífera. Para las viñas se acepta planta injertada o franca de menor calibre y en contenedores más pequeños, debido a la mayor densidad de esta última alternativa y como una forma de racionalizar los costos. Lo más importante es la calidad del sistema radical, el diámetro de los brotes y la perfecta unión del injerto. Uniones defectuosas presentan desequilibrios importantes de desarrollo aéreo y radical en huertos y viñas. El tamaño del contenedor en la planta y la calidad del sustrato, determinan la calidad y volumen de raíces de la planta a producir (Hartman y Colaboradores, 2002), que en definitiva es lo que se lleva al huerto. Plantas en contenedores de volumen menor a un litro, deben ser plantadas en la misma temporada en un plazo no superior a los seis meses de permanencia en ellos.

Cada tamaño de planta debe estar proporcionalmente equilibrado con el sistema radicular, adaptándose a las exigencias productivas moder-

**Cuadro 3.** Requerimientos de altura y grosor mínimo en diversas especies frutales, en distintos tipos de porta injertos.

| Especie                             | Porta injerto                 | Altura mínima (metros)                 | Grosor (cm) mínimo 5 cm sobre el injerto | Presencia de anticipados como requisito  |
|-------------------------------------|-------------------------------|--|--|--|
| Almendro                            | De semilla o clonal           | 1                                      | 1  |  |
| Cerezo                              | De semilla o clonal           | 1,2                                    | 1,2                                      |  |
| Ciruelos                            |                               | 1                                      | 1  |  |
| Damasco                             |                               | 1,2                                    | 1,2                                      |  |
| Duraznero                           | De semilla o clonal           | 1,2                                    | 1,2                                      |  |
| Manzano                             | Clonal de vigor medio a alto. | 1,2                                    | 1,5                                      | Al menos 3   |
| Manzano                             | Clonal de vigor bajo          | 1,0                                    | 1,2                                      | Al menos 3   |
| Nogal                               | De semilla                    | 0,6                                    | 1  |  |
| Membrillo                           | Clonal                        | 1,2                                    | 1  |  |
| Peral                               | Membrilleros                  | 1,2                                    | 1,5                                      | Al menos 3   |
| Naranjos, Limones, Pomelos y Paltos | De semilla o clones           | 0,8 en un eje<br>1,2 planta ramificada | 1  | En un eje, plantas de hasta 12 meses. Con mínimo 4 anticipados en plantas de hasta 2 años. |

Fuente: adaptado por los autores.

nas. Una planta grande con raíces cercenadas es una planta desequilibrada. Por su parte, una planta pequeña con un desarrollo radical completo, sin grandes cortes, es más equilibrada y, en consecuencia, de mejor adaptación al primer año de crecimiento en el campo.

Es por esto, que se reconocen como de una calidad superior, aquellas plantas que presentan un apropiado número de crecimientos anticipados, que permitan una rápida formación de la estructura del árbol en el

huerto, práctica que normalmente es de un costo superior para el fruticultor. Sólo para manzano existen en la actualidad parámetros de calidad para nuestra realidad frutícola, con sugerencias de diámetros mínimo de 1,5 centímetros y un mínimo de 3 anticipados por planta, (Kulczewski, 2004).

### 2.2.2. Edad de los patrones y del injerto

Si bien, no existen parámetros establecidos por la industria para determinar la calidad de una planta en relación a la edad de los patrones y del injerto, es importante considerar estos factores al momento de comprar una planta (**Cuadro 4**).

**Cuadro 4.** Condición de edad del patrón y del injerto en diversas especies frutales.

| Especie   | Edades de injerto y patrón recomendables  |
|---|---|
| Almendro, Cerezo dulce y agrio, Ciruelo, Damasco, Duraznero y Caqui | Injerto de un año sobre patrón de 2 años.                                       |
| Chirimoyo   | Injerto de 1 ó 2 años sobre patrón de hasta 4 años                              |
| Limón, Naranja y Pomelo   | Injerto de 1 ó 2 años en patrón de hasta 3 años.                                |
| Manzano y Peral   | Injerto de 1 año sobre patrón de hasta 3 años.                                  |
| Níspero   | Injerto de 1 año sobre patrón de hasta 3 años.                                  |
| Olivo   | Injerto de 1 ó 2 años sobre patrón de 2 a 3 años.                               |
| Palto   | Injerto de 1 año sobre patrón de semilla de 2 años                              |
| Vid   | Planta franca, de una temporada barbada y mínimo 4 meses en contenedor.         |
| Vid   | Planta injertada, de una temporada barbada y de al menos 4 meses en contenedor. |

### 3. ASPECTOS TÉCNICOS DE LA PLANTA Y CUIDADOS EN LA PLANTACIÓN

#### 3.1. Consideraciones de orden técnico para la adquisición de las plantas

La planta debe estar bien lignificada con yemas bien formadas, o anticipados de buena calidad a lo largo del eje central, para una buena formación de las ramas de estructura. Es mejor desechar plantas excesivamente desarrolladas, las que generalmente carecen en su parte inferior de yemas bien formadas, junto con ramillas muertas, debido al sombreadamiento que se produce en el tercio basal en plantas grandes, en un segundo año de vivero (**Foto 12**).



**Foto 12.** Plantas de duraznero de ojo dormido, que muestra muerte parcial de ramillas, del tercio medio, por falta de luz.

#### 3.2. Aspectos de calidad a tener presente en plantas provenientes de viveros.

##### 3.2.1. Calidad del Sistema radical y parte aérea.

La planta de especies caducifolias debe tener sus raíces principales enteras y de apariencia lignificada, con abundante cantidad de raicillas, según corresponda a las características propias de cada portainjerto.

En especies que se comercialicen con raíces podadas, se debe constatar la protección sanitaria de los cortes y heridas realizadas. En plantas comercializadas de 'ojo dormido', antes de inspeccionar el sistema radical, se debe verificar previamente el buen prendimiento del injerto, el que debe estar unido completamente al patrón, con la corteza del color habitual de la especie o cultivar y de apariencia lisa, libre de gomas y exudaciones.

En aquellas plantas comercializadas en contenedor, se debe verificar a través de la bolsa la presencia de ápices radicales activos en los bordes y extremo basal de la misma. A su vez, se deben descartar plantas con presencia de curvaturas severas en las raíces y 'cuellos de cisne' en zonas cercanas a la corona de la planta. También hay que observar, si las raíces no están retorcidas por efecto del contenedor (**Foto 13**).

Si las plantas se comercializan en forma terminada con anticipados, según los estándares de calidad, estos deben estar sanos y distribuidos en forma armónica en el eje principal. La altura mínima del primer anticipado en cualquier planta frutal debe corresponder a 80 centímetros desde la base de la planta, para adecuarse al manejo de herbicidas en el huerto. En la actualidad es común la comercialización de plantas con anticipados en especies de carozos y pomáceas. En cerezos, esto aún es un objetivo en desarrollo por parte de los viveristas.

**Foto 13.**

El cuello de cisne, es una curvatura severa en cuello o raíz de cítricos, que debe ser descartado tempranamente, para evitar enanismo y quiebre de las plantas en la zona afectada, por el peso de la producción.



## 4. BIBLIOGRAFÍA

- Arévalo, M.E. 2006. Producción Orgánica de Plantas Frutales y Vides. Una problemática sin solución en lo que al control de nemátodos se refiere. Revista ACONEX N° 93: 15-20.
- Arévalo, M., Navarro, L., Muñoz, C. 1998. Burrknots en manzanos. Experimentos sobre alternativas de control. Primera parte. Revista Pharos: Arte Ciencia y Tecnología 5 (2): 77-84.
- Hartman H., D., Kester, Jr.F. Davies and R. Geneve. 2002. Plant Propagation: principles and practices. 880 p. Prentice Hall. New Jersey. USA.
- Kulczewski, M. 2004. Visión Personal y Recomendaciones de Porta-injertos de Manzanos en Chile. Seminario. Manzano Un Nuevo Ciclo. Universidad de Talca. Talca, Chile.
- SAG, 2007a. Resoluciones N° 1.910 de 1982, N° 231 de 1996 y N° 2.954 de 1996. Disponible en [http://www.sag.gob.cl/portal/page?\\_pageid=169,555816&\\_dad=portal&\\_schema=PORTA](http://www.sag.gob.cl/portal/page?_pageid=169,555816&_dad=portal&_schema=PORTA). Leído el 15 de septiembre de 2007.
- SAG, 2007b. Resoluciones N° 2.104 de 2003 y N° 890 de 2006. Disponible en [http://www.sag.gob.cl/portal/page?\\_pageid=133,490802&\\_dad=portal&\\_schema=PORTA](http://www.sag.gob.cl/portal/page?_pageid=133,490802&_dad=portal&_schema=PORTA). Leído el 15 de septiembre de 2007.

# MANEJO DE SUELOS PARA PLANTACIÓN Y REPLANTE

**Jorge Carrasco Jiménez**

*Ing Agr Dr. INIA-Rayentué*

**Juan Felipe Pastén D.**

*Ing. Agr. Trical Sudamérica S.A.*

**Jorge Riquelme S.**

*Ing Agr Dr. INIA-Raihuén*

## 1. INTRODUCCIÓN

La preparación de suelos para el establecimiento o replante de huertos frutales, es una práctica indispensable para un adecuado desarrollo del huerto. El propósito básico, es remover y soltar el suelo a profundidades mayores de 40 centímetros, fundamentalmente para mejorar las condiciones estructurales del suelo y su capacidad de retención de humedad, dando una adecuada penetración del aire y del agua, necesarios para el desarrollo de la masa radical. En esta labor, es necesario considerar equipos de aradura, que incluye a arados de vertedera, cincel, y subsolador; y equipos de rastraje, como rastras de disco tipo offset, y vibrocultivadores.

Considerando el propósito de la preparación de suelos para plantaciones frutales, se pueden establecer los siguientes criterios según el objetivo final de ella:

**1. Habilitación de suelos para plantación.** Consiste en la adecuación de un terreno que ha sido manejado por años con cultivos tradicionales, para el establecimiento de un huerto frutal, utilizando para ello equipos de labranza primaria, como son los arados, y equipos de labranza secundaria, como las rastras. Cada uno de estos implementos puede ser accionados por tractores, o maquinaria pesada como bulldozer del tipo D6, D7, D8, y D9, en la medida que se requiere más potencia en la labor.

**2. Replante.** Consiste en la adecuación de un terreno plantado con frutal o vid, el cual es necesario arrancarlo para establecer una nueva variedad o especie. Esto se puede originar por dos razones: una de tipo comercial, donde el negocio de la producción del huerto frutal o parronal establecidos ya no es rentable. La segunda, por necesidades de renovación del material vegetal, producto de la disminución de producción, por problemas de suelo y clima, o por decaimiento de la producción debido a senescencia de la especie o variedad, o simplemente por estar afectada de alguna enfermedad en el sistema radical de las plantas.

## 2. CRITERIOS A CONSIDERAR PARA LA PREPARACIÓN DE SUELOS DE HUERTOS O PARRONALES

### 2.1. Perfil del suelo

#### 2.1.1. Profundidad de trabajo

Antes de la labor de preparación de suelos, es necesario determinar como está estructurado el perfil del suelo del terreno donde se va a establecer la futura plantación. De acuerdo a la variabilidad del suelo, se recomienda abrir en el terreno una o más calicatas de, a lo menos, un metro de profundidad, separadas a una distancia de 50 a 100 metros (dependiendo del área de trabajo) (**Foto 1**). Es recomendable realizar dos a tres calicatas, cada 5 hectáreas de terreno a plantar.

En una calicata, es indispensable considerar la profundidad y espesor de la capa compactada que se desea destruir. Luego se mide en los horizontes del suelo de cada una de



**Foto 1.** La observación del perfil de suelo en una calicata, permite establecer la presencia de algún impedimento físico y definir el tipo de labores de suelo.

ellas, en ambas paredes perpendiculares al sentido del riego, la resistencia que opone el suelo a la penetración de un cuchillo de punta aguzada, y observando además la presencia o ausencia de raíces de malezas, las cuales al crecer en profundidad, repentinamente siguen su crecimiento lateralmente, confirmando el problema de la existencia de algún impedimento físico, como lo es la compactación de suelos.

### 2.1.2. Humedad del suelo

Para conseguir un mayor efecto agrietador en el terreno, se debe operar, en lo posible, con el suelo casi seco, entre un 5 a 15% de humedad. Este estado de contenido de humedad del suelo, se puede conseguir entre verano y otoño, en el cual se han suspendido los riegos. Si se realiza la labor con suelo húmedo, lo único que se consigue es cortarlo y no producir el resquebrajamiento deseado, por lo cual la labor será ineficiente.

En general, en el caso de la aradura, para preparar el suelo con un arado de vertedera o de discos, o una rastra de discos, en un terreno de cultivo, se trabaja normalmente bajo una condición de suelo al estado "friable" (Foto 2), que se reconoce al tomar con la mano el suelo de los primeros 30 centímetros y conseguir que se disgregue fácilmente al ser presionado, sin dejar restos adheridos en ella. Sin embargo, para el caso de araduras con arado subsolador, este contenido de humedad del suelo no es el recomendado para realizar las labores, porque el suelo debe estar lo más seco posible.

**Foto 2.**  
Forma práctica de establecer el contenido de humedad "friable", adecuada para labores de aradura, con vertedera y discos, y de rastraje.



### 2.1.3. Compactación y formación de capas endurecidas (pie de arado, hard pan, duripan)

#### 2.1.3.1. Estructura y su relación con la compactación de suelos.

La estructura del suelo es una de las más importantes propiedades que afectan a la producción de los cultivos 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.

Algunos autores definen la estructura del suelo, como “la asociación de partículas en agregados, que dan origen a poros que contienen aire y agua”. Otros consideran la estructura, como “una función compleja que implica cohesión y adhesión entre las partículas y grupo de partículas, y su estabilidad bajo condiciones variables de humedad y compactación”.

La importancia fundamental de la estructura del suelo en la actividad agrícola es la de definir el nivel de compactación, tanto en la capa arable como en el subsuelo. Se sabe, que el tráfico de los equipos agrícola y máquinas de laboreo, tienen un efecto directo sobre la estructura del suelo, destruyendo los agregados y aumentando la compactación por un efecto de presión sobre el suelo, que se traduce en incrementos de la densidad aparente con una disminución de la porosidad. La mayoría de los especialistas en manejo de suelo, establecen que el deterioro de la estructura en los suelos agrícolas, por compactación, es consecuencia del laboreo convencional.

El concepto de compactación de suelo ha sido descrito por diversos autores y se define “como la modificación en el volumen y la estructura de los poros”. Otros señalan que “la compactación del suelo involucra una reorganización y estrecha unión de las partículas sólidas del suelo y consecuentemente un incremento en la densidad aparente”. Desde un punto agrícola, un suelo está compactado cuando se rompe el equilibrio entre las unidades estructurales, estabilidad de las mismas y porosidad, lo que origina una condición de densidad aparente mayor, lo que implica un volumen total de poros, en relación al volumen total del suelo, no adecuado para asegurar el buen desarrollo del cultivo.

Distintos especialistas sostienen que, el paso sistemático del tractor y los equipos de laboreo, producen la formación de una “suela de arado o pie de arado” a una cierta profundidad en el perfil del suelo lo que impide el desarrollo de las raíces en profundidad. Una de las principales causas de ese pie de arado de los suelos, es la rueda de los tractores agrícolas, que ejerce altas presiones (concentradas superficialmente) sobre el suelo y que se transmiten a través del perfil, en profundidad, causando la compactación en el subsuelo.

#### 2.1.4. Pedregosidad

De acuerdo al nivel de pedregosidad que se observe en un terreno, es necesario considerar dos aspectos; el primero se refiere a la necesidad de potencia del equipo, y el segundo se refiere a la necesidad de una labor adicional, realizada inmediatamente después del trabajo de subsolado, que consiste en el retiro de las piedras que quedan sobre la superficie (**Foto 3**). Estas, en su conjunto, pueden llegar a ocupar un volumen significativo, respecto del volumen de suelo del terreno destinado a la plantación de un huerto frutal o de vid. Algunos terrenos de las regiones III y IV, se caracterizan por suelos con un volumen importante de piedras de diferentes tamaños, lo que complica la labor de subsolado.



**Foto 3.** Afloramientos de piedras en la superficie de un terreno, después de una labor de subsolado.

### 2.1.5. Cultivo o plantación anterior

El efecto del cultivo anterior sobre la estructura del suelo, influye en el método de preparación de suelos a seleccionar. Este criterio es aplicable cuando las plantaciones frutales serán establecidas en terrenos provenientes de cultivos escardados de hortalizas o empastadas.

En algunas oportunidades, un terreno para el establecimiento de un huerto frutal puede estar cubierto por distintas especies de malezas, o por alguna pradera permanente degradada, ocupando casi la totalidad de la superficie (**Foto 4**). Por ejemplo, si se arranca un huerto de frutales, para plantar una nueva especie o una nueva variedad, lo normal que ocurre es que el productor al tener tomada la decisión de arrancar el huerto, generalmente, tiende a descuidar el control de las malezas en el período de poscosecha, las cuales crecen libremente llegando en algunos casos a producir semilla, lo que afectará negativamente el manejo posterior del nuevo huerto.



**Foto 4.** Terreno cubierto con una pradera, previo a la plantación de un huerto frutal.

### 2.3. Disponibilidad de equipos

La disponibilidad de equipos a la cual el agricultor puede optar, puede ser dividida en:

- Equipos para laboreo primario: corresponde a la aradura, y su objetivo básico es remover y soltar el suelo a profundidades mayores a 15 centímetros para facilitar la siembra, establecimiento y desarrollo de las raíces de las plantas, la circulación de agua y el movimiento de oxígeno y anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>). Se utilizan normalmente arados de vertedera, de discos, cincel, subsolador, y arados rotativos.
- Equipos para laboreo secundario: tienen por función, controlar malezas, incorporar residuos vegetales y fertilizantes y romper el sellamiento superficial del suelo. Incluye rastras de disco tipo off-set, vibrocultivadores, y rastras de resorte.

Los equipos a utilizar para la preparación del suelo, pueden ser de carácter intrapredial o de servicio externo. En general, los equipos disponibles en los predios son tractores que no superan los 100 HP, y equipos como arados y rastras, que tradicionalmente se usan para el laboreo del suelo en cultivos. Los de servicio externo, generalmente son equipos subsoladores de una a tres puntas y con tractores de gran potencia, tipo "bulldozer", que pueden trabajar en suelos con menor contenido de humedad y a mayor profundidad.

Para realizar trabajos de rotura de suelo (subsulado) es necesario considerar requerimientos muy altos de potencia del tractor, especialmente si se trata de suelos muy compactados o si la labor debe hacerse a gran profundidad. Normalmente la potencia requerida supera los 90 HP en el tractor, superando los 100 HP si la profundidad a subsolar es de 60 a 70 centímetros. Suelos muy secos, y de texturas más pesada, exigen tractores sobre orugas o bulldozer, con mayor potencia y capacidad de trabajo.

En la oferta de servicios de subsulado es posible encontrar tractores con potencia desde 180 Hp con subsoladores de tiro o bulldozer (tipo D6, D7, D8 o D9) con ripper (de uno a tres) con largo de trabajo de hasta 1,5 metros.

Es importante, tener presente el efecto que tiene la velocidad de trabajo sobre la demanda de potencia. Es decir, si se reduce la velocidad, es

posible subsolar con tractores de menor potencia, pero no de menor peso. La velocidad de trabajo del subsolador debe ser entre 1,5 a 3 kilómetros por hora, debido a los requerimientos de potencia necesaria para moverlo. No es conveniente realizar la labor con una velocidad mayor, porque de esa forma se permite que afloren a la superficie capas de suelo improductivo, además que se dañaría el sistema de levante del equipo (Foto 5).



**Foto 5.** Tractor sobre orugas o “Bulldozer” con subsolador, apropiado para labores profundas en suelos secos o con bajo contenido de humedad.

## 2.4. Época de trabajo

Es necesario considerar este criterio en la programación del trabajo debido a dos aspectos importantes. El primero dice relación, con la época de disponibilidad en el mercado de los equipos de mayor potencia que es necesario utilizar y el segundo se refiere a la condición de humedad del suelo necesaria para lograr un correcto trabajo de un arado. Si se trata de trabajar con un arado subsolador, se debe trabajar en una época del año, verano o inicios de otoño, donde el contenido de humedad del suelo debe ser lo más bajo posible, para lograr el efecto de “requebrajamiento” o de “estallamiento” del perfil del suelo. Labores con el arado de vertedera y rastra de discos, exigirán una época del año donde el suelo se encuentre con un contenido de humedad friable. De no ser así, será necesario regar el terreno, para alcanzar una adecuada preparación de suelos.

### 3. SECUENCIA DE TRABAJO EN LA PREPARACIÓN DE SUELOS DESTINADO A REPLANTE DE HUERTOS O PARRONALES.

#### 3.1. Arranque de plantas

El arranque de plantas para un replante de huerto o parronal, debe considerar los siguientes aspectos:

##### 3.1.1. Destronque

Corresponde a la eliminación de la parte aérea de las plantas de un huerto o parronal (**Foto 6**). Tradicionalmente, este trabajo se realiza cortando los troncos con motosierra, para posteriormente reducir la parte aérea de los árboles y retirar todo el material fuera del huerto. En la mayoría de los casos, este trabajo se realiza a trato, con personal que comercializa leña de frutales.



**Foto 6.** Labor de destronque de un huerto, necesario para labor de replante.

##### 3.1.2. Arranque de la base del tronco y raíces

Esta actividad corresponde al retiro de la base de los árboles y de las raíces de mayor tamaño, que han quedado después del corte de la parte aérea de las plantas frutales y vides. Tradicionalmente, este trabajo se ha realizado con tractores, los cuales tiran el tronco arrancando las raíces, de la siguiente forma:

- Se remueve la tierra en la zona de la base del tronco de cada planta, con pala y picota, para posteriormente cortar las raíces de anclaje más gruesas.
- Paralelamente, se utiliza una cadena, la cual se ata firmemente a la base del tronco, utilizando para ello uno de sus extremos. Seguidamente, el otro extremo se sujeta al punto de tiro de un tractor.
- Posteriormente, el tractor tira de la cadena y con ello al tronco, hasta que este es finalmente es arrancado de su base, por el efecto de tiro del tractor.

Este proceso puede resultar de un alto costo, por lo cual se propone la siguiente alternativa: utilizar equipos más eficientes como las palas excavadoras o retroexcavadoras (**Foto 7**). Estos equipos permiten retirar la parte basal del tronco y un mayor volumen de raíces por planta, en comparación al arranque realizado con tractor. Experiencias recientes muestran que la eficiencia del trabajo es mayor, al realizar la labor en menor tiempo, y por lo tanto, los costos de operación son menores que la alternativa tradicional.



**Foto 7.** Labor de arranque de la base del tronco y raíces de la planta frutal con una retroexcavadora.

## 3.2. Labor de Subsulado

Una vez determinado el estándar de equipo requerido para las labores de labranza primaria en la preparación de suelos destinado a replante, es pertinente considerar los siguientes aspectos técnicos.

### 3.2.1. Subsolador

Este equipo realiza la labor que permite romper las capas endurecidas o compactadas del subsuelo, buscando mejorar la penetración de las raíces, la permeabilidad del agua en el perfil del suelo, y el drenaje superficial. La labor de subsulado, en la preparación de suelos para la plantación de un huerto frutal o de vid, es recomendada realizarla en el 100% de la superficie, si se trata de romper capas compactada y mejorar las propiedades físicas del suelo. De esta forma, se mejora la aireación del suelo con lo que se agiliza el intercambio gaseoso y la actividad microbiana a nivel radical, facilitando el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En huertos frutales establecidos, si se determina la presencia de una capa compactada al centro de las entre hileras, es necesario subsolar para permitir que el agua de riego infiltre hacia la zona de raíces. De esta forma, se facilita la expansión radical y la extracción eficiente de nutrientes y agua.

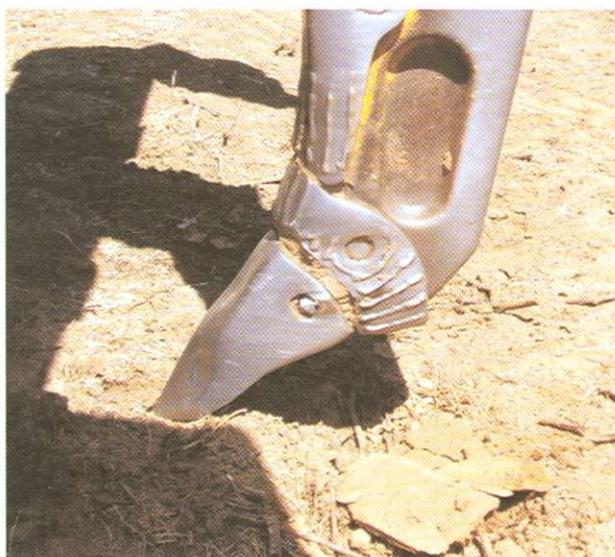
El subsolador también se usa en la construcción de túneles de drenaje en terrenos arcillosos con problemas de acumulación de agua en el perfil de suelo. Para ello, en la parte posterior de la bota se instala un "balín topo" unido por una cadena. Cuando el suelo está con un contenido de humedad superior a capacidad de campo, el trabajo se facilita ya que el tractor requiere menos potencia, además que bajo esas condiciones de humedad se facilita la construcción de los túneles de drenaje.

El subsolador se diferenciará según el número de escarificadores, o la profundidad de trabajo que define el tamaño del implemento. Consta de un marco portaherramientas o chasis, de construcción robusta, donde van montados uno a tres brazos de fierro, separados entre sí a distan-

cias generalmente mayores a 50 centímetros y capaces de penetrar a profundidades mayores a 30 centímetros, por lo cual se relaciona directamente con la potencia del tractor, para un eficiente funcionamiento.

El arado subsolador se compone de un brazo rígido de perfil rectangular recto, con un largo que puede ir de los 80 a 100 centímetros, en cuyo extremo inferior se une, a través de pernos, a la bota o pie que produce el trabajo de quebrar el suelo endurecido de las capas inferiores, produciendo grietas que se distribuyen lateral y verticalmente alcanzando hasta la superficie. La cara anterior del brazo presenta filo de cuchilla para reducir la resistencia que ofrece el suelo al avance del arado.

La bota o pie, estructura maciza de aproximadamente 35 a 45 centímetros de largo y 8 x 10 centímetros de sección, presenta en su frente de corte una punta o cincel intercambiable, con ángulo de inclinación diseñado para facilitar la penetración del arado subsolador en el suelo (**Foto 8**). Este elemento protege a la bota del efecto abrasivo del terreno alargando su vida útil.



**Foto 8.** Bota o pie de un arado subsolador con punta o cincel intercambiable.

### 3.2.2. Regulaciones del subsolador

#### 3.2.2.1. Nivelación del Arado

En el caso de los subsoladores de tiro montados en tractores, uno de los aspectos de mayor importancia para un buen funcionamiento de él, es la posición de la unidad de rotura con respecto al nivel del suelo. Existen dos tipos de nivelación, una transversal y una longitudinal.

En el sentido transversal, el chasis o estructura porta herramienta debe mantener un plano paralelo con el terreno. En los arados acoplados a los tres puntos del tractor (integrales), esa nivelación se consigue accionando una manivela que modifica la posición del brazo lateral derecho del tractor. Esta nivelación transversal permite que las unidades de rotura penetren verticalmente en el suelo. La nivelación transversal se comprueba en la práctica, caminando detrás del tractor y subsolador trabajando, observando que el chasis esté absolutamente paralelo al suelo, no inclinado hacia la derecha, ni hacia la izquierda.

La nivelación en el sentido longitudinal, el chasis del subsolador garantiza que la unidad de rotura mantenga el ángulo de penetración diseñado por el fabricante (este ángulo es particular de cada diseño). En los subsoladores integrales (conectados a los brazos del tractor), esta regulación se logra modificando la longitud del brazo superior del sistema de levante hidráulico del tractor. En general, este tipo de nivelación se comprueba caminado paralelamente al tractor e implemento, al momento de estar realizando la labor de subsolado, observando que este último no vaya inclinado hacia atrás ni hacia delante.

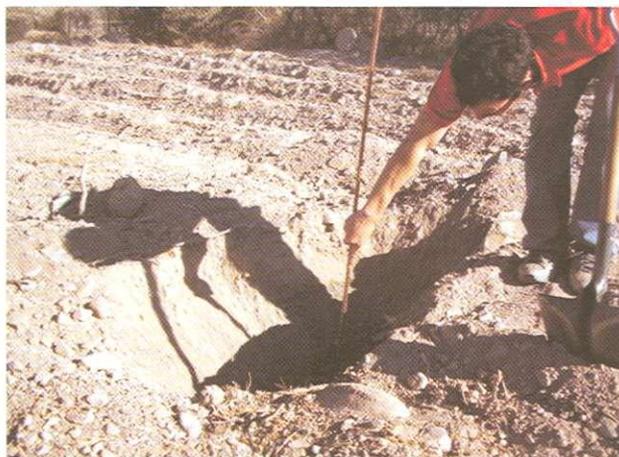
#### 3.2.2.2. Profundidad de trabajo.

Para regular la profundidad de trabajo, es fundamental regular la profundidad de la unidad de rotura en función de las características del perfil del suelo a trabajar y de su grado de compactación. Esto porque, este equipo ha sido diseñado con el objetivo de romper capas compactadas en el subsuelo, además que es la "bota" del arado la que produce grietas al pasar a través de esas capas.

Si a través de una calicata se establece que existe presencia de una capa compactada, que se ubica desde la superficie hasta 60 centímetros profundidad, existiendo el mayor grado de compactación a una profundidad que va entre los 40 y 50 centímetros, la profundidad de trabajo recomendable sería el subsolar a una profundidad de 45 centímetros. Esto, en la práctica, se consigue midiendo el largo total del brazo del subsolador, supongamos 80 centímetros, el cual se resta a los 45 centímetros, por lo cual la diferencia entre ellos (35 centímetros) corresponde al largo del brazo del implemento que debe sobresalir desde el suelo, al momento de iniciar la labor de subsolado.

Es importante que la punta de la bota del subsolador, se ubique en la zona media del área compactada, con el objeto de provocar el estallamiento en la zona deseada.

En terreno, una forma de comprobar la efectividad de la profundidad de trabajo de la labor, es extraer los primeros 30 a 40 centímetros más superficiales, y posteriormente medir con una varilla graduada, después de una pasada del subsolador, la profundidad a la cual este ha penetrado (**Foto 9**).



**Foto 9.** Forma práctica para evaluar en terreno la profundidad de trabajo del subsolador, utilizando una varilla graduada.

### 3.3 Trabajo de aradura

#### 3.3.1. Arado de vertedera

Posterior al trabajo de subsolado y como una manera de aumentar el grado de mullimiento de suelo, e incorporar residuos, es recomendable trabajar el suelo con un arado de vertedera, para alcanzar una aradura profunda. Este equipo está formado por la reja, las costaneras y las vertederas. Todas estas partes, que en conjunto producen la inversión del suelo. La actividad de este equipo está condicionada a la profundidad de la capa arable, es decir si el suelo tiene más de 50 a 60 centímetros de profundidad, se justifica su uso.

En caso de usar arados de Vertedera para la preparación del terreno se debe de tomar en cuenta el tipo de vertedera, estos pueden ser:

- a. **De vertedera fija:** Con este tipo de arado se debe de tenerse el cuidado de cerrar bien la aradura, para no provocar desnivelación del terreno, y con ello afectar el riego.
- b. **De vertedera reversible:** Cuando se use este tipo de arado, hay que preocuparse de que todas las pasadas queden a la misma profundidad. Existen los de vertedera universal o lisa, recomendados para suelos de textura media, y los de vertedera listonada, recomendadas para suelos de textura arcillosa.

##### 3.3.1.1. Regulaciones del arado de vertedera

En general, los arados de vertederas que se utilizan en la actualidad, son de enganche integral, es decir, van acoplados al sistema de enganche de tres puntos del tractor, formando parte de él (**Foto 10**). Para lograr una buena regulación del arado, deben considerarse principalmente los ajustes de:

- La inclinación lateral
- La verticalidad
- Ancho de corte



**Foto 10.** Arado de vertedera reversible en su labor de inversión de suelos.

### 3.3.2. Arado cincel.

El arado cincel se recomienda cuando el suelo está muy compactado, especialmente en suelos arcillosos. Es conveniente pasarlo dos veces, la primera pasada a una profundidad superficial y la segunda en forma diagonal o perpendicular, a la primera, rompiendo en esta a la profundidad que se desea. De esta manera, se suprimen los camellones que quedan en la primera pasada y al mismo tiempo se evita que las puntas sigan las mismas ranuras del suelo producidas anteriormente.

Entre las ventajas, la más importante, es la de producir ruptura del pie de arado al trabajar a profundidades aproximadas de 40 centímetros. La capacidad de profundización depende del diseño del arado, de las condiciones del rastrojo de un cultivo anterior, y de los resultados que se deseen obtener.

## 3.4 Labores de rastros

### 3.4.1. Rastras

En el establecimiento de huertos frutales, el uso de rastras es apropiado para invertir y mullir el suelo, afinando la preparación realizada por

los arados, además de lograr una buena incorporación de residuos orgánicos y materiales vegetales verdes, como malezas que existiesen al momento de la preparación del suelo. Cuando existe un volumen importante de malezas en el terreno, el uso de un arado de discos o de vertederas sería ineficiente, porque se “atollarían” los discos y la vertedera no podría penetrar la superficie del terreno. Bajo esas condiciones, es necesario reducir el volumen de la cobertura de malezas o pradera, si fuese el caso, cortándola con una labor de rastraje de discos a una profundidad de 12 a 15 centímetros aproximadamente, lo que permite cortar las malezas exponiéndolas parcialmente al sol y al viento para facilitar la muerte de ellas.

Si se preparan terrenos invadidos de malezas de reproducción vegetativa, como maicillo y chéptica, con un implemento cortante -una rastra de disco, por ejemplo- se puede multiplicar el problema, pues al seccionar la planta en varios trozos, cada uno da origen a nuevas plantas. Paradojalmente, el agricultor al controlar las malezas a través de los rastros con rastra de disco, elimina de momento su presencia en el terreno, sin saber que cada trozo dará origen a una nueva planta (Carrasco y Ormeño, 1999).

#### 3.4.1.1. Rastra de discos

El objetivo de las rastras de discos es mullir la capa superficial del suelo. Existe una amplia gama de diseños de rastras de discos, las cuales difieren entre sí por la cantidad, diámetro, concavidad, ángulo de ataque de los discos, y disposición de los cuerpos (tándem y off-set). En la preparación de suelos para el establecimiento de frutales, la rastra más utilizada es la de tipo off-set con sistema de levante hidráulico, por su ancho de trabajo y por su maniobrabilidad en la preparación de suelos (**Foto 11**). Además, funcionan con gran eficiencia en el control de malezas, gracias al desplazamiento lateral que ejercen los discos sobre la superficie del suelo, lo que permite desarraigar un alto porcentaje de malezas.

La rastra esta compuesta de las siguientes partes:

**Cuerpo:** En él se colocan los discos en un eje cuadrado, y separados por medio de piezas metálicas llamadas separadores, impidiendo que



**Foto 11.** Rastra de discos de tipo “off-set”, apropiada para labores de tipo secundarias, de afinado de la cama de siembra.

se desplacen lateralmente al girar. Cada cuerpo tiene dos rodamientos, que pueden ser de bolitas o rodillos cónicos, para absolver los esfuerzos laterales.

**Discos:** El diámetro de los discos varía entre 45 y 65 centímetros, en tanto que su separación, varía entre 15 y 20 centímetros, dependiendo de un diámetro. La concavidad es, en general, menor que en los discos de arado; sin embargo, en aquellos de diámetro más grande es mayor, llegando a ser cónicos. Este aumento de la concavidad permite una mejor inversión del suelo, utilizándose principalmente en rastras pesadas (más de 1.200 kg) para obtener una mayor penetración.

### 3.4.2. Regulaciones de la Rastras

La penetración de los discos es mayor, mientras mayor es el peso de la rastra, el peso y el filo de los discos y, el ángulo o traba entre los cuerpos.

### 3.5. Nivelación y Micronivelación de suelos

Una vez realizado el arranque de los árboles, para un replante, debe nivelarse cuidadosamente el suelo en atención al sistema de riego, especialmente, si se establece riego gravitacional. La nivelación es

una forma de acondicionamiento físico del suelo, que consiste en remover tierra de las partes altas, acarrearla y depositarla en las bajas, con el objeto de dejar una superficie con una pendiente que se ajuste a la pendiente natural del terreno, permitiendo el riego. Esta depende de la profundidad de suelo, y de la topografía del terreno, porque con ella se puede cortar suelo productivo, moverlo, y cubrirlo con capas improductivas para mantener la nivelación.

La Nivelación tradicional consiste en un levantamiento topográfico sobre una cuadrícula de 10 x 10; 20 x 20; o 30 x 30 metros, dependiendo de la topografía del terreno y de la experiencia del operador de la maquina niveladora. Se obtienen las cotas topográficas y el plano del proyecto, con él se determinan los cortes y rellenos, que posteriormente se marcan en el terreno sobre un estacado previamente fijado y se procede a la nivelación. Hoy en día, con la nivelación láser el trabajo se realiza en forma automatizada, por lo cual se recomienda por su rapidez y bajo costo.

Previo a la nivelación, es necesario seleccionar la época más adecuada para los trabajos. Los meses de verano y comienzos de otoño son los más indicados para la labor de movimiento de tierra, porque se reduce el daño a las propiedades físicas del suelo, y a su vez es más económica. Trabajar en invierno o inicios de primavera, cuando el suelo está con un contenido de humedad a capacidad de campo o saturado, el riesgo de compactación de este es mayor, además que la operación de los equipos se haría más ineficiente, y por lo tanto con un costo más alto.

Si se trata de nivelar un terreno que ha sido cultivado el año anterior, los residuos de la cosecha se deben picar previamente con una rastra de discos, para incorporarlos posteriormente de la manera mas uniforme, dejando la menor cantidad posible sobre la superficie antes del inicio de los trabajos. De esta forma se realiza un trabajo de mayor calidad (**Foto 12**).

Suelos muy delgados, muy permeables, de topografía muy irregular y con pendientes excesivas, no hacen recomendable la práctica de nivelación de suelos, por lo cual bajo esas condiciones el riego recomendado es el tecnificado.



**Foto 12.** Labor de nivelación de un terreno con una “trailla”, equipo que permite una máxima efectividad en la labor.

La micronivelación se diferencia de la nivelación de suelos, porque en el primero se trata de mover suelo superficialmente, afinando las irregularidades del terreno, emparejándolo (**Foto 13**). En la segunda, se modifica la superficie del terreno, con un movimiento mayor de suelo, lo que significa afectar la estructura del mismo y con ello las propiedades físicas, químicas y biológicas, al mezclar horizontes, o llevar a la superficie otros de menor calidad, superponiéndolos sobre otros de mayor fertilidad natural.



**Foto 13.** Movimiento superficial de suelo con una microniveladora, emparejándolo para el riego.

Para mejorar la micronivelación del terreno, en el último rastraje se puede utilizar una rastra offset, ubicando un tablón de madera detrás de ella. Este implemento ayuda a lograr una disgregación de los terrones y micronivelar la superficie del terreno, a la vez de proteger la humedad del suelo por el efecto de planchado producido por el tablón (Foto 14).



**Foto 14.** Labor de rastraje con Rastra “off-set” y tablón de madera, para favorecer la micronivelación del terreno y proteger la humedad del suelo.

### 3.6. Acamellonado o corrugado del suelo

El “acamellonado” o corrugado del suelo, consiste en la formación de camellones de corte transversal formando un trapecio isósceles en lo que será la hilera de plantación. El corrugado se construye principalmente en suelos poco profundos, cuando se quiere ganar unos centímetros de mayor profundidad para el desarrollo de las raíces del frutal. Además, en suelos de textura franco arcillosa a arcillosa, se construyen como una medida de control preventivo de enfermedades al nivel de las raíces de las plantas, por acumulación de aguas.

Los camellones deben construirse con alturas que van de los 50 a los 60 centímetros, según la profundidad del suelo, y un ancho en la base que va de los 70 a 100 centímetros y con 50 a 70 centímetros en la corona. Los ángulos basales del camellón son de aproximadamente 30 a 35 grados.

Al momento de construirse los camellones en el terreno, con arados de disco o vertedera, o con un equipo "acamellonador" construido especialmente para ello, es necesario considerar la compactación natural que sufre el suelo una vez que ha sido removido por los implementos de labranza (**Foto 15**). 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 10 a 30 centímetros, dependiendo de la textura del suelo. 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 un camellón 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 franco arcillosa a franco arenosa.



**Foto 15.** Acamellonado o corrugado del suelo, para favorecer el desarrollo radical de una plantación de naranjos. Chincolco, V Región.

#### 4. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

Previo a la preparación de suelos, para el establecimiento de un huerto frutal, es fundamental un diagnóstico del perfil, a través de una calicata, para establecer la profundidad del suelo, impedimentos físicos, como la compactación subsuperficial o pie de arado, problemas de drenaje, pedregosidad, entre otros. Todo esto definirá la metodología a seguir para el manejo del suelo.

Durante la etapa de plantación de un huerto frutal, todas las faenas propias de preparación de suelo son necesarias. Estas son aradura, rastraje, y micronivelación. Además, en algunos casos es necesaria la labor de "acamellonado" o corrugado del terreno. Esto permite, evacuar los excesos de agua de riego al nivel de las raíces de las plantas.

La micronivelación es una práctica que en los suelos salinos, permitiría atenuar el efecto de las sales sobre las plantas, al mejorar la distribución del agua en el terreno.

Para la preparación del terreno, los residuos de la plantación precedente es recomendable desmenuzarlos o picarlos con varias pasadas de una rastra de discos, dejándolos secar para enterrarlos posteriormente con un arado de vertederas. Una vez eliminados los residuos, el terreno es arado a una profundidad de 35 a 40 centímetros.

En general, los suelos, se recomiendan subsolarlos con dos pasadas cruzadas, para finalmente terminar la preparación, ya sea con una pasada de arado de vertedera, si se requiere incorporar residuos, o de una rastra de discos para la micronivelación del terreno. En suelos con problemas de drenaje o poca profundidad, es necesario proceder a pasar un equipo acamellonador para formar camas de forma de un trapecio isósceles, pero con bordes redondeados en su corona, y ganar profundidad para el desarrollo de las raíces de las plantas con 40 a 60 cm de altura, 80 a 100 cm de ancho en la base, y 40 a 60 cm en la corona.

Para incorporar los residuos vegetales al suelo, es necesario comenzar la preparación de éste con pasadas de una rastra de discos, con el fin de cortar el volumen vegetal en pequeños pedazos, para facilitar así las araduras con vertedera, y alcanzar con esto una descomposición uniforme de los residuos. Posteriormente, se realiza una pasada profunda de arado (35 a 40 centímetros), la cual debe de realizarse con una anticipación de 20 a 25 días a la plantación, con el propósito de que los residuos que se incorporan al suelo, puedan descomponerse.

En plantaciones bajo riego por surcos, es importante que la aradura se haga en la dirección que corre el agua, para evitar dañar los niveles de

riego, por alteraciones topográficas que se cometen al efectuar las araduras de los terrenos.

Las cabeceras de los terrenos deben dejarse de último para ararlas, para evitar que al dar vuelta se compacten.

Después de la aradura hay que rastrear, lo cual debe efectuarse horas después de la aradura, de forma tal de no perder la humedad de suelo, y favorecer el mullimiento. Para conseguir un suelo bien trabajado, son necesarias una a dos pasadas de rastra, hasta conseguir que el suelo quede bien mullido y suelto, pero no excesivamente para evitar erosión por el riego.

En terrenos de pendientes de laderas, la secuencia de trabajo es: roturar el suelo, preparar camellones, y finalmente plantar. En algunos casos hay que incorporar prácticas de conservación de suelos, tales como: surcos de desviación de aguas lluvias, y otras prácticas afines a las condiciones del terreno.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, F.N. and G.A. Peterson. 1985. Sucrose yield of sugar beet as affected by chiseling and plowing compacted soils. *Soil Tillage Res.* 5:259-271.
- Blevins, R. L., M.S. Smith, G.W. Thomas and W.W. Frye. 1983. Influence of conservation tillage on soil properties. *J. Soil Water Cons.* 38:301-305.
- Bullock, P., and C.P. Murphy. 1980. Towards the quantification of soil structure. En: *J. Microscopy* (120) 3:317-328.
- Carrasco, J. y J. García-Huidobro. 1998. Equipos de labranza. Los problemas de la labranza y los equipos. *Tierra Adentro* N° 20. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Mayo-Junio, pp. 24-28.
- Carrasco, J., 1998. Equipos de labranza primaria. El arado de vertederos. *Tierra Adentro* N° 21. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Julio-Agosto, pp. 44-47.
- Carrasco, J. y Ormeño, J. 1994. Manejo de suelos y maquinaria agrícola. pp. 285-308. En: G. Lemus, (ed.) *El duraznero en Chile*. Editorial los Andes. Santiago, Chile.

- Carrasco, J. 2000. Laboreo del suelo. En: Valenzuela, J. (ed.) Uva de mesa en Chile. Libros INIA N° 5. pp 167-176. Instituto de Investigaciones Agropecuaria, INIA La Platina. Santiago. Chile.
- Duchaufour, P. 1987. Manual de Edafología. 213 p. Versión Española. Edit. Masson, S.A. Barcelona, España.
- Fontaine, G. 1988. Preparación de Suelos. En: Faiguenbaum, H., Producción de cultivos en Chile. pp 1-15. Publicitaria Torreodones Ltda. Santiago, Chile.
- Kepner, R. 1972. Principles of farm machinery. 486 p. The Avi Publishing Company Inc. USA.
- Montenegro, H. y D. Malagon. 1990. Propiedades físicas de los suelos. 813 p. IGAC Subdirección Agrológica, Instituto Geográfico. Bogotá, Colombia.
- Narro Farías, E. 1994. Física de suelos, con enfoque agrícola. 193 p. Editorial Trillas. México.
- Ortiz-Cañavate, J. y J.L. Hernanz. 1989. Técnica de la Mecanización Agraria. 641 p. Ediciones Mundi Prensa, 3ª Edición. Madrid. España.
- Sánchez-Giron, V. 1996. Dinámica y Mecánica de Suelos. 426 p. Ediciones Agrotécnica, S.L. Madrid, España.

# TECNIFICACIÓN DEL RIEGO EN HUERTOS FRUTALES

**Alejandro Antúnez B.**

*Ing. Agr. Ph.D. INIA-Rayentué*

**Sofía Felmer E.**

*Ing. Agr. INIA-Rayentué*

## 1. INTRODUCCIÓN

**E**l riego tiene gran relevancia en la fruticultura moderna, constituyendo un aspecto que requiere especial diseño y planificación. Para el éxito de la producción frutícola, asegurar la disponibilidad de agua, facilitar las labores e implementar técnicas que ayuden a monitorear el riego, son aspectos a estudiar detenidamente, antes de establecer un huerto frutal. En relación al riego se deben considerar, al menos, la disponibilidad de agua, la especie, variedad y densidad de plantación, la calidad química y biológica del agua, los períodos fenológicos críticos de la especie y el instrumental que ayude a la programación y control del riego. Este capítulo, busca orientar al productor en las interrogantes básicas que determinarán el diseño, manejo y programación del riego para lograr adecuados niveles de producción de fruta de calidad.

## 2. DISPONIBILIDAD DE AGUA

La disponibilidad de agua determinará la superficie a establecer con frutales. En el diseño de sistemas de riego en Chile, en general, se proyectan sistemas que cuenten con una adecuada seguridad de riego. Para ello se desarrolla un ejercicio estadístico que permite determinar el "caudal disponible con 85% de probabilidad de excedencia" ( $Q_{85\%}$ ). En términos sencillos, este valor representa el volumen de agua por unidad de tiempo que posee el predio en al menos 85 años en una serie

de 100. En otras palabras, en un siglo, 15 años serán deficitarios con caudales menores que el  $Q_{85\%}$  y 85 años serían excedentarios con caudales mayores que el  $Q_{85\%}$ . Como se revisará más adelante, la determinación del  $Q_{85\%}$  variará dependiendo de la naturaleza de la fuente de agua del predio.

## 2.1 Tipos de fuentes de agua

Las fuentes de agua de un predio pueden ser del tipo superficial o profundo. Fuentes superficiales son los derivados de embalses, tranques, esteros, ríos, o derrames cuyos derechos de aprovechamiento están debidamente inscritos y se encuentran disponibles efectivamente en el predio por medio de obras de conducción abiertas (canales con o sin revestir) o cerradas (tuberías). Fuentes de agua profunda o subsuperficial son principalmente caudales extraídos mediante una captación subterránea, de menos de 20 metros de profundidad en cuyo caso se denomina noria o pozo somero, y de más de 20 metros de profundidad denominados pozos profundos.

Para determinar el caudal disponible, a partir de una fuente subsuperficial (pozo o noria), se realiza una prueba de bombeo. Esta prueba estima el caudal máximo que puede entregar el pozo, sin sufrir agotamiento. Esta prueba de bombeo determina un caudal que se utiliza como respaldo técnico para solicitar a la Dirección de Aguas la autorización para utilizar el agua a extraer del acuífero. En este caso, el valor inscrito y demostrado por medio de una prueba de bombeo y que efectivamente entrega la bomba instalada en el pozo, es el que se considera disponible para el riego del predio ( $Q_{85\%}$ ).

Cuando se cuenta con derechos de agua superficiales (derivados de canales), conviene realizar un análisis estadístico que contenga caudales del río o canal matriz, con una serie de datos de al menos, 15 años consecutivos. Esta serie se ordena de menor a mayor, y se calcula el caudal que tiene la probabilidad 85% de ocurrencia. Descontando de éste valor, las pérdidas por conducción que ocurren frecuentemente en los canales (entre la bocatoma y el predio) y ponderando por el número de acciones del predio en relación al canal matriz, se obtiene el caudal disponible para el riego del predio ( $Q_{85\%}$ ).

Es importante destacar que el  $Q_{85\%}$  representa un caudal continuo expresado en litros por segundo (l/s). Motivos prácticos relacionados con la seguridad de funcionamiento de los equipos y las jornadas de trabajo de los regadores, hacen que en la práctica se proyecte la explotación del recurso por un máximo de 18 horas, en vez de 24 horas continuas. La dificultad práctica de utilizar el agua durante la noche, puede compensarse mediante la construcción de tranques o acumuladores nocturnos de agua (Foto 1). Estos embalses, almacenan agua durante las horas en que no se está haciendo uso del recurso, permitiendo aumentar el caudal disponible cuando efectivamente se realiza la labor del riego.



Foto 1. Tranque de acumulación de agua de riego.

## 2.2 Calidad química y biológica del agua de riego

Los aspectos de calidad del agua de riego se relacionan con la conservación del recurso suelo y la mantención del equipo de riego en óptimas condiciones. También, la calidad química y biológica del agua cobra especial relevancia de manera de responder a mercados internacionales cada vez más exigentes, sometidos a regulaciones de trazabilidad en la cadena productiva.

En el agua de riego, pueden estar disueltas una serie de cationes (calcio,  $\text{Ca}^{2+}$ ; sodio,  $\text{Na}^+$ ; magnesio,  $\text{Mg}^{2+}$ ; potasio,  $\text{K}^+$ ) y aniones (cloruro  $\text{Cl}^-$ ; sulfato,  $\text{SO}_4^{2-}$ ; carbonato,  $\text{CO}_3^{2-}$ ; bicarbonato,  $\text{HCO}_3^-$ ) que se van acumulando en el perfil de suelo. El uso regular de aguas salinas, contribuye a la salinización del suelo y la consiguiente disminución de la productividad del cultivo. La salinización del suelo determina el incremento del potencial osmótico del mismo, con lo cual se dificulta la capacidad de absorción de agua por parte de las raíces del árbol. Por otro lado, salinidad con alto contenido de sodio y bajo en calcio, induce problemas de estructuración del suelo, que disminuye la infiltración de agua en el suelo y puede llegar a causar obstrucción en equipos de riego localizado.

La evaluación de la calidad del agua, se hace por medio de un análisis químico-físico y biológico, a partir de una muestra del agua de riego. Los principales parámetros que definen el riesgo del uso de un determinado tipo de agua son el contenido salino (C) expresado en gramos por litros, y la conductividad eléctrica (CE) en  $\text{dS/m}$  ( $C = 0,64 \times CE$ ). A partir de estos parámetros se evalúa el riesgo de salinización de un suelo regado, siguiendo las recomendaciones de FAO (Ayers y colaboradores, 1987), incluidas en el **Cuadro 1**.

Con contenidos salinos mayores a 2 gramos por litros o con conductividad eléctrica mayor de 3  $\text{dS/m}$ , los problemas de salinidad pueden ser muy graves. En este caso, deben implementarse medidas de manejo tales como lavado frecuente de sales.

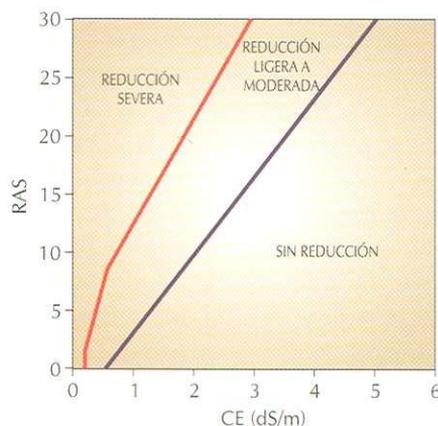
**Cuadro 1.** Niveles de riesgo de salinización a partir del contenido salino y la conductividad eléctrica del agua de riego (Ayers y colaboradores, 1976).

| Contenido salino (g/L) | Conductividad eléctrica (dS/m) | Riesgo            |
|------------------------|--------------------------------|-------------------|
| < 0,45                 | < 0,7                          | Ninguno           |
| 0,45 < C < 2           | 0,7 < CE < 3                   | Ligero a moderado |
| > 2                    | > 3                            | Alto, severo      |

Por otra parte, la presencia de sales de sodio, boro y cloro, pueden causar problemas en árboles frutales, que van desde amarillamiento hasta quemaduras en el follaje. Algunos de los cultivos más sensibles al sodio son el palto, los cítricos y los frutales de carozo. La toxicidad de mayor incidencia es la debida al boro, entre los cuales, el limonero es muy sensible, en tanto que el palto, naranjo, damasco, cerezo, ciruelo y nogal, son sensibles.

En general, es conveniente considerar que la fitotoxicidad del sodio y de los cloruros se manifiesta a concentraciones inferiores si se realizan riegos nocturnos y riego por aspersión. Si el problema es ocasionado por sodio y cloruros, los problemas se solucionan por medio del lavado de sales o enmiendas de calcio. En el caso de cultivos sensibles al boro, el problema es de difícil corrección y se aconseja evaluar el cambio en el suministro de agua.

Para evitar problemas de infiltración causado por el uso de aguas de riego con contenido salino, debe evaluarse la relación que existe entre el  $\text{Na}^+$ , que tiene un efecto desagregante del suelo, y los cationes  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , que contribuyen a la estructuración del suelo. De esta manera se define la Relación de Absorción de Sodio (RAS), que evalúa la proporción entre el  $\text{Na}^+$  y el  $\text{Ca}^{2+}$  más  $\text{Mg}^{2+}$  en el agua, realizado laboratorios especializados en forma rutinaria. A partir de la Relación de Absorción de Sodio y de la Conductividad Eléctrica, es posible determinar el grado de reducción de la infiltración de agua en el suelo, con lo que se puede prevenir su ocurrencia con una adecuada y oportuna detección (Figura 1).



**Figura 1.** Grado de reducción de la infiltración de agua en el suelo, a partir del RAS y de la CE, medida en el agua de riego.

(Ayers y colaboradores, 1976).

Por otra parte, a pesar del filtrado riguroso a que se somete el agua de riego en sistemas presurizados, siempre persisten sólidos en suspensión, sustancias disueltas o microorganismos contenidos en el agua de riego que escapan a esta barrera. De esta forma, el material en suspensión puede producir obstrucciones en los emisores de riego localizado. Estos materiales, pueden clasificarse de acuerdo al riesgo de obstrucción, en función su concentración en el agua de riego, como lo muestra el **Cuadro 2**.

**Cuadro 2.** Riesgo de obstrucción de emisores de riego, de acuerdo a las características físico-químicas del agua de riego.

(Ayers y colaboradores, 1987).

| Elemento                    | Ninguno | Moderado | Grave |
|-----------------------------|---------|----------|-------|
| Sólidos en suspensión(mg/L) | <50     | 50-100   | >100  |
| Sólidos solubles (mg/L)     | <500    | 500-2000 | >2000 |
| Manganeso (mg/L)            | <0.1    | 0.1-1.5  | >1.5  |
| Hierro (mg/L)               | <0.1    | 0.1-1.5  | >1.5  |
| Acido Sulfhídrico (mg/L)    | <0.5    | 0.5-2    | >2    |
| pH                          | <7      | 7-8      | >2    |

Además del criterio físico-químico, la calidad microbiológica del agua es de gran importancia para garantizar la inocuidad de hortalizas y frutas, especialmente cuando se destinan a mercados internacionales cada vez más exigentes. La Norma Chilena (NCh 1333) clasifica como apta para riego, al agua con concentraciones menores a 1000 coliformes totales por 100 mL destinadas al cultivo de verduras y frutas que se desarrollen a ras del suelo y que habitualmente se consumen en estado crudo (Nissen y colaboradores, 2000). Este criterio se ajusta al de la Organización Mundial de la Salud (OMS), aunque difiere de la legislación de Estados Unidos y Japón, importantes mercados de fruta chilena. En este aspecto, en Estados Unidos cada estado tiene su propia regulación. Así por ejemplo, California define que el agua de riego para cultivos alimenticios debe tener menos de 2,2 coliformes totales por 100 mL y de menos de 23/100 mL cuando se trate de agua para riego de praderas. Los requerimientos de Texas son de menos de 200 coliformes totales por 100 mL, en tanto Japón, considera apta para riego al agua con concentraciones menores a 50 coliformes totales por 100 mL de agua.

Se espera que en el futuro cercano los compradores de fruta chilena sean cada vez más exigentes en el cumplimiento de esta normativa. Por lo tanto, el productor de fruta deberá estar informado acerca de la calidad biológica de su agua de riego y de las exigencias del mercado al que destina su producción.

### 3. DEMANDA DE AGUA EN UN HUERTO FRUTAL

Básicamente, la cantidad de agua que necesita un huerto dependerá de la capacidad del suelo para retenerla, la cantidad de precipitación, y la tasa de evapotranspiración del huerto.

En cuanto a la capacidad de retención del suelo, para evaluar la cantidad de agua aprovechable para las plantas, interesa la fracción de agua que está entre capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP). Capacidad de campo es el contenido de agua que queda retenida en un suelo luego de que éste se ha regado y dejado drenar libremente por un lapso de 24 a 48 horas y se mide en laboratorio sometiendo la muestra de suelo saturada a una succión de 1/3 de atmósfera. El punto de marchitez permanente representa el límite inferior del agua retenida por el suelo disponible para la planta, y se mide en laboratorio sometiendo la muestra de suelo saturada a una succión de 15 atmósferas. De esta forma, descontando el valor de PMP del valor de CC del suelo, es posible calcular la cantidad de agua que retiene un suelo, fracción conocida como humedad aprovechable ( $HA = CC - PMP$ ). En general, los suelos agrícolas que menos agua retienen son los del tipo arenoso mal estructurado, que pueden almacenar del orden de 40 mm de agua en un metro de profundidad de suelo. Un suelo que tenga poca retención de humedad, requerirá riegos frecuentes, con láminas de agua relativamente menores a reponer. Por otro lado, suelos arcillosos finos pueden almacenar hasta 200 mm de agua en un metro de suelo, permitiendo riegos superficiales de menor frecuencia, pero con mayores cargas de agua.

En términos fisiológicos, a medida que el suelo se deseca, el agua remanente no está igualmente disponible para la planta. La mayor disponibilidad de agua ocurre cuando el suelo está a capacidad de cam-

po, disminuyendo gradualmente a medida que el suelo pierde humedad. En riego por surcos, para evitar el detrimento fisiológico de los árboles por falta de agua fácilmente disponible, el riego se efectúa en general cuando se ha agotado cerca del 40 a 50% del agua en el suelo, es decir con un umbral de riego del orden del 60% a 50% del agua disponible en el suelo. En riego localizado en cambio, los riegos son frecuentes, permitiendo déficit del orden de 10% a 20%, equivalentes a umbrales de riego del 90% a 80% del agua disponible en el suelo.

La evapotranspiración del huerto ( $ET_c$ ), estará determinada por factores propios del clima de la zona y por aspectos específicos del huerto relacionados con la especie, período fenológico, variedad, densidad de plantación y manejo del huerto. Para el diseño de un sistema de riego, se debe conocer la evapotranspiración del cultivo de referencia de la zona ( $ET_o$ ). Al respecto, existen publicaciones nacionales que entregan valores medios mensuales de  $ET_o$ , para las principales localidades del país (Atlas Agroclimático de Chile; Santibáñez y otros, 1990). Debe tenerse especial precaución para que el diseño del sistema de riego satisfaga los requerimientos de  $ET_c$  de los meses de máxima demanda, los que en el hemisferio sur, generalmente corresponde a los meses de diciembre, enero y febrero.

A nivel de campo y con el fin de registrar la  $ET_o$  de un determinado sitio, se recurre usualmente a dos tipos de medición: mediante el cómputo diario de  $ET_o$  a partir de datos meteorológicos o a partir de la evaporación de bandeja. Cuando se decide implementar una estación meteorológica, para el cómputo de la  $ET_o$  se requiere de datos de radiación solar, temperatura, presión de vapor o humedad relativa y velocidad del viento (**Foto 2**). Estos datos se integran a una ecuación para la estimación de  $ET_o$ , que en el país corresponde generalmente a la Ecuación de Penman-Monteith.

Si se dispone de un evaporímetro de bandeja Clase A, es necesario adaptar los registros de evaporación al sitio en que está emplazado el instrumento, multiplicando la altura diaria de evaporación de bandeja (EB) por un coeficiente de bandeja ( $K_b$ ). En general, este coeficiente fluctúa entre 0,6 y 0,9, siendo 0,7 el valor más usado en Chile, que corresponde a una situación de emplazamiento rodeada por un césped verde regado.



**Foto 2.** Estación meteorológica y bandeja de evaporación Clase A, de apoyo a la programación del riego.

### 3.1 Coeficientes de cultivo

Para obtener el valor de  $ET_c$ , es necesario multiplicar el término  $ET_0$  por el valor de coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) para la especie, variedad y densidad de plantación del huerto frutal. Existen varias fuentes bibliográficas a partir de las cuales podemos obtener un valor de  $K_c$ , aunque idealmente, el productor puede validar y desarrollar sus propios  $K_c$ , de acuerdo a su propia experiencia y manejo específico.

En el **Cuadro 3**, se presenta un resumen de  $K_c$  publicados en FAO 56, para especies frutales con diferentes situaciones de manejo (Allen y colaboradores, 1998).

En términos generales, para optimizar el manejo del riego en un huerto frutal, es conveniente realizar una programación preliminar basada en la mejor estimación que tengamos disponible de la  $ET_c$ , obtenida a partir de la  $EB$  o  $ET_0$  calculada a partir de un evaporímetro de bandeja o de una estación agrometeorológica y de un  $K_c$  adecuado a las condiciones agronómicas con que se maneja el huerto. Una vez aplicado un cierto criterio de riego, en terreno es conveniente apoyar la programación del riego en algún método o instrumental para decidir la aplicación, duración y frecuencia del riego (Ferreya y colaboradores, 2007).

**Cuadro 3.** Coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) para especies frutales con diferentes situaciones de manejo (FAO 56-Allen y colaboradores, 1998).

| Especie, manejo  | $K_c$<br>inicial | $K_c$<br>medio | $K_c$<br>final |
|--|------------------|----------------|----------------|
| <b>Cerezos</b>   |                  |                |                |
| sin cobertura vegetal, en zonas con heladas            | 0.45             | 0.95           | 0.70           |
| sin cobertura vegetal, sin heladas                     | 0.60             | 0.95           | 0.75           |
| con cobertura vegetal, zonas con heladas               | 0.50             | 1.20           | 0.95           |
| con cobertura vegetal, sin heladas                     | 0.80             | 1.20           | 0.85           |
| <b>Damasco, Duraznero, otros frutales de carozo</b>    |                  |                |                |
| sin cobertura vegetal, en zonas con heladas            | 0.45             | 0.90           | 0.65           |
| sin cobertura vegetal, sin heladas                     | 0.55             | 0.90           | 0.65           |
| con cobertura vegetal, zonas con heladas               | 0.50             | 1.15           | 0.90           |
| con cobertura vegetal, sin heladas                     | 0.80             | 1.15           | 0.85           |
| <b>Almendros, sin cobertura vegetal</b>                | 0.40             | 0.90           | 0.65           |
| <b>Palto, sin cobertura vegetal</b>                    | 0.60             | 0.85           | 0.75           |
| <b>Citrus, sin cobertura vegetal</b>                   |                  |                |                |
| 70% canopia  | 0.70             | 0.65           | 0.70           |
| 50% canopia  | 0.65             | 0.60           | 0.65           |
| 20% canopia  | 0.50             | 0.45           | 0.55           |
| <b>Citrus, con cobertura vegetal o malezas</b>         |                  |                |                |
| 70% canopia  | 0.75             | 0.70           | 0.75           |
| 50% canopia  | 0.80             | 0.80           | 0.80           |
| 20% canopia  | 0.85             | 0.85           | 0.85           |
| <b>Kiwi</b>  | 0.40             | 1.05           | 1.05           |
| <b>Olivos (40 a 60% suelo cubierto por la canopia)</b> | 0.65             | 0.70           | 0.70           |
| <b>Pistachos, sin cobertura vegetal</b>                | 0.40             | 1.10           | 0.45           |
| <b>Nogal</b>   | 0.50             | 1.10           | 0.65           |

## 4. NIVELES DE TECNIFICACIÓN EN UN HUERTO FRUTAL

Desde el punto de vista de uso del recurso hídrico, está demostrado que la tecnificación del riego mejora la eficiencia del uso del agua en forma considerable. Tradicionalmente, los huertos frutales han sido establecidos para ser regados por surcos, con eficiencias del uso del agua, en torno al 50%. En riego por surcos, el principal cuidado será contro-

lar el tiempo de aplicación del agua de riego, asegurando que el agua infiltre a la profundidad de raíces de manera óptima a lo largo del todo el surco de riego. En la práctica, un riego por surcos eficiente debe diseñarse antes de la plantación, de manera de ajustarse al largo de surcos recomendado, lo que depende de la velocidad de infiltración de agua en el suelo, relacionada estrechamente con la textura del suelo. En general, se recomiendan surcos cortos (80-100 metros) para suelos arenosos y surcos largos (300-400 metros) en suelos arcillosos.

En el país, uno de los principales problemas detectados en riego por surcos, es la falta de acondicionamiento mínimo del terreno para el riego superficial que incluya el despedregado y emparejamiento del suelo. En general, movimientos de tierra de hasta 300 metros cúbicos por hectáreas ( $m^3/ha$ ) son considerados viables económicamente, con el objeto de dejar el suelo con una pendiente uniforme que facilite la conducción del agua por las regueras y el escurrimiento del agua a lo largo del surco de riego. Una tecnificación más avanzada en el riego superficial es el reemplazo de las acequias de cabecera por un sistema de tuberías a baja presión (riego californiano, **Foto 3**). Este tipo de tecnología permite controlar el caudal y tiempo de riego aplicado a cada surco, optimizando la aplicación de agua de riego, alcanzándose eficiencias del orden del 65%.

**Foto 3.**  
Control de los caudales de riego por medio del sistema de riego californiano, para mejorar la eficiencia de aplicación del riego por surcos en huertos frutales.



En las últimas décadas, el diseño de plantaciones de huertos nuevos, con frecuencia incluye el establecimiento de riego por goteo o microaspersión, con eficiencias del orden de 85% a 90%. Por ejemplo, si un agricultor tiene derechos de agua equivalentes a 50 l/s, con riego por surcos podría regar un equivalente a 29 hectáreas en máxima demanda, considerando una demanda neta en riego por surcos de 1.7 l/s/ha para la zona central de Chile. Con el mismo caudal, regaría aproximadamente 55 hectáreas, considerando una demanda neta en riego por goteo de 0.9 l/s/ha en la misma zona agroecológica.

Además del incremento de la superficie de riego seguro, la implementación de riego presurizado (goteo, microaspersión o microjet) tiene múltiples ventajas que se relacionan con la uniformidad del huerto, tanto en aspectos vegetativos (área foliar, material de poda, estructuración del árbol) como reproductivos (calibre y calidad frutos). Mediante el riego presurizado, el productor puede controlar en forma eficiente la cantidad de agua aplicada, pudiendo incluso implementar sistemas de inyección de fertilizantes disueltos en la línea de riego. Por otro lado, la incidencia de malezas y el control de plagas y enfermedades se ve favorecido al poder controlar el agua aplicada o dirigirla hacia la zona de raíces.

## **5. PERÍODOS FENOLÓGICOS CRÍTICOS DE RIEGO**

En la zona central de Chile, en años normales la cantidad de precipitación es tal que el agua caída es suficiente para permitir un buen desarrollo de raíces, sin necesidad de regar incluso hasta pasado cuaja, en suelos arcillosos con buena retención de agua. El mayor problema ocurre en suelos arenosos y años secos, en que la precipitación no es suficiente para llevar al suelo a capacidad de campo. En estas condiciones, se recomienda el monitoreo del agua en el suelo y, de ser posible, la aplicación de agua de riego de manera de permitir un adecuado crecimiento de raíces en el suelo.

En general, en todas las especies frutales, el período fenológico más crítico es el de floración y cuaja de frutos. En segundo término, durante la maduración se determina en parte el calibre de los frutos, por lo

que un déficit hídrico provocará un detrimento en la calidad de la fruta. La sensibilidad al déficit hídrico en floración es tal, que en ocasiones se recomienda un déficit hídrico moderado en floración en cítricos de manera de controlar el exceso de carga.

En frutales de hoja caduca, existen períodos fenológicos críticos, que requieren de un contenido de agua en suelo adecuado para producir fruta de buena calidad. A continuación se entregan algunas recomendaciones generales para el manejo del riego en las distintas etapas fenológicas de frutales de carozo.

- **Pre-floración**

El crecimiento de raíces comienza, en la mayor parte de las especies, en el mes de Agosto. El suelo debe tener un contenido de agua adecuado, es decir, capacidad de campo, para que el árbol sea capaz de desarrollar un buen sistema de raíces antes de la floración.

- **Floración y cuaja**

Una humedad adecuada en el suelo, aproximadamente un mes después de plena floración, es crítica para el crecimiento de raíces, la cuaja de los frutos y favorece la división celular durante las primeras etapas del desarrollo del fruto. Al contrario, en épocas de sequía o cuando el agua disponible durante este período es limitada, se recomienda ralea temprano de manera de regular la carga de acuerdo a la disponibilidad de riego.

- **Crecimiento de frutos – variedades tempranas**

Se recomienda que en variedades de frutales de carozo más tempranas (damascos, ciruelas tempranas, nectarines y duraznos que maduran hasta mediados de enero), debe evaluarse el agua aportada por las lluvias y regarse adecuadamente desde floración hasta cosecha para asegurar el calibre final de la fruta. En estas variedades no se puede realizar régimen deficitario, ni excesivo de humedad.

- **Crecimiento de frutos – variedades medias a tardías**

Para frutales de carozo, en variedades medias a tardías, el calibre no se incrementa significativamente entre noviembre y mediados de enero. El déficit hídrico durante este período afecta el crecimiento de hojas y brotes, pero no el calibre de la fruta. Este manejo se conoce como Riego Deficitario Controlado (RDC) y puede representar un ahorro cercano a 1000 m<sup>3</sup>/ha, que equivale al 10 a 20% de agua aplicada en un huerto comercial. Esta tecnología, no se puede aplicar a pomáceas, kiwis, paltos, cítricos ni frutos de baya.

En las últimas 6 a 8 semanas previas a cosecha, se recomienda siempre mantener un contenido óptimo de agua en el suelo, con el fin de favorecer el crecimiento del fruto por expansión celular, optimizando la acumulación de azúcares en el fruto.

- **Post-cosecha**

En este período, lo ideal es mantener capacidad de campo. Sin embargo, se puede disminuir el riego después de cosecha, pero nunca a niveles que causen aflicción severa que induzca pérdidas de hojas. Un buen manejo del riego en post cosecha, asegura una buena acumulación de los nutrientes en el árbol y que estarán disponibles para brotación, cuaja y el desarrollo temprano de tallos en la próxima primavera.

## 6. INSTRUMENTAL DE APOYO A LA PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL RIEGO

La programación del riego generalmente se basa en la medición directa o en cálculos de balance de agua en el suelo. En estos últimos, se efectúa un balance en el que el cambio en contenido de agua en el suelo en un determinado tiempo, está dado por la diferencia en entradas de agua al sistema (riego más precipitación) y las pérdidas (escorrentía superficial más drenaje más evapotranspiración). Existen varios instrumentos disponibles en el mercado que permiten medir el contenido de agua en el suelo: tensiómetros (**Foto 4**), bloques de yeso (Watermark, **Foto 5**), aspersor de neutrones, métodos gravimétricos y

**Foto 4.**  
Tensiómetros  
instalados a  
diferentes  
profundidades,  
de apoyo a la  
programación  
del riego en el  
huerto frutal.



**Foto 5.**  
Bloques de yeso  
tipo watermark  
y lector electrónico,  
de apoyo a la  
programación  
del riego en el  
huerto frutal.

métodos basados en capacitancia. Siempre es conveniente recordar que el suelo es heterogéneo y se requerirá de un buen número de sensores para representar en forma adecuada el contenido de agua del suelo (Jones, 2004).

Se debe comprobar y asegurar una buena aplicación del agua de riego, de manera que sea uniforme a lo largo y entre hileras, monitoreando la humedad del suelo explorado por las raíces de los árboles. Dependiendo de la extensión del huerto y de las posibilidades económicas del productor, se pueden plantear distintas técnicas y equipamiento. La

práctica más elemental consiste en explorar el suelo por medio de calicatas o barreno (Foto 6), verificando por medio del tacto el grado de humedad (Foto 7). También se puede utilizar el tensiómetro que es un instrumento que mide la fuerza con que el agua es retenida por el suelo. Este instrumento indica, cuando marca entre 0 y 10 centibares (cb), que el suelo está recién regado y está cercano a saturación. Si los valores van entre 10 y 30 cb, indica que el suelo está a capacidad de campo y no requiere de riego. Entre los 30 y 60 cb, indica que el agua está retenida en el suelo y que dependiendo de la sensibilidad al estrés



**Foto 6.**  
Uso del barreno para la evaluación del contenido de agua del suelo de un huerto frutal.

**Foto 7.**  
Evaluación del contenido de agua del suelo por medio del tacto en un huerto frutal.



hídrico de la especie y variedad, habrá que regar o no. En riego por surcos se recomienda la instalación de dos unidades, una al lado Este del árbol y el segundo a una distancia de 30 a 45 cm del surco de riego. En general, las lecturas de tensiómetro recomendadas antes del riego en riego por surcos en frutales, fluctúan entre 40 a 50 cb para frutales de hoja persistente y 50 a 60 cb para especies de hoja caduca.

En el caso del riego por goteo donde la aplicación del agua es en general diaria, el tensiómetro permite corroborar si la programación del riego realizada, es correcta. El tensiómetro debe instalarse en la zona del bulbo húmedo, cercano a la lateral o portagoteros, y debe marcar valores entre 15 a 30 cb (capacidad de campo) previo al riego.

Técnicas de monitoreo o control de riego más sofisticadas se basan en la capacitancia del suelo tales como sondas FDR (Frequency Domain Reflectometry) o TDR (Time Domain Reflectometry). La sonda capacitiva está compuesta de una barra sobre la cual está impreso un circuito eléctrico que conecta sensores. Estos se pueden montar cada 10 centímetros, hasta una profundidad de 1,5 metros. Una estación de monitoreo puede constar de una, dos o hasta tres sondas: una en la hilera y una o dos en la entrehilera.

En cualquier caso, es conveniente recordar que se debe chequear el contenido de agua en el suelo en toda la profundidad de suelo explorada por las raíces del árbol, teniendo en cuenta que cerca del 70% de las raíces se concentra en la primera mitad del perfil explorado por las raíces del árbol.

Un tercer método de programación del riego, es la medición del grado de estrés hídrico en la planta, lo que permitiría evaluar desde una perspectiva más realista e integral el manejo del riego en el huerto. En la última década, se han validado una serie de sensores e instrumentos que permiten evaluar el grado de estrés en la planta, tales como: cámara de presión (cámara de Scholander, **Foto 8**), porómetro y sensores térmicos, sensores de flujo de savia y sensores de expansión de tronco, entre otros. Si bien es cierto, estas técnicas continúan desarrollándose y perfeccionándose activamente, a nivel de productor comercial se han obtenido buenos resultados mediante el uso de la cámara de presión o de



**Foto 8.** Cámara de Scholander para la medición del potencial hídrico de árboles de cerezo, como apoyo a la programación del riego en el huerto frutal.

Scholander. En el **Cuadro 4**, se presentan valores de potenciales críticos para el decidir el riego, en diferentes tipos de variedades de ciruelos, adaptados a partir de estudios desarrollados en California.

**Cuadro 4.** Niveles óptimos de potencial hídrico del xilema al mediodía (MPa), a lo largo de la temporada, en diferentes tipos de variedades de ciruelos.

*(Adaptado de Shackel, UCD, EE.UU.)*

| Tipo de variedad | Mes, potencial del xilema (MPa) |      |      |      |       |      |      |
|------------------|---------------------------------|------|------|------|-------|------|------|
|                  | Sep                             | Oct  | Nov  | Dic  | Enero | Feb  | Mar  |
| Temprana         | -0,6                            | -0,8 | -0,9 | -1,0 | -1,2  | -1,3 | -1,4 |
| Media            | -0,6                            | -0,8 | -0,9 | -1,1 | -1,2  | -1,3 | -1,5 |
| Tardía           | -0,7                            | -0,9 | -1,0 | -1,1 | -1,2  | -1,4 | -1,5 |

- Lista de Chequeo**

A continuación, se presenta una lista de chequeo con el fin de resumir los principales parámetros que deben revisarse para asegurar la disponibilidad y calidad del agua de riego.

| Parámetro  | Fuente o medio de adquisición  | Utilidad  |
|--|--|---|
| Análisis físico-químico, con resultados de: conductividad eléctrica, RAS, sólidos en suspensión, sólidos solubles, pH, Manganeso, Hierro y Acido Sulfhídrico del agua. | Laboratorio especializado en análisis de agua de riego.  | Verificar la calidad físico-química del agua, comprobando el nivel del riesgo: de salinización del suelo; de reducción de la infiltración del suelo; y de obstrucción de los emisores.                        |
| Análisis biológico<br>Análisis de coliformes totales.  | Laboratorio especializado en análisis de agua de riego.  | Verificar la calidad biológica del agua, comprobando que se encuentra libre de patógenos y que el contenido de coliformes es inferior a la NCh 1333, o a la norma específica del país de destino de la fruta. |
| Número de acciones del canal o curso de agua   | Título de dominio vigente e inscrito en el respectivo Conservador de Aguas.                    | A partir de estadísticas de caudales, estimar el $Q_{85\%}$ disponible a nivel predial  |
| Caudal de pozo profundo  | Prueba de Bombeo o título de dominio vigente e inscrito en el respectivo Conservador de Aguas. | Estimar directamente el $Q_{85\%}$ disponible para el riego a nivel predial.  |
| $ET_o$ y $K_c$   | Publicaciones científicas y divulgativas nacionales. FAO-56.                                   | Estimar la demanda evapotranspirativa del cultivo, calculando la superficie máxima de riego dada cierta disponibilidad de agua.   |

## 7. ANEXO

## EJEMPLOS DE CÁLCULO

**Ejemplo 1.**

Uso de los coeficientes de cultivo en cerezo.

A partir de los coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) sugeridos en FAO-56, se puede estimar la  $ET_c$  de un huerto de cerezos sin cobertura vegetal (zonas con heladas).

De acuerdo al Cuadro 3, los  $K_c$  adecuados para esta especie y manejo son:

$$K_c \text{ inicial} = 0,45 \quad K_c \text{ medio} = 0,95 \quad K_c \text{ final} = 0,70$$

Los  $ET_o$  medio mensuales en la temporada de riego, para la zona en estudio son:

$$\begin{array}{lll} ET_o \text{ oct} = 102,5 \text{ mm} & ET_o \text{ nov} = 141,3 \text{ mm} & ET_o \text{ dic} = 169,6 \text{ mm} \\ ET_o \text{ ene} = 180,0 \text{ mm} & ET_o \text{ feb} = 169,6 \text{ mm} & ET_o \text{ mar} = 141,2 \text{ mm} \end{array}$$

Para realizar una estimación de los requerimientos hídricos del huerto, es conveniente visualizar la duración de cada una de las fases (inicial, desarrollo, media y final o senescencia), basada en la mejor aproximación práctica que tengamos del cultivo.

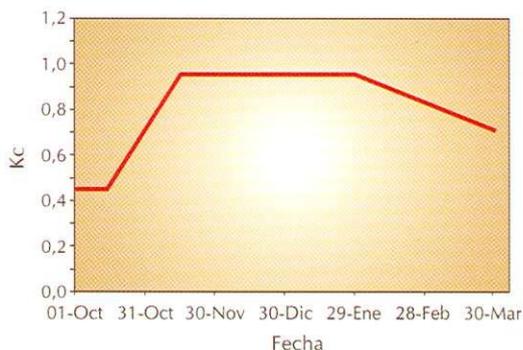
En la zona central de Chile, las fases se repartirían aproximadamente, de la siguiente manera:

- Fase inicial: 1 octubre al 15 de octubre (15 días, entre inicio floración y cuaja)
- Fase de desarrollo: 16 de octubre 15 de noviembre (31 días, máxima tasa de crecimiento de brotes)
- Fase media: 16 de noviembre al 31 de enero (77 días, cosecha y post cosecha)

- Fase final: 1 de febrero al 31 de marzo (59 días, follaje senescente)

A partir del  $K_c$  inicial equivalente a 0,45, se mantiene este valor durante toda la fase inicial del cultivo (1 al 15 de octubre). Para la fase de desarrollo, se aumenta proporcionalmente el valor de  $K_c$  desde un valor de 0,45 al término de la fase anterior (15 de octubre) hasta un valor máximo de 0,95 a alcanzar al término de la fase de desarrollo (15 de noviembre), equivalente al  $K_c$  medio para la especie frutal. El  $K_c$  medio equivalente a 0,95 se mantiene toda la fase media (16 de noviembre al 31 de enero). Para la fase final, se disminuye proporcionalmente el valor de  $K_c$  desde un valor de 0,95 al término de la fase anterior (31 de enero) hasta un valor mínimo de 0,7 a alcanzar al término de la fase final (31 de marzo), equivalente al  $K_c$  final para la especie frutal (**Figura 2**).

A partir de la  $ET_o$  medio mensual de la zona, multiplicando el valor diario de  $ET_o$  por el  $K_c$ , se puede estimar la cantidad de agua que evapotranspira un huerto de cerezos en las condiciones dadas (**Cuadro 5**). Por ejemplo, en la fase inicial, una  $ET_o$  media mensual en octubre de 102,5 mm, que equivale a 3,31 mm/d (102,5 mm : 31 días). Al multiplicar diariamente por el  $K_c$  inicial de 0,45 y por los quince días que dura la primera etapa, se tiene que la  $ET_c$  de la fase inicial del huerto de cerezos es de 22 mm (3,31 mm/d x 0,45 x 15 días). De esta forma, computando la  $ET_c$  en cada etapa, el huerto de cerezo requeriría 770 mm de agua netos, equivalentes a 7700 m<sup>3</sup>/ha.



**Figura 2.** Coeficiente de cultivo de cerezos durante la estación de desarrollo del cultivo.

**Cuadro 5.** Evapotranspiración del cultivo de cerezo por etapa de desarrollo, computada a partir de coeficientes de cultivo y  $ET_0$  medio mensuales.

| Etapa      | Duración (días) | Inicio-Término  | $K_c$                  | $ET_0$ (mm) | $ET_c$ (mm) |
|------------|-----------------|-----------------|------------------------|-------------|-------------|
| Inicial    | 15              | 1 oct - 15 oct  | 0,45                   | 50          | 22          |
| Desarrollo | 31              | 16 oct - 15 nov | ascendente hasta 0,95  | 124         | 89          |
| Media      | 77              | 16 nov - 31 ene | 0,95                   | 420         | 399         |
| Final      | 59              | 1 feb - 15 abr  | descendente hasta 0,70 | 311         | 259         |
| Total      | 182             | -               | -                      | 904         | 770         |

### Ejemplo 2.

#### Riego por surcos en cerezos, suelo arcilloso, agua derivada de un curso superficial con afloros.

Un predio posee 6,03 acciones captadas a través de un canal derivado de un río de la zona central de Chile, que se subdivide en 1123 acciones. En el **Cuadro 6**, se presenta la estadística media mensual del canal en el mes de enero. Si se consideran despreciables las pérdidas por conducción entre la bocatoma y el predio, se requiere estimar el caudal disponible con 85% de probabilidad de excedencia, disponible para el riego del predio.

**Cuadro 6.** Caudales medios mensuales en el río y en el predio.

| Temporada | Caudal medio mensual en el río ( $m^3/s$ ) | Caudal medio mensual en el predio (L/s) |
|-----------|--|---|
| 1981-1982 | 5,19                                       | 27,9                                    |
| 1982-1983 | 10,51                                      | 56,4                                    |
| 1983-1984 | 7,04                                       | 37,8                                    |
| 1984-1985 | 8,00                                       | 43,0                                    |
| 1985-1986 | 5,23                                       | 28,1                                    |
| 1986-1987 | 6,50                                       | 34,9                                    |
| 1987-1988 | 8,38                                       | 45,0                                    |
| 1988-1989 | 5,08                                       | 27,3                                    |
| 1989-1990 | 4,60                                       | 24,7                                    |
| 1990-1991 | 3,48                                       | 18,7                                    |
| 1991-1992 | 4,67                                       | 25,1                                    |

continuación Cuadro 6.

|           |      |      |
|-----------|------|------|
| 1992-1993 | 5,43 | 29,2 |
| 1993-1994 | 5,98 | 32,1 |
| 1994-1995 | 5,37 | 28,8 |
| 1995-1996 | 5,03 | 27,0 |
| 1996-1997 | 2,82 | 15,1 |
| 1997-1998 | 6,83 | 36,7 |
| 1998-1999 | 3,43 | 18,4 |
| 1999-2000 | 3,77 | 20,2 |

A partir de la estadística de caudales en bocatoma del canal, se calcula el caudal que corresponde al número de acciones del predio (caudal medio mensual x 6,03 : 1123).

Luego, se ordenan en orden decreciente los caudales medios mensuales, asignándole una probabilidad de ocurrencia ( $P = \text{número de orden} : \text{total de datos} + 1$ ). Se comprueba en el **Cuadro 7**, que el caudal correspondiente al 85% de probabilidad de ocurrencia equivale a 18,7 l/s.

**Cuadro 7.** Cálculo de caudal disponible a nivel predial con 85% de ocurrencia.

| Número de orden | Caudales ordenados(L/s) | Probabilidad de Excedencia (%) |
|-----------------|-------------------------|--------------------------------|
| 1               | 56,4                    | 5                              |
| 2               | 45,0                    | 10                             |
| 3               | 43,0                    | 15                             |
| 4               | 37,8                    | 20                             |
| 5               | 36,7                    | 25                             |
| 6               | 34,9                    | 30                             |
| 7               | 32,1                    | 35                             |
| 8               | 29,2                    | 40                             |
| 9               | 28,8                    | 45                             |
| 10              | 28,1                    | 50                             |
| 11              | 27,9                    | 55                             |
| 12              | 27,3                    | 60                             |
| 13              | 27,0                    | 65                             |
| 14              | 25,1                    | 70                             |
| 15              | 24,7                    | 75                             |
| 16              | 20,2                    | 80                             |
| <b>17</b>       | <b>18,7</b>             | <b>85</b>                      |
| 18              | 18,4                    | 90                             |
| 19              | 15,1                    | 95                             |

Considerando que el  $Q_{85\%}$  del predio equivale a 18,7 l/s, se necesita estimar el área a regar por surcos, si se cultivan cerezos sin cobertura vegetal, en una zona cuya EB media es de 8,3 mm/d. Aplicando el coeficiente de bandeja ( $K_b = 0,7$ ), es determinar que la  $ET_o$  del sector equivale a 5,81 mm/d (8,3 mm/d x 0,7). Del Cuadro 1, se obtiene el  $K_c$  para máxima demanda en cerezos, equivalente a 0,95. Luego, la  $ET_c$  del cerezo es de 5,52 mm/d (5,81 mm/d x 0,95).

Si se riega por surcos con una eficiencia del 50%, se requiere de 11,04 mm/d (5,52 mm/d : 0,50), equivalente a 110,4 m<sup>3</sup>/há/d, igual a 1,28 l/s/há. Por lo tanto, la superficie máxima a regar equivale a 14,6 há (18,7 l/s : 1,28 l/s/há).

El huerto está establecido en un suelo franco con una retención de 120 mm de agua/metro de suelo, las raíces exploran un metro de profundidad, y se decide el riego con un umbral del 50%. En otros términos, se realizará el riego cuando se agote la mitad del agua aprovechable, cuando se agoten 60 mm por efectos de la evapotranspiración del cultivo. Se sabe que en promedio, el huerto evapotranspira 5,52 mm/d en los meses de máxima demanda. Luego, para efectos de diseño y programación, los riegos en este período deben efectuarse en promedio cada 11 días (60 mm : 5,52 mm/d), reponiendo por medio del riego la fracción evapotranspirada.

### Ejemplo 3.

#### Riego por goteo en almendros, suelo arenoso, agua derivada de pozo profundo.

Un predio posee un pozo profundo que entrega 30 l/s ( $Q_{85\%}$ ). Se necesita estimar el área a regar por goteo, si se cultivan almendros sin cobertura vegetal, en la localidad de Rancagua, cuyo  $ET_o$  media diaria en enero es de 5,8 mm/d.

Del Cuadro 1, se obtiene el  $K_c$  para máxima demanda en almendros, equivalente a 0,90. Luego, la  $ET_c$  del almendro es de 5,22 mm/d (5,8 mm/d x 0,90).

Si se riega por goteo con una eficiencia del 90%, se requiere de 5,8 mm/d (5,22 mm/d : 0,90), equivalente a 58 m<sup>3</sup>/há/d, igual a 0,67 l/s/há. Por lo tanto, la superficie máxima a regar equivale a 44,77 há (30 l/s : 0,67 l/s/há).

El huerto está plantado en un suelo arenoso con 40 mm de agua/metro de suelo, y las raíces exploran un metro de profundidad. Como en riego por goteo, se ocupa frecuentemente el criterio de la reposición diaria de la lámina de riego, diariamente el sistema de riego debiera ser capaz de regar 5,8 mm/d en máxima demanda, equivalente a 5,8 l/m<sup>2</sup>/d ó 58 m<sup>3</sup>/ha/d de agua.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, G.G., L.S. Pereira. and D.M. Raes. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. United Nations FAO, Rome. Irrigation and Drainage Paper N° 56.
- Ayers, R.S., and D.W. Westcot. 1987. Calidad del agua para la agricultura. Cuadernos de riego y drenaje N°29. FAO. Roma
- Ferreira, E., R; Sellés, van Sch., G. (ed) 2007. Manejo del riego y suelo en palto. 120 p. Boletín INIA N° 160. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, La Cruz, Chile.
- Jones, H. G. 2004. Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. Journal of Experimental Botany 2004 55(407):2427-2436
- Nissen, M., V. J. Garay, M.M. Aguilera y, E.Valenzuela. 2000. Calidad de aguas subterráneas de la Décima Región de Chile. Agro Sur, Vol. 28, N° 1, pp. 25-39
- Santibáñez, F., Uribe, J. 1990. Atlas Agroclimático de Chile. Depto. Ingeniería de Suelos. Laboratorio de Agroclimatología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. FONDECYT. PROY 89/ 901
- Schneider, H. 2003. Dry Season Information: Stone fruit AG1036. Information about the Department of Primary Industries. The State of Victoria, Australia. Available at <http://www.dpi.vic.gov.au/dpi/index.htm> Accessed 15 October 2007.

# PLANTACIÓN DE FRUTALES

**Gamaliel Lemus S.**

*Ing. Agr. M.Sc., INIA-Rayentué*

## 1. INTRODUCCIÓN

La decisión de plantar se toma considerando el clima (capítulo 1) y el suelo (capítulo 4) que predominan en el predio en cuestión. La forma de regar también es un factor determinante para decidir cómo se va a plantar (capítulo 5). Al momento de tomar las decisiones se debe definir el marco de plantación y se debe privilegiar la orientación Norte-Sur de las plantaciones, para aprovechar de la mejor manera la luz solar. Esto sólo puede hacerse en condiciones de riego mecanizado, donde se pueden soslayar los problemas de relieve del suelo.

También la distancia de plantación debe contemplar un análisis del suelo, especialmente referido a su fertilidad natural, textura y estructura, así como a las características de la planta: especie, portainjerto y cultivar. Además, a la decisión de trabajar en alta densidad o a densidades convencionales, la conducción y la poda que se programa. Algunos de estos elementos se discuten a continuación.

## 2. MARCO DE PLANTACIÓN

Puede ser en cuadrado o en rectángulo. Por ejemplo, los huertos de duraznero a 5 m x 5 m ó a 6 m x 6 m fueron muy populares en la década de los años 70's. Esta distancia obedecía a la necesidad de regar por surcos y a controlar las malezas en forma mecánica, tanto en la dirección del riego, como en forma perpendicular al mismo. Hoy día, especialmente con el desarrollo del control de malezas basado en productos químicos, no es necesario pasar maquinaria en dirección perpendicular al riego. Por lo tanto, tampoco se requiere un espacio mayor entre plantas sobre la hilera. Es recomendable, entonces consi-

derar que la distancia entre hileras debe ser entre 1,5 metros a 3 metros mayor que sobre la hilera (**Foto 1**), de acuerdo a la envergadura de la planta (la diferencia menor para duraznero y la mayor para nogal, por ejemplo) y a la forma de conducción del huerto (copa con mayor diferencia, respecto al eje central).



**Foto 1.** Huerto de nogal cv 'Serr' plantado a 6 x 8 metros.

### 3. ORIENTACIÓN DE LAS HILERAS

La orientación Norte-Sur permite que la hilera de plantas, reciba durante más tiempo la luz solar, por ambas caras del seto de los árboles (**Foto 2**).

La plantación, propiamente tal, es un proceso que requiere cuidados que el productor debe tener presentes, los cuales son indispensables para conseguir el máximo crecimiento de la planta en las primeras temporadas y un adecuado desarrollo, para una pronta entrada en producción.

Dada la definición de la calidad de planta en el vivero (capítulo 3) y la preparación de suelo (capítulo 4), todavía debe ponerse énfasis en los aspectos que se señalan a continuación. Todas las indicaciones que se consideran en este capítulo suponen la manipulación del árbol en la época de letargo invernal, es decir con una prácticamente absoluta



**Foto 2.** Huerto de nogal establecido con orientación Norte-Sur.

inactividad en raíces y yemas. Si el árbol muestra manifestaciones de desarrollo radical o brotación, situación que debe evitarse para conseguir efectivamente una buena plantación, se debe tratar como planta de hoja perenne.

#### **4. MANEJO DE LA PLANTA DE FRUTALES DE HOJA CADUCA**

Desde el vivero a la plantación definitiva la planta se expone a deshidratación y oxidación de raíces, lo que significa una pérdida en el potencial de crecimiento rápido de la planta en el huerto (**Foto 3**). Para evitar este trauma se debe programar la plantación inmediatamente después del arranque de la planta en el vivero. Lo ideal es que el árbol no se someta al proceso de “barbecho”, o almacenaje a la intemperie con la zona radical cubierta de suelo.

Experiencias de esta forma de plantar, muestran un crecimiento inicial mucho mejor y una mayor homogeneidad de desarrollo, que en huertos plantados luego de períodos largos de “barbecho”.

Dado que la situación ideal es difícil de conseguir, se deben extremar los cuidados en el manejo de la planta. Una vez sacadas del vivero,



**Foto 3.** Las plantas deben estar expuestas a la deshidratación y oxidación de las raíces el menor tiempo posible.

clasificadas y seleccionadas, las plantas se agrupan de 25 unidades, en el caso de frutales de carozo y pomáceas y de 10 en el caso de nogales. El productor debe revisar la totalidad de las plantas, para asegurar la homogeneidad del material a plantar. Se recomienda que el elemento con que se atan los grupos de árboles sea flexible y ceda, para evitar erosiones y estrangulamientos. Lo ideal es el empleo de cinta plástica ancha y se debe evitar el uso del cordel plástico. También existe el uso de mimbre y rafia que requieren un cuidadoso manejo para evitar daños a la corteza y a las yemas.

Los paquetes de plantas se deben proteger, especialmente sus raíces, de los factores ambientales que inducen deshidratación y oxidación. El almacenaje en cámaras de frío a  $4^{\circ}\text{C} \pm 2$ , con una humedad relativa de 98%, es la condición ideal. Si no se puede lograr debe protegerse las raíces, con aserrín, arena limpia, o una mezcla de ambos, que debe mantener humedad, pero no saturación, mientras dure este almacenaje o barbecho. El suelo o mezclas de suelo y arena no son medios recomendados para el barbecho, debido a que puede transferir patógenos y es difícil que llene los intersticios de las plantas para asegurar humedad en aquellas que están en el centro del paquete.

Es importante recalcar que la manipulación de las plantas debe hacerse cuidando de no dañar las yemas, especialmente si la planta se comercializa de “ojo dormido”.

## 5. MANEJO DE LA PLANTA DE HOJA PERENNE

Estas especies, así como el cerezo, el nogal y los arándanos, se cultivan en bolsas o se extraen a principios del invierno con un cepellón, es decir, un pan de suelo cubriendo las raíces. También se cultivan en contenedores, bolsas de polietileno que contienen el desarrollo radical de la temporada.

Durante la plantación realizada normalmente a salidas de invierno, el productor debe preocuparse que las raíces no estén constreñidas en el contenedor y que no se presenten enroscadas por las paredes de la bolsa, de manera que si se observa este problema, es necesario corregir, cuidadosamente, su orientación en el hoyo definitivo de plantación. De lo contrario, el crecimiento y desarrollo a través del tiempo hace que las raíces continúen con su crecimiento y estrangulen a la planta, la cual mostrará síntomas de detención de crecimiento, clorosis y falta de productividad, así como mala calidad de la fruta. En algunas situaciones la planta puede llegar a morir (**Fotos 4 y 5**).



**Fotos 4 y 5.** Una planta de nogal en contenedor, la que al ser revisada muestra evidentes signos de enroscamiento.

## 6. TRANSPORTE

El transporte puede ser importante fuente de deshidratación y daños en las raíces, especialmente en especies de hoja caduca. El ideal es el contenedor refrigerado, pero, de transportarse en un sistema convencional, se debe tener la mínima precaución de utilizar una carpa que evite el efecto del viento durante el viaje. De la misma forma, el transporte en contenedores que mantengan los grupos de plantas en un medio húmedo es lo ideal.

Si es necesario mantener las plantas en el predio antes de la plantación, se deben tomar todas las precauciones del barbecho, como las señaladas para el caso del vivero.

## 7. HOYO DE PLANTACIÓN

Debe contener ampliamente las raíces y, de ninguna manera queden raíces dobladas o quebradas después del proceso de plantación. Dependiendo del suelo, se debe descompactar sus bordes para evitar el sello de los macroporos y confinar el desarrollo de las raíces al volumen de suelo removido en el hoyo y no haya exploración del resto del suelo por las raíces. El hoyo de plantación puede recibir, en el fondo, fertilizantes que aporten fósforo (súper fosfato triple), potasio y magnesio (sulfato de potasio y de magnesio, respectivamente) (**Foto 6**). Pero se



**Foto 6.**  
Fertilización base aplicada al momento de la plantación.

debe evitar en forma absoluta el uso de las fuentes de nitrógeno y otras sales que son de fuerte reacción, como el sulfato de zinc y el ácido bórico, así como el guano fresco o solamente parcialmente descompuesto. En cualquier caso, es recomendable que los fertilizantes que se pueden colocar en el hoyo de plantación queden separados alrededor de 15 a 20 centímetros de las raíces. El sulfato, más soluble se desplazará en profundidad con las lluvias y los riegos, pero el fósforo, magnesio y potasio permanecerán interactuando con el suelo y pueden ser incorporados paulatinamente a la planta. Además, se puede incorporar nematicidas y, de ser necesario, fungicidas para el control de plagas y enfermedades (**Foto 7**).



**Foto 7.** Aplicación de nematicida al momento de plantar un huerto de nogales.

## 8. PLANTACIÓN EN SURCOS

No sólo se puede plantar en hoyos, sino que, dependiendo del suelo (suelos francos a arenosos, sin compactación se prestan para esta labor) y de la especie y calidad de la planta (duraznero más fácil que nogal, planta de ojo dormido más fácil que planta terminada) se puede plantar en un surco profundo, normalmente confeccionado con un arado acequiador, que permita una buena distribución de raíces (**Foto 8**).

El surco debe ser lo suficientemente profundo y ancho para contener cómodamente las raíces. Es recomendable haber subsolado, al menos en la línea de plantación, para dar mejor condición de suelo a las raíces que se desarrollarán inmediatamente después de plantado el árbol.



Foto 8. Plantación de duraznero en surco confeccionado con un arado acequiador.

## 9. ENMIENDAS DE SUELO

La corrección del pH del suelo a través de azufre o sales de calcio y la incorporación de materia orgánica corresponden a enmiendas que deben hacerse la temporada anterior a la plantación. Idealmente la preparación de suelos debe hacerse en verano añadiendo los correctores de pH o actividad orgánica para que se incorporen al suelo e interactúen con él, de manera que no reaccionen violentamente con la planta en invierno.

## 10. PROTECCIÓN POST – PLANTACIÓN

Son todas aquellas medidas recomendadas para proteger el árbol inmediatamente plantado.

- a) **Golpe de sol:** habitualmente las plantas de hoja perenne, mantenidas en semi sombra, sufren de quemadura, por golpe de sol, en hojas, ramas y troncos. Es recomendable, por lo tanto, utilizar pintura de color blanco para proteger estas partes del árbol.
- b) **Daño de lagomorfos:** en zonas aledañas a cerros o sectores no cultivados se debe poner una malla protectora o mantener un tratamiento de repelentes contra roedores. Esta práctica es esencial, en las hileras de la periferia del huerto.
- c) **Heladas:** en el caso de plantas de hoja persistente y en kiwi, el proteger los primeros estados de crecimiento contra heladas, así como el tronco durante los primeros inviernos, surge como una necesidad en zonas de riesgos climáticos.