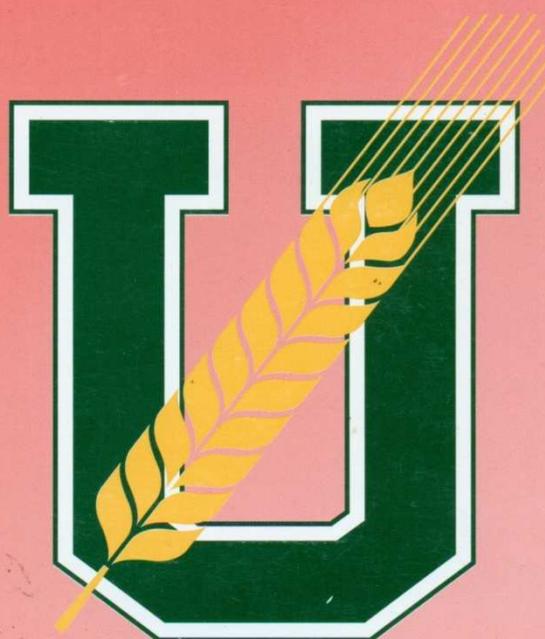




**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**AVANCES EN TÉCNICAS DE CULTIVO DE LA  
FRUTILLA: FERTIRRIGACIÓN, USO DE AGUA,  
CONTROL DE PLAGAS Y CALIDAD DE PLANTAS**

OCTUBRE 2003

PUBLICACIONES MISCELANEAS AGRICOLAS N° 52

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

Representante Legal: Mario Silva Genneville  
Director Responsable: María Verónica Díaz M.

**AVANCES EN TÉCNICAS DE CULTIVO DE LA FRUTILLA:  
FERTIRRIGACIÓN, USO DE AGUA, CONTROL DE  
PLAGAS Y CALIDAD DE PLANTAS**

Editor: María Verónica Díaz M.

Comité Editor: Ricardo Pertuzé Concha  
Paula Troncoso Uribe  
Marina Gambardella Casanova  
María Verónica Díaz M.

Para referencia bibliográfica citar: Universidad de Chile  
Fac. Cs. Agronómicas  
Publicaciones Misceláneas Agrícola N° 52

Dirigir correspondencia a: Dirección de Publicaciones  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de Chile  
Casilla 1004  
Santiago, Chile

For bibliographical reference, cite as follows: Universidad de Chile  
Fac. Cs. Agronómicas  
Publicaciones Misceláneas Agrícola N° 52

Mail Adress: Dirección de Publicaciones  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de Chile  
Casilla 1004  
Santiago, Chile

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización de los autores

Impresa por Chrisver Gráfica Ltda.

**ISSN 0378-8040**

ISSN 0378-8040

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

**AVANCES EN TÉCNICAS DE CULTIVO DE LA FRUTILLA:  
FERTIRRIGACIÓN, USO DE AGUA, CONTROL DE  
PLAGAS Y CALIDAD DE PLANTAS**

Editor: María Verónica Díaz M.

Esta publicación fue financiada por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA),  
proyecto FIA-PR-V-2003-1-A-2003

PUBLICACIONES MISCELÁNEAS AGRÍCOLAS N° 52

SANTIAGO - OCTUBRE 2003



## PALABRAS DEL EDITOR

Esta Publicación se genera como resultado de la realización del Seminario **“Avances en técnicas de cultivo de la frutilla: fertirrigación, uso de agua, control de plagas y calidad de plantas”** (octubre de 2003). Esta actividad de extensión fue coordinada por la Dirección de Extensión de la Facultad de Ciencias Agronómicas, **Universidad de Chile** y patrocinada por la **Fundación para la Innovación Agraria (FIA)**.

El sector productivo ha demostrado un creciente interés por el cultivo de la Frutilla, tanto por su alta demanda en fresco como procesada, por sus cualidades de color, forma, valor nutritivo, alto contenido de vitamina C y por sus propiedades anticancerígenas. Esta situación ha motivado a investigadores de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile a realizar esfuerzos por promover el cultivo y contribuir a resolver los problemas tecnológicos que se presentan en esta actividad productiva. A través del Centro de Investigación Tecnológica en Fragaria, **CINTEFra**, se han desarrollado diversos proyectos orientados a mejoramiento varietal, manejo, cultivo in vitro, saneamiento de material base, técnicas de propagación, marcadores moleculares para la identificación varietal, entre otros.

Durante el desarrollo de este seminario se dio a conocer aspectos relevantes en los aspectos más importantes que enfrentan actualmente los agricultores. Estos, conjuntamente con técnicos e investigadores coincidieron en señalar que los temas que merecían mayor atención para lograr buenos rendimientos y calidad de fruta, fueron desarrollados en este seminario.

En este contexto, el Seminario **“Avances en técnicas de cultivo de la frutilla: fertirrigación, uso de agua, control de plagas y calidad de plantas”**, dirigido a agricultores, técnicos y profesionales del rubro, con el fin de entregar conocimientos actualizados en los temas señalados, fue un éxito, convocando a más de 120 profesionales. Las charlas presentadas en este seminario se han editado para difundir los temas tratados a través de este documento.

**María Verónica Díaz M.**  
Editora

## CONTENIDO

	Pág.
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE PLANTAS DE FRUTILLA Marina Gambardella C., Ingeniero Agrónomo M.S.	1 - 6
PREPARACIÓN DE SUELO Y CONDICIONES PARA EL BUEN ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE FRUTILLAS M. Verónica Díaz M., Ingeniero Agrónomo M.S.	7 - 15
VARIETADES: SITUACIÓN ACTUAL E INTRODUCCIÓN DE NUEVAS ALTERNATIVAS Ricardo Pertuzé C., Ingeniero Agrónomo Ph.D.	17 - 23
MANEJO DE PLAGAS EN CULTIVOS DE FRUTILLA Jaime E. Araya, Ingeniero Agrónomo, M.S. Ph. D.	25 - 34
PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL CULTIVO DE LA FRUTILLA EN CHILE Jaime R. Montealegre A., Ingeniero Agrónomo	35 - 41
NUTRICIÓN MINERAL DE FRUTILLAS Jorge B. Retamales, Ingeniero Agrónomo, M.S. Ph. D.	43 - 51
RIEGO EN FRUTILLA Oscar Reckmann A., Ingeniero Agrónomo M. S.	53 - 62

## PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE PLANTAS DE FRUTILLA

Marina Gambardella C., Ing. Agr. M.S.  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de Chile

### ANTECEDENTES GENERALES

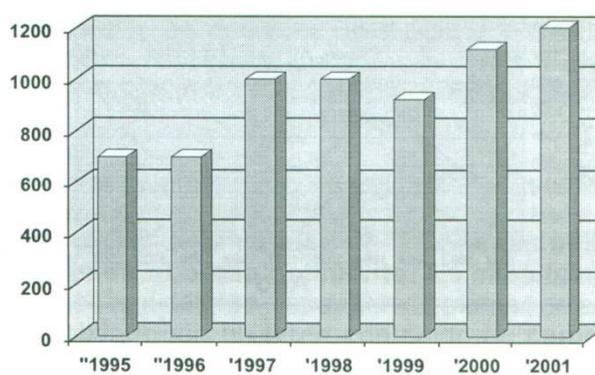
Es indudable que el avance de la fruticultura chilena en los últimos años, ha colocado el nombre de nuestro país entre los primeros en el mundo. Especies como uva, manzanas, kiwi, duraznos y nectarines, entre otros, se han desarrollado fuertemente y hoy se utilizan avanzadas tecnologías de producción permitiendo abastecer mercados cada vez más exigentes.

La frutilla sin embargo, no ha tenido este mismo desarrollo. De hecho, esta especie se ha mantenido por muchos años en niveles de producción y superficie muy limitadas, sin haber experimentado cambios sustantivos, ya sea en las tecnologías de producción como en la superficie destinada a su cultivo. Probablemente esta situación se deba a que la exportación de frutilla en condiciones de fruta fresca, principal incentivo de desarrollo para la mayor parte de la fruticultura chilena, no presenta las mismas ventajas competitivas que las especies antes mencionadas. En éstas últimas, la diferencia estacional con los principales mercados, ha sido probablemente el factor determinante.

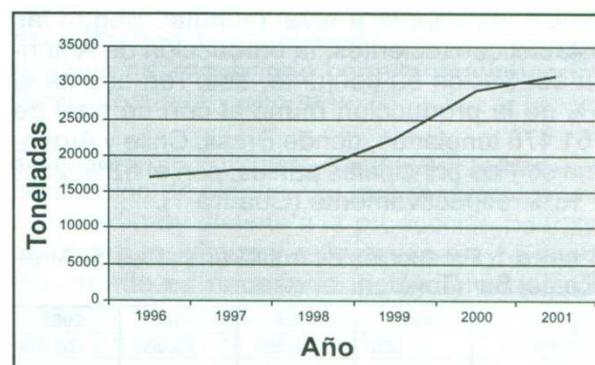
La frutilla en cambio, se produce en el hemisferio norte durante casi la totalidad de los meses del año. Es un producto altamente perecible, por lo tanto no es posible su traslado en barco y al mismo tiempo la alternativa aérea es de alto costo, porque es un fruto de alto peso específico. Estos factores influyen negativamente en el desarrollo de exportaciones de frutilla en fresco a los principales mercados consumidores que se encuentran en el hemisferio norte.

Sin embargo, si analizamos la evolución de la superficie nacional cultivada con frutillas en los últimos años, vemos que la situación está cambiando. En la Figura 1, se observa una clara tendencia al aumento de la superficie cultivada.

Esto es aún más evidente si vemos el aumento de la producción (Fig. 2). A contar de 1996, la producción nacional pasó de 17.000 toneladas, a 31.000 toneladas en el año 2001, y esta cifra llegó a 35.000 toneladas en el 2002. Aproximadamente el 25% de ésta, se destina a congelado.



**Figura 1** Evolución de la superficie cultivada de frutillas en Chile. (Asociación Chilena de la Frutilla, A.G., 2003)

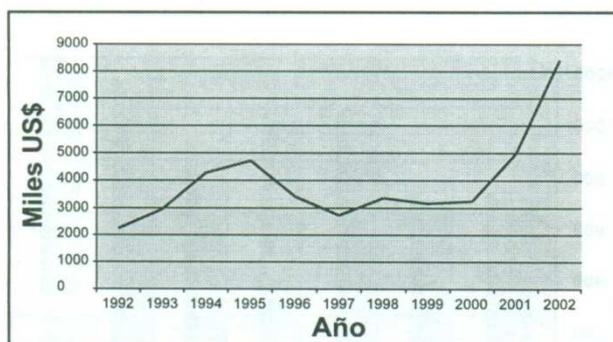


**Figura 2.** Evolución de la producción de frutillas en Chile. (Asociación Chilena de la Frutilla, A.G., 2003).

El aumento de los volúmenes exportados también es una clara evidencia del repunte de la frutilla. De hecho, este nuevo panorama se debe principalmente al aumento de la demanda y consecuente aumento de las exportaciones de frutilla

congelada como se observa en la Figura 3. El crecimiento del consumo interno es un factor que influye positivamente en este repunte del cultivo, lo cual es muy interesante ya que la frutilla es una especie con excelentes características nutricionales y tiene propiedades anticancerígenas y terapéuticas (Pridham, 1965; Macheix et al, 1977; Macheix y Fleuriet, 1986; Harborne, 1989; Herrmann, 1990a; Herrmann, 1990b)

El aumento de su consumo interno contribuye al mejoramiento de la calidad de la dieta de la población a nivel nacional.



**Figura 3.** Exportación de frutilla congelada en Chile (miles de US\$). (ODEPA, 2003)

Cabe señalar que a pesar de estos factores positivos, todavía estamos lejos de tener una presencia importante a nivel mundial. Según las estadísticas recientes, la producción de América del Sur en su conjunto, sólo representa el 5% de la producción mundial con un total de 161.478 toneladas, donde Brasil, Chile y Argentina son los principales países, con el 62%, 25% y 16% respectivamente (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Producción de frutilla en países de América del Sur (Ton).

	1996	1998	2000	2002
Argentina	19.550	25.280	23.000	26.400
Bolivia	1.500	1.500	1.810	1.815
Brasil	76.050	79.290	87.840	100.200
Chile	22.400	32.000	35.840	40.128
Colombia	15.260	15.300	22.934	27.562
Ecuador	590	640	650	650
Paraguay	2.240	2.215	3.094	3.100
Perú	15.249	6.831	10.249	8.812
Uruguay	s/i	s/i	s/i	5.250
Venezuela	4.000	3.600	3.600	3.600
<b>TOTAL</b>	<b>130.478</b>	<b>68.410</b>	<b>75.937</b>	<b>161.478</b>

Las buenas perspectivas para el cultivo de la frutilla en Chile son de gran interés para el sector agrícola nacional, ya que es una especie de alta demanda de mano de obra y por lo tanto tiene un alto impacto social, siendo una alternativa rentable también para pequeños agricultores. Sin embargo, es necesario avanzar y mejorar la tecnología de producción. Si Chile quiere figurar entre los principales países productores y exportadores de frutilla a nivel mundial, debe hacer un esfuerzo para mejorar la productividad e incorporar las nuevas tecnologías que han sido desarrolladas en otros países, pasando por un proceso de validación y adaptación a las condiciones locales de cultivo. De esta forma, esta especie se pondrá en sintonía con el resto de la fruticultura chilena. Un avance importante en esta dirección ha sido la iniciativa de empresarios, productores y técnicos vinculados al sector, al formar, hace ya tres años, la Asociación Nacional de la Frutilla. Mediante ésta, se han llevado a cabo diversas actividades técnicas que han contribuido significativamente al desarrollo de la especie.

En Chile, no existe un programa de investigación científica tecnológica coordinado a nivel nacional. En general, la investigación está basada en iniciativas aisladas que, aunque han contribuido a mejorar el cultivo, aún quedan muchos aspectos que deberán ser estudiados en profundidad. Se ha estimado que entre los factores más críticos del cultivo, se encuentran la fertilización, control adecuado de plagas y enfermedades, manejo hídrico y calidad y tipos de plantas para los diferentes objetivos. En el presente seminario se abordarán estos temas, para proporcionar a los agricultores algunas herramientas adicionales que contribuirán a una mejor planificación de sus explotaciones.

### Producción de plantas de frutilla

En esta dirección, en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile se ha creado el Centro de Investigación Tecnológica en *Fragaria* (**CINTEFra**) que es una entidad técnica, dependiente de la Universidad y que tiene por objetivo investigar y desarrollar tecnologías apropiadas en el cultivo de la frutilla. Este centro, está constituido por un equipo técnico especialista en diversas disciplinas que tienen ya una larga trayectoria en el tema.

Los objetivos de **CINTEFra**, se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Desarrollar tecnologías apropiadas para la producción de fruta, adaptadas a las diferentes zonas de cultivo.
2. Impulsar el cultivo a través de la difusión de tecnologías.
3. Dar asesoría técnica a agricultores y profesionales vinculados al sector.
4. Producir plantas madres de frutilla para abastecer viveros profesionales.
5. Introducir, evaluar y obtener nuevas variedades.
6. Incorporar biotecnologías al sistema para mejorar la calidad del producto y la eficiencia del proceso.

Uno de los principales proyectos desarrollados por **CINTEFra** es el de producción de plantas madres de frutillas de alta calidad, financiado por FONDEF, la Universidad de Chile y empresas privadas. En este proyecto, se desarrolló la tecnología e implementó la infraestructura necesaria, de tal forma de poner a disposición de agricultores y empresarios la posibilidad de producir un nuevo producto de exportación de alto valor agregado. Cabe señalar que la producción de plantas de frutilla en Chile tiene ventajas competitivas muy importantes, que hacen auspicioso el desarrollo de viveros. La idea es abastecer el creciente mercado latinoamericano y la alta demanda europea de plantas de frutilla. Algunas de estas ventajas son la amplia gama de latitudes y altitudes que permiten cumplir los requerimientos de frío y fotoperíodo de diferentes variedades. Además el aislamiento geográfico de nuestro país, tiene una incidencia muy favorable en la sanidad de las plantas. Por otra parte, Chile tiene la capacidad de producir en un período que coincide con las fechas de plantación del hemisferio norte, y por lo tanto, el período de conservación en frío de las plantas "frigoconservadas" es más corto, reduciendo así los riesgos y costos de producción, y al mismo tiempo un mejoramiento de la calidad en el producto final.

Si hacemos un pequeño ejercicio, en relación a la demanda de plantas de frutillas en Chile, vemos que esta actividad se justifica comercialmente en la medida que el mercado de exportación se desarrolle, ya que actualmente

el mercado nacional es limitado. La superficie de frutilla estimada en Chile es de 1.100 hectáreas, y considerando que la gran mayoría se cultiva en forma bianual, cada año se replantan aproximadamente 550 hectáreas. Por otra parte, la densidad promedio utilizada en este cultivo es de 52.000 plantas/Ha, lo cual significa una demanda anual de 28.600.000 plantas. Este volumen es posible obtenerlo con 36 hectáreas de vivero. La superficie utilizada con vivero en Chile actualmente es de 75 hectáreas, y por lo tanto la mitad de la producción es exportada a países como Brasil, México, Perú y Francia. Sin embargo, un desarrollo de la actividad de vivero en Chile, tendrá sin duda un impacto positivo en la producción de frutillas a nivel nacional, dando la posibilidad a los agricultores de acceder a distintas variedades y tipos de plantas de acuerdo a los objetivos particulares de cultivo.

Cabe señalar que uno de los factores que determinan en mayor medida el éxito de un huerto de frutillas, es la **calidad de las plantas utilizadas en el establecimiento**. Es importante que los agricultores dispongan de plantas de alta calidad, con un buen contenido de carbohidratos de reserva en sus raíces y corona, lo cual permitirá que se exprese la totalidad del potencial de rendimiento de la variedad que se está utilizando. Las plantas deben tener una sanidad comprobada y el manejo de vivero debe asegurar que la acumulación de horas frío y el régimen de fotoperíodo permita una inducción floral adecuada y oportuna.

Es importante entender, cómo es el proceso de producción de plantas, ya que el vivero es una actividad muy distinta a la producción de fruta, con características y exigencias muy diferentes, donde es necesario incluir una serie de técnicas modernas de laboratorio para asegurar un producto de alta calidad.

Un esquema del proceso de producción se presenta en la Figura 4. La planta se inicia con la extracción de un meristemo muy pequeño para asegurar que la primera planta sea sana, libre de virus y principales enfermedades. A partir de ese pequeño meristemo, cultivado y propagado en condiciones de vitro, se obtienen las plantas madres o plantas  $G_0$ . Estas se establecen en grandes contenedores con substrato fumigado y dispuestos al interior de

invernaderos especiales protegidos con mallas antiáfidos, denominados "Screen House". En estas condiciones se realiza una propagación a través de estolones, siendo posible obtener aproximadamente 100 plantas de cada planta madre en cada temporada (desde Octubre a Julio).

Posteriormente, la planta que se cosecha a partir de este "Screen House" (planta  $G_1$ ), se lleva al campo para establecer el bloque de incremento y se realiza nuevamente una multiplicación a través de estolones, esta vez se colocan las plantas directamente en suelo. Aunque la multiplicación en esta fase es a pleno campo, se mantienen condiciones de aislamiento del lugar donde se lleva a cabo el incremento. En este caso la tasa de multiplicación baja ligeramente, pudiendo obtenerse 80 plantas  $G_2$  por planta madre en cada temporada.

Esta planta  $G_2$  es utilizada por los viveristas para establecer el vivero comercial, el cual dará origen a la planta que es utilizada por los agricultores para la producción de fruta.

Dada las características naturales de propagación de la frutilla, al cosechar el vivero, tendremos plantas más grandes y plantas más pequeñas, por lo tanto de un vivero es posible obtener diversos calibres de plantas. Esto es una de los primeros factores de calidad. Nuestra experiencia, indica que plantas con un diámetro de corona inferior a 8 mm, influyen negativamente en la producción de fruta. Por el contrario, plantas con más de 13 mm. de diámetro tienen un claro efecto positivo en la producción. En Chile, no existe una tradición en la comercialización de diferentes calibres con precios diferenciados, sin embargo a medida que se avance en la tecnología de cultivo y se desarrolle más el viverismo, se establecerán tipos bien determinados de plantas para diferentes objetivos de producción y cuyos precios estarán acordes a las distintas categorías.

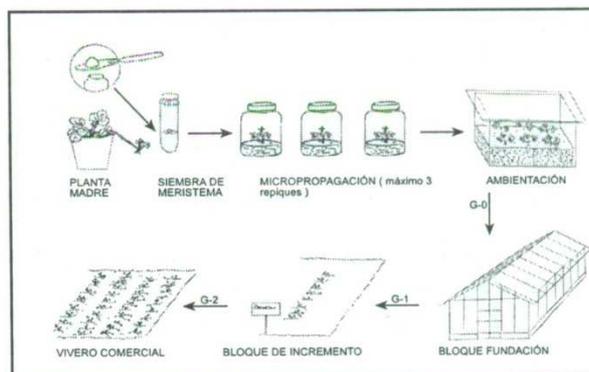


Figura 4. Esquema de producción de plantas de frutilla.

Los viveros comerciales deben cumplir con diversas exigencias para obtener plantas de buena calidad. En el proyecto antes indicado, se ha puesto a punto el procedimiento para llevar a cabo un buen vivero, estudiándose aspectos tales como: ubicación, fecha de plantación, variedades, fertilización, rendimientos, distancia de plantación, cosecha y condiciones de post-cosecha, entre otros.

En términos generales, para el buen desarrollo de un vivero se debe contar con terrenos muy arenosos para facilitar el desarrollo radicular, los cuales previo al establecimiento deben ser fumigados con bromuro de metilo asegurando una sanidad total. Se ha establecido que la zona que reúne las mejores características para esta actividad se encuentra entre la ciudad de Chillán y Los Angeles, ya que ahí se presentan las condiciones de fotoperíodo bien diferenciados en invierno y verano, facilitando la inducción de estolones (Octubre) y de flores (Marzo – Abril). Es decir, cuando se inicia el vivero en el mes de octubre, el largo del día va en aumento y las yemas ubicadas en la corona tienden a diferenciarse hacia estolones facilitando el proceso natural de propagación. Así, los estolones y plantas hijas van cubriendo el terreno a medida que avanza el desarrollo del vivero, hasta que éste alcanza una apariencia de pradera. A partir del mes de febrero, el largo del día es decreciente, por lo tanto se favorece la inducción floral, permitiendo que las nuevas plantas, que posteriormente usarán los agricultores, tengan yemas ya inducidas a flor. Las bajas temperaturas temprano en la temporada, también fa-

vorecen la inducción floral y al mismo tiempo permiten que la planta entre en receso antes de ser cosechada. Esto último hace posible la exportación de plantas frigoconservadas al mercado europeo.

Otro factor que caracteriza la zona al sur de Chillán, es la amplia disponibilidad de terrenos arenosos y suficientemente aislados de las principales zonas de producción de fruta. Esto último es muy aconsejable ya que se deben evitar las fuentes de contagio.

La fertilización también es un aspecto que determina la calidad de plantas y por lo tanto es de gran importancia en el manejo de viveros. Se sabe que un adecuado suministro de nutrientes tiene una alta incidencia en la capacidad de esas plantas de expresar el potencial productivo, y al mismo tiempo tiene efectos en la vida de post-cosecha de las plantas que deben mantener sus características durante un período largo de tiempo (caso de plantas frigoconservadas) luego de ser arrancadas. En este aspecto, **CINTEFra** ha realizado diversas investigaciones que permiten un protocolo adecuado, sin embargo es necesario seguir investigando para una dosificación de nutrientes más precisa que asegure resultados máximos.

En dependencia de la época de cosecha, es posible obtener dos tipos de plantas: **plantas frescas** (cosechadas en otoño) y **plantas frigoconservadas** (cosechadas en invierno). En el primer caso, las plantas son arrancadas del vivero en el mes de Abril, cuando aún no se ha iniciado el receso invernal. Así se procede a cortar parte del follaje, dejando las dos o tres hojas centrales para luego disponerlas en cajas de cartón o de madera con una bolsa plástica en su interior para evitar la deshidratación. Las plantas deberán ser refrigeradas lo antes posible, a una temperatura de  $-2^{\circ}\text{C}$ , y no debe transcurrir más de una semana desde que se arrancan hasta el momento en que son colocadas en el terreno definitivo. Las plantas frescas se usan para la llamada plantación de otoño especialmente adecuada en zonas de inviernos moderados, con influencia marina. Muchos agricultores de zonas más frías también realizan plantaciones de otoño para optimizar el uso de mano de obra, que en verano se concentra para

las labores de cosecha de fruta. Sin embargo, desde el punto de vista técnico esta práctica no es aconsejable.

Las plantas frigoconservadas son aquellas que se cosechan en el mes de Julio-Agosto en condiciones de receso invernal. Este tipo de plantas se somete a un proceso de acondicionamiento y empaque donde se seleccionan por calibres, se les elimina el exceso de tierra, se elimina la totalidad de las hojas, y se aplica además un fungicida para luego colocarlas en cajas de madera con una bolsa plástica en su interior. En el proceso de empaque, además, se agrupan las plantas en paquetes de 10 o 20 plantas y normalmente una caja contiene 600 plantas cuando son de calibre extra y 900 a 1000 plantas con calibre de primera. Esto puede variar según el vivero. Las plantas así embaladas se conservan en cámaras frigoríficas por un período de 5 a 6 meses a temperaturas de  $-2^{\circ}\text{C}$ . Este tipo de plantas son utilizadas por los agricultores para las plantaciones de verano durante el mes de enero.

En ambos casos es importante que los agricultores estén preparados para la plantación antes de recibir las plantas y deben cuidar que éstas no estén expuestas a altas temperaturas ni a condiciones que favorezcan la deshidratación. Se debe recordar que el sistema radicular de la frutilla es muy sensible a asfixia radicular y por lo tanto las plantaciones se realizan en camellones o platabandas de mínimo 30 centímetros de altura. Es muy importante que la preparación del suelo sea adecuada para lograr un buen establecimiento del cultivo. En el momento de la plantación se debe tener especial cuidado en establecer un sistema de plantación rápido, eficiente pero asegurando que las raíces queden totalmente extendidas y no se produzca un doblez en el extremo. Las raíces dobladas impiden que la planta se desarrolle correctamente ya que se produce una inhibición hormonal de la brotación de las yemas de la corona. Es por esto que el sistema de plantación debe asegurar que las raíces queden totalmente enterradas, apisonando el terreno para evitar bolsones de aire que también influyen negativamente en el buen establecimiento de la planta.

Estos son algunos aspectos de calidad de plantas y condiciones de establecimiento los cuales hemos querido enfatizar. En futuros seminarios, esperamos ir proporcionando mayores antecedentes para ayudar y facilitar la tarea a la cual se enfrentan los agricultores.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Chilena de la Frutilla A. G. 2003. Estadísticas.[En línea].

<http://www.chileanstrawberri.cl/estadisticas.htm>. [consulta: Septiembre 2003]

Harborne, JB. 1989. "Plant Phenolics" (Methods in Plant Biochemistry, Vol. 1) Eds. P.M. Dey y J.B. Harborne, Academic Press, San Diego.

Herrmann, K. 1990a. "Significance of hydroxycinnamic acid compounds in food. I. Antioxidant activity - Effects on the use, digestibility, and microbial spoilage of food". Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. 12, 137-144.

Herrmann, K. 1990b. "Significance of hydroxycinnamic acid compounds in food. II. Effects on the activity of food enzymes, alleged anti-thiamine effect, bitter taste, pharmacological effectiveness and therapeutic uses, and significance as anti-mutagens and anti-carcinogens".

Macheix, JJ. and Fleuriot, A. 1986. "Les dérivés hydroxycinnamiques des fruits". Bull. L. Groupe Polyphénols 16, 337-351.

Macheix, JJ.; Rateau, J.; Fleuriot, A and Bureau, D. 1977. "Les esters hydroxycinnamiques des fruits" Fruits 32(6), 397-405.

ODEPA. 2003. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Estadísticas de la agricultura chilena, Comercio exterior silvoagropecuario.[en línea]. <http://www.odepa.gob.cl>. [consulta: Septiembre 2003]

Pridham, JB. 1965. "Low molecular weight phenols in higher plants". Ann. Rev. Plant Physiol. 16, 13-16.

## PREPARACIÓN DE SUELO Y CONDICIONES PARA EL BUEN ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE FRUTILLAS

M. Verónica Díaz M., Ing. Agr. M.S.  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de Chile

### INTRODUCCIÓN

Antes de iniciar el período de producción de fruta, las plantas pasan por varias etapas de crecimiento y desarrollo. La etapa más crítica es la del establecimiento. Los expertos dicen que los primeros dos meses desde el establecimiento determinarán la productividad y el rendimiento de una plantación de frutilla. Si las plantas no reciben el cuidado y el manejo apropiado durante este período, es difícil recuperar su productividad. El período del establecimiento es crítico porque la capacidad de la planta de alcanzar un alto nivel de producción depende del crecimiento y el desarrollo de las raíces. Por eso, el agricultor debe proporcionar a las plantas un ambiente adecuado que permita el crecimiento y la extensión máxima de las raíces. Sólo así podrá lograr la máxima producción.

El éxito de un cultivo de frutillas depende de muchos factores, sin embargo, normalmente se atribuye mayor importancia a aspectos externos de producción, y no reconocemos la importancia de plantar en un suelo en el cual las características físico químicas sean las apropiadas.

En esta oportunidad intentaremos establecer las prioridades, en la elección del suelo y una correcta preparación de éste, para obtener plantas bien desarrolladas, capaces de competir con éxito con las denominadas plagas de la agricultura, cuales son las enfermedades, plagas y malezas.

Aún cuando diversos autores señalan que el cultivo de la frutilla se desarrolla en una amplia gama de suelos, las experiencias de campo, tanto en Chile como en el extranjero, nos indican que para obtener buenos resultados económicos, se debe contar con suelos que presenten bajo contenido de sales, buen drenaje y condiciones fitosanitarias adecuadas.

En relación al tipo de suelos, la creencia de que las frutillas se producen mejor en suelos arenosos, radica en que en este tipo de suelos se facilitan las prácticas culturales, tales como el drenaje. Aún cuando, desde un punto de vista estrictamente agronómico, un suelo con alta capacidad de retención de fertilizantes y buena capacidad de intercambio iónico (suelos de textura medio arcillosa) serían teóricamente preferibles a otro que no posea estas cualidades, como es el caso de suelos arenosos. (Villagrán, 1996)

Preferentemente la conductividad eléctrica debe variar entre 0,5 y 0,8 mmhos/cm. Se debe tener en cuenta que la planta de frutilla es muy sensible a la presencia de Na y Cl (Verdier, 1987).

### Preparación de Suelo

Entenderemos como preparación de suelo a toda manipulación física que se realiza, con la intención de modificar características no deseadas del terreno.

El objetivo específico de las labores previas al acolchado, como la preparación del terreno y plantación adquieren gran importancia cuando las características físico químicas del suelo no son las más adecuadas. La preparación de camellones suficientemente amplios, con tierra muy suelta pero firme, bien aireada, fértil, limpia de patógenos y malezas, con buen drenaje y con suficiente altura para evitar la retención de agua, son los primeros factores a considerar.

La preparación debe realizarse con anticipación (al menos 6 meses), de modo de realizar los trabajos con la humedad de suelo necesaria. Estas podrán ser más rápidas en caso de disponer de riego por aspersión.

La preparación de suelo debe tener dos metas principales:

1. Crear buen drenaje en el suelo y alrededor de la plantación.
2. Aflojar el suelo para reducir la compactación. Sea con arado o subsolador; se debe soltar el suelo hasta una profundidad de 60 cm.

Este trabajo permite:

- a) mejor infiltración del agua y nutrientes;
- b) desarrollo y crecimiento máximo de las raíces;
- c) buen drenaje en la zona de penetración radical.

Esta preparación preliminar es esencial para el desarrollo futuro de las plantas. También es indispensable considerar algunos aspectos en relación a la pendiente de la zona donde se llevará a cabo la plantación.

- a) eliminar zonas bajas donde el agua puede estancarse;
- b) asegurar que el desagüe de la parcela sea total y parejo;
- c) establecer la distribución del agua de riego en una forma pareja y uniforme;
- d) reducir el costo de mano de obra y el tiempo necesario para regar la plantación.

**Secuencia de labores recomendada.** El **subsulado**, es una práctica necesaria en parcelas sin labranza o con cultivos que sólo hayan sufrido labores superficiales durante años. Una pasada de subsolador, con su respectiva cruz, a una profundidad de no menos de 60 cm., es imprescindible antes de implantar el cultivo. Con él, se romperá el suelo, sin voltearlo, y se establecerán las vías de drenaje y aireación necesarias. Es una labor costosa y pesada que debe hacerse en condiciones de terreno seco, en los meses de verano. Normalmente es realizada por tractores de cadenas, de gran potencia. La profundidad del trabajo variará según el equipo disponible y la textura del suelo.

Luego del subsulado, el terreno quedará con terrones que pueden ser de gran tamaño por lo que se debe considerar la pasada de al menos 3 o 4 veces un rotovator.

En caso de existir problemas de compactación más superficiales, se aconseja pasar un **arado cincel**, el cual permite eliminar los problemas de capas duras existentes en los primeros 30 cm del perfil.

**Rastrajes.** En caso de no haber iniciado la preparación de suelo con las labores de subsulado, será necesario iniciar el mullimiento del suelo y el control de malezas con la debida anticipación.

Se recomienda realizar estas labores con rastra de discos, siempre y cuando las malezas presentes en el suelo no sean especies de reproducción vegetativa. En caso de existir la presencia de malezas perennes será necesario recurrir al **control de malezas en preplantación**.

El control de malezas perennes, antes del establecimiento del cultivo, es de gran importancia, dado que estas especies, por reproducirse vegetativamente a través de órganos subterráneos (propágulos vegetativos), son muy resistentes al control mecánico (limpias). Además, algunas de ellas como *Cyperus* sp., *Convolvulus arvensis*, *Bidens aurea* y *Modiola caroliniana*, entre otras, no tienen posibilidad de control químico selectivo en el cultivo.

Para el control de las malezas anteriormente señaladas, se aconseja iniciar un programa de control químico en la primavera o verano antes de la plantación. Esta alternativa hace pensar en que vamos a "perder" una época de plantación, sin embargo si se tienen claros los perjuicios que estas especies pueden ocasionar, no será considerado de esta forma.

**Desinfección de suelos.** La desinfección consiste en eliminar hongos, nemátodos, insectos, semillas de malezas, y otros agentes, a través de métodos físicos o químicos. Una buena preparación de suelos es básica para obtener una buena desinfección, donde el mullimiento y humedad son los factores importantes.

**Métodos químicos.** Pueden ser productos sólidos o líquidos de alta volatilidad, que en contacto con el suelo generan gas.

La práctica de fumigación genera los siguientes beneficios: eliminar ciertos hongos dañinos del suelo como el *Verticillium*; mejorar el rendimiento de las variedades más productivas; reducir la necesidad de una rotación de cultivos cada año; controlar ciertas plagas y malezas del suelo. Estos beneficios justifican el costo de la fumigación. Cada productor tiene que analizar sus condiciones locales para balancear los costos versus beneficios.

El bromuro de metilo se usa como plaguicida desde la década de 1930. Cada año se venden 76.000 toneladas en todo el mundo, sobre todo para la fumigación del suelo. La mayoría de las emisiones humanas de bromuro de metilo se debe a su empleo como plaguicida, pero se libera también mediante la quema de biomasa tal como la madera empleada como combustible, y mediante la combustión de gasolina con plomo.

Los esfuerzos internacionales iniciales en el marco del Protocolo de Montreal de 1987, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, se centraron en las sustancias de larga vida que destruyen el ozono, tales como los Cloro-Fluoro-Carbonos. Consecuentemente, los niveles atmosféricos de cloro han comenzado a declinar, pero los niveles de bromo continúan subiendo. Algunos agricultores temen la prohibición del bromuro de metilo porque este es un plaguicida sumamente versátil. En Estados Unidos se usa en más de 100 cultivos, para todo tipo de plagas: insectos, roedores, malezas, hongos y patógenos. A causa de la eficacia del bromuro de metilo, algunos países explícitamente requieren su uso en los productos importados. La Agencia de Protección Ambiental de EE UU ha elaborado una serie de estudios sobre alternativas viables.

La fumigación se puede hacer sólo sobre las platabandas de cultivo, o en la totalidad del terreno, utilizando fumigantes como el bromuro de metilo + cloropicrina en las dosis recomendadas por los fabricantes (2/3 x 1/3).

Los productos fumigantes actualmente disponibles a nivel mundial son las siguientes:

Dicloropropeno (Diclo)  
Cloropicrina (Cloropic)

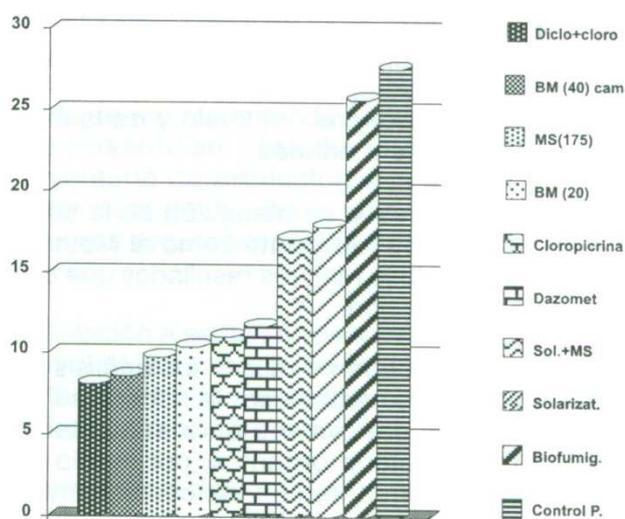
Mezclas de Dicloropropeno más Cloropicrina (Diclo+Cloro)

Dazomet

Metam sodio (MS)

Bromuro de Metilo (BM)

En la Figura 1, se puede visualizar las respuestas, en horas hombres, necesarias en labores de desmalezado luego de la utilización de diferentes fumigantes.



**Figura 1.** Horas requeridas en limpiezas de malezas, luego de la aplicación de diferentes fumigantes de suelo.

**Métodos físicos.** Dentro de los métodos físicos de desinfección de suelos se encuentra, la solarización.

Actualmente en otros países se está utilizando la solarización como medio para reducir la incidencia de enfermedades fungosas y el desarrollo de malezas en terrenos que van a ser utilizados con plantaciones de frutillas. La solarización se basa en tapar el suelo húmedo durante el verano por medio de plástico transparente, durante 1 a 2 meses, sellándolo completamente.

De este modo la radiación solar aumenta fuertemente la temperatura bajo el plástico, lo cual controla dichos patógenos. También en este caso es importante partir de una buena preparación del suelo, procurando que no queden

bolsas de aire. Luego se debe regar e inmediatamente colocar plástico transparente cuya función es la de retener el calor procedente de los rayos solares en el suelo para que se eleve la temperatura del mismo, de 15 a 20 °C por encima de las temperaturas del suelo sin cubierta plástica. Posteriormente se retira el plástico y se realiza la plantación removiendo el suelo lo menos posible.

Diversas experiencias indican que la temperatura del suelo puede elevarse hasta 49 °C a 10 cm de profundidad y a 43 °C a 20 cm de profundidad en zonas con temperaturas diarias elevadas. La solarización provoca una reducción de la población de hongos del suelo y de la incidencia de las enfermedades.

Otra posibilidad es la combinación de la solarización con algún fumigante como el Metham Sodio, obteniéndose mejores resultados que con la simple solarización.

Previamente se deben realizar los análisis de suelo, de modo de establecer la necesidad de efectuar enmiendas, ya sea para aumentar el contenido de materia orgánica, por medio de aplicaciones de guano, con los consiguientes riesgos, de incorporar patógenos.

En caso de presentar problemas de acidez, los suelos muy ácidos pueden producir toxicidad a las plantas y alterar las poblaciones de microorganismos.

De no haber utilizado la fumigación o solarización se deberá hacer uso de insecticidas o fungicidas para controlar las plagas y enfermedades del suelo.

Luego se deberán realizar los "lomos" o "camellones", establecer el sistema de riego junto con el plástico mulch o acolchado.

La humedad con que se realicen las prácticas de alomado son decisivas.

### Plantación

La forma de realizar esta operación determina el buen establecimiento y posterior crecimiento de las plantas, sin mermas y por tanto buen de-

sarrollo y productividad.

La plantación se debe hacer sobre platabandas, lomos o camellones, las cuales se realizan con implementos especiales o encamellonadores. Las medidas de los camellones son de aproximadamente 60 cm. de ancho y 30 cm de alto, y se distancian a 1.2 m entre si, de centro a centro. Las platabandas deben ser altas, lo que permite que el suelo alcance mayor temperatura y, haya mayor circulación de aire en el follaje y mejore el drenaje del suelo.

Algunos factores que influyen en el éxito final de la plantación son:

- Buena preparación de suelo
- Humedad del suelo adecuada al hacer la platabanda y así evitar su compactación o bien su desmoronamiento.
- Calidad de la planta en cuanto a raíces sanas, tamaño adecuado de corona, etc.
- Calidad de los plantadores, haciéndose necesario poner un supervisor cada 10 ó 15 operarios. En predios grandes se está usando máquinas plantadoras con buenos resultados.

### Épocas de plantación

En Chile, tradicionalmente existen dos épocas de plantación:

**Otoño** (también conocida como plantación de invierno). Se realiza entre fines de abril y los primeros días de mayo, en zonas costeras o en zonas con un buen microclima que permita un buen desarrollo de las plantas en los meses de invierno. En este sistema la fecha de plantación ya indicada debe ser muy exacta, porque de ella depende el posterior crecimiento. Otro factor de gran influencia es que el vivero donde se hayan producido las plantas, tenga el suficiente frío temprano en otoño, para permitir una buena diferenciación de yemas y flores.

Se debe dejar en claro que NO se puede suplir en cámaras frigoríficas todas las horas de frío que la planta requiere, ya que es necesario la combinación frío y fotoperíodo corto para una buena formación de yemas florales.

Al plantar en mayo, se debe elegir variedades que necesiten pocas horas de frío para romper su latencia, o bien variedades de día neutro que habiendo acumulado el frío necesario, al ser llevadas a lugares temperados tengan un crecimiento rápido, esperando de éste modo una producción a los 90 a 100 días después de plantadas.

Se obtiene fruta temprano, más aún si se utiliza cubierta de plástico (túneles o microtúneles) pero el rendimiento puede ser menor al de una plantación de verano.

**Verano.** Se realiza en cualquier zona, lográndose un buen desarrollo de las plantas, antes del otoño. En Chile se planta más temprano de sur a norte, diciembre y enero-febrero, respectivamente. En este sistema se usan plantas "frigoconservadas", es decir plantas que se guardan en cámaras frías (-2°C) desde el momento en que se arranca el vivero (julio) hasta que se lleva al campo, entre diciembre y febrero, el terreno debe estar listo, el riego debe funcionar antes de plantar, y mantener humedad constante durante todo el primer mes, para evitar pérdidas por deshidratación.

Las primeras flores que aparecen pocas semanas después de plantadas, se cortan para estimular el crecimiento vegetativo de la planta, vale decir, se espera que aumente el número de coronas, las que debieran llegar a cuatro o cinco en abril, para que cuando ocurra la inducción, haya un número considerable de yemas.

Es necesario cortar los estolones desde que tienen pocos centímetros, para evitar pérdidas de energía de la planta y también evitar que ésta tenga un comportamiento vegetativo.

Al hacer la plantación en enero hay una gran competencia con las malezas, por esta razón se recomienda la preparación de suelos con anticipación, aplicar herbicidas en caso de malezas perennes, y finalmente hacer las platabandas y colocar mulch bicolor, absolutamente opaco, antes de plantar.

**Plantación.** Las plantas se traen de los viveros un día antes de la plantación y se dejan al aire en un lugar fresco y sombreado.

Luego, el mismo día de la plantación se sumergen en fungicida.

Al colocar la planta en el suelo, las raíces deben quedar **totalmente extendidas** y sin aire. El suelo de los bordes debe quedar apretado. El riego será inmediatamente luego de la plantación, sobre todo si es plantación de verano.

### Control de malezas

El cultivo de la frutilla en Chile presenta diferentes situaciones en cuanto a la tecnología de producción utilizada, encontrándose un grupo minoritario de agricultores, de superficies elevadas, que desarrollan alta tecnología y un grupo mayoritario de productores pequeños que aportan casi el 40% del volumen total producido, pero que presentan algunos problemas tecnológicos.

En relación a estas deficiencias tecnológicas, el control de las malezas se considera de gran importancia debido a la incidencia que representa en los costos de producción.

Las malezas reducen los rendimientos de los cultivos, debido a la competencia y las relaciones alelopáticas. El fenómeno de competencia puede entenderse como la activa demanda por uno o más factores de crecimiento por dos o más plantas que viven en el mismo hábitat o en un hábitat cercano (Donald, 1958). Si las plantas cultivadas ocupan rápidamente toda la superficie y crecen vigorosamente, opondrán mayor resistencia al crecimiento de plantas no deseadas (malezas). Cualquier práctica de manejo que tienda a optimizar el desarrollo del cultivo de frutillas, logrará reducir la interferencia producida por las malezas.

La competencia por nutrientes constituye un importante aspecto de la relación cultivo-maleza. Loomis (1958) sugiere que las malezas mantienen una fuerte competencia por elementos minerales, mayor que por otros factores de producción como es el agua. Así, Welbank y Witts (1991) señalan que las producciones de los cultivos se ven severamente afectadas por diferencias en la fertilización, cuando las malezas están presentes.

Alkamper (1976) al realizar análisis de las interacciones de malezas y fertilización, enfatiza que las malezas normalmente absorben rápidamente el fertilizante y en cantidades superiores a los cultivos.

Razeto et al. (1990) realizaron un estudio con el objetivo de establecer si la extracción de nutrientes por parte de las malezas era realmente significativa, concluyeron que los valores eran apreciables y dependían de la maleza en estudio y del nivel de fertilización del suelo. Así por ejemplo, la presencia de 4 pl./m<sup>2</sup> de *Echinochloa crus galli* extrae entre 120 y 150 unidades de nitrógeno por hectárea año.

No sólo la competencia por factores de producción es importante también pueden causar daño en forma indirecta al mantener y multiplicar algunas especies de patógenos que posteriormente atacan al cultivo. Este es el caso de *Verticillium albo-atrum*, que vive en el suelo en forma permanente infestando raíces de malezas como *Taraxacum officinalis*, *Chenopodium album*, *Annoda hastata* o colonizando saprofiticamente residuos vegetales (Nistche, 1988).

La pudrición gris causada por *Botrytis cinerea* también se mantiene y multiplica sobre malezas como *Senecio sp.*, *Datura stramonium* y *Chenopodium sp.*

Por las razones anteriormente expuestas, el productor de frutillas debe prestar especial atención en el control de malezas en su cultivo, considerando que el éxito que se logra con un programa de control de malezas, no depende de una labor específica sino de un programa integral y armónico de acciones programadas con este fin.

El control de las malezas es un factor de alta incidencia en el costo de producción de este cultivo, razón por la cual es importante la elección de suelos libres, por lo menos de malezas perennes. El control puede ser de tipo manual, mecánico, físico o químico (Sheets, 1980).

**Control manual.** Este control puede ser con algún tipo de herramienta. Es de alto costo ya que se requieren de al menos 10 limpiezas en la temporada aunque muchas veces se utiliza la

mano de obra familiar. Además de la necesidad de contar con mano de obra abundante y oportuna para realizar esta labor, muchas veces los operadores rompen plantas o dañan raíces con el implemento (CTIFL, 1987). Además, uno de los problemas más importantes es que en algunas ocasiones las malezas no llegan a ser controladas totalmente mediante este sistema, produciéndose mermas significativas en la productividad (Villagrán, 1991).

**Control químico.** El control químico representa una buena alternativa para el manejo de las malezas, siendo el que presenta el mejor compromiso costo-eficiencia de un frutillar (CTIFL, 1987). Sin embargo es delicado de realizar y siempre se necesitan ensayos y una buena experiencia del productor. Además, no existe una solución universal, ni herbicidas eficaces en un 100% o sin ningún riesgo (CTIFL, 1987). Además, antes de aplicar un producto químico, como un herbicida, hay que estudiar previamente, entre otros, el clima, la técnica cultural, el estado fisiológico de las plantas, las malezas presentes y su desarrollo, y el tipo de suelo (CTIFL, 1987, Díaz, 1991).

También es muy importante conocer el espectro de control de cada uno de los herbicidas a usar, para así evitar que se produzca un desequilibrio en la vegetación espontánea, con el consiguiente aumento en las especies más resistentes (Kogan, 1993).

En cuanto a los productos químicos, existen diversos herbicidas de acción preemergente y con selectividad para la frutilla, tales como Cloroxurón, Difenamida, Clortal, DCPA, Lenacilo y Napropamida (Verdier, 1987), de los cuales, sólo estos tres últimos se comercializan en Chile (AFIPA, 1999). También existen herbicidas de acción postemergente y selectivos al cultivo, como los gramínicidas existentes en el comercio (Villagrán, 1985).

**Uso de "mulch".** Uno de los principales objetivos en el uso del "mulch" es el control de malezas mediante una lámina de plástico.

El crecimiento de las malezas bajo la lámina de plástico depende de la permeabilidad y de su transparencia. El plástico transparente posee

una transmisión de radiación solar que supera el 80%, por lo que el crecimiento de las malezas se ve favorecido, provocando competencia por agua, nutrientes, además de daño mecánico dado por el levantamiento del plástico. El plástico negro suprime el desarrollo de las malezas por su característica de opacidad a la radiación solar. Por otra parte la lámina gris-humo presenta un comportamiento intermedio entre los ya citados (Martín y Robledo, 1988). Sin embargo, se ha demostrado su efectividad desde el punto de vista de control de malezas y productividad (Vio, 1994).

### Programas de control químico de malezas

El éxito que se logre con el uso de herbicidas dependerá del conocimiento que de ellos se tenga. Su empleo no puede ser arbitrario, sino que se deben seleccionar cuidadosamente siguiendo un programa de aplicaciones, según tipo de malezas y suelo (materia orgánica y textura). Un programa de control de malezas en frutilla forzosamente deberá considerar los diferentes factores ambientales, económicos y cronológicos que normalmente actúan e interactúan en el desarrollo de las malezas, su control y selectividad. Es así como será necesario conocer los factores climáticos y edáficos, especies de malezas presentes, densidad y ciclo evolutivo, sistemas de riego, manejo del cultivo, equipos de aplicación y mano de obra disponible.

Sólo una vez conocidos los factores anteriormente señalados se podrá determinar si es POSIBLE Y CONVENIENTE la introducción de los herbicidas en el manejo del cultivo, qué tratamientos serán necesarios y cuando se aplicarán, cual será el sistema de aplicación, cuáles serán los productos que intervendrán en el programa, cuál será el costo y que precauciones deberán tomarse en el plan a desarrollar.

Antes de mencionar los diferentes productos herbicidas recomendados para ser utilizados en el cultivo de la frutilla, es importante recordar algunos principios básicos de los diferentes productos, en los cuales se basa un programa de control de malezas.

Los herbicidas de contacto son productos químicos, no selectivos, que se aplican al follaje

de las plantas (malezas) y que destruyen todo el tejido vegetal por contacto directo con las hojas o partes verdes de ellas, por esta razón es necesario cubrir totalmente el cultivo, de manera que no entre en contacto con el herbicida. La acción herbicida puede verse reducida sino se utilizan los volúmenes de agua requeridos para mojar bien la superficie de las hojas de las malezas, por lo que se recomienda adicionar un tensioactivo a la mezcla para mejorar la adherencia.

Los herbicidas de translocación o sistémicos también se aplican al follaje de las plantas que se desea destruir. Una vez que ellos toman contacto con las malezas, se mueven a través del sistema conductor y ejercen su acción lejos del punto de penetración. En general afectan puntos de activo crecimiento, y normalmente se aconseja su uso para el control de especies perennes. Uno de los herbicidas postemergente, no selectivo, que puede ser usado en frutilla es Glifosato (Roundup), aunque con algunas precauciones. Este es un herbicida sistémico altamente efectivo incluso contra malezas no accesibles a otros herbicidas. La dosis a usar depende del tipo de maleza que se desea controlar; se aconseja su uso con pantallas protectoras para evitar el contacto con el cultivo. Los efectos de su acción tardan en aparecer más de diez días, pero su resultado es bueno (Verdier, 1987). El grupo de los herbicidas Fenoxiacidos, por su alta volatilidad son considerados riesgosos en este cultivo.

Los herbicidas que se aplican al suelo, más conocidos como suelo activos o residuales, normalmente no poseen actividad sobre el follaje de las malezas, sin embargo algunos de ellos pueden presentar cierta acción de contacto sobre malezas en germinación. En general estos productos son absorbidos por las raíces de las plantas en germinación o por las semillas en proceso de imbibición; ellos permanecen actuando en el suelo por períodos relativamente largos, dependiendo del producto, dosis y de las características físico-químicas del suelo en que se realice la aplicación, pudiendo este período variar entre 3 a 8 meses aproximadamente. Estos productos se aplican durante el otoño e invierno dado que, luego de su aplicación requieren de precipitación para su activación e incorporación,

aspecto que puede suplirse mediante sistemas de riego presurizado.

A nivel mundial existe un gran número de herbicidas que pueden ser utilizados de modo seguro y eficaz para el control de las malezas en frutillas. Para combatir las malezas anuales, corrientemente se usan herbicidas de pre emergencia o post emergencia temprana. Los herbicidas suelo activos más utilizados son; Napropamida, Linuron, DCPA, Cloroxuron Simazina; aunque sólo poseen registro EPA, los tres primeros.

Entre los herbicidas suelo activos selectivos hacia la frutilla, Napropamida (Devrinol) es usado en el extranjero con bastante éxito en este cultivo. En nuestro país se presentaría como una buena alternativa por su gran efectividad en el control de malezas, selectividad para la planta y residualidad en el suelo (cinco meses), la cual es mayor que la del herbicida Lenacilo (tres meses) (CTIFL, 1987).

Napropamida es un herbicida suelo activo, con escasa o sin actividad en el follaje, que pertenece al grupo de las amidas sustituidas; y su acción sobre las malezas consiste en inhibir la actividad meristemática (Kogan, 1992). Napropamida es descrito como un herbicida altamente selectivo en la mayoría de las especies frutales, siendo esta característica muy notoria en la frutilla.

No es un producto volátil, sin embargo, se disipa rápidamente desde la superficie del suelo por efecto de la luz (fotodegradación), por lo que su aplicación debe realizarse preferentemente en días nublados y al atardecer (Verdier, 1987). Para que no pierda actividad deben ocurrir lluvias en un plazo prudente (siete días) después de su aplicación. El producto presenta una solubilidad alta, pero es fuertemente adsorbido por los coloides del suelo, con lo cual su lixiviación es escasa (Kogan, 1993).

Su espectro de control es amplio sobre malezas gramíneas anuales y sobre algunas dicotiledóneas. No controla malezas de las familias Asteraceae, Brassicaceae y Polygonaceae (Kogan, 1993).

Según Verdier (1987), el herbicida Napropamida tendría un efecto depresor sobre la emisión de

estolones, por lo que habría que tomar precauciones en el caso de que esto último fuera deseable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFIPA A.G. 2002-2003. Manual Fitosanitario. Servicios de Impresión Laser S.A. Santiago, Chile. 1216 p.
- Alkamper, J. 1976. Influence of weed infestation on effect of fertilizer dressings. *Pflanzenchutz-Nachrichten* 29: 191-235.
- Centre Technique Interprofessionel des Fruits et Legumes (CTIFL). 1987. La fraise, techniques de production. Paris, Francia. 383 p.
- Díaz, V. 1991. Control de malezas en frutilla s.p. *In*: Curso Avances en el cultivo y producción de frutilla. Santiago, Chile. 21-22 de noviembre de 1991. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago, s.p.
- Donald, C. 1958. The interaction of competition for light and nutrients. *Aust. J. of Agric. Research* 9: 421-435.
- Kogan, M. 1992. Malezas ecofisiología y estrategias de control. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. 277 p.
- Loomis, W.E. 1958. Basic studies in botany, ecology and plant physiology. *Proc. North Cent. Weed Cont. Conf.* 15:81.
- Nitsche, J. 1988. Control de malezas en frutillas en producción, industrialización y mercados para berries. Depto. Agroindustrial, Fundación Chile.
- Razeto, B., Díaz, V. y Rojas, S. 1990. Extracción de macroelementos por algunas malezas perennes. *Agricultura Técnica (Chile)* 50 (3): 310-313.
- Sheets, A. 1980. Weed Control and related cultural practices for machine-harvested strawberries. *Strawberry Mechanization. Station Bulletin* 645.
- Verdier, M. 1987. El cultivo del fresón en climas templados. Ediciones Agrarias, España 373 p.
- Villagrán, V. 1985. La frutilla. *El Campesino* 116 (9): 35-56.

Villagrán, V. 1991. Manejo cultural de la frutilla en Chile. s.p. *In*: Curso: Avances en el cultivo y producción de frutilla, Santiago, Chile. 21-22 de noviembre de 1991. Universidad de Chile, Fac. Cs. Agrarias y Forestales, Santiago. s.p.

Vio, M. 1994. Evaluación de alternativas de manejo del cultivo de la frutilla (*Fragaria x ana-*

*nasa Duch.*) para pequeños productores de la localidad de San Pedro, Región Metropolitana. Memoria Ing. Agr., Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales, U. de Chile. 87 p.

Welbank, P.J. and K.J. Witts. 1991. Interference between weeds and crop. Rept Rothmsled Expt. Stn. Harpenden, Hert England: 83-84.

## VARIEDADES: SITUACIÓN ACTUAL E INTRODUCCIÓN DE NUEVAS ALTERNATIVAS

Ricardo Pertuzé C., Ing. Agr. Ph.D.  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de Chile

### INTRODUCCIÓN

En el mundo existe una gran gama de variedades de frutilla y éstas se adaptan a las más diversas condiciones ambientales. La combinación de las características agroecológicas del lugar donde se pretende producir frutillas y las características de cada variedad determinan el potencial productivo, de ahí la importancia de una buena combinación variedad-ambiente.

Las variedades de frutilla se clasifican principalmente según su respuesta al **FOTOPERÍODO** y a la **TEMPERATURA**. Por un lado el **fotoperíodo** influencia la formación de yemas florales, elongación de estolones, tamaño de la hoja y longitud del pecíolo. En tanto la **temperatura** puede modificar e incluso anular los efectos de la longitud del día y debe ser considerada de igual importancia en la determinación de la adaptación de la frutilla a ambientes concretos (Hartman, 1947a,b; Bringham y Voth, 1981).

Según los antecedentes de fotoperíodo y temperatura las variedades se pueden clasificar en (López-Aranda, 1996):

- Variedades de Día Corto (DC)
  - ✓ Cuando inducen floración al acortarse el largo del día y con temperaturas bajas a finales de verano o principio de otoño.
  - ✓ Estas florecen y fructifican en primavera-verano.
  - ✓ Estolonan en verano-otoño hasta que los días se acortan a 12/14 horas.
- Variedades de Día Neutro (DN):
  - ✓ Cuando no se afectan por el fotoperíodo.
  - ✓ Están fructificando precozmente en primavera y hasta otoño (sin alzas tan marcados), siempre que las temperaturas sean suficientemente altas para mantener crecimiento.
  - ✓ No entran en reposo con días cortos si las temperaturas son favorables.
  - ✓ Estolonan durante el verano.

### Principales variedades presentes en Chile

Si bien en el mundo existe una gran diversidad de variedades de frutilla, actualmente en Chile se cultivan muy pocas y principalmente variedades de DC. El mercado nacional está dominado mayoritariamente por la variedad Camarosa, también se cultiva con muy buenos resultados aunque con una considerable menor importancia, la variedad Chandler. Otras variedades de DC que se cultivan en el país pero en forma bastante más puntual son Pájaro, Oso Grande y Tudla. También se han cultivado algunas variedades de DN como Sweet Charley, Seascape y Selva.

**Camarosa.** Fue liberada al mercado en 1995 por la Universidad de California y se caracteriza por ser una variedad de DC, semierecta y vigorosa. Su fruta es grande, regular, resistente, roja brillante en el exterior y roja a rosado en el interior. Es sensible al Oidio. Sus rendimientos son superiores a Chandler y tiene aptitud para la agroindustria y para consumo en fresco.

**Chandler.** También fue liberada por la Universidad de California pero en 1987. Esta variedad fue la variedad estrella hasta la aparición de Camarosa que fue progresivamente reemplazándola en diversos mercados. Chandler se caracteriza por ser de DC, semierecta y tener un vigor medio comparado con Camarosa. Tiene cierta tolerancia al Oidio y un buen rendimiento. Su fruta es media a grande, de color rojo en el exterior y en el interior. Esto último la hace bastante atractiva para la agroindustria y además tiene una buena aceptación para su consumo en fresco.

A lo largo del mundo se han establecido muchos programas de mejoramiento para la obtención de variedades de frutilla y muchas de las variedades que ellos producen tienen una distribución bastante localizada, pero también ocurre que otros centros productores distribuyen sus variedades a lo largo de todo el mundo como

son las variedades que llegan a Chile. A continuación se mencionan algunos de los principales programas de mejoramiento asociados a los países de origen:

E.U.A.: Universidad de California, Universidad de Florida, DRISCOLL, Otros públicos y privados

CANADÁ: Kentville

AUSTRALIA: IHDVictoria

JAPÓN: Programa público y privado :

ITALIA: E.R.S.O., C.I.V.

FRANCIA: I.N.R.A., C.I.R.E.F., DARBONNE, MARIONNET

ESPAÑA: CIDA-IVIA, PLANASA, F.N.M.

HOLANDA: CPRO-DLO

REINO UNIDO: East Malling

Por lo general, los países que presentan las mayores producciones de fruta también producen las variedades de mayor distribución mundial. Tal es el caso de EUA donde, sólo en el estado de California, se plantan 11.500 has y justamente ahí se encuentra la Universidad de California cuyas variedades son sin duda las de mayor distribución mundial. Otro caso es el de España donde se plantan 10.000 has y existen diversos centros de producción de variedades que tienen bastante importancia relativa en España y el resto de Europa. Algo similar ocurre con los centros de mejoramiento de Francia e Italia.

**Evaluaciones de variedades.** El Centro de Investigación y Formación Agraria (CIFA) de la Junta de Andalucía – España, ha venido realizando ensayos varietales en la zona de Huelva, principal zona frutillera española, desde 1990. De todas las variedades analizadas (Cuadro 1) se pueden encontrar detalladas descripciones de su adaptación agroambiental en Huelva en una serie de publicaciones (Bartual *et al.*, 1995, 1996, 1997 y 1998; Domínguez-Romero y Medina-Mínguez, 2002; López-Aranda, 1994 y 1997, López-Aranda y Medina, J.J., 1996, López-Aranda *et al.*, 1992, 1993, 1994, 1995a, 1995b, 1996, 1997, 2003; Ruiz-Nieto *et al.*, 1997). Por la relevancia que esta información puede tener para el conocimiento de muchas variedades que eventualmente se podrían probar en Chile se ha querido presentar parte de los resultados de variedades desarrollados en las temporadas 2000/01 y 2001/02.

Será importante señalar que a diferencia de las producciones nacionales donde las plantaciones son cada dos años, en Huelva las plantas se renuevan en forma anual, adicionalmente se cultivan bajo plástico parte de la temporada de producción y se fumiga el suelo cada año para hacer uso de suelos cultivados previamente con frutillas. A pesar de las diferencias los antecedentes analizados permiten tener una idea de las características de las nuevas variedades.

Se compararon aspectos tales como producción de 1ª y 2ª categoría, peso por fruto, firmeza de los frutos, forma predominante, color de los frutos (interno y externo) y cavidad interna del fruto. Algunos de estos factores varían de una localidad a otra y hay que considerarlos con esa precaución, principalmente rendimiento, pero otros muestran claramente las características de las variedades. Los resultados se separaron según la respuesta al largo de los días de las variedades.

Entre las variedades de **DN** analizadas:

- **Whitney:** Aparece con una bajísima producción y una mala calidad de fruto.
- **Aromas:** Presenta una elevada producción sin buena calidad de fruto; presenta un fruto de poca consistencia, de tamaño medio-bajo y de cuajado poco regular que provoca elevados porcentajes de segunda categoría.
- **Diamante:** Aparece en el polo opuesto de Aromas. Presenta un fruto consistente, de buen tamaño y de cuajado muy regular, aunque con poca coloración interna y externa. La producción en las condiciones estudiadas es muy baja.

Para facilitar la interpretación de los resultados las variedades de **DC**, se agruparon según su similitud de acuerdo a los promedios de las variables cuantitativas (producción por calidad, firmeza y peso) y cualitativas evaluadas (cavidad interna, color interno y externo).

**Cuadro 1.** Variedades analizadas por temporada.

Variedades ensayadas en:		Obtendor	País
2001	2002		
Andana	Andana	Inia-lvia-Junta Andal.	España
Aromas		Univ. California	EUA (CA)
Camarosa	Camarosa	Univ. California	EUA (CA)
Carisma	Carisma	Inia-lvia-Junta Andal. - Vid. Calif.	España
Diamante		Univ. California	EUA (CA)
Civero - Eris		Consoz. Italiano Viv.	Italia
Redlands Hope		Queensland Hort. Inst.	Australia
Laguna		Univ. California	EUA (CA)
Oso Grande		Univ. California	EUA (CA)
Milsei - Tudla	Milsei - Tudla	Planasa	España
Plasifre - Tudnew	Plasifre - Tudnew	Planasa	España
Gaviota	Gaviota	Univ. California	EUA (CA)
	Plarionfre - Chiflón	Planasa	España
	Medina	Inia-lvia-Junta Andal. - Vid. Calif.	España
	Marina	Inia-lvia-Junta Andal. - Vid. Calif.	España
	Whitney	DNA PLANTS	EUA (CA)
	Treasure	J & P Florida	EUA (FL)
	Ruby	J & P Florida	EUA (FL)
	Gem Start	J & P Florida	EUA (FL)
	California Giant3	California Giant Inc.	EUA (CA)
	Ventana	Univ. California	EUA (CA)
	Camino Real	Univ. California	EUA (CA)

Adicionalmente todas son comparadas con la variedad Camarosa como testigo o referencia ya que es una variedad ampliamente conocida.

- Primer grupo (características desfavorables): Laguna, California Giant 3, Civero-Eris y Marina. Tanto para las variables cuantitativas como para las cualitativas presentan características que son más desfavorable que la mediana de todas las variedades evaluadas.

**Laguna, Civero-Eris y C. Giant 3:** Tienen menor producción que Camarosa y porcentajes de segunda categoría similares, salvo C. Giant 3 que presenta porcentajes más bajos. Los frutos de las tres variedades tienen menor peso que los de Camarosa. La coloración externa y especialmente interna es excesivamente pálida, así como la baja dureza de C. Giant 3.

**Marina:** Está incluida en este grupo por razones distintas al resto. Presenta una producción superior a Camarosa, menor porcentaje de segunda y frutos de excelente sabor; pero la caída en el peso de los frutos en el último tercio de la temporada, unido a una baja dureza y a una coloración externa muy oscura limitan su posible extensión.

- Segundo grupo (características intermedias): Hope, Milsei-Tudla, Ruby, Gaviota y Carisma. En la valoración de las variables cuantitativas o bien en la de las cualitativas son superiores a la mediana.

**Ruby:** Corresponde a la variedad menos interesante de este grupo. Presenta una baja producción, un reducido tamaño de fruto y un elevado porcentaje de segunda categoría. Sin embargo,

el fruto aparece con una elevada dureza y una coloración externa e interna similar a Camarosa.

**Hope, Carisma y Gaviota:** Son variedades que presentan una buena producción, sobre todo Hope. Tienen porcentajes de segunda categoría que son similares a Camarosa. La dureza y tamaño de los frutos están en la línea de Camarosa (sobresale Hope por su elevado tamaño de fruto). Por coloración, oquedad interior, o carencia de color interno (Hope, Gaviota o Carisma) se limitan como posibles candidatas a ser alternativas a Camarosa.

**Milsei-Tudla:** Presenta frutos que por su coloración, su cavidad interna y su forma son perfectamente competitivas. La baja dureza de frutos, así como el descenso en la producción conforme pasa la temporada, limitan de manera importante su extensión.

En resumen dentro de este grupo intermedio, tanto **Milsei-Tudla**, como **Gaviota** y **Carisma** pueden ser aprovechables para la producción. Sin embargo, hacia el final de la temporada, tanto la falta de consistencia de Milsei-Tudla como la oquedad de Gaviota y la presencia de "arrugas" en Carisma se ponen más de manifiesto limitando su condición.

- Tercer grupo: Ventana, Medina, Camino Real, Plarsifre-Tudnew, Plarionfre-Chiflón y Andana. Tanto en la valoración de las variables cuantitativas como en las cualitativas presentan mejores características que la mediana. Estas variedades serán analizadas de manera individual (Cuadro 2).

**Ventana:** Planta muy vigorosa. Rápida entrada en floración. Menor incidencia de deformación que en Camarosa. Muy productiva especialmente en primavera. Porcentajes de segunda categoría similares a Camarosa. Fruto gran tamaño que baja conforme avanza la temporada. Fruto cónico alargado. Coloración externa: rojo vino tinto (valor 7). Coloración interna: rojo medio (valor 5). Fruto más blando que Camarosa. Peor conservación en cámara que Camarosa. No muy sensible ni a Oidio ni a arañita roja. Mayor presencia de *Botrytis cinerea* que en Camarosa.

**Medina:** Planta muy vigorosa. Entra en floración/producción algo más tarde que Camarosa.

Menor incidencia de deformación que Camarosa y Ventana. Elevada producción tanto precoz como total. Porcentaje de segunda categoría más bajos que Camarosa y Ventana. Fruto de tamaño grande y constante hasta el último mes de temporada, entonces decrece. Forma del fruto cambia con el paso de la temporada de cónico a bicónico y luego a cuneiforme largo. Coloración externa: rojo cardenal (valor 6). Coloración interna: rojo medio (valor 5). Fruto con menos cavidad interna que Camarosa y Ventana. Fruto más blando que Camarosa y de consistencia parecida a Ventana. Sin especial sensibilidad ni a Oidio ni a arañita roja. Menos sensible que Camarosa a *Verticillium* sp. y *Phytophthora* sp. Mayor presencia de *Botrytis cinerea* que en Camarosa.

**Camino Real:** Planta poco vigorosa. Entra en floración después que Camarosa. Menor incidencia de deformación que en Camarosa. Porcentaje de segunda categoría más bajos que Camarosa y Ventana. Baja producción.

Tamaño de fruto similar a Camarosa y permanece constante toda la temporada. Forma del fruto: cónico alargado/cuneiforme largo. Coloración externa: rojo vino tinto/rojo vino tinto oscuro (valor 7/8). Coloración interna: rojo oscuro (valor 7). Fruto de consistencia similar a Camarosa. No se observa especial sensibilidad ni a Oidio ni a arañita roja. Menor presencia de *Botrytis cinerea* que en Camarosa.

**Plarsifre-Tudnew:** Planta de vigor medio. Entra en floración rápidamente pero esto no se ve reflejado en la producción precoz. Menor incidencia de deformación que en Camarosa. Menor producción que Camarosa tanto precoz como total. Porcentajes de segunda categoría similares a Camarosa. Fruto de gran tamaño que permanece constante hasta el último mes de temporada, entonces decrece. La forma del fruto tiende a cambiar con el paso de la temporada. Coloración externa: rojo cardenal / rojo vino tinto (valor 6/7). Coloración interna: rojo medio / rojo oscuro (valor 5/7). Fruto muy consistente. No se observa especial sensibilidad ni a Oidio ni a arañita roja. Menor presencia de *Botrytis cinerea* que en Camarosa.

**Plarionfre-Chiflón:** Planta poco vigorosa. Rápida entrada en floración. Menor incidencia de

deformación que en Camarosa. Elevada producción extraprecoz y precoz pero baja producción total. Porcentaje de segunda categoría más bajos que Camarosa y Ventana. Fruto de tamaño medio, más pequeño que Camarosa, que permanece constante toda la temporada. Forma del fruto: cuneiforme largo. Coloración externa: rojo cardenal (valor 6). Coloración interna: rojo medio (valor 5). Fruto más blando que Camarosa y de consistencia parecida a Ventana y Medina. No se observa especial sensibilidad ni a Oidio ni a arañita roja. Presencia de *Botrytis cinerea* similar a Camarosa.

La cantidad de variedades que se libera cada año es enorme y muchas de ellas tienen muy buenas perspectivas en un análisis general, otras pueden tener gran relevancia para situaciones puntuales pero sin duda la forma de analizarlo es bajo las condiciones potenciales de cultivo, en Chile y en las zonas productoras del país. En el cuadro 2 se resumen los caracteres más relevantes de las variedades más destacadas.

**Cuadro 2.** Características de las principales variedades.

Caracteres	Ventana	Medina	Plasirfre-Tudnew	Plarionfre-Chiflón	Andana	Camino Real
Vigor planta	Mucho	Mucho	Medio	Poco	Mucho	Poco
Entrada en floración/ Producción	Rápida y homogénea	Más tardía que Camarosa	Rápida, aunque no se ve reflejada en producción precoz	Rápida	Más tardía que Camarosa	Más tardía que Camarosa
Deformación de frutos	Menor incidencia que en Camarosa	Menor incidencia que en Camarosa y Ventana	Menor incidencia que en Camarosa	Menor incidencia que en Camarosa	Menor incidencia que en Camarosa y Ventana	Menor incidencia que en Camarosa
Producción a principio de temporada	Muy elevada superior a Camarosa	Elevada, tanto precoz como total, superior a Camarosa	Inferior a Camarosa tanto precoz como total	Elevada extraprecoz y precoz, menor total que Camarosa	Elevada producción total	Baja
% frutos 2ª categoría	Similar a Camarosa	Más bajos que Camarosa y Ventana	Similar a Camarosa	Más bajos que Camarosa y Ventana	Más bajos que Camarosa y Ventana	Más bajos que Camarosa y Ventana
Tamaño de fruto	Grande similar a Camarosa	Grande similar a Camarosa	Grande similar a Camarosa	Mediano inferior a Camarosa	Mediano inferior a Camarosa	Grande similar a Camarosa
Variación de tamaño	Baja a lo largo de la temporada	Constante hasta 3 <sup>er</sup> mes de cosecha, luego decrece	Constante hasta 3 <sup>er</sup> mes de cosecha, luego decrece	Constante toda la temporada	Constante toda la temporada	Constante toda la temporada
Forma predominante	Cónica alargada	Cónica inicial	Cónica inicial	Cuneiforme larga	Cuneiforme larga	Cónica alargada
Variación de forma	No	Luego bicónica y cuneiforme larga	Luego bicónica y cuneiforme larga	No	A veces bicónica	También Cuneiforme larga
Color exterior	7: Rojo vino tinto	6: Rojo cardenal	6-7: Rojo cardenal a Rojo vino tinto	6: Rojo cardenal	6-7: Rojo cardenal a Rojo vino tinto No homogéneo en la primera fase.	7-8: Rojo vino tinto a Rojo vino tinto oscuro
Color interior	5: Rojo medio	5: Rojo medio	5-7: Rojo medio a Rojo oscuro	5: Rojo medio	7: Rojo oscuro	7: Rojo oscuro
Dureza (Firmeza)	Menor que Camarosa	Menor que Camarosa y similar a Ventana	Muy elevada	Menor que Camarosa y similar a Medina y Ventana	Mayor que Camarosa	Similar a Camarosa

Caracteres	Ventana	Medina	Plasirfre-Tudnew	Plarionfre-Chiflón	Andana	Camino Real
Oquedad interior	Media	Menor que Camarosa y Ventana	Ninguna	Ninguna	Ninguna. Fruto más macizo que Camarosa y Ventana	-
Conservación post-cosecha	Peor que Camarosa	-	-	-	-	-
Sensibilidad a oidio	No especial	No especial	No especial	No especial	No especial	No especial
Sensibilidad a arañita roja	No especial	No especial	No especial	No especial	No especial	No especial
Sensibilidad a <i>Botrytis sp.</i>	Mayor que Camarosa	Mayor que Camarosa	Menor que Camarosa	Similar a Camarosa	Similar a Camarosa	Menor que Camarosa
Sensibilidad a <i>Verticillium sp.</i>	-	Menor que Camarosa	-	-	-	-
Sensibilidad a <i>Phytophthora sp.</i>	-	Menor que Camarosa	-	-	-	-

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bartual, R., López-Aranda, J.M., Marsal, J.I., Medina, J.J., Castell, V. y López-Montero, R. 1995. Calderona, una nueva variedad. Hortoinformación 7-8: 38-42.
- Bartual, R., López-Aranda, J.M. y Medina, J.J. 1996. Evolución varietal del fresón en Huelva. Hortoinformación 76-77: 24-29.
- Bartual, R., López-Aranda, J.M., Marsal, J.I., Medina, J.J., López-Medina, J. and López-Montero, R. 1997. Calderona: a new public Spanish strawberry cultivar. Acta Horticulturae 439: 261-267.
- Bartual, R., López-Aranda, J.M., Marsal, J.I., Medina, J.J. y López-Montero, R. 1998. La nueva variedad de fresón Andana. Agraria. Comunitat Valenciana 12: 30-36.
- Bringham, R.S. and Voth, V. 1981. Selecting and testing day-neutral strawberries. HortScience 16: 427.
- Domínguez-Romero, F. y Medina-Mínguez, J.J. 2002. ¿Hay alternativas a las variedades tradicionales de fresón en Huelva?. En: XIX Jornadas Agrícolas y Comerciales. Caja Ahorros El Monte. 21 y 22 noviembre 2002: 77-87.
- Hartman, H.T. 1947a. The influence of temperature on the photoperiodic response of several strawberry varieties grown under controlled environment conditions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 50: 243-245.
- Hartman, H.T. 1947b. Some effects of temperature and photoperiod on flower formation and runner production in the strawberry. Plant Physiol. 22: 407-420.
- López-Aranda, J.M. 1994. Algunas consideraciones sobre las variedades de fresón. . En: Agrocosta. Revista de la VII Edición de la Feria Comercial Agrícola. Lepe (Huelva). Septiembre.
- López-Aranda, J.M. 1996. Fisiología de la planta de frutilla. Pauta de comportamiento anual. Respuesta al frío y al fotoperíodo. Los consecuentes tipos varietales.
- En: Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 44. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.
- López-Aranda, J.M. 1997. Variedades de fresón. Particular referencia a su cultivo en Huelva. En: Anuario de la Fresa. Ed: CYTA. Huelva.

López-Aranda, J.M. y Medina, J.J. 1996. Breve repaso al cultivo de la fresa en Europa. En: *Agrocosta*. Revista de la IX Edición de la Feria Comercial Agrícola. Lepe (Huelva). Septiembre: 6-21.

López-Aranda, J.M., López-Montero, R., y Barceló, M. 1992. Estado actual y perspectivas del cultivo del fresón. *Fruticultura Profesional*, 44: 46-53.

López-Aranda, J.M., López-Montero, R., Chaves, M., Álvarez, A. y Bartual, R. 1993. Evaluation of new Spanish cultivars of strawberry in Huelva, southwestern Spain. *Acta Horticulturae*, 348: 213-218.

López-Aranda, J.M., López-Montero, R. y Medina, J.J. 1994. El grupo europeo de investigadores de la fresa. *HortoFruticultura*, 9: 28-30.

López-Aranda, J.M., Bartual, R., Medina, J.J., Marsal, J.I., López-Montero, R. y Sánchez-Sevilla, J. 1995a. Nuevas variedades europeas de fresas. *Hortoinformación*, 7-8: 43-46.

López-Aranda, J.M.; Moreno, R., Salas, J., Domínguez, F.J., Vázquez D., Nuñez, F., Macías, M.D., Borrero, D., Muñoz, S., Medina, J.J., Volante, J., Díaz, M.D., López-Montero, R., López-Medina, J. y Flores, F. 1996. Ensayos sobre Técnicas de Cultivo y Variedades de Fre-

són. 1/96 RAEA. Ed: Consejería de Agricultura y Pesca de la JA. Dirección General de Investigación Agraria. 101pp.

López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Domínguez, F.J., López-Montero, R., Sánchez-Sevilla, J. Y Salas, J. 1995b. Nuevas variedades para Huelva. *Hortoinformación*, 7-8: 26-31.

López-Aranda, J.M., Salas, J., Domínguez, F.J., Macías, M.D., Nuñez, F., Medina, J.J., López-Montero, R., Galván, J., Volante, J., Aragon, E., Romero, J.F., López-Medina, J. y Flores, F. 1997. Ensayos sobre Marcos, Fechas de Plantación, Técnicas de Cultivo y Nuevas Variedades de Fresón, campaña 1997. 3/97 RAEA. Ed: Consejería de Agricultura y Pesca de la JA. Dirección General de Investigación Agraria. 98pp.

López-Aranda, J.M., Medina, J.J., Domínguez, F.J., Regidor, J., Borrero, D., Miranda, L., Soria, C. y Bartual, R. 2003. Nuevas variedades de fresa. Resultados de ensayos de adaptación a climas templados. *Revista Agrícola Vergel*, Febrero, 2003.

Ruíz-Nieto, A, López-Aranda, J.M., López-Montero, R., López-Medina, J. and Medina, J.J. 1997. Analysis of sugars from strawberry cultivars of commercial interest – contents evolution. *Acta Horticulturae* 439: 663-667.

## MANEJO DE PLAGAS EN CULTIVOS DE FRUTILLA

Jaime E. Araya, Ing. Agr. MS PhD  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de Chile



### INTRODUCCION

El manejo de las principales plagas que afectan a la frutilla ha sido detallado en diversas publicaciones (Arretz et al., 1976a, 1976b; Merino y Arretz 1976; Lankin y Araya 1996), las que dan cuenta de algunas investigaciones y describen los artrópodos y otros animales (como moluscos y aves) que interactúan con este importante cultivo.

El cultivo, mercado y prácticas de manejo de plagas de la frutilla varían entre zonas productivas. Por ejemplo, en varias localidades del noreste y medio oeste de los EEUU, la planta es cultivada en granjas pequeñas en las que también se producen otros cultivos bajo control mínimo de plagas. La fruta se cosecha principalmente durante el verano y se vende en la granja, donde a menudo el comprador la recoge, o se destina a mercados locales. Por contraste, en California existen cultivos extensivos de frutilla, manejados en forma intensiva y cuya fruta es frigo transportada a grandes distancias. A pesar que la planta es perenne, en California se la cultiva en forma anual, pues la calidad y el rendimiento son mayores el primer año. Además, algunas plagas aumentan desde el 2° año, por lo que los cultivos de frutilla se trasplantan típicamente en el otoño de cada año después de fumigar el suelo para controlar semillas de malezas y microorganismos patógenos.

Los artrópodos que infestan cultivos de frutillas producen niveles variables de daño. Las estrategias de control de una plaga a menudo llevan a brotes de plagas secundarias, lo que conduce a la adopción de un enfoque integrado de manejo, para controlar todo el complejo de especies perjudiciales. Las opciones de control químico están limitadas a aquellas con períodos de carencia cortos, ya que la fruta se cosecha cada tres días. Por otra parte, el control biológico mediante técnicas que favorecen el desarrollo de

las poblaciones de enemigos naturales es económicamente factible por el valor monetario de la producción, y en países desarrollados se utiliza ampliamente para la reducción de arañas fitófagas. Para controlar otras plagas se debe seleccionar aquellas estrategias que representen la menor alteración al control de arañas. Las opciones de manejo para plagas específicas se detallan más abajo.

En este trabajo se reseñan antecedentes de las principales plagas del cultivo y entrega información sobre su manejo. Las recomendaciones de plaguicidas se han obtenido principalmente de páginas en internet sobre el manejo de las plagas en los estados de la costa oeste y medio-oeste de los EE.UU., que se han agregado a la bibliografía. Por ello, algunas marcas comerciales no existen en Chile, aunque si los ingredientes activos.

### Araña bimaclada, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)

**Apariencia.** Los adultos de la araña bimaclada tienen cuerpo ovalado de algo menos de 0,5 mm de longitud y ocho patas; sus colonias aparecen como puntos amarillo-anaranjados en una telilla suave, de preferencia en el envés de los folíolos. Bajo aumento, las arañas son blanco-amarillentas y presentan una mancha oscura a ambos lados del dorso. Los huevos esféricos; inicialmente translúcidos, gradualmente se toman blanquecinos.

**Ciclo de vida y hábitos.** Luego del apareamiento, las hembras adultas invernan bajo la hojarasca en el campo y a lo largo de sus bordes. Cuando las temperaturas comienzan a aumentar en la primavera, estas hembras se alimentan y producen huevos; en cada estación de crecimiento se desarrollan muchas generaciones. Climas cálidos y secos favorecen el desarrollo de brotes poblacionales en muchos cultivos y malezas. Aunque no tienen alas, los

adultos son muy móviles, y se dispersan ayudados por el viento sobre finos hilos sedosos que secretan mientras se alimentan. Los problemas ocurren a menudo por arañas así llevadas a campos colonizados que aún no tienen ácaros depredadores o en cultivos donde los insecticidas han eliminado la fauna benéfica.

**Biología y daño.** Con su aparato bucal, las arañas pinchan y sorben el contenido de las células epidermales, principalmente en el envés de las hojas, brotes y tallos suculentos. El daño se ve como un punteado muy fino que gradualmente se convierte en un manchado y luego bronceado de las hojas y nervaduras, además de la telilla fina en el envés de los folíolos, lo que finalmente se traduce en pérdida de hojas y brotes, y menor vigor, rendimiento y tamaño de frutos. La infestación es especialmente dañina en los primeros 4-5 meses después del trasplante en el otoño. Aunque ésta es una plaga común, la mayoría de las infestaciones en frutillares no alcanzan densidades que requieran control con plaguicidas. Sin embargo, el rápido ciclo de esta araña (1-2 semanas) y su gran potencial reproductivo (cada hembra pone unos 50-100 huevos) le permiten alcanzar rápidamente densidades dañinas en ambientes adecuados. Un promedio de cinco arañas por folíolo durante este período es crítico para el cultivo y reduce sustancialmente el número de frutos y el rendimiento total. Las plantas con más de 75 arañas por folíolo son debilitadas severamente y aparecen marchitas, rojizas y con hojas secas. Las poblaciones más densas se producen a menudo después del máximo de cosecha en la primavera, aunque luego declinan rápida y naturalmente.

**Seguimiento del desarrollo de las poblaciones en el campo.** La detección temprana es crítica para el control y requiere coleccionar al azar folíolos y revisar su envés bajo aumento para contar las arañas. Los folíolos se pueden también pasar por una maquinilla de escobillas giratorias y contar los especímenes barridos sobre un vidrio cubierto con una película de vaselina. Este método es rápido y permite promediar las densidades de arañas en varios folíolos. Aunque no existen densidades críticas aceptadas por todos, muchos sugieren un umbral económico de 5 arañas por folíolo entre el trasplante y comienzos

de diciembre. Posteriormente, el umbral sería de 20 arañas por folíolo.

**Umbrales de control.** Generalmente, estas arañas están localizadas en manchas en el campo en vez de estar distribuidas en todo el cultivo. Se debe revisar todo el sector, fijándose en áreas con plantas bronceadas. De estas plantas se deben coleccionar unos 60 folíolos bronceados para revisar su envés bajo aumento y constatar la presencia de arañas. Esta información se debe anotar en un croquis del cultivo para identificar y tratar los sectores críticos. El uso de un acaricida se justifica cuando 25% de los folíolos está infestado con una o más arañas. Este umbral corresponde a una infestación promedio de cinco arañas por folíolo durante un muestreo al azar.

**Control biológico.** Al muestrear un cultivo se debe anotar la presencia de ácaros depredadores. Cuando éstos están presentes, la aplicación de acaricidas es a menudo innecesaria. Una proporción de un depredador por 10 ácaros fitófagos brinda un control biológico adecuado. Los depredadores cumplen un papel importante en la mantención de poblaciones de arañas bajo control. Estos ácaros son de tamaño similar al de la plaga, pero su cuerpo es más plano, con forma de gota blanco-amarillenta brillante y caminan mucho más rápidamente al buscar sus presas. En los EEUU y Europa se dispone comercialmente de algunas especies como *Phytoseiulus persimilis*, *Metaseiulus* (= *Typhlodromus*) *occidentalis* y *Amblyseius californicus* para liberaciones inoculativas (liberación inicial de un número bajo de depredadores) cuando en el campo se observan las primeras arañas fitófagas (<http://www.biconet.com/biocontrol.html>.) Estos depredadores se obtienen en mezcla con vermiculita o sobre plantas de fréjol en macetas que se distribuyen en el cultivo. Las inoculaciones deben efectuarse en focos de infestación, bordes de llegada del viento y sobre plantas dañadas, y pueden reducir los focos de la araña bima-culada. Liberaciones tempranas en la temporada de 20-40 mil depredadores por ha, cuando las densidades de arañas fitófagas son aún bajas brindan un control efectivo. Esta es una alternativa económica al control químico debido a las opciones cada vez más limitadas de plaguicidas. Incluso, el aumento de la demanda en

la última década se ha traducido en una disminución del precio de *P. persimilis* en más del 50%. Luego de las liberaciones, se debe seguir la evolución de las poblaciones para constatar si las arañas fitófagas están siendo mantenidas por las especies depredadoras bajo los niveles económicamente dañinos. Los plaguicidas y fungicidas deben seleccionarse según su toxicidad a los ácaros benéficos; deben preferirse compuestos de toxicidad relativa baja, y su aplicación debe dejar algunas áreas del cultivo si tratar, para preservar focos de dispersión de los ácaros benéficos.

**Control cultural.** La susceptibilidad a la araña bimaclada difiere entre variedades. Aquellas de día corto son generalmente más tolerantes que las de día neutro, particularmente en el período de producción de fruta. Aunque la vernalización estimula directamente el vigor de la planta, el almacenamiento suplementario en frío puede afectar dicha vernalización. Plantas con enfriamiento escaso tendrán menor vigor y a menudo presentarán infestaciones intensas. El enfriamiento excesivo estimulará el vigor y reducirá la infestación, pero afectará a otros factores de producción, i.e., atrasará la floración y promoverá plantas grandes, con un mayor número de estolones de reproducción vegetativa. La renovación de las camas de producción reduce el potencial de infestación de arañas la temporada siguiente, pues al eliminarse restos vegetales se interrumpe su alimentación y el hábitat que les brinda protección.

**Control químico.** Como las arañas fitófagas se encuentran principalmente en el envés de los folíolos, un control químico efectivo requiere un buen cubrimiento y mojamiento del follaje. Sin embargo, las alternativas de control químico a mediados de los 90 eran escasas. Posteriormente, para aplicación en frutilla se han registrado los piretroides fenprothrin y bifenthrin, los que también permiten controlar a hemípteros del género *Lygus*. Sin embargo, el control de arañas requiere de dosis relativamente altas, las que tienen un impacto negativo en los enemigos naturales.

### **Araña carmín, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)**

Esta araña de distribución mundial infesta un centenar de cultivos agrícolas, plantas ornamentales y malezas.

**Daño.** Los adultos y estados juveniles de la araña carmín se alimentan de preferencia en el envés y cerca de las venas de los folíolos, los que presentan un síntoma de daño consistente en un punteado fino, a menudo acompañado por la presencia de telilla. El follaje afectado presenta deshidratación, clorosis y desprendimiento.

**Biología.** El ciclo de huevo a adulto tarda una semana; aunque durante el año se pueden encontrar todos los estados de desarrollo, la reproducción aumenta en clima cálido y seco. Los pequeños huevos esféricos de color pajizo brillante, aislados en el envés de las hojas y en la telilla, eclosionan en 3 días. El primer estado juvenil (larva) es rosado, tiene 3 pares de patas y dura cerca de 1 día. Luego hay dos estados ninfales (protoninfa y deutoninfa), ambos con 4 pares de patas y color rojizo a verdoso, durante unos 4 días. Las hembras adultas miden 0,5 mm, y tienen un cuerpo elíptico rojizo. Los machos son algo más pequeños y tienen forma de cuña. Ambos tienen una mancha negra en cada lado del cuerpo. La hembra puede vivir hasta 24 días y poner 200 huevos.

**Control sin plaguicidas.** El mejor depredador de la araña carmín son las larvas y adultos de coccinélidos del género *Stethorus*. En laboratorio, cada escarabajo puede consumir individualmente un promedio de 2.400 arañas. Su eficiencia aumenta en cultivos con hojas de envés liso. Algunos depredadores de menor importancia son otros coccinélidos, ácaros y trips.

**Control químico.** La aplicación de azufre contra arañas fitófagas no destruye a *Stethorus*.

### **Tarsonémido de la frutilla, *Phytonemus pallidus* Banks (Acari: Tarsonemidae)**

**Descripción.** Estos ácaros microscópicos (no visibles a simple vista), una plaga primaria en cultivos de 2ª temporada, se encuentran generalmente a lo largo de la vena central de las hojas en crecimiento y bajo el cáliz en brotes

florales nuevos. Cuando las poblaciones aumentan en densidad, las arañitas invaden incluso las estructuras expandidas. Los adultos tienen un cuerpo globoso alargado blanquecino brillante a rosado claro. En las hembras, las patas traseras son filamentosas y en los machos presentan pinzas. Los huevos son translúcidos y comparativamente grandes; cada hembra pone unos 90 huevos, el 80% de los cuales produce hembras. Durante el verano, las nuevas arañitas se transforman en adultos en unas 2 semanas. Con ello, las poblaciones aumentan rápidamente luego de la infestación del cultivo. Este ácaro inverna como hembra adulta en la corona de la planta.

**Daño.** Las hojas infestadas severamente se ven marchitas y arrugadas. Las plantas afectadas presentan una masa compacta de hojas en su centro. La alimentación sobre las flores puede marchitarlas y hacerlas abortar. El fruto, que a menudo aparece deforme, es de menor tamaño que el normal, y las semillas aparecen más expuestas hacia afuera. Si no es controlada, esta plaga puede impedir la producción de frutos.

**Control biológico.** Aunque existen especies de ácaros y trips depredadores, éstos rara vez proveen un control económico.

**Control cultural.** Estas arañitas son acarreadas fácilmente de un cultivo a otro por abejas, aves, recolectores de fruta y equipos, incluyendo las bandejas de enfriamiento. Estas últimas pueden lavarse con agua caliente para evitarlas como fuente de infestación. La mayor infestación proviene de plantas nuevas obtenidas desde viveros infestados, por lo que éstas deben sumergirse por 30 minutos en agua a 38°C antes de plantarlas. Para reducir la dispersión de la infestación se deben arrancar las plantas que parezcan infestadas, y evitar cultivos de 2ª temporada en áreas problemáticas.

**Control con insecticidas.** En el campo, se deben coleccionar y examinar bajo aumento hojas nuevas no extendidas, y aplicar insecticidas cuando se encuentra un promedio de un tarsonémido en 10 folíolos. Los productos se deben aplicar en los sectores infestados (a menudo no es necesario cubrir todo el campo) en alto volumen (1500-2000 L/ha), para mojar

bien las hojuelas y brotes florales en las coronas. El control temprano en los viveros es crítico, antes que las plantas cubran las camas con follaje.

Existen diversos acaricidas y combinaciones de acaricidas con insecticidas con registros de aplicación en frutilla (Cuadro 1). La mayoría de los acaricidas no son ovicidas, por lo que si durante la aplicación se observan huevos y estados móviles, puede requerirse una 2ª aplicación 5-7 días más tarde para eliminar las ninfas emergentes. Los productos siguientes se incluyen según su orden de utilidad en un programa de manejo integrado que considera la eficacia e impacto de los enemigos naturales.

### Áfidos (Homoptera: Aphididae)

Varias especies de áfidos, incluyendo los pulgones de la frutilla, *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell), del melón, *Aphis gossypii* Glover, de la papa, *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), y verde del duraznero, *Myzus persicae* (Sulzer), causan daños al colonizar coronas, brotes y el envés de los folíolos. Los adultos y ninfas succionan la savia y producen mielecilla que permite el desarrollo de fumagina sobre el follaje, flores y frutos. Al mismo tiempo, los áfidos transmiten virus a cultivos sanos, disminuyendo su vigor y rendimiento. Los síntomas son enanismo, folíolos acopados y amarillamiento. La variedad Totem es muy tolerante; en cambio Hood es muy susceptible. Infestaciones severas resultan en plantas deformes y enanizadas. Sin embargo, las plantas pueden tolerar poblaciones relativamente altas sin daño aparente. Además, los coccinélidos, larvas de neurópteros y otros depredadores generalistas y parasitoides hacen presa en los áfidos y mantienen a sus poblaciones por debajo de densidades dañinas.

**Cuadro 1.** Acaricidas con registro de aplicación en frutilla en los EE.UU.

Producto y nombres comerciales	Cantidad/ha	IPC <sup>1</sup> (días)
ABAMECTINA (Agri-Mek 0.15 EC) Aplicar en hasta 5.000 L de agua/ha para empapar bien la corona de las plantas. Este producto no trabaja bien a bajas temperaturas. A salidas de invierno, y temprano en primavera, se debe hacer una 2 <sup>a</sup> aplicación a los 7-10 días, cuando las arañitas alcancen niveles detectables. Se debe repetir estas aplicaciones si es necesario para mantener la plaga bajo control, dejando transcurrir al menos 21 días desde la 2 <sup>a</sup> aplicación.	1 L	3
DICOFOL (Kelthane 35WP) Aplicar en 1.500-2.500 L de agua/ha con un agente humectante, sólo con temperaturas menores de 32°C. Producto tóxico para ácaros benéficos y relativamente inocuo para depredadores generalistas.	8 Kg	2
ENDOSULFAN (Thiodan 3EC) Este insecticida ha causado resistencia. Se deben dejar pasar al menos 35 días antes de reaplicar. No se deben hacer más de 3 aspersiones al año, ni exceder 3 Kg i.a./ha/año. Se debe aplicar en al menos 1.500 - 2.700 L/ha.	5 L	4

1 IPC = Intervalo de precosecha, durante el cual el producto no se puede aplicar.

**Descripción y daños.** Los adultos ápteros, de color verde pálido, del pulgón de la frutilla tienen pelos dorsales con forma de maza pequeña visibles bajo lupa (que no presentan los otros pulgones que infestan frutilla) invernan sobre las plantas. Los individuos alados aparecen en noviembre, tiene un máximo poblacional en diciembre y persisten hasta mayo. En algunos años se produce otro máximo en marzo y abril. Ocasionalmente, los pulgones causan pérdidas de rendimiento al depositar mielecilla sobre la fruta, la que es cubierta por fumagina negra y pega restos de mudas del insecto, contaminación que reduce significativamente el valor del fruto fresco.

El pulgón del melón, un áfido común en muchos cultivos, es de cuerpo globoso pequeño, que varía desde el amarillo a amarillo-verdoso y verde-negruzco. Otros pulgones son el verde del duraznero, con tubérculos frontales característicos y color verde amarillento, cuyos adultos tienen una mancha oscura en el abdomen, fácilmente observada bajo lupa, y el de la papa, de tamaño relativamente mayor a las demás especies, con largas patas que le dan aspecto de araña y del cual existen formas verdes y rosadas.

**Control químico.** El control de pulgones se dirige a evitar los virus que éstos transmiten, y se centra en: i) el uso de plantas certificadas, ii)

el retiro de plantas anormales, iii) la eliminación de fresas silvestres del área, iv) la aplicación cuidadosa de insecticida, v) el aislamiento desde campos infestados, y vi) en programas regionales de aspersión. Generalmente en octubre, los campos donde se detectan pulgones se deben tratar, para evitar la migración hacia nuevos cultivos, repitiendo cada 2-4 semanas y después de la cosecha si los pulgones reaparecen en el otoño.

Los cultivos se deben revisar, colectando hojas semanalmente, a partir del momento que se observa la primera hoja expandida, removiendo al azar 80 hojas trifoliadas, para anotar el promedio de hojas con áfidos. Se debe tratar cuando la infestación llega al 30% de las hojas (otras referencias recomiendan hacer la primera aplicación con promedios de 0,5 a 1 áfido por folíolo). Los cultivos nuevos deben tratarse cuando se detectan pulgones alados para reducir la dispersión de virus, generalmente hasta mediados de diciembre. Se debe repetir el tratamiento en marzo o cuando los pulgones reaparecen. Además, los áfidos deben controlarse en los viveros para reducir la dispersión de virus. Algunos tratamientos se detallan en el Cuadro 2.

**Control biológico.** Existe un complejo de varias especies de parasitoides que afectan a los pulgones en frutilla; otros organismos benéficos

son depredadores (larvas y adultos de coccinélidos, larvas de moscas sírfidas y de neurópteros *Chrysoperla*).

**Control cultural.** Algunas cubiertas plásticas han reducido las densidades de áfidos, pero este control resulta caro y su viabilidad económica no se ha determinado. El mejor control cultural es el uso de plantaciones anuales.

#### **Chinches, *Lygus* spp. (Hemiptera: Miridae)**

Las frutillas son dañadas por chinches del género *Lygus*, especies polífitas sobre muchos cultivos y malezas. Los adultos miden 6 mm de largo y varían en coloración; se caracterizan por presentar una marca amarilla a verde pálido en forma de 'v' sobre el escutelo (tórax). Las hembras insertan los huevos en los tejidos blandos de la planta, dejando visible solo el opérculo, difícilmente detectable. La alimentación de ninfas y adultos deforma los frutos 'Catfacing' (cara de gato, en las referencias en inglés). (La saliva tóxica afecta el desarrollo normal del tejido bajo los aquenios) y reduce su valor económico para el mercado de fruta fresca.

**Control químico.** Los adultos migran a las frutillas desde las malezas cuando comienza la floración, por lo que el cultivo se debe examinar en primavera para detectar la aparición de los primeros adultos. Su densidad se estima sacudiendo las plantas sobre una bandeja blanca. Por su movilidad, el número de adultos puede ser estimado con más exactitud utilizando trampas de succión. Se estima que una densidad de 1-2 *Lygus*/20 plantas causa daño económico. La eclosión de los huevos se ajusta bien a la acumulación de 122 días-grados sobre una base de 12,2°C (en el área costera de California central esto representa 3-4 semanas con primaveras frescas). Los insecticidas son más efectivos contra los estados juveniles y deben aplicarse inmediatamente después de la eclosión de los huevos. Entre ellos destacan el malation y naled (fosforados), methomyl (carbamato) y fenprothrin y bifenthrin (piretroides que brindan control por largos períodos, aunque dañan la fauna benéfica).

**Control biológico.** Los depredadores naturales, que a menudo no mantienen la plaga bajo den-

sidades de daño económico, incluyen los chinches de ojos grandes *Geocoris* spp., los diminutos chinches pirata *Orius* spp., neurópteros verde y café, *Chrysoperla* y *Hemerobius* spp., nápidos *Nabis* spp., la chinita *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville y varias especies de arañas, depredadores oportunistas que además de alimentarse de huevos y ninfas de *Lygus*, también actúan sobre pulgones, mosquitas blancas y cuncunillas pequeñas. También existen diversos parasitoides, los que por sí solos tampoco son suficientes para mantener bajas las densidades de la plaga.

**Control cultural.** Se ha intentado disminuir la densidad de *Lygus* aspirándolos con trampas D-Vac, pero este método es caro y engorroso. También se ha evaluado el uso de cultivos trampa (algodón), más preferidos para el insecto que las plantas de frutilla, y que concentran la plaga permitiendo su control con insecticidas en esos cultivos.

#### **Langostino verde, *Empoasca fabae* (Harris) (Homoptera: Cicadellidae)**

Los langostinos se alimentan principalmente en el envés de las hojas, donde succionan el contenido de las células epidermales y causan amarillamiento intervenal, deformación y encrespamiento. Esta actividad es más intensa tarde en primavera y temprano en el verano. Los adultos verdes, de cuerpo alargado, de 3 mm de largo vuelan rápidamente al ser molestados. Las ninfas, de color verde claro, caminan de lado y escapan saltando. Se deben aplicar insecticidas sólo al notarse poblaciones grandes en las hojas.

#### **Trips de California, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)**

Estos insectos delgados miden cerca de 1 mm de largo en estado adulto, el que presenta cuatro alas plumosas y varía en color desde amarillo a negro. Las ninfas son blancas, con pequeños ojos oscuros. Al igual que el trips de la cebolla, *Thrips tabaci* Lindemann, el trips de California es frecuente en flores de frutilla. Generalmente no causa daños significativos, pero cuando las poblaciones aumentan pueden causar aborto floral; los frutos se ven bronceados y presentan

**Cuadro 2.** Aficidas con registro de aplicación en frutilla en los EE.UU.

Producto y nombres comerciales	Dosis	IPC <sup>1</sup> (días)
M-PEDE, jabón insecticida Ayuda a reducir las poblaciones de áfidos y huevos de arañitas cerca del 50% (aunque no afecta a las arañitas móviles), con acción mínima sobre la fauna benéfica. Sin embargo, no se deben hacer más de dos aplicaciones por temporada para evitar efectos tóxicos al follaje. Tratamiento aceptable en producción orgánica, al igual que los métodos de control cultural y biológico.	30 mL/L	1
ENDOSULFAN No reaplicar antes de 15 días o más de dos veces en un periodo de 35 días cuando el fruto está presente. En algunas localidades con uso repetido por varios años se ha observado menor control, indicando un posible desarrollo de resistencia. Por ello, este insecticida no se debe aplicar más de dos años seguidos, a menos que se le alterne en la temporada con otros compuestos fosforados. Tampoco se le debe aplicar sobre 21°C. Para disminuir la mortalidad de abejas, durante la floración se recomienda aplicar en el crepúsculo.	1 Kg/ha	4
AZINFOS-METIL No más de 4 aplicaciones por temporada, con al menos 5 días entre aplicaciones. Se ha detectado resistencia en algunas áreas. Altamente tóxico para las abejas; no utilizar en la floración.	1 Kg/ha	5
DIAZINON 50WP Aplicar en 800 L de agua/ha. Muy tóxico para las abejas; no utilizar en la floración. Puede afectar las arañitas depredadoras y causar un aumento de densidad de la arañita bimaclada. Mayor efecto residual que el jabón insecticida.	1 Kg/ha	5
METASYSTOX-R En los estados de Washington y Oregon sólo se permite un tratamiento antes de la floración y dos posteriores a la cosecha por temporada. Las aplicaciones deben hacerse en horas del crepúsculo para reducir el daño a las abejas.	1 L/ha	5
DI-SYSTON Sólo para propagar plantas. No se debe consumir fruta de plantas tratadas.	2 - 4 Kg/ha	Ver abajo
LANNATE Altamente tóxico para las abejas; no utilizar en la floración.	0,5 - 1 Kg/ha	3 (fruta fresca) 10 (fruta procesada)
LORSBAN 4E Uso en prefloración. Muy tóxico para las abejas; no utilizar en la floración. Después de ésta se usa contra plagas de la corona; también brinda control de pulgones.	1 Kg/ha	21

<sup>1</sup> IPC = Intervalo de pre cosecha, durante el cual el producto no se puede aplicar.

semillas densas. Sin embargo, la mayoría de las variedades toleran a esta plaga sin sufrir daños económicos, por lo que no requieren tratamientos.

**Biología y daños.** Ninfas y adultos dañan la planta al raspar brotes flores y hojas, y sorber el exudado. En las flores secan prematuramente

los estigmas y anteras. Al crecer, los frutos infestados pueden presentar manchas en torno al cáliz, aunque este daño es rara vez económico. En un año pueden ocurrir muchas generaciones. el desarrollo de huevo a adulto tarda unas 2 semanas). Los adultos se activan temprano en primavera e insertan sus huevos en los tejidos.

**Evaluación del desarrollo de la población y control químico.** El control es a menudo innecesario pues normalmente este trips no causa daño económico. Además, las aspersiones contra trips afectan el control natural de arañas y chinches. Por otra parte, los insecticidas aplicados contra áfidos también actúan sobre trips, por lo que sólo se debe tratar cuando la población llega a 10 trips por flor (UC-Davis). Para muestrear estos insectos se cortan flores al azar y se ponen en un frasco de vidrio cerrado con trazas de alcohol o acetato de etilo. Las flores se retiran después de media hora y se sacuden sobre papel, donde se cuentan los trips desprendidos.

**Control biológico.** Los chinches diminutos del género *Orius* y otros depredadores generalistas, incluyendo trips depredadores, pueden ser importantes enemigos naturales de los trips.

**Mosquita blanca de los invernaderos,  
*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)  
(Homoptera: Aleyrodidae)**

Esta mosca blanca daña el cultivo cuando las plantas de frutilla están bajo estrés. Los adultos (alados) tienen el cuerpo cubierto por un polvillo blanco y miden 2 mm. Los huevos blancos son depositados verticalmente en el envés de los folíolos. Las ninfas tienen cuerpo aplanado amarillo claro, de cuyos bordes sobresalen cortos filamentos de cera. Las ninfas chupan la savia y producen mielecilla sobre la que crece fumagina. Normalmente, las poblaciones se mantienen bajo control por avispietas parásitas y depredadores generalistas. Estos son afectados por tratamientos contra arañas o chinches, produciéndose brotes de mosquitas blancas, por lo que el control químico no se recomienda. La remoción y destrucción de hojas viejas reduce la densidad de la plaga.

**Gorgojos de las raíces y coronas  
(Coleoptera: Curculionidae)**

Las larvas ápodas curvadas de hasta 10 mm de largo, blancas a rosadas, de varias especies de curculiónidos, como *Aegorhinus phaleratus* Er., *A. supercilliosus germari* (Gay y Sol.), *Asynonychus cervinus* (Boheman), *Graphognathus leucoloma* (Boheman), *Listroderes costirostris obliquus* Klugman, *Otiorhynchus rugosostriatus* (Goeze) y *Pantomorus cervinus* (Boheman) con-

forman un complejo que puede causar daños severos a las raíces y coronas de plantas de frutilla en algunos años y localidades, particularmente en cultivos no tecnificados y sin fumigación del suelo. Las plantas afectadas se marchitan y mueren. Los adultos no vuelan y son de varios tonos de gris, miden menos de 1 cm de largo y tienen un rostro curvo y alargado y antenas geniculadas.

**Biología y daños.** Las larvas pueden devorar completamente las raíces secundarias y destruir la corteza de las raíces primarias. Al no poder obtener agua suficiente, las plantas dañadas se ven marchitas. A menudo, las larvas perforan la base de las coronas. Los adultos causan grandes mordeduras en las hojas; su daño no es económico, pero evidencia la infestación. Estos gorgojos tienen una generación al año (aunque algunas especies viven dos años); las hembras no vuelan y se reproducen partenogénicamente. Los adultos emergen tarde en primavera y durante el verano. Al mes de la emergencia, las hembras ponen huevos en la corona. Después de la eclosión, las larvas neonatas se entierran para comer raicillas. El invierno lo pasan como larvas desarrolladas en el suelo, activándose en primavera para causar un daño intenso antes de pupar.

**Control químico.** Estos insectos no requieren control todos los años, pues no vuelan y demoran en colonizar el terreno. La aplicación de Furadan 4F después de la cosecha era efectiva, pero este insecticida se mueve mucho en el perfil de suelo y su uso en los EE.UU. ya no es recomendado. Existen escasos enemigos naturales, por lo que el mejor control es la desinfestación del suelo mediante su fumigación.

**Control cultural.** Se recomienda hacer rotación de cultivos, evitar plantar frutillas después de una pradera y demorar el barbecho hasta el otoño para usar las plantas de trampa para la ovipostura. También se pueden usar barreras pegajosas para evitar la colonización de adultos desde plantaciones de 2º año. Los métodos de control descritos sirven también para controlar los gusanos alambre, larvas de coleópteros elatéridos que reducen el vigor de las plantas al consumir sus raíces.

### Cuncunillas (Lepidoptera: Noctuidae)

Ocasionalmente, las frutillas son dañadas por cuncunillas de la familia Noctuidae. Estos insectos [gusano del choclo, *Helicoverpa zea* (Boddie)] causan daño severo al horadar el fruto, por lo que el control se debe hacer antes que las larvas lo penetren. Esto requiere evaluar periódicamente la presencia de adultos, polillas de vuelo nocturno que son atraídas por fuentes de luz, o hacia trampas con dispensadores de feromonas sexuales específicas. Ambas permiten detectar el inicio del período de vuelos. Los gusanos cortadores *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) y *Spodoptera exigua* (Hübner) pueden causar daños considerables en focos localizados, comiendo en la noche y enterrándose superficialmente en el día. Estas larvas dañan las coronas y se alimentan de los frutos. Se controlan con cebos de afrecho envenenados con el insecticida microbiano *Bacillus thuringiensis* Berliner var. *kurstaki* o insecticidas. La mezcla se debe humedecer con agua o aceite vegetal y distribuir al atardecer sobre las áreas dañadas.

### Caracoles y babosas (Phylum Mollusca)

Estos animales hermafroditas, polípagos, de gran apetito, viven en ambientes húmedos, en los que proliferan. La infestación se detecta fácilmente por los rastros secos de mucus plateado que dejan donde se han desplazado.

**Desarrollo.** La mayoría de las especies invernan como adultos. Durante la primavera y verano, todos estos moluscos producen huevos esféricos, incoloros y translúcidos, de 3 a 6 mm de diámetro. En promedio, cada individuo produce 20-30 huevos, pero algunos depositan hasta 100. Estos huevos se encuentran en épocas cálidas en sectores húmedos, protegidos bajo la hojarasca, la que los preserva de la deshidratación. Los estados juveniles alcanzan la madurez a fines del verano y en el otoño. El apareamiento ocurre desde febrero a abril y los huevos se producen 30-40 días después. De actividad nocturna y ciclo anual, el desarrollo varía mucho según la temperatura, condiciones de humedad y disponibilidad de alimento.

**Aspectos de control.** El uso de hojas de repollo, papel húmedo y tableros para coleccionar y destruir

los caracoles y babosas que se han refugiado bajo ellos es un método muy antiguo de control casero. Otra recomendación utilizada ocasionalmente es el uso de barreras protectoras de alquitrán, ceniza, soda y otras sustancias cáusticas.

**Control cultural.** Como estos animales requieren suelo húmedo para depositar sus huevos y sitios protegidos para ocultarse en el día y evitar la deshidratación, se debe cultivar y limpiar de malezas y restos vegetales de las camas de plantación, de modo de airearlas y facilitar la penetración de luz solar. El material retirado se debe compostar aparte (y remover frecuentemente). Las cubiertas protectoras orgánicas ('mulch') deben ser de espesor uniforme y no más gruesas de 7 mm, de manera de retener humedad suficiente para las plantas pero insuficiente para los moluscos. Aunque el uso de vasos plásticos semi enterrados con cerveza u otra mezcla en fermentación (como una mezcla de levadura, azúcar y agua) atrae y ahoga a numerosos caracoles y babosas, las mejores trampas son los cebos granulares en base a formaldehído o methiocarb. Estos productos son tóxicos y deben manejarse siguiendo las indicaciones en los envases.

### BIBLIOGRAFÍA SELECCIONADA

- Allen, W. W.; Gaede, S. E. 1963. The relationship of Lygus bugs and thrips to fruit deformity in strawberries. *J. Econ. Entomol.* 56: 823-825.
- Arretz, P.; Lamborot, L.; Araya, J. 1976a. Plagas de la frutilla. 1. Estudios poblacionales y de control del áfido *Pentatrichopus* sp. *Investigación Agrícola* 2(2): 67-73.
- Arretz, P.; Lamborot, L.; Araya, J. 1976b. Plagas de la frutilla. 2. Estudios poblacionales y de control de *Tetranychus urticae* Koch. *Investigación Agrícola* 2(2): 75-79.
- Decou, G. C. 1994. Biological control of the two-spotted spider mite (Acarina: Tetranychidae) on commercial strawberries in Florida with *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae). *Florida Entomologist* 77: 33-41.
- Funt, R. C.; Ellis, M. A.; Welty, C. 1997. Midwest

Small Fruit Pest Management Handbook. Ohio State University Extension. Bulletin 861. Rev. on Nov. 6, 2003, at: [http://www.ag.ohio-state.edu/~ohioline/b861/b861\\_15.html](http://www.ag.ohio-state.edu/~ohioline/b861/b861_15.html)

Godfrey, L. D.; Leigh, T. F. 1994. Alfalfa harvest strategy effect on Lygus bug (Hemiptera: Miridae) and insect predator population density: Implications for use as trap crop in cotton. *Environ. Entomol.* 23: 1106-1118.

Hill, D. S. 1983. *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.). pp. 501-502 In: *Agricultural Insect Pests of the Tropics and Their Control*, 2<sup>nd</sup> Edition. Cambridge University Press. 746 pp. <http://www.buglogical.com/persimilis.shtml> (información sobre arañas depredadoras de tetraníquidos). Rev. 6 nov. 2003.

Lankin, G.; Araya, J. E. 1996. Principales plagas que afectan a los cultivos de frutilla. *Publicaciones Misceláneas Agrícolas* 44: 69-74.

LaPlante, A. A.; Sherman, M. 1976. Carmine spider mite. Cooperative Extension Service, College of Tropical Agriculture, Insect Pest Series N° 3: 1-2.

Merino, C.; Arretz, P. 1976. Plagas de la frutilla. 3. Control químico y microbiológico de gusanos cortadores y moluscos. *Investigación Agrícola* 2(2): 81-86.

Pickel, C.; Zalom, F.; Walsh, D. B.; Welch, N. C. 1994. Efficacy of vacuum machines for *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae) control in coastal California strawberries. *J. Econ. Entomol.* 87: 1636-1640.

Shetlar, D. J. 1995. Slugs and their management. Ohio State University Extension Fact Sheet HYG-2010-95. Rev. on Nov. 6, 2003, at: <http://www.ag.ohio-state.edu/~ohioline/hyg-fact/2000/2010.html>

UCIPM. 1994. Integrated pest management for strawberries. Publication 3351. 142 pp.

Udayagiri, S.; Stephen C. Welter, S. C. 1997. Strawberry insect pest management. Division of Insect Biology, University of California, Berkeley CA 94720. Rev. Nov. 6, 2003, at: <http://ipmworld.umn.edu/chapters/udaya.htm>

Zalom, F.; Phillips, P.; Toscano, N. 1999. UC IPM Pest Management Guidelines: Strawberry, UC DANR Publication 3339.

## PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL CULTIVO DE LA FRUTILLA EN CHILE

Jaime R. Montealegre A., Ing. Agr.  
Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de Chile

El cultivo de la frutilla en Chile es atacado principalmente por enfermedades fúngicas que

afectan tanto la parte aérea como radical de la planta (Cuadro 1) (Mujica y Vergara, 1980).

**Cuadro 1.** Enfermedades fúngicas que afectan al cultivo de la frutilla en Chile<sup>1</sup>

Moho gris, Tizón de las flores y frutos	<i>Botrytis cinerea</i>
Oídio	<i>Oidium fragariae</i> ( <i>Sphaerotheca macularis</i> f.sp. <i>fragariae</i> ).
Pudrición roja de la raíz	<i>Phytophthora fragariae</i> var. <i>fragariae</i> .
Pudrición de raíces y corona	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>fragariae</i> y <i>Rhizoctonia solani</i> .
Verticilosis	<i>Verticillium dahliae</i> .
Viruela	<i>Mycosphaerella fragariae</i> (fase anamórfica <i>Ramularia tulasnei</i> ).
Mancha roja	<i>Diplocarpon earlianum</i> (fase anamórfica <i>Marssonina fragariae</i> ).
Tizón de la hoja	<i>Phomopsis obscurans</i> .
Manchas foliares	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> <sup>2</sup> (Antracnosis), <i>Gnomonia comaris</i> , <i>Haynesia lythri</i> .
Pudrición de frutos en postcosecha	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Aspergillus</i> spp., <i>B. cinerea</i> , <i>Cladosporium</i> spp., <i>Penicillium expansum</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , y <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .

<sup>1</sup>Mujica y Vergara (1980).

<sup>2</sup>Acuña et al. (2002) y Montealegre (1996). Causando manchas foliares.

### MOHO GRIS O TIZÓN DE FLORES Y FRUTOS (*Botrytis cinerea* Pers.)

*Botrytis cinerea* es uno de los patógenos más importantes en el cultivo de la frutilla. Su daño es mayor en los frutos tanto en el campo como en postcosecha. Los síntomas y signos más relevantes en los frutos se manifiestan a través de una pudrición húmeda que rápidamente destruye todo el fruto una vez que este avanza en su madurez. Posteriormente y/o junto con la pudrición se desarrolla un micelio de color gris con abundante esporulación. Más tarde se pueden desarrollar esclerocios de color negro sobre las lesiones en los frutos u otros órganos afectados.

Además de los frutos, puede afectar la base de los pecíolos y racimos florales con la consecuente marchitez y luego muerte de los mismos (Tizón).

Por ser un hongo polífago, su control es más difícil y pueden existir cepas resistentes a fungicidas de los benzimidazoles y dicarboximidas.

En los Cuadros 2, 3 y 7 se indican las prácticas de control y fungicidas más importantes para el control del Moho Gris. Las aplicaciones de fungicidas deben iniciarse en floración (Cuadro 4) y hasta la cosecha y deberá considerarse el registro de éstos en el momento de tomar decisiones de los fungicidas a utilizar (Cuadro 5).

### Oídio (*Oidium fragariae*)

Esta enfermedad se caracteriza por afectar fundamentalmente las partes verdes de la planta, causando daño directo principalmente en hojas y tallos, órganos florales y eventualmente frutos. El síntoma que produce esta enfermedad se caracteriza por una falta de crecimiento y deformación de los órganos afectados con presencia de un polvo blanquecino debido a la esporulación del hongo.

Por ser un parásito obligado y no producir fácilmente la fase sexual, generalmente el hongo permanece viable en las yemas de las plantas.

Por lo mismo, las aplicaciones de fungicidas deben iniciarse en brotación (Cuadro 4), cuando existe una fuerte presión de la enfermedad.

En los Cuadros 2, 3 y 7 se indican las prácticas de control y agroquímicos que se pueden utilizar para el manejo de esta enfermedad.

**Cuadro 2.** Medidas de control para el Moho Gris y Oídio en frutilla.

ENFERMEDAD	PRÁCTICAS DE MANEJO	FUNGICIDAS
Moho Gris/ Tizón de Flores y Frutos	Evitar exceso de humedad y fertilización nitrogenada. Buen control de malezas. Eliminar vegetación muerta. Eliminar frutos enfermos Evitar riego por aspersión. Evitar contacto de frutos con el suelo. Efectuar monitoreo de resistencia a fungicidas. Buena ventilación	Efectuar rotación de fungicidas iniciando tratamientos en floración.
Oídio	Evitar exceso de fertilización nitrogenada Buena ventilación	Efectuar rotación de fungicidas iniciando tratamientos en brotación.

**Antracnosis o Black Spot (*Colletotrichum fragariae* Brooks y otras especies).** Este hongo afecta a los frutos, corona, tallos florales y estolones. Los síntomas se caracterizan por lesiones circulares y hundidas de color café en frutos. A la fecha, en Chile sólo se ha detectado produciendo manchas foliares en frutillas. En la corona aparecen lesiones estriadas de color gris-negruzco en el tejido vascular, lo cual produce una marchitez súbita de la planta. En los pecíolos, tallos florales y estolones aparecen lesiones deprimidas de color negro.

El inóculo de este hongo va en las plantas y órganos infectados y la infección se favorece con días calurosos y húmedos con temperaturas de 21°C.

El control se basa en: uso de plantas sanas, eliminación de plantas enfermas, uso de riego por goteo y aplicaciones de fungicidas. En el Cuadro

3 se presentan diversos agroquímicos y sus efectos sobre la Antracnosis.

**Mancha Angular de la Hoja (*Xanthomonas fragariae* Kennedy and King).** Esta enfermedad es causada por la bacteria *X. fragariae* y afecta las hojas, flores, estolones y corona. Los síntomas se caracterizan por manchas angulares de aspecto grasoso (verde brillante) de 1-5 mm en la parte inferior de las hojas. El inóculo de la bacteria se encuentra en las plantas y órganos infectados y la temperatura de 20°C y alta humedad relativa favorecen su desarrollo.

El control se basa en: uso de plantas sanas, destrucción de plantas enfermas, aplicación de bactericidas cúpricos y otros antibióticos que reducen la incidencia. Se debe evitar el riego por aspersión ya que éste favorece la diseminación de la bacteria.

**Pudrición Roja de la Raíz (*Phytophthora fragariae* Hickman var. *fragariae*).** Esta enfermedad se caracteriza por producir una falta de crecimiento, marchitez y muerte de plantas, las que al comienzo de la enfermedad pueden presentar un color verde azulado de su follaje nuevo y las hojas viejas se marchitan y toman un color

rojo. También, se produce una pudrición del ápice de las raíces. El xilema de la corona y raíz toma una coloración café rojiza.

El hongo puede invernar en el mismo suelo como oosporas y en restos de órganos infectados. También puede hacerlo en plantas infectadas (Fig. 1).

**Cuadro 3.** Efectividad de fungicidas y bactericidas en el control de patógenos en frutillas.

	Antracnosis	<i>Botrytis</i>	<i>Xanthomonas fragariae</i>	<i>Phomopsis</i>	Oídio	<i>Phytophthora</i>	<i>Rhizopus</i>
Aliette	O	O	O	O	O	+++	O
Captan	+++	+++	O	++	O	O	+++
Cobre	+	+	+	+	+	+	+
Ridomil	O	O	O	O	O	++++	O
Rovral	O	+++R	O	O	O	O	O
Azufre	O	O	O	O	+++	O	O
Switch	++	++++	O	O	O	O	O
Topsin M	+R <sup>o</sup>	+++R	O	O	O	O	O
Amistar	++++	O	O	++	+++	O	O
Systhane	O	O	O	+++	+++	O	O
Teldor	O	++++	O	O	O	O	O
Stroby		++++	O	O	+++	O	O
Bravo	+	++	O	O	O	O	O
Serenade	-	++	-	-	++	-	-
Trichodex	-	++	-	-	+	-	-
BC-1000	-	++	-	-	+	-	-

Control: O: no efectivo; +: pobre; ++: moderado; +++: bueno; ++++: excelente. R<sup>o</sup>: En USA existe resistencia. R: puede existir resistencia.

El control de esta enfermedad se basa en el uso de plantas sanas en suelos libres de la enfermedad; utilizar suelos con buen drenaje; eliminar raíces enfermas en plantas nuevas (preplanta) y efectuar baño con fungicidas al momento de plantar; solarización (Cuadro 6), fumigación y/o aplicación de fungicidas al suelo.

El exceso de humedad así como estreses de otro tipo desencadena el proceso infeccioso del hongo en las plantas susceptibles.

En los Cuadros 3 y 7 se indican algunos fungicidas recomendados, y en el Cuadro 4 el estado fenológico de la planta cuando debe iniciarse el tratamiento.

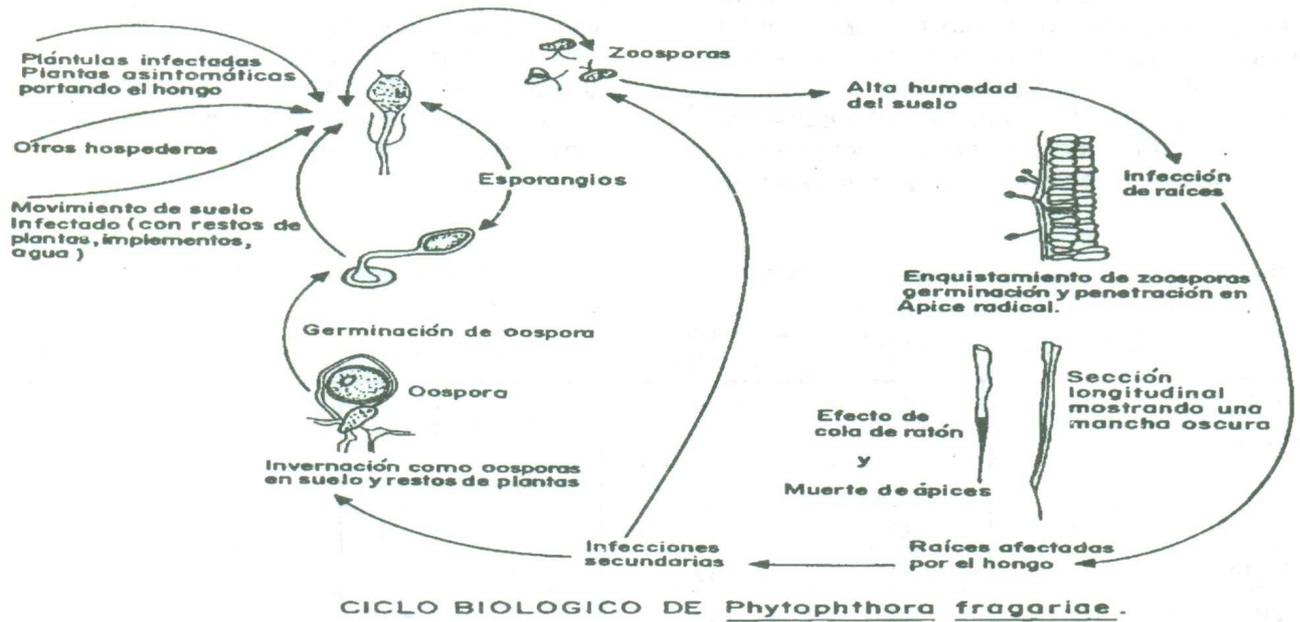
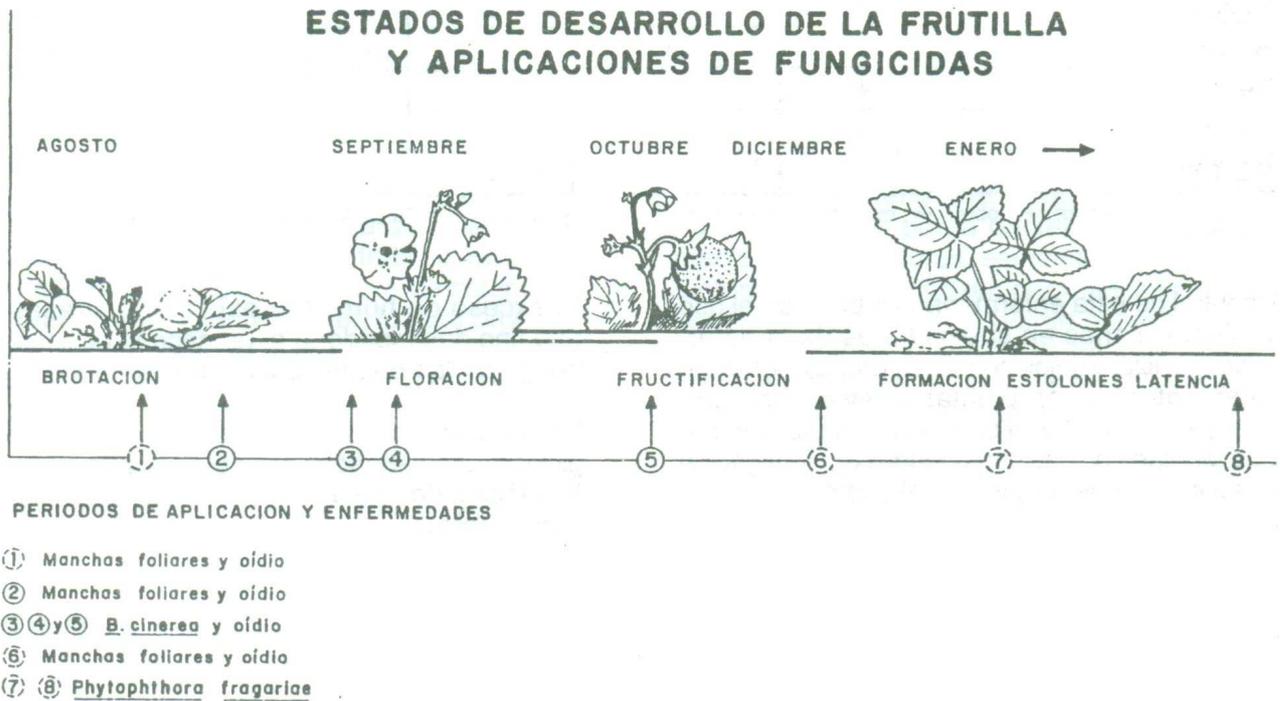


Figura 1. Ciclo biológico de *Phytophthora fragariae* (Adaptado de Mass, 1998).

Cuadro 4. Estados de desarrollo de la frutilla y aplicaciones de fungicidas.



**Cuadro 5.** Fungicidas registrados en frutillas en algunos países del mundo<sup>1</sup>.

PAISES	AZOXYSTROBIN		BENOMYL		CAPTAN Y FOLPET		CHLOROTALONIL		FENHEXA-MID		IPRODIONE		METALAXIL		METHYL THIOPHANATE		THIABENDAZOLE		TRIFORINE	
	Tol. ppm	Car. días	Tol. ppm	Car. días	Tol. ppm	Car. días	Tol. ppm	Car. días	Tol. ppm	Car. días	Tol. ppm	Car. días	Tol. ppm	Car. días	Tol. ppm	Car. días	Tol. ppm	Car. días	Tol. ppm	Car. días
EE.UU	10	1	5	3	25	2	NR	-	3	1	15	1	10	15	5	5	5	1	2	12
CANADA	0,1	-	5	3	5*	7	0,1	21	3	1	5	7	0,4	35	5	5	0,1	15	0,1	-
U.E	2	7	0,1	12	3	10	3	10	-	-	10	1	0,5	35	0,1	20	0,05	21	0,05	18
JAPON	5	1	NR	-	20 (a)	2	NR	-	NR	-	20	Po.	NR	-	5 (a)	5	3 (a)	1	1 (a)	20
CODEX-CXL	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	10	-	-	-	5	-	3	-	1	-

U.E. Las tolerancias U.E. son LMR's armonizados que rigen en todos los países pertenecientes a la Unión Europea.  
Po. = Postcosecha  
(a) = Valores Codex  
\* Folpet/Canadá: 25 ppm.  
1 Asociación de Exportadores de Chile, A.G. 2003.

**Cuadro 6.** Grado de control de *Fusarium oxysporum* f.sp. *fragariae* y *Verticillium dahliae* mediante solarización y aplicación de metabromo 980\*.

Patógeno	Días de solarización	Prof. del inóculo (cm)	Tratamientos		
			Testigo	Solarizado	Metabromo 980
----- % de control -----					
<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>fragariae</i>	40	10	0,0	96,0	86,7
		20	0,0	50,7	13,4
		30	0,0	3,4	0,0
<i>V. dahliae</i>	40	10	0,0	98,3	100
		20	0,0	85,0	100
		30	0,0	70,0	100

\* San Pedro (Chile), enero-febrero 1995. (Montealegre et al., 1996 y 1996a).

### Pudrición de Raíces y Corona

La pudrición de raíces y corona es causada por un complejo de hongos, dentro de los cuales están: *Fusarium oxysporum* Sch. f. sp. *fragariae* Winks y Williams, *Rhizoctonia solani* Kühn, *R. fragariae* Husain and McKeen, *Idriella lunata* Nelson y Wilh., *Pythium ultimum* y *Cylindrocarpon destructans* (Zinssmeister) Scholten. Los síntomas se caracterizan por raíces necróticas, pérdida de vigor y muerte de plantas.

El control se base en usar plantas sanas en suelos libres de la enfermedad, tratamiento con fungicidas en pre-plantación (Cuadro 3), uso de suelos con buen drenaje y aireación. La solarización y la fumigación son otras de las alternativas de control.

**Verticilosis (*Verticillium dahliae* Kleb.).** Esta enfermedad afecta también a otras especies tanto cultivadas (anuales o perennes) como malezas y su síntoma más característico es una marchitez del follaje hacia un lado de la planta,

necrosis del xilema de los pecíolos y corona. El hongo produce microesclerocios que le permiten subsistir períodos adversos y diseminarse a través del suelo y agua de riego infectados.

El control de *V. dahliae* se basa fundamentalmente en: uso de plantas sanas; en replantación, efectuar inmersión de raíces en fungicidas; evitar plantar en suelos infectados; usar suelos con buen drenaje y aireación; fumigación y/o solarización del suelo en preplantación. Estas mismas medidas de control también son válidas para *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp. y *Rhizoctonia solani*.

**Enfermedades causadas por Fitoplasmas y Virus.** Los fitoplasmas y virus producen síntomas tales como amarilleces, enanismos, deformación y cambio de color de algunos órganos, entre otros, pudiendo en muchos casos permanecer latentes en las plantas sin causar síntomas. Además, son transmitidos vía vegetativa y por diversos vectores.

Considerando que estos patógenos no poseen un control curativo una vez que atacan a su hospedero, en los Cuadros 8 y 9 se presentan prácticas de manejo y susceptibilidad de diversas variedades a estos y otros patógenos.

**Cuadro 7.** Prácticas de manejo de enfermedades causadas por fitoplasmas y virus en frutillas.

- Uso de material vegetativo sano para multiplicación y plantación (plantas certificadas).
- Si es posible, se deben escoger var. resistentes y/o tolerantes.
- Efectuar análisis nematológico previo a la plantación.
- Realizar un buen control de vectores (insectos y nemátodos).
- Realizar un buen control de malezas.
- Efectuar en vivero un manejo que restrinja la diseminación (destrucción de plantas con síntomas).
- Efectuar un permanente indexing de plantas madres.

**Cuadro 8.** Fungicidas para el control de Botritis, *Phytophthora* spp. y Oídio en frutillas (AFIPA, 2002-2003).

NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE TÉCNICO	DOSIS	CARENCIAS (días)	OBSERVACIONES
BC-1000 (1)	Extracto semilla toronja	150-180 cc/HI	-	Contacto
Captan 80 WP (1)	dicloran	300-350 g/HI	15	Contacto
Botran 75 WP (1)	captan	2-4 Kg/ha	7	Contacto
Dithane M-45 (1)	mancozeb	1,1-3,4 Kg/ha	-	Contacto
Euparen 50% WP (1)	dichlofluanid	200-250 g/HI	7	Contacto
Folpan 48 SC (1)	folpet	200-300 cc/HI	7	Contacto
Phyton-27 (1)	sulfato de cobre pentahidratado	0,75-2,0 L/ha	-	Contacto
Phyto-Fos (1)	Ácido fosforoso neutralizado	1,5-2 L 1%	10	Preventivo y Curativo
Aliette 80 WP (2)	Aluminium-tris-0-etilfosfonato	4-5 Kg/ha	15	Sistémico
Metalaxil 25 DP (2)	metalaxil	20-40 g/100 m lineales	20	Sistémico
Ridomil Gold 2,5 6R (2)	mefenoxam	100-200 g/100 m lineales	42	Sistémico
Rovcap (1)	iprodione+captan	250-300 g/HI	7	Contacto
Rovral 4 Flo (1)	iprodione	75-100 cc/HI	7	Contacto
Rovral 50 WP (1)	iprodione	75-100 g/HI	7	Contacto
Rovral 75 WG (1)	iprodione	50-67 g/HI	7	Contacto
Saprol 190 EC (3)	triforine	1,2-1,5 L/ha	1	Sistémico
Scala 40 SC (1)	pyrimetanil	2L / 500-1500 L agua/ha	3	Contacto
Teldor 50% WG (1)	fenhexamid	1,5-2,0 Kg/ha	3	Contacto
Trichodex 25 WP (1)	<i>Trichoderma harzianum</i>	2-3 Kg/ha	-	Contacto
Serenade WP (1) (3)	<i>Bacillus subtilis</i>	5-8 Kg/ha	-	Contacto

(1) Botritidica. (2) Control *Phytophthora* spp. (3) Oidicida

**Cuadro 9.** Susceptibilidad a enfermedades de algunos cultivares de frutillas<sup>1</sup>.

Cultivar	Respuesta a enfermedades					
	<i>Mycosphaerella fragariae</i>	<i>Phytophthora cactorum</i>	<i>Phytophthora fragariae</i>	<i>Verticillium</i> spp.	Virosis	Otros
Brighton	-	-	-	I-R	-	<i>Colletotrichum fragariae</i> (MS) <i>Phomopsis obscurans</i> (S)
Chandler	I	-	-	-	-	<i>C. fragariae</i> (S)
Douglas	-	I	MS	S	-	<i>C. fragariae</i> (MS); <i>P. obscurans</i> (S); <i>B. cinerea</i> (S).
Fern	-	S	-	-	-	<i>C. fragariae</i> (MS); <i>Botrytis cinerea</i> (S).
Hecker	-	-	-	R	-	<i>P. obscurans</i> (S).
Pajaro	-	-	S	S	-	<i>C. fragariae</i> (MS); <i>P. obscurans</i> (S); <i>Meloidogyne hapla</i> (S).
Selva	-	S	-	-	-	<i>C. fragariae</i> (I); <i>Sphaerotheca humuli</i> (S); <i>B. cinerea</i> (S).
Tufts	I	-	S	S	T	<i>C. fragariae</i> (MS); <i>P. obscurans</i> (S).

<sup>1</sup>Mass, J.L. (1998). (-) Sin antecedentes, (S) Susceptible, (MS) Muy susceptible, (I) Reacción intermedia, (R) Resistente, (MR) Muy resistente, (T) Tolerante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFIPA. 2002 - 2003. Manual Fitosanitario. Servicios de Impresión Laser S.A. Santiago, Chile. 1214 p.

Acuña, R.; Fajardo, L.; Murillo, M. y Santelices, C. 2002. Determinación de *Colletotrichum gloeosporioides*, *Gnomonia comari* y *Hainesia lythri*, agentes causales de manchas foliares en frutilla (*Fragaria x ananassa Duchesne*) en Chile. Resúmenes IX Congreso Nacional de Fitopatología, Santa Cruz-Chile, 4-6 dic. 2001. *Fitopatología* 37(1): 67-108.

Mass, J. 1998. Compendium of strawberry diseases. APS Press. St. Paul, Minnesota, USA. Second Edition. 98 p.

Mujica, F. y Vergara, C. 1980. Flora Fungosa Chilena. Ciencias Agrícolas N° 5, Segunda Ed. Fac. Agronomía. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 308 p.

Montealegre, J. 1996. Principales enfermedades de la frutilla y su control. En: Curso Internacional "El cultivo de la frutilla". Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales, Univ. de Chile. Santiago-Chile. 19 p.

Montealegre, J.; Defilippi, B.; Díaz, V. y Henríquez, J. 1996. Efecto de la solarización y de bromuro metilo en el control de *Fusarium oxysporum* f.sp. *fragariae* y de malezas en frutillas. Resúmenes V Congreso Nacional de Fitopatología. Temuco-Chile, 14-16 Nov. 1995. *Fitopatología* 31(3): 165-183.

Montealegre, J.; Jardel, A.; Aballay, E. y Henríquez, J. 1996a. Uso de la solarización para el control de *Verticillium dahliae* en frutillas. Resúmenes V Congreso Nacional de Fitopatología. Temuco-Chile, 14-16 Nov. 1995. *Fitopatología* 31(3): 230-240.

## NUTRICIÓN MINERAL DE FRUTILLAS

Jorge B. Retamales, Ing. Agr., M. S. Ph. D.  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad de Talca

### CONCEPTOS GENERALES

Las plantas están compuestas de muchos elementos químicos, de los cuales al menos 16 son esenciales para su adecuado crecimiento y desarrollo. Es vital mantener un balance apropiado entre los elementos minerales. La mayor parte de la biomasa de una planta (85%), está compuesta de carbohidratos y agua. Entre los elementos minerales, el nitrógeno, potasio, calcio, fósforo y magnesio se requieren en cantidades significativas (por lo que reciben el nombre de macronutrientes), mientras que los micronutrientes (manganeso, hierro, cobre, boro, zinc, azufre y molibdeno) se necesitan en cantidades mucho menores.

La Frutilla es una planta perenne, por lo cual almacena reservas tanto de carbohidratos como de nutrientes. El cultivo se puede manejar en régimen anual o bianual, lo que incide sobre las estrategias de fertilización del cultivo. Los diversos órganos de la planta presentan alta demanda en corto tiempo; así, se puede producir un kilogramo de fruta por planta en un lapso de 6-8 meses.

No obstante los fertilizantes representan una baja proporción de los costos (2-5 %), tienen un importante impacto sobre el rendimiento y calidad de la fruta. Además, cualquier aplicación excesiva de fertilizantes puede afectar de manera importante el funcionamiento de la planta, debido a la alta susceptibilidad de esta especie al daño por sales (Cuadro 1).

En el presente artículo se presentará información relativa al crecimiento radical y la coordinación del crecimiento en la planta, los factores que afectan la absorción de nutrientes, así como la determinación de las necesidades de nutrientes minerales y fertilizantes según rendimiento y tipo de suelo. Se incluye, además, información sobre fertilización con nitrógeno, potasio, fósforo y calcio, tanto al suelo, como foliar y vía fertirrigación.

**Cuadro 1.** Efecto de la salinidad del suelo (dS/m) sobre los rendimientos de diferentes especies frutales.

Especie	Reducción del Rendimiento (%)	
	10	50
<b>Baja Tolerancia</b>		
Frutilla	0,13	0,25
Frambuesa	0,14	0,32
Durazno, Almendro	0,22	0,41
Nogal, Peral, Manzano	0,23	0,48
<b>Tolerancia Media</b>		
Vid	0,25	0,67
Higo, Granado, Olivo	0,38	0,84
<b>Tolerancia Alta</b>		
Dátil	0,68	1,70

Fuente: O'Connor *et al.*, 1993

### COORDINACIÓN DEL CRECIMIENTO EN LA PLANTA

Las necesidades de aplicación de fertilizantes en frutilla varían en función de diversas condiciones ambientales y de manejo. Los nutrientes minerales son requeridos para diversas funciones en las plantas y deben estar disponibles en la cantidad y oportunidad precisas; si ello no ocurriera, pueden generarse mermas en el rendimiento y/o síntomas de deficiencia en diversos órganos de la planta. Por ello, en la producción comercial de frutilla deben complementarse oportunamente los aportes naturales en cada terreno con fertilizantes ya sea al suelo, mediante fertirrigación o por vía foliar.

La mayor parte de los elementos minerales que se aplican como fertilizantes tienen impacto positivo sobre la calidad de la producción de frutilla, la excepción es el nitrógeno, el cual al ser aplicado en exceso puede producir ablandamiento y reducir la vida de post-cosecha de la fruta (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Número de artículos publicados que señalan efecto de un elemento mineral sobre la calidad de frutos en frutilla.

Elemento	Efecto			
	Negativo	Neutral	Positivo	Total
N	16	7	8	31
P	0	1	0	1
K	1	2	2	5
Ca	0	2	2	4
Mg	0	0	0	0
Fe	0	0	0	0
Mn	0	0	0	0
Zn	0	0	1	1
B	0	0	3	3
Cu	0	0	1	1
Mo	0	0	1	1

Fuente: Netsby, 2002

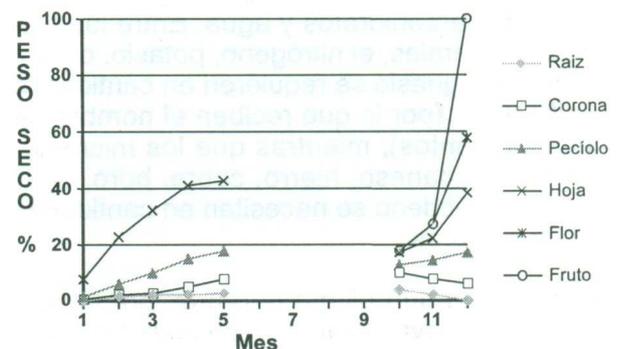
Antes de entrar en la definición de las necesidades de fertilizantes en huertos de frutilla, es conveniente interiorizarse en la coordinación del crecimiento en la planta, a fin de establecer los períodos en que las aplicaciones de fertilizantes pueden ser optimizadas. Al efectuar una plantación de verano (Enero-Febrero), el tamaño de la planta aumenta cinco veces entre enero y mayo; en ese período hay acumulación de nutrientes en distintos órganos de la planta. Durante el invierno, la planta pierde materia seca, principalmente hojas; así, a comienzos de la primavera siguiente, el tamaño de la planta es la mitad de la que presentaba el otoño anterior. Entre dormancia y fructificación ocurren los siguientes cambios:

- 1.- El tamaño de la raíz decrece,
- 2.- El peso de la corona se mantiene constante,
- 3.- Otros órganos aumentan en su biomasa.

Finalmente, durante las seis semanas previas a la cosecha se produce el período de máxima acumulación de nutrientes en la planta.

Es importante destacar que las raíces, el principal órgano de absorción de nutrientes, crecen principalmente cuando el fruto no lo está haciendo (Figura 1).

**Distribución de raíces en el perfil.** Importante para efectuar una adecuada fertilización de las plantas de frutilla, es conocer la distribución de raíces en el perfil. La planta normalmente genera 20-25 raíces primarias, estas son las que penetran el suelo, normalmente emergen en el segundo nudo de un estolón y alcanzan a vivir un año. En un sistema radical maduro, idealmente se debería encontrar entre el 50-90% de raíces en primeros 15 cm y 25-50% de raíces en los primeros 8 cm. La penetración radical es mayor en suelos livianos, mullidos y bien preparados.



**Figura 1.** Coordinación del crecimiento de la planta de frutilla. Plantación de verano (Enero = Mes 1). (Mey *et al.*, 1994)

**Zonas de absorción de nutrientes.** Las raicillas son las que absorben la mayor parte de los nutrientes; así, las raíces más viejas presentan poca capacidad de absorción y su función principal es la de conducción. Como en muchas otras plantas de interés económico, las raíces de frutilla se encuentran normalmente colonizadas por hongos (micorrizas), los que favorecen la absorción de nutrientes. Con ello, permiten incrementar el tamaño de las plantas, su área foliar y la concentración de diversos elementos minerales (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Efectos de la densidad de esporas de la micorriza *Glomus intraradices* sobre la materia seca total, el área foliar y la concentración foliar de calcio y cobre en plantas de frutilla cv. Sweetheart.

Densidad Esporas	Peso Total	Area Foliar	Concentración Foliar	
Número / planta	(g)	(cm <sup>2</sup> )	Ca (%)	Cu (ppm)
0	1,5	136	1,0	4,2
750	2,0	168	1,0	3,7
1500	2,1	197	1,0	4,2
7500	2,3	194	1,2	5,0
12000	3,5	158	1,5	7,5

Fuente: de Silva *et al.*, 1996

**Cuadro 4.** Acumulación de minerales (kg/planta) en frutillas cv. Tioga durante la estación de crecimiento, con un rendimiento de 20 ton/ha y 60.000 plantas/ha.

Elemento	Contenido en Planta		Contenido Fruta		Total			
	Trans-plante	Flora-ción	Media-dos Cose-cha	Térmi-dos no Cose-cha	Media-dos Cose-cha	Térmi-dos no Cose-cha		
N Kg+ha <sup>-1</sup>	2,4	10,7	26,9	27,3	10,4	31,3	37,3	58,6
P	0,5	0,8	3,8	3,8	2,0	5,6	5,8	9,4
K	1,7	4,3	18,9	22,7	13,7	40,5	32,6	63,2
Ca	1,7	4,7	14,0	26,9	1,1	3,9	15,1	30,8
Mg	0,4	1,5	5,0	4,7	1,0	3,1	6,0	7,8
Fe (g/ha)	24,8	45,6	201,9	369,4	33,1	86,4	235,0	455,8
Zn	5,6	17,6	63,6	53,5	12,9	34,5	76,5	88,1
Mn	4,4	27,5	98,5	113,6	15,5	47,3	114,0	60,9
B	5,8	9,6	43,7	32,5	15,3	44,1	59,0	76,6

Fuente: Albregts y Howard, 1980

**Determinación de necesidades de fertilización.** Para evitar pérdidas de fertilizantes, lo cual tiene implicancias ecológicas y económicas, es importante determinar de manera precisa las necesidades de fertilizantes según las condiciones existentes en un frutillar; así la información requerida para determinar las necesidades de fertilización debe considerar los siguientes aspectos:

1.- Necesidad total de nutrientes en la temporada, tanto para las partes vegetativas como para los frutos, (Cuadro 4).

2.- Aportes propios del huerto, en lo que se incluye, aportes provenientes del suelo, la planta, el agua y los pesticidas (en especial para los micronutrientes),

3.- Condición nutricional de la planta, determinada mediante análisis foliar, de savia y otros tejidos (Cuadro 5), y

4.- Eficiencia de aplicación, la cual dependerá de la vía de aplicación: foliar, suelo o fertirrigación.

**Cuadro 5.** Niveles foliares adecuados en hojas recientemente maduras (hoja + peciolo) de frutilla.

Elemento	Unidad	Inicio Cosecha	Fin Cosecha
N	%	3,0 - 3,5	2,8 - 3,0
P		0,2 - 0,4	0,2 - 0,4
K		1,5 - 2,5	1,1 - 2,5
Ca		0,4 - 1,5	0,4 - 1,5
Mg		0,25 - 0,5	0,2 - 0,4
S		0,25 - 0,8	0,25 - 0,8
Fe	ppm	50 - 100	50 - 100
Mn		30 - 100	25 - 100
Zn		20 - 40	20 - 40
B		20 - 40	20 - 40
Cu		5 - 10	5 - 10
Mo		-----	0,5 - 0,8

Fuente: Hockmuth y Albregts, 1994

**Factores que afectan la absorción de nutrientes.** Son muchos los factores que afectan la absorción de nutrientes por las plantas incluyendo: temperatura, largo del día, intensidad luminosa, humedad ambiental y del suelo, contenido de materia orgánica, pH, manejo del suelo y la presencia de otros nutrientes. Varios de estos factores son incontrolables, mientras otros pueden ser alterados por los productores para mejorar la disponibilidad de nutrientes.

Un factor que generalmente influye sobre la disponibilidad de nutrientes es el pH. El pH afecta la solubilidad de los nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (disponibilidad de potasio, calcio y magnesio, así como sodio, aluminio e hidrógeno), la actividad microbiana (entre ellas a las micorrizas). El rango de pH adecuado para la frutilla es 5,8 a 7,5. Se recomienda efectuar

un análisis de suelo varios meses antes de plantar; normalmente se usa carbonato de calcio fino (cal) para subir el pH del suelo.

La humedad ambiental es un factor que influye sobre la absorción de nutrientes. La transpiración se reduce bajo condiciones de alta humedad relativa, con lo que aminora el arrastre de iones de nutrientes desde el suelo (denominado flujo masal). Ello puede provocar deficiencias de los nutrientes menos móviles en los puntos en crecimiento. La lluvia afecta tanto la humedad ambiental como el status hídrico del suelo. Los suelos saturados de humedad pueden tener déficit de oxígeno y, con ello, una reducción en la absorción mineral. La lluvia excesiva puede lavar o lixiviar minerales solubles incluyendo nitratos, potasio y magnesio. Por otra parte, en suelos secos, puede existir una reducción en el arrastre de nutrientes y menores gradientes de difusión de nutrientes.

La temperatura afecta tanto la absorción de nutrientes, así como el crecimiento y desarrollo de las plantas de frutilla. En la literatura se menciona que la temperatura óptima para el crecimiento de una planta de frutilla es 23,8 °C; sin embargo, un análisis detallado de la información revela que la temperatura óptima para la raíz (7,2 a 12,8 °C), es bastante diferente a aquella del tejido foliar (22,2 a 25 °C). Se ha observado que la concentración de potasio en raíces declinó con aumentos en la temperatura, mientras el fósforo tuvo su mayor nivel a los 18 °C. Además, se ha determinado que no sólo la temperatura promedio es importante, sino que la fluctuación en torno al promedio afecta el crecimiento y floración en frutillas.

La aplicación de herbicidas incide sobre la captación de nutrientes desde el suelo, pero la interpretación de los resultados de interacciones herbicida/nutrientes son difíciles. Por ejemplo, si un herbicida no afecta la absorción total de iones, pero estimula o inhibe el crecimiento, la concentración de minerales puede ser diluida o concentrada, respectivamente. Aún más, en ensayos de campo, es difícil determinar si los cambios en las concentraciones de nutrientes son causados directamente por el herbicida o por un efecto indirecto a través de la remoción de las malezas que compiten con el cultivo.

**Fertilización de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.** De los elementos requeridos por la planta de frutilla, los que se aplican más frecuentemente a las plantaciones son el nitrógeno (N), fósforo (P), calcio (Ca) y potasio (K). En las secciones siguientes, se abordará la forma de estimar las necesidades de fertilizantes que contengan estos elementos, para plantaciones que crecen en suelos diversos y que presentan diferentes rendimientos potenciales.

**Fertilización nitrogenada.** Los requerimientos de nitrógeno varían según la clase de suelo, tipo de variedad (día corto o día neutro), prácticas culturales, condición hídrica y rendimiento potencial de fruta. El N es esencial para el crecimiento temprano de la planta, así como para la diferenciación temprana y la floración; sin embargo, deben evitarse las aplicaciones en primavera porque pueden generar fruta blanda, maduración tardía, mayor foliación, menor circulación de aire y mayor presión de enfermedades.

Para calcular la dosis de N a aplicar, se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Fertilización} = \frac{\text{Demanda total N} - \text{Suministro N}}{\text{Eficiencia de fertilización N}}$$

Donde la demanda total puede ser estimada según el rendimiento total esperado (Cuadro 6); se puede observar que la demanda aumenta proporcionalmente al incrementarse el rendimiento esperado. El suministro o aporte del suelo, se puede inferir del historial de rendimiento del huerto (Cuadro 7). Finalmente, la eficiencia de la fertilización nitrogenada normalmente varía entre 50 y 60%, siendo más alta cuando se utiliza riego presurizado y se parcializa la dosis total de nitrógeno (Cuadro 8). Para elegir la fuente de nitrógeno o fertilizante a emplear (Cuadros 9 y 10), debe considerar el tipo de reacción en el suelo, su rapidez de entrega, la proporción de nitrógeno en su fórmula y las pérdidas potenciales por su uso.

**Cuadro 6.** Demanda total de nitrógeno en base a diferentes rendimientos totales esperados para frutillas.

Rendimiento Total Esperado (Ton/ha)	Demanda Total (Kg·ha <sup>-1</sup> )
20	71
30	111
40	149
50	186

Fuente: Silva, 1996.

**Cuadro 7.** Aporte o suministro de N del suelo según historial del suelo.

Historial	Suministro de N (Kg·ha <sup>-1</sup> )
Rendimiento bajo	40
Rendimiento medio	60
Rendimiento alto	80

Fuente: Silva, 1996.

**Cuadro 8.** Dosis de N de referencia según rendimiento total esperado y eficiencia. Para cálculo se asume suministro natural de 60 kg N/ha.

Rendimiento Total Esperado (kg·ha <sup>-1</sup> )	Dosis de N de referencia (kg·ha <sup>-1</sup> )	
	Eficiencia	
20	0,5	0,6
30	22	18
40	102	85
50	178	149
	252	210

Fuente: Silva, 1996.

**Cuadro 9.** Concentración de NPK de algunos fertilizantes nitrogenados actualmente usados en fertirrigación.

Fertilizantes	Unidad de nutriente			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Forma/Otros
Nitrogenados				
Nitrato de potasio	13		44	Sólido
Urea	46			Sólido
Nitrato de Calcio	16			Ca=19, Sólido
Nitrato de Amonio	35			Sólido
Nitrato de Amonio	18			Líquido
Nitrato de Magnesio	7			Mg=7, Líquido
Sulfato de Amonio	21			Sólido
Ultrasol Producción	13	6	40	Sólido
Ultrasol 46	13		46	Sólido

Fuente: Silva, 1996; Cadahía, 1998.

**Cuadro 10.** Concentración de NPK de algunos fertilizantes fosforados y potásicos actualmente usados en fertirrigación.

Fertilizantes	Unidades del nutriente			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Forma/Otros
Fosforados				
Fosfato Monoamónico	12	60	---	Sólido
Acido Fosfórico	---	62	---	Líquido
Fosfato de Urea	18	44	---	Sólido
Ultrasol MKP	---	52	34	Sólido
Potásicos				
Kristasul, Hortisul			52	Sólido
Muriato de Potasio	---		60	Ojo con Cl

Fuente: Silva, 1996; Cadahía, 1998.

**Fertilización de Fósforo.** Tanto para el fósforo como para el potasio, se requiere suministrar estos elementos para satisfacer dos necesidades: corrección y mantención. La dosis de corrección permiten que el suelo alcance niveles adecuados de estos elementos, mientras que la dosis de mantención es necesaria para alcanzar producciones elevadas, cuando se usa alta tecnología de manejo. El fósforo se fija en suelos trumaos, por lo que al aumentar la proporción de este tipo de suelos hacia la zona sur, se deben subir las dosis de fertilización fosfórica (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Dosis de fósforo para corregir disponibilidad baja y media, y para mantención en suelos con distinto grado de fijación.

Tipo de Suelo	Disponibilidad de P-Olsen (Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)		
	Baja	Media	Mantención
Adsorción Baja	100	50	50
Adsorción Media	150	100	50
Adsorción Alta (Trumao)	200	200	50

Fuente: Silva, 1996.

El fósforo juega un rol importante en el funcionamiento de una planta de frutilla. Para una adecuada absorción se requiere contacto directo de la raíz con este elemento. El fósforo tiene poca movilidad en el suelo, por lo que debe ser incorporado antes de la plantación.

Factores que mejoran el crecimiento radical propenden a mejorar la absorción de fósforo. La hormona vegetal citokinina se produce principalmente en las raíces y está asociada con la iniciación de yemas florales. Una adecuada nutrición con fósforo estimula el crecimiento radical, el cual incide sobre la producción de citokinina, la que promueve la iniciación de yemas florales. Las deficiencias de fósforo son poco probables si la planta se mantiene en un rango adecuado de pH (5,8 a 7,5).

**Fertilización de Potasio.** El potasio se necesita en grandes cantidades en plantas de frutilla. Las plantas usan el potasio para la apertura y cierre estomático (control de la transpiración) y para mover los nitratos desde las raíces hacia las hojas. Aunque el potasio no es un componente de las enzimas (catalizadores) o de pigmentos relacionados con la formación de carbohidratos (fotosíntesis), se cree que este elemento puede ser necesario en altas concentraciones para activar diversas enzimas.

La disponibilidad de K es afectada por el tipo y cantidad de arcillas; así, a mayor contenido y mayores características de retención, la dosis de fertilizante potásico deberá ser mayor (Cuadros 12 y 13). Afortunadamente, los problemas de fijación de potasio se restringen a arcillas fijadoras presentes en la zona de Aconcagua y en zonas arroceras de la VII región; así como a suelos húmedos y mal drenados entre la V y VII regiones.

**Cuadro 12.** Contenidos suficientes de P-Olsen y K-intercambio (0-30 cm de profundidad), en distintos tipos de suelo para tener alto rendimiento de frutilla.

Tipo de Suelo	Contenido suficiente en el suelo (ppm)	
	P-Olsen	K-intercambio
Aluvial Zona Central		
Franco; arenoso	30	160
Arcilloso	30	200
Trumao Zona Sur	30	160

Fuente: Silva y Rodríguez, 1995

**Cuadro 13.** Dosis de potasio para corregir disponibilidad baja y media, y para mantención en suelos con distinto grado de fijación.

Tipo de Suelo	Disponibilidad K-intercambio (kg K <sub>2</sub> O/ha)		
	Baja	Media	Mantención
Arenoso	150	100	70
Franco	200	150	70
Arcilloso	300	200	70

Fuente: Silva, 1996

**Fertilización de Calcio.** El calcio se requiere para muchos procesos fisiológicos en las plantas. Afecta la permeabilidad de las membranas que rodean cada célula de la planta y se necesita para la germinación del polen y el transporte de otros iones como el potasio. Es el principal ión asociado con la firmeza de la fruta y tiene un rol fundamental en la transmisión de mensajes a nivel celular. No se ha detectado movimiento activo del calcio a través de las raíces ni su ingreso al xilema; así, el calcio debe ingresar mediante arrastre transpiratorio (flujo masal) y viajar a través del floema por intercambio de cationes. Las deficiencias pueden ser causadas por factores que inhiben el flujo masal, incluyendo alta humedad ambiental y alto contenido salino en los suelos.

En la presencia de iones amonio, se reduce drásticamente la concentración de calcio en las raíces y la tasa de absorción no es capaz de responder a cambios de temperatura. En la presencia de nitrógeno en forma de nitrato, el calcio en las raíces aumenta y se observa una respuesta positiva a la temperatura. Altos niveles de potasio pueden inhibir la absorción de calcio; mientras altos niveles de calcio reducen la absorción de hierro. No siempre un nivel adecuado en la solución externa o en las hojas asegura la llegada de calcio en cantidades suficientes a tejidos con baja tasa transpiratoria como los frutos, los cuales tienden a presentar bajos niveles de calcio para permitir la expansión celular y la alta permeabilidad de las membranas.

Los síntomas de deficiencia se manifiestan en quemazón apical (tip-burn) en hojas emergentes, las que presentan peciolo de aspecto normal. La deficiencia de calcio es poco frecuente en suelos, aunque la mayor parte del elemento a

menudo no está disponible para la absorción por las raíces. En huertos ubicados en zonas de alta pluviometría, hasta  $450 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  pueden perderse cada año a través de la producción de fruta o el lavado desde el suelo. Aplicaciones de calcio al suelo y follaje, incluso en altas concentraciones, no siempre logran incrementar significativamente los niveles de este elemento en la planta (Cuadro 14). En floración, es más recomendable las aplicaciones foliares pues logran una respuesta más rápida y efectiva.

**Cuadro 14.** Efecto de aplicaciones de calcio al suelo y follaje sobre la concentración de Ca en frutos de frutilla cv. Cardinal y Fern.

Tratamiento	Dosis ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	Ca (ppm)	
		Cardinal	Fern
1 Control		2094	2689
2 Nutrición Foliar		2108	2646
3 Cal Agrícola		2211	2655
4 Nitrato de Calcio		2357	2642
2 + 3 + 4	904	2370	2895

Fuente: Makus y Morris, 1998.

### Fertirrigación de frutillas

Las plantas utilizan agua y nutrientes en forma continuada durante la época de crecimiento, y por lo tanto, se les debe aplicar en la medida de sus requerimientos, con el fin de potenciar su productividad. La fertirrigación (fertirriego), ha permitido un mejor control y aprovechamiento del agua y los nutrientes; con ello, se han logrado aumentos importantes en la productividad de los cultivos.

La fertirrigación en frutillas es una práctica que está siendo crecientemente adoptada por los productores. Entre las ventajas de este método de manejo cabe mencionar:

- 1.- Se optimiza el aporte de nutrientes, con lo cual se incrementa la calidad y el rendimiento,
- 2.- Se posibilita el uso de agua de riego de menor calidad,
- 3.- Existe un mayor control de la contaminación,
- 4.- Se hace posible la combinación de diversas fuentes de nutrientes según las necesidades del huerto,
- 5.- Se reduce el uso de mano de obra mediante la automatización de la fertilización.

Sin embargo, existen algunas desventajas, entre las cuales se encuentran:

- 1.- Presenta un alto costo inicial,
- 2.- Mayor obturación de los goteros, y
- 3.- Requiere manejo por personal especializado.

La elección de los fertilizantes a aplicar en fertirrigación, dependerá de la condición nutricional del huerto, del costo por unidad del elemento y de las características específicas de la formulación que permitan su uso por el productor y su aprovechamiento por las plantas. En los cuadros 9 y 10, se entregan algunos ejemplos de fuentes de N, P y K aptas para ser usadas en fertirrigación.

### Ejemplos de aplicación de fertilizantes en frutilla: nitrógeno, fósforo y potasio.

A modo de ejemplo, se entrega información relativa a la aplicación de fertilizantes en huertos de frutilla, tanto mediante fertirrigación (Cuadro 15), como aplicación al suelo de fertilizantes estándares como de fertilizantes de liberación controlada (Cuadro 16). En el caso de la aplicación del fertilizante de liberación controlada, se aprecia que para tener un efecto significativo sobre el rendimiento, se requiere que dicho fertilizante se mezcle íntimamente con un volumen del suelo. La mezcla de fertilizante estándar, logra un efecto bastante menor sobre el rendimiento. (Cuadro 16).

**Cuadro 15.** Opciones para parcelación de la dosis de NPK a través de fertirrigación, para una producción de  $40 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$  de frutillas, con eficiencia de recuperación de N de 60% y disponibilidad media de P y K.

Fertilizantes/opciones	Meses						Total
	1	2	3	4	5	6	
Arenoso	15	30	30	30	30	15	150
Fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )	Unidades de nutrientes/ha						
Adsorción Baja	20	20	20				60
Adsorción Alta	50	50	50	50			200
Potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ )							
Retención Baja	15	30	30	15	10		100
Retención Alta	30	60	60	30	20		200

Fuente: Silva, 1996.

Nota: dosis deben ajustarse según análisis de suelo y foliar

**Cuadro 16.** Efecto del tipo y forma de aplicación de N en preplantación sobre el rendimiento y el N foliar y en savia de frutillas cv. Chandler. (Fertilizante aplicado a plantación ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): 90-N, 24- $\text{P}_2\text{O}_5$ , 72- $\text{K}_2\text{O}$ ).

Tratamiento	N foliar		$\text{NO}_3$ savia		Rendimiento
	Flor	Madurez	Flor	Madurez	% Control
Control	2,0	2,2	100	470	100
Tradicional mezcla suelo	2,3	2,1	145	450	130
Lento Localizado	2,4	2,0	149	485	110
Lento mezcla suelo	3,0	2,2	300	451	215

Fuente: Cadahía, 1998.

## CONCLUSIONES

Del material expuesto en este artículo, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Los fertilizantes tienen bajo impacto en los costos, pero pueden incidir fuertemente sobre la cantidad y calidad de la producción.
- La planta de frutilla es altamente susceptible a las sales, por lo que se debe vigilar el riego, el suelo donde se va a plantar y los fertilizantes a aplicar.
- La planta de frutilla coordina el crecimiento en la temporada, diferentes órganos crecen en distintos momentos de la temporada. Las raíces están ubicadas superficialmente en el perfil.
- Las raíces están asociadas a micorrizas, lo que genera beneficios en peso total y área foliar por planta, así como un aumento en los niveles de calcio y cobre en los tejidos de la planta.
- El pH del suelo, la humedad del aire y suelo, así como la temperatura, entre otros factores, afectan la absorción de nutrientes por parte de las plantas de frutilla. Es difícil separar el efecto directo de los herbicidas, respecto a su impacto sobre plantas competidoras a las frutillas.
- Para conocer la condición nutricional del cultivo debiera combinarse análisis de suelo, del follaje y, en el caso de huertos de mayor tecnología, probablemente de savia.
- Para determinar la cantidad de fertilizante a aplicar, debe estimarse o conocerse el aporte

de nutrientes por parte del suelo y agua, así como la eficiencia de aplicación (% de pérdidas), el nivel de reciclaje de nutrientes en la planta y la demanda total de cada nutriente en la planta.

- El aporte de fertilizantes puede hacerse vía suelo (tradicional o fertirrigación) y/o foliar. Las eficiencias varían entre 18% y 60%, según el nutriente y nivel tecnológico empleado.
- Las mayores aplicaciones de fertilizante corresponden al nitrógeno, con dosis entre 18 y 250  $\text{kgN/ha}$ .
- Para potasio y fósforo, se requieren dosis de corrección de 100-300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$   $\text{K}_2\text{O}$  y 50-250  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; así como aplicaciones de mantención de 70  $\text{kg K}_2\text{O}$  y 50  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .
- Se logran beneficios al parcializar las aplicaciones de N, P y K en la temporada; así como al mezclar con el suelo un fertilizante de liberación controlada a la plantación.
- La fertirrigación presenta ventajas: optimización de la nutrición, riego con agua de baja calidad, automatización y control de contaminación; pero: tiene alto costo inicial, se pueden tapar los goteros y requiere personal entrenado.
- Aún con aplicaciones combinadas al suelo y follaje, es difícil subir el tenor de Calcio en los frutos, y con ello extender su vida postcosecha.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albregts, E.E. and C. W. Howard. 1980. Accumulation of nutrients by strawberry plants and fruit grown in annual hill culture. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105: 386-388
- Buchanan, B.B., Gruissem, W., and R.L. Jones. 2000. *Biochemistry and molecular biology of plants*. American Society of Plant Biologists, John Wiley and Sons, Somerset, NJ, USA, 1367 pp.
- Cadahía, C. 1998. *Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España. 475 pp.
- Hancock, J. F. 1999. *Strawberries*. CABI Publishing, N. York, USA, 237 pp.
- May, G. and Pritts M.P. 1990. Strawberry nutrition. *Advances in Strawberry Research* 9: 10-24.
- Hockmuth, G.J. and Albregts, E.E. 1994. *Fertilization of strawberries in Florida*. University of Florida Cooperative Extension Service, Circular 1141: 1-4.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second Edition. Academic Press, San Diego, USA. 889 pp.

Munita, J. 2001. Características y clasificación de los suelos. pp. 27-50. En: S. Román (ed.) Agenda del Salitre. Undécima Edición. Sociedad Química y Minera de Chile, Santiago.

Silva, H. 1996. Fertilización del cultivo de la frutilla. pp.43-49. En: El cultivo de la frutilla. Publicaciones Misceláneas Agrícolas 44.

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

Villagrán, V. 2001. Frutilla. pp. 993-1006. En: S. Román (ed.) Agenda del Salitre. Undécima Edición. Sociedad Química y Minera de Chile, Santiago.

Villagrán, V. 2002. El cultivo de la frutilla. Segunda Edición. Instituto de Educación Rural, Santiago, Chile. 173 pp.

## RIEGO EN FRUTILLA

Oscar Reckmann A., Ing. Agr. M. Sc.  
INIA - Rayentué

### DEMANDA DE AGUA DE PARTE DE LOS CULTIVOS

El propósito de aplicar agua de riego a los cultivos es abastecer al vegetal con el agua necesaria con el fin de optimizar la relación agua de riego/producción. El contenido de agua en el suelo, luego de ser aplicada con el riego, sufre una serie de transformaciones y transferencias. Existe absorción por parte de las raíces, translocación y transpiración en las plantas, evaporación directa desde el suelo, percolación profunda y escurrimiento superficial. En la figura 1 se ilustra el balance de agua y sus interacciones en el sistema suelo - planta - atmósfera.

Una descripción breve pero integradora del sistema suelo - planta - atmósfera puede iniciarse desde el suelo. La planta absorbe agua del suelo y la emite en forma de vapor a la atmósfera en el proceso denominado transpiración (T), a su vez el suelo emite vapor a la atmósfera en el proceso de evaporación (E). La pérdida total de agua del conjunto suelo-planta en forma de vapor en los procesos de evaporación y transpiración se denomina evapotranspiración (ET).

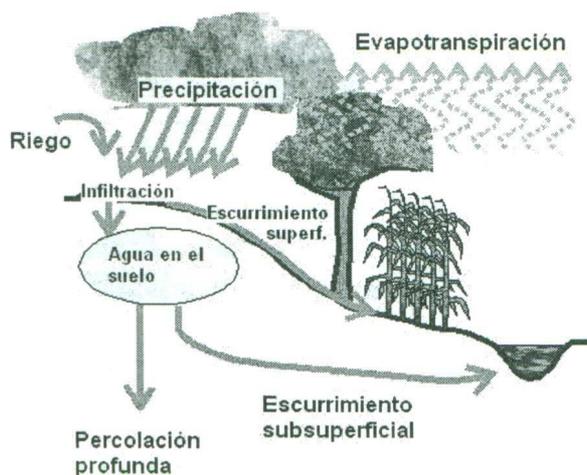


Figura 1. Balance de agua en el sistema suelo - planta - atmósfera.

Estas pérdidas de vapor son mayores, cuanto mayor es la temperatura, más fuerte es el viento y más seco es el aire. Ambos procesos, evaporación y transpiración, se ven afectados por la demanda evaporativa de la atmósfera, por la cantidad de agua disponible en el suelo, naturaleza del suelo y las características de la cubierta vegetal.

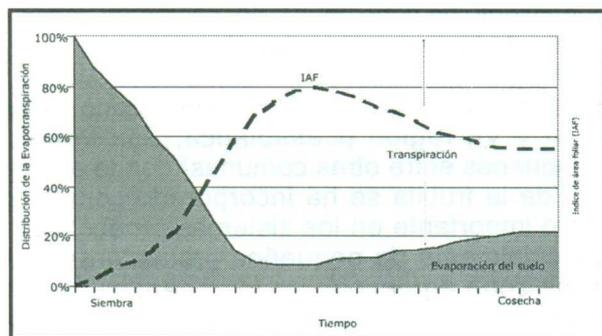
En nuestro país existen importantes áreas agro ecológicas que se ubican en zonas de climas áridos y semiáridos con períodos secos entre 6 y 8 meses, generando una alta dependencia de agua de riego para los cultivos. Si el método de riego utilizado es correctamente seleccionado y bien operado, las pérdidas de agua llegan a disminuir en forma importante y por lo tanto el requerimiento de riego pasa a ser altamente dependiente de la evapotranspiración.

Este es el caso de áreas como el secano de la V, VI y VII región (Casablanca, San Pedro, Cauquenes entre otras comunas) donde el cultivo de la frutilla se ha incorporado como un rubro importante en los sistemas productivos, especialmente de pequeños productores. En dicha zona agroecológica la dependencia del agua para riego es absoluta, existiendo en la mayoría de las plantaciones los pozos profundos y norias como fuente de abastecimiento de agua. Bajo estas condiciones el sistema de riego más apropiado para el cultivo de frutilla es el riego por goteo o cinta de riego.

Por otra parte en las áreas de riego con climas subhúmedos y húmedos el requerimiento de riego puede disminuirse en función de las precipitaciones que caen en épocas del año que coinciden con el período de crecimiento de los cultivos, además del aporte por capilaridad cuando hay presencia de napas freáticas superficiales. Es así, como la ET varía con la estación del año y la suma de ésta durante los correspondientes períodos de crecimiento de cada cultivo determina el volumen de agua requerido.

Plantaciones de frutilla en la zona sur entre la VIII y X región se encuentran sujetas bajo este tipo de climas generando condiciones sin restricciones para el manejo del riego en el cultivo. Bajo estas circunstancias es posible regar con sistemas de riego gravitacional (surco) y goteo, incluso es posible realizar riego a partir de napas subsuperficiales aprovechando los fenómenos de capilaridad.

Cuando el cultivo esta estableciéndose en terreno la componente dominante de la ET es la evaporación (E). A medida que el cultivo crece, desarrolla superficie foliar y cubre más terreno, aumenta la componente transpiración (T) y a su vez disminuye la evaporación por sombreado de suelo, llegando la T a alcanzar valores de 90 a 95% de la ET (Figura 2). Es evidente que este concepto es la componente básica del requerimiento de riego de parte de los cultivos por lo que su medición o estimación llega a ser de fundamental importancia con fines de planificación.



Fuente: FAO 1998

**Figura 2.** Distribución de la evapotranspiración, en transpiración y evaporación durante el período de crecimiento de un cultivo anual.

El uso del mulch como técnica común en las plantaciones de frutilla, permite entre otras cosas reducir significativamente los procesos de evaporación e incrementar los niveles de transpiración del cultivo, con el consecuente aumento de la eficiencia de riego.

### Evapotranspiración de referencia, $E_t_0$

La influencia del factor clima que involucra al parámetro conocido como "Uso Consumo" o

"Evapotranspiración", y como ya ha sido definido corresponde a la cantidad de agua usada por la planta, durante todo el período de desarrollo en los procesos de transpiración y formación de tejidos, más el agua perdida a través de la evaporación directa desde el suelo.

Dado que este parámetro es independiente de las características del suelo y considerando aspectos de planta semejantes, los factores de temperatura, viento, radiación solar, período luminoso del día, humedad ambiente y precipitación, son los componentes climáticos que mayormente afectan la evapotranspiración.

La  $E_t_0$  representa una tasa de evapotranspiración que ocurre desde una superficie de referencia cubierta de pasto con características definidas, en condiciones de abastecimiento hídrico adecuado. Este concepto se utiliza para determinar la demanda evapotranspirativa de la atmósfera independiente del tipo de cultivo, su desarrollo y prácticas manejo normalmente utilizadas (Figura 3). Como es una cubierta vegetal que no se encuentra bajo restricción hídrica los factores de suelo no afectan la evapotranspiración. La  $E_t_0$  por lo tanto permite comparar la evapotranspiración producida en el cultivo estándar (pasto) con la evapotranspiración ocurrida en otras especies vegetales, en nuestro caso el de la frutilla. Obviamente es necesario además de establecer el cultivo bajo análisis, el determinar su estado de crecimiento al momento de realizar la comparación.



Fuente: FAO 1998.

**Figura 3.** Evapotranspiración de referencia.

El único método aceptado para la obtención de la  $E_t_0$  es el recomendado por la FAO y que utiliza la ecuación de Penman-Monteith. Este método corresponde a una ecuación que describe la evapotranspiración desde una superficie vegetal uniforme, que incorpora parámetros fisiológicos y aerodinámicos ajustándose muy bien a los valores reales en pruebas con lisímetros bajo distintas condiciones climáticas.

Valores típicos de  $E_t_0$  para distintas condiciones climáticas se presentan en el cuadro 1. Esta información se entrega sólo con fines referenciales y en ningún caso se pueden utilizar para realizar estimaciones de la misma.

**Cuadro 1.** Evapotranspiración de referencia promedio según climas en mm/día.

Clima (Región templada)	Temperatura media diaria (C°)		
	Fría 10°	Moderada 20°C	Cálida > 30° C
Húmedo y subhúmedo	1 - 2	2 - 4	4 - 7
Arido y semiárido	1 - 3	4 - 7	6 - 9

Fuente: FAO, 1998

En el cuadro 2 se presentan valores de Evapotranspiración de referencia para dos zonas características de cultivo de frutilla en Chile.

**Cuadro 2.** Evapotranspiración de referencia para dos zonas características de cultivo de frutilla en Chile.

Región	meses						
	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.
	<b>mm</b>						
VI Costa	2,3	3,2	3,9	4,9	5,1	4,1	3,4
VII Interior	2,1	3,2	4,2	5,4	5,7	4,5	3,4

Fuente: Cartografía de la Evapotranspiración Potencial de Chile, CNR-CIREN

### Evapotranspiración de cultivo $E_t_c$

La evapotranspiración de cultivos ( $E_t_c$ ) se define como el agua evapotranspirada por un cultivo creciendo en una superficie, bien fertilizado, bajo condiciones óptimas de suelo y agua, libre de enfermedades y que alcanza su producción potencial en un medio ambiente dado.

La cantidad de agua requerida para compensar las pérdidas provocadas por la  $E_t_c$  se conocen

como los requerimientos de agua del cultivo. Los requerimientos de agua de riego básicamente representan la diferencia entre el requerimiento de agua de los cultivos y la precipitación efectiva. Los requerimientos de agua para riego también consideran el agua necesaria para el lavado de sales y para la compensación de la desuniformidad en la aplicación.

La  $E_t_c$ , al igual que la  $E_t_0$  también puede ser calculada a partir de parámetros climáticos integrando los factores de resistencias de aerodinámicas del cultivo, albedo y factores de resistencia del aire, a través de la ecuación de Penmann-Monteith. Sin embargo, como aún no se cuenta con información suficiente para diferentes cultivos, el método de Penmann-Monteith se utiliza para la obtención del estándar de referencia  $E_t_0$ . Así experimentalmente se obtiene la relación  $E_t_c / E_t_0$  denominado Coeficiente de Cultivo o  $K_c$ . Finalmente estos valores son utilizados para obtener la relación:

$$E_t_c = K_c E_t_0 \quad (1)$$

Donde:

$E_t_c$  = Evapotranspiración del cultivo ( mm/día)

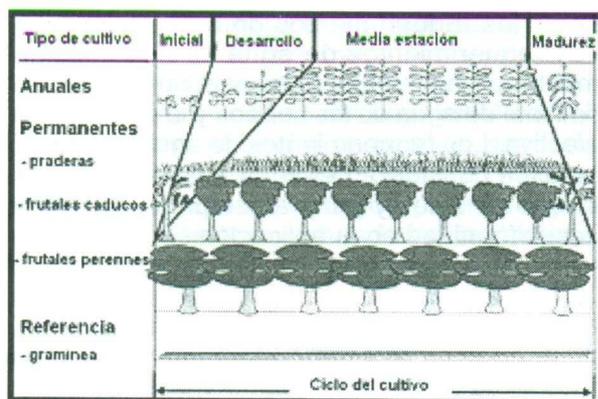
$K_c$  = Coeficiente de cultivo (adimensional)

$E_t_0$  = Evapotranspiración de referencia (mm/día)

El coeficiente de cultivo varía entre especies y durante el crecimiento de una especie, en función de este último concepto es que se han definido estados de crecimiento estandar.

### Estados de crecimiento del cultivo

El crecimiento del cultivo durante su ciclo de desarrollo se traduce en una variación en la altura de éste, grado de cobertura del suelo por la superficie vegetal, etc; generando distintos valores de  $K_c$  durante este período. Se ha establecido (FAO, 1977 y 1998) por convención, dividir el ciclo de desarrollo del cultivo en 4 fases de crecimiento: Inicial, desarrollo, media estación y madurez. En la figura 4 se muestran estas fases divididas según el tipo de especie y ciclo de vida.



**Figura 4.** fases del cultivo según tipo de especies vegetales.

**Fase 1 inicial.** Esta fase corresponde al período de plantación o siembra hasta cuando el cultivo alcanza alrededor de un 10% de cobertura vegetal. La duración de este período depende del cultivo, la variedad, fecha de plantación y el clima.

**Fase 2 de desarrollo.** Comienza cuando el cultivo ha alcanzado un 10% de cobertura hasta cubrir totalmente la superficie. En la mayoría de las especies la cobertura de un 100% se alcanza con inicios de floración. En el caso de cultivos hilerados como la frutilla esto ocurre cuando las hojas entre las hileras se tocan.

**Fase 3 de media estación.** Esta fase se inicia con cobertura vegetal de un 100% hasta inicio de madurez del cultivo. El inicio de madurez se refleja en la mayoría de las especies a través del amarillamiento y senescencia y caída de las hojas o el cambio de color en el fruto. Esta fase es la de mayor duración tanto para especies anuales como perennes, pero puede llegar a ser muy corta para hortalizas de consumo fresco.

**Fase 4 de madurez.** Comienza con inicios de madurez y finaliza con la cosecha o senescencia total del cultivo.

### Obtención de la Curva $K_C$

Para obtener los  $K_C$  para la diferentes fases del cultivo se deben consultar las tablas existentes en bibliografía donde se entregan distintos valores según especies y climas. Se recomienda obtener información respecto a la estación de crecimiento y tasa de crecimiento de los cultivos bajo riego de la zona en estudio. En el cuadro 3 se presentan valores de  $K_C$  obtenidos para cultivo de frutilla bajo plástico en clima semiárido, (FAO, 1998, Simone *et al.* 1995, Martínez, 1995).

**Cuadro 3.** Valores de  $K_C$  para frutilla bajo mulch en clima semiárido, según fases del cultivo.

FASES	1	2	3	4
$K_C$	0,4	0,5	0,7	0,6

### Unidades

La evapotranspiración normalmente es expresada en milímetros (mm) por unidad de tiempo (día, mes, etc.) y representa la cantidad en altura de agua evapotranspirada desde una superficie cultivada.

Como una hectárea corresponde a una superficie de 10.000 m<sup>2</sup> y 1 mm es igual a 0,001 m, es equivalente a 10 m<sup>3</sup> por hectárea. En otras palabras 1mm de agua evapotranspirada al día corresponde a 10 m<sup>3</sup>/ ha<sup>-1</sup> /día<sup>-1</sup>.

### Evaporación de bandeja

La otra forma de obtener la  $E_{t0}$ , es a partir de la evapotranspiración de bandeja o tanque evaporimétrico tipo A.

La bandeja de evaporación provee de una medida del efecto integrado de radiación, viento, temperatura y humedad sobre la evaporación de una superficie libre de agua específica. En forma similar las plantas responden del mismo modo a las variables climáticas, pero un mayor número de factores pueden producir diferencias significativas en la pérdida de agua. Por ejemplo, la radiación solar de una superficie de agua es sólo de 5 a 8%, mientras que en

superficies vegetales es de 20 a 25%. El almacenamiento de calor dentro de la bandeja puede ser apreciable y puede tener igual evaporación tanto en el día como en la noche; los cultivos por su parte transpiran principalmente durante el día. Por otro lado, las pérdidas de agua en la bandeja y de los cultivos pueden ser causadas por diferencias en turbulencias, temperatura y humedad del aire inmediatamente por encima de la superficie.

No obstante estas diferencias, con una localización apropiada la evaporación de referencia para períodos de 10 días o mayores puede obtenerse con bastante precisión. Para relacionar la evaporación de bandeja con la evaporación de referencia, empíricamente se ha derivado un coeficiente de bandeja o  $K_b$ , el cual depende de variables climáticas y de la localización de la bandeja.

El tanque o bandeja de evaporación ha sido estandarizado en cuanto a sus medidas (Figura 5), se construye de hierro galvanizado de 8 mm. de espesor. La bandeja se debe instalar sobre una estructura de madera la cual se encuentra ubicada a 15 cm. sobre la superficie del suelo. La bandeja debe quedar nivelada. El agua se renueva al menos una vez a la semana para eliminar la turbidez. El hierro galvanizado se debe pintar al menos una vez al año con pintura de aluminio. Se recomienda ubicar la bandeja sobre un sitio cubierto de césped, de 20 por 20 metros, abierto permitiendo la libre circulación del aire. Se recomienda instalar la bandeja de sotavento o al centro de superficies importantes de cultivo.

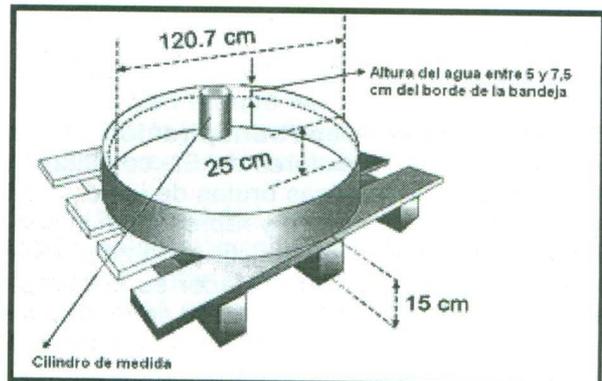
Las lecturas del agua evaporada deben realizarse diariamente como también del agua caída por precipitación. El control se realiza en un cilindro de alrededor de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, situado cerca del borde de la bandeja. Este tiene un pequeño orificio en su base para mantener un equilibrio de niveles de agua.

La relación existente entre la evaporación de bandeja y la evaporación de referencia es la siguiente:

$$Et_o = K_b Et_b \quad (2)$$

Donde:

$Et_b$  Evapotranspiración de bandeja (mm/día)  
 $K_b$  Coeficiente de bandeja (adimensional)  
 $Et_o$  Evapotranspiración de referencia (mm/día)



Fuente: FAO, 1998

**Figura 5.** Bandeja de evaporación tipo A.

Los valores de  $K_b$  se presentan en el Cuadro 4 para condiciones de humedad relativa, velocidad del viento y ubicación de la bandeja.

Al seleccionar el valor apropiado de  $K_b$  para la bandeja de evaporación es necesario considerar la cobertura del terreno donde esta localizada la bandeja, la cobertura vegetal de los alrededores y las condiciones generales del viento y la humedad.

Cuando la bandeja se localiza en áreas pequeñas pero rodeadas de especies de mayor altura, como maíz o frutales (2,5 o más metros), los coeficientes de bandeja deben incrementarse en un 30% para climas secos y ventosos, mientras que sólo entre un 5 y un 10% en áreas bajo condiciones de viento leve y alta humedad.

**Determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.** Como ya lo hemos mencionado las necesidades de riego de los cultivos dependen fundamentalmente del clima, de las características del propio cultivo, del tipo de suelo y

de la eficiencia del sistema de riego utilizado. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) a partir de la década de los setenta desarrolló una metodología para la determinación de las necesidades hídricas y de riego de los cultivos que ha sido utilizada ampliamente en todo el mundo por especialistas de riego (Doorenbos y Pruitt, 1977, Allen *et al.*, 1998). Según esta metodología, el cálculo de las necesidades de agua de riego de los cultivos se realiza en tres etapas principales:

**1. Cálculo de la evapotranspiración de los cultivos ( $E_{tc}$ ).** Los valores de  $E_{tc}$  constituyen las necesidades hídricas brutas de los cultivos para su desarrollo óptimo y representan la cantidad de agua que debe existir en la zona radical de un cultivo para satisfacer su demanda evaporativa. La  $E_{tc}$  de un cultivo se determina en función del clima, cuyo efecto se engloba en el concepto de evapotranspiración de referencia ( $E_{to}$ ), y las características propias del cultivo,

efecto que se engloba en el concepto de coeficiente de cultivo ( $K_c$ ).

**2. Cálculo de las necesidades hídricas netas de los cultivos ( $NN$ ).** Estas necesidades constituyen la cantidad de agua que se ha de suministrar a la zona radical del cultivo mediante el riego. Para calcular las  $NN$ , se descuenta de la  $E_{tc}$  la cantidad de agua aportada por la precipitación efectiva ( $PE$ ), que representa la fracción de la precipitación que contribuye a satisfacer la  $E_{tc}$  de un cultivo ( $NN = E_{tc} - PE$ ).

**3. Cálculo de las necesidades brutas de agua de riego de los cultivos ( $NB$ ).** Estas necesidades representan la cantidad de agua que el sistema de riego ha de proporcionar a nivel predial para que, tras descontarse las pérdidas de agua debido a la ineficiencia del sistema de riego (ningún sistema tiene una eficiencia del 100 %) la cantidad de agua que realmente se almacene en dicha zona radical sea igual a las  $NB$  del cultivo.

**Cuadro 4.** Coeficiente de bandeja según localización y condiciones ambientales humedad relativa (%) y velocidad del viento (m/s).

Bandeja Tipo A	Bandeja ubicada sobre césped				Bandeja ubicada sobre suelo desnudo			
	Distancia respecto a un cultivo M	Humedad relativa %			Distancia respecto a suelo seco m	Humedad relativa %		
		Baja < 40	Media 40-70	Alta >70		Baja < 40	Baja 40-70	Baja >70
Leve < 2	1	0.55	0.65	0.75	1	0.70	0.80	0.85
	10	0.65	0.75	0.85	10	0.60	0.70	0.80
	100	0.70	0.80	0.85	100	0.55	0.65	0.75
	1000	0.75	0.85	0.85	1000	0.50	0.60	0.70
Moderada 2-5	1	0.50	0.60	0.65	1	0.65	0.75	0.80
	10	0.60	0.70	0.75	10	0.55	0.65	0.70
	100	0.65	0.75	0.80	100	0.50	0.60	0.65
	1000	0.70	0.80	0.80	1000	0.45	0.55	0.60
Fuerte 5-8	1	0.45	0.50	0.60	1	0.60	0.65	0.70
	10	0.55	0.60	0.65	10	0.50	0.55	0.65
	100	0.60	0.65	0.70	100	0.45	0.50	0.60
	1000	0.40	0.45	0.50	1000	0.40	0.45	0.55
Muy fuerte >5	1	0.40	0.45	0.50	1	0.50	0.60	0.65
	10	0.45	0.55	0.60	10	0.45	0.50	0.55
	100	0.50	0.60	0.65	100	0.40	0.45	0.50
	1000	0.55	0.60	0.65	1000	0.35	0.40	0.45

Fuente: FAO Riego y drenaje Boletín N° 24.

### Ejemplo de cálculo

A continuación se desarrolla un ejemplo utilizando la metodología antes descrita.

Se desea obtener la demanda de agua, expresada en litros por día, para cada metro de hilera plantada en el mes de enero, de una plantación de frutillas regada con cinta de riego. La plantación esta establecida en camellones de 0,8 m. de ancho con dos hileras de plantas por camellón distanciados a 1,2 m. Las hileras en el camellón están distanciadas a 30 cm. y las plantas a 20 cm. una de la otra. La plantación se encuentra ubicada en la comuna de Marchigüe, zona de secano en la VI región.

De acuerdo al Cuadro 2, la evapotranspiración de referencia ( $E_{t0}$ ) para el mes de enero en la costa de la VI región es de 5,1 mm/día. La frutilla en enero en dicha zona se encuentra en la fase 4 del cultivo, es decir le corresponde un Coeficiente de Cultivo ( $K_c$ ) de 0,6 (Cuadro 3). Con ambos datos obtenemos la Evapotranspiración del cultivo ( $E_{t_c}$ ), a partir de la relación:

$$E_{t_c} = K_c E_{t_0}$$

$$E_{t_c} = 0,6 * 5,1 = 3,06 \text{ mm / día}$$

Luego las Necesidades Netas (NN) son equivalentes a la  $E_{t_0}$  producto de que la precipitación efectiva (PE) según la zona y el mes es despreciable o cero. Finalmente las Necesidades Brutas (NB) se obtienen a partir de las NN y de la eficiencia de riego ( $E_{fr}$ ) a partir de la siguiente relación:

$$NB = \frac{NN}{E_{fr}}$$

Se asume una eficiencia de riego de 90% para cinta de riego, entonces:

$$NB = \frac{5,12}{0,9} = 5,7 \text{ mm / día}$$

Este valor equivale a 5,7 L/m<sup>2</sup>/día, asumiendo que en las dos hileras de frutillas en el camellón se tiene en un metro lineal un ancho ocupado

por el cultivo de 60 cm (30 cm entre hilera más 15 cm en cada borde), por lo tanto la superficie utilizada en un metro lineal del cultivo es de 0,6 m<sup>2</sup> (0,6 m\* 1 m).

Por lo tanto, el requerimiento diario de agua para dicha superficie durante el mes de enero es de:

$$5,7 \text{ L/m}^2/\text{día} * 0,6 \text{ m}^2 = 3,42 \text{ L/día en } 0,6 \text{ m}^2 \text{ de cultivo}$$

En 100 m lineales tenemos un requerimiento de 342 L. Como en una hectárea hay 100 camellones (100 m / 1 m entre camellones) la demanda del cultivo en una hectárea es de 34.200 L/día.

Estas necesidades se calcularon a partir de datos meteorológicos e información de cultivos que representan a un año promedio. En consecuencia, las necesidades hídricas y de riego aquí calculadas representan asimismo las necesidades para un año promedio. En condiciones reales, por ejemplo en años particularmente secos y calurosos, estas necesidades deberían ajustarse de acuerdo con las características climáticas de dichos años.

La información presentada se debe considerar con precaución ya que la identificación de las distintas fases de desarrollo de los cultivos es muy subjetiva. Básicamente porque, existe una variabilidad amplia de las fechas de plantación y de madurez/cosecha para un mismo cultivo ya que dependen de la variedad del cultivo, de las prácticas de manejo realizadas por cada agricultor y de las condiciones climáticas de cada año. Asimismo, la variabilidad climática interanual puede conducir a una variación importante de la duración de las distintas fases del cultivo. En definitiva, los valores en las tablas recoge solo valores medios representativos de las prácticas culturales generales promedio de la región.

### Aplicación a la programación de riego

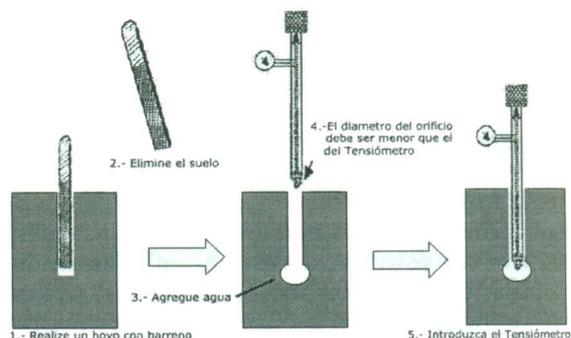
La programación del riego o aplicación de calendarios de riego consiste en el establecimiento de las dosis y fechas adecuadas de aplicación de los riegos a lo largo del ciclo de cultivo. Existen numerosos factores que influyen en la programación de los riegos, tales como el clima, el suelo, el cultivo, el sistema de riego, etc.

Normalmente, los parámetros utilizados en la programación del riego están basados en: 1) estado hídrico del suelo; 2) estado hídrico de la planta; y 3) cálculo de las necesidades hídricas del cultivo. Asimismo, la programación del riego se efectúa, por lo común, a tiempo real contando continuamente con los datos del estado hídrico del suelo o del cultivo y con los datos meteorológicos y las estimaciones de la  $E_{tc}$  de ese año específico. Sin embargo, antes de realizar un calendario de riego puede ser conveniente el establecimiento de una directriz general del riego con los datos meteorológicos y cálculos de la evapotranspiración del cultivo ( $E_{tc}$ ), lluvia efectiva (PE) y necesidades brutas de riego (NB) para un año medio como se analizó anteriormente.

Desde el punto de vista del control del estado hídrico del suelo un método tradicionalmente utilizado, es el control de la humedad del suelo indirectamente a través de la tensión con que el agua esta retenida en él. El instrumento que permite realizar este tipo de medición es el tensiómetro.

El tensiómetro es un instrumento que permite medir el estado energético del agua en el suelo o la fuerza con que el agua es retenida por el suelo. Está graduado entre 0 y 100 centibares, a causa de que la evaporación del agua ocurre a baja presión el rango real de operación del instrumento es de 0 a 85 cb. Sobre 85 cb la columna de agua al interior del tubo del tensiómetro forma burbujas de vapor y el instrumento deja de operar. Cuando marca 0 centibares, significa que el suelo está recién regado (permanece aún saturado). Valores entre 10 y 20 centibares indican que el suelo está a capacidad de campo y aún no se requiere regar. Valores mayores indicarán que el agua está retenida en el suelo más fuertemente y que, dependiendo del tipo de cultivo, sería necesario regar. Los valores de recomendados como índice para decidir el riego en frutilla varían entre 20 y 40 cb.

Un aspecto importante en el buen funcionamiento de este instrumento se basa en una apropiada instalación. En la figura 6 se muestra paso a paso los cuidados que se deben tener en la instalación del instrumento.



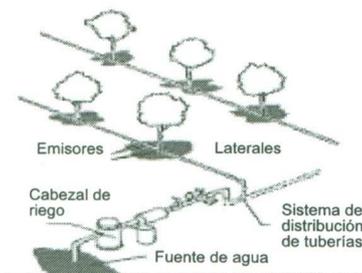
**Figura 6.** Instalación del tensiómetro paso a paso

### Características del cultivo y sistema de riego

La frutilla es una especie sensible al déficit hídrico fundamentalmente por poseer un sistema radicular superficial. Las raíces de la planta se concentran en los primeros 15 a 20 cm. de profundidad, y están compuestas por raíces adventicias y perennes que cumplen la función de almacenamiento de reservas además de participar en la absorción de agua y nutrientes. Estas son largos rizomas que tienden a desarrollarse lateralmente, ubicados en capas superpuestas, encontrándose las raíces más jóvenes sobre las de mayor edad. Inforzato, (1973) estudiando el comportamiento de raíces en plantas de frutilla variedad Campinas, determinó que el 80% de la materia seca de raíces se concentró en los primeros 5 cm. de suelo al cabo de 200 días después de plantación. Por su parte, Drayer (1987) determinó que la mayor concentración de materia seca de raíces se encontró en los primeros 30 cm de profundidad. Como regla general y con fines de aplicación de criterios de riego se asume como 30 cm. la profundidad de raíces que participan en el proceso de absorción de agua en la planta de frutilla (Doorembos y Pruitt, 1984).

Esta condición es determinante para la selección del sistema de riego a utilizar, especialmente porque tanto el estrés hídrico como los excesos de humedad impiden un ideal establecimiento y producción del cultivo.

En nuestro país el sistema de riego por goteo (Figura 7) y específicamente la cinta de riego ha demostrado ser el sistema más efectivo para el riego de la frutilla. Dada sus condiciones permite mantener un nivel de humedad cercano a capacidad de campo durante todo el período de desarrollo, garantizando una adecuada dotación de agua en la zona de raíces. Una ventaja adicional de este sistema es que es perfectamente compatible con el uso de mulch plástico. El uso del mulch se ha transformado en una práctica común por parte de los productores en nuestro país, permitiendo el control de malezas, limpieza de la fruta y facilidad de cosecha, y de una manera muy importante en lo referente al riego, permite una reducción de las pérdidas de agua por evaporación desde el suelo.



**Figura 7.** Sistema de riego por goteo y sus componentes.

El uso de sistemas de riego localizado, como la cinta de riego exige condiciones de diseño con un alto nivel de seguridad, estableciendo parámetros que determinan una adecuada dotación de agua en el tiempo para cada planta. En este sentido la formación de un frente húmedo bajo el emisor de riego es altamente dependiente de las condiciones físicas del suelo, caudal del emisor y tiempo de riego, lo que implica un acucioso estudio preliminar del suelo a utilizar, como de la formulación técnica del proyecto. La disposición de laterales de riego en camellones con una o dos hileras de riego son criterios a considerar en el proceso de diseño en función del comportamiento del bulbo húmedo. Ensayos de campo con cinta de riego enterrada en el suelo a una profundidad de 8 cm en cultivo de frutilla, con mulch plástico con el fin de determinar avance del frente de humedecimiento en suelos arenosos. El cultivo se estableció en camellones con una y dos hileras de plantas sobre el camellón, con una y dos cintas de riego

respectivamente. En ambos casos se utilizó la misma cinta de riego, con emisores espaciados a 20 cm. y un caudal de 5,7L/h/m.

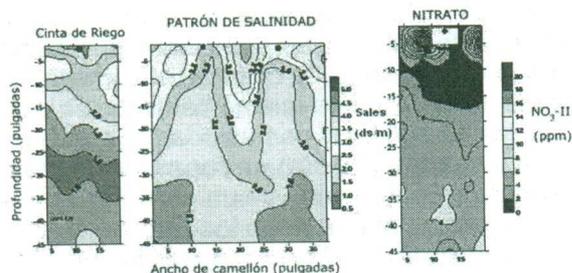
Contenido de humedad adecuado en el suelo (entre 14 y 20%) se observan en las primeras 15 pulgadas (38 cm) en profundidad con respecto a la ubicación de la cinta en el camellón con doble hilera. En este mismo camellón se alcanzan niveles similares de humedad con distancias de 7 pulgadas (18 cm) en forma lateral desde el emisor. Para el caso de un camellón con una hilera y una cinta de riego los niveles de humedad alcanzados son menores (entre 12 y 20%) a las mismas distancias con respecto al emisor de riego. El traslape que se genera en los bulbos húmedos del camellón con dos cintas permite corregir la predominancia en la verticalidad del bulbo en suelos de texturas arenosas, favoreciendo concentraciones mayores de humedad en la zona de raíces del cultivo.

El manejo del frente de humedecimiento y particularmente de las dimensiones del bulbo húmedo, en el cultivo de frutilla toma mayor importancia cuando se considera la calidad de las aguas de riego y específicamente su nivel de sales.

#### Calidad del agua de riego en frutillas

La frutilla es un cultivo extremadamente sensible a la presencia de exceso de sales en el suelo y en el agua de riego. Niveles de conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (CEe) de 1 ds/m, ya provocan problemas en el desarrollo del cultivo y con niveles de 4 ds/m la producción es prácticamente nula (Maas y Hoffman, 1977). Es necesario considerar que el extracto de saturación de suelos no es igual a la conductividad eléctrica del agua de riego (CEar), si el agua de riego contiene sales y el lavado es deficiente o no se produce, poco a poco éstas se concentran y la CEe será mayor que la CEar (Ayers y Wescott, 1987). Este efecto se ve agravado en los sistemas de riego localizado donde la acumulación de sales se concentra en las fronteras del bulbo húmedo.

En la Figura 8 se presenta el comportamiento de un patrón de sales observado por Hanson, 1996 en el cultivo de frutilla regado en camellones con una y dos cintas de riego.



**Figura 8.** Patrón de salinidad y nitrato en bulbo húmedo con una y dos cintas de riego por camellón.

Se observan valores de salinidad de hasta 2 y 2,5 ds/m en la vecindad inmediata de la cinta de riego para camellones con una y dos cintas de riego, incrementándose estos valores lateralmente hacia el borde del camellón. En profundidad se observa que tanto como para una cinta como para dos por camellón los valores de salinidad disminuyen. Es necesario destacar que en el caso de la doble cinta en el camellón, se observa una alta concentración de sales en la zona intermedia entre ambas cintas o de traslape de los bulbos de humedecimiento, alcanzando niveles de sal de hasta 5 ds/m. Para el caso del nitrato se observa que éste se concentra entorno a la cinta de riego disminuyendo su nivel en profundidad. Los resultados indican que el lavado de sales predominantemente ocurre en la zona inmediata a la cinta y con dominancia vertical, en cambio el desplazamiento de sales lateralmente es mínimo generando niveles de mayor concentración en ese sector.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayers, R.S. and Wescott, D.W. 1985. Irrigation and Drainage Paper 29 (Rev. 1), FAO, Rome.

Doorenbos, J. and Pruitt, W. 1977. *Crop water requirements*. By J., FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Maas E.V. and Hoffmann G.J. 1977. Crop salt tolerance - current assessment. ASCE J. Irrig. and Drainage Div. 103 (IR2): 115-134.

