

Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Colección de Extensión



Manual del Cultivo de Frambuesas y Frutillas en Chile

INDAP

Ministerio de Agricultura

INstituto de Desarrollo Agropecuario y Rural



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL

COLECCION DE EXTENSION.

“ MANUAL DEL CULTIVO DE FRAMBUESAS Y FRUTILLAS EN CHILE”

VERSIÓN DIGITAL. DICIEMBRE DE 2015



Edición digital del manual del “ Cultivo de Frambuesas y Frutillas en Chile” elaborado por la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile para el Instituto de Desarrollo Agropecuario INDAP en el marco del convenio:

“Fortalecimiento de las capacidades de los pequeños productores de frambuesa y equipo técnico de programas de asistencia técnica de Indap”

Desarrollado en las regiones del Maule y Bio Bio” entre los años 2012 – 2015.



AUTORES

María Pilar Bañados

Ingeniero Agrónomo MSc Ph D

Pontificia Universidad Católica de Chile
pbanados@uc.cl

Claudia Bonomelli

Ingeniero Agrónomo, Doctor.

Pontificia Universidad Católica de Chile
cbonomelli@uc.cl

Rodrigo Figueroa

Ingeniero Agrónomo PhD.

Pontificia Universidad Católica de Chile
rfg@uc.cl

Marina Gambardella

Ingeniero Agrónomo, Doctor.

Pontificia Universidad Católica de Chile
mgambardella@uc.cl

Tania Zaviezo

Ingeniero Agrónomo PhD.

Pontificia Universidad Católica de Chile
tzaviezo@uc.cl

Bárbara Ávila

Ingeniero Agrónomo M. Sc.

Pontificia Universidad Católica de Chile
bbavila@uc.cl

Bernardita Sallato

Ingeniero Agrónomo M. Sc.

Pontificia Universidad Católica de Chile
bsallato@uc.cl

Gabriela Cordovez

Ingeniero Agrónomo M. Sc.

Pontificia Universidad Católica de Chile
gcordov@uc.cl

Daniela Villagra

Ingeniero Agrónomo

Pontificia Universidad Católica de Chile
dvillag@uc.cl

Javiera Grez

Ingeniero Agrónomo

Pontificia Universidad Católica de Chile
jgrezg@uc.cl

Editora

María Pilar Bañados Ortiz

Diseño y diagramación

Pilar Bañados, Bárbara Ávila y Sergio Aros

Impresión digital

Taller gráfico Mi Gráfica,
Américo Vespucio 6744,
La Florida, Santiago.

Ejecutores

Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Vicuña Mackenna 4860, Macul.

Financiamiento

Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile e Instituto de Desarrollo Agropecuario INDAP.

Este documento digital fue desarrollado por la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile en el marco del convenio para “Fortalecimiento de las capacidades de los pequeños productores de frambuesa y equipo técnico de programas de asistencia técnica de Indap en las regiones del Maule y Bio Bio” entre la UC y el Instituto de Desarrollo Agropecuario INDAP.

Diciembre de 2015.

INDICE

 II. FRUTILLAS <i>(Sección 2)</i>	Páginas
CAPITULO 1	8
<i>DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE FRUTILLA Y FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS</i>	
CAPITULO 2	19
<i>NUEVAS VARIEDADES DE FRUTILLAS</i>	
CAPITULO 3	33
<i>PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE FRUTILLA</i>	
CAPITULO 4	52
<i>PREPARACIÓN DE SUELO Y ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO</i>	

II. FRUTILLAS



CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

DE FRUTILLA Y PRINCIPALES FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS

Marina Gambardella y Javiera Grez.

*Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal*

ANTECEDENTES BOTÁNICOS Y DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La frutilla cuyo, nombre científico es *Fragaria x ananassa* (L.) Duch, corresponde a un híbrido *entre* *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana*, ambas especies de origen americano del tipo octoploide (es decir con 8 juegos de cromosomas). En relación a otras especies del género *Fragaria*, este híbrido destaca por ser de hábito muy vigoroso y presentar frutos de gran tamaño, buen color y aroma.

La morfología de la planta es muy variable y sus características dependen de las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla, siendo uno de los factores que han permitido una amplia distribución de la especie y alto grado de adaptación en diferentes ambientes en todo el mundo (Figura 1).

Es una especie de tipo perenne y muchas veces se considera erróneamente como una planta herbácea. Su estructura en roseta e imbricación de sus hojas hace difícil la comprensión de su estructura general, aunque básicamente se puede distinguir un tallo o corona muy corto y comprimido el cual forma el eje básico de crecimiento de donde nacen las hojas y las raíces.



Figura 1. Morfología de una planta de frutilla (adaptado de Strand, 1994).

La corona o tallo corto es el eje principal con forma de cilindro de 2 a 6 cm de longitud (aunque se han encontrado plantas con coronas de hasta 60 cm, pero esto no es lo habitual), a partir del cual nacen las hojas en cada nudo y una yema en las axilas de cada hoja. Al hacer un esquema alargando el tallo (Figura 2), es posible distinguir la estructura característica de las Rosáceas donde los nudos y hojas se distribuyen en forma helicoidal, en función de 5 yemas para completar cada vuelta del tallo. En el ápice, se encuentra la yema terminal que es responsable del lento crecimiento de la corona, la cual dará origen a una inflorescencia en el momento en que las condiciones ambientales sean favorables para la inducción y posterior desarrollo floral.

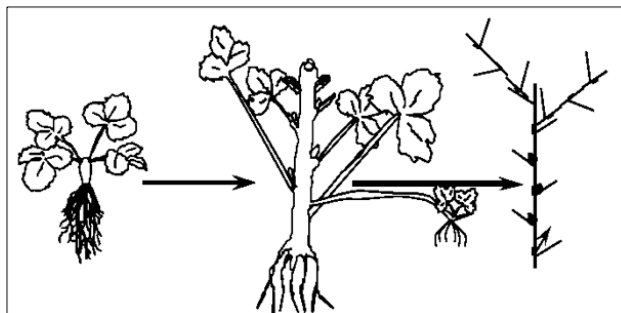


Figura 2. Esquema del tallo de frutilla (Dana, M.N., 1974; Guttridge, 1955)

El sistema radical se inicia en la corona, muy cerca de la superficie, y pueden llegar a una profundidad variable según las condiciones de textura y mullimiento del suelo. Se sabe que pueden penetrar hasta una profundidad de 2 m, aunque lo normal es que el 80% de las raíces se encuentre entre los primeros 30 a 35 cm de profundidad. Se distinguen raíces primarias que nacen desde la corona, y raíces secundarias que corresponden a ramificaciones de las raíces primarias. La capacidad de las plantas de formar nuevas raíces y las características de grosor y ramificación de éstas es también una característica varietal.

El sistema radical además de la función de absorber agua y nutrientes desde el suelo, son estructuras de reserva de sustancias nutritivas. Esta función de almacenaje es muy importante al considerar las técnicas culturales que tradicionalmente se realizan en la frutilla. Las plantas al momento del establecimiento deben tener suficientes sustancias de reserva capaces de sostener, junto con la reserva de la corona, la primera floración y producción de fruta. Por este motivo, se deben usar plantas con buen desarrollo radicular y un diámetro de corona superior a 8 mm de diámetro.

Las hojas son compuestas, y normalmente trifoliadas. Los folíolos son de forma redondeados a ovales, con márgenes aserrados, de color verde intenso y brillante por la parte superior, y verde grisáceo y pubescente por el envés. Las hojas de frutilla presentan gran cantidad de estomas en comparación a otras plantas por lo que son más susceptibles de sufrir estrés por déficit hídrico. Se ha visto que en verano, una planta con 10 hojas puede llegar a transpirar hasta medio litro de agua al día. Las hojas son de pecíolo largo aunque esta característica es variable.



Figura 3. Características botánicas de raíces y hojas de una planta de frutilla.

La inflorescencia principal se origina en la yema terminal del tallo, y por lo tanto la frutilla se podría considerar una especie de crecimiento determinado. Sin embargo, la yema lateral inmediatamente adyacente a la terminal, pasa a tomar la posición de nueva yema vegetativa terminal, y de esta forma la inflorescencia queda en posición lateral. Esta nueva yema terminal puede nuevamente generar una inflorescencia y así sucesivamente, pudiéndose obtener diversos ciclos de floración a partir de una misma planta. La sucesión de flores en una planta de frutilla no está dada solo por las inflorescencias de la yema terminal, sino que también a partir de las yemas axilares que generan nuevas coronas, las cuales a su vez también son capaces de generar flores en sus respectivas yemas de crecimiento. El momento en el cual se produce la inducción y diferenciación de las yemas y así dar origen a inflorescencias, está regulado por una compleja interacción de factores internos y ambientales, que será analizado con mayor detenimiento más adelante en este mismo capítulo. La inflorescencia típicamente está constituida por una flor primaria, dos secundarias, cuatro terciarias y ocho cuaternarias. No obstante las diferentes variedades tienen distintos tipos de inflorescencias, e incluso una misma variedad puede tener varios tipos dependiendo de las condiciones ambientales donde se desarrolle. La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso, el eje principal es casi imperceptible, donde las flores tienen un pedúnculo de longitud similar en los cuales es posible observar que los frutos cuelgan a una distancia uniforme de la base de la planta. Esta es una característica que normalmente se busca en las nuevas variedades ya que está asociada a una mayor homogeneidad en el tamaño del fruto.

La flor de las variedades modernas es normalmente perfecta o hermafrodita, aunque a veces aparecen flores pistiladas o estaminadas, características de algunas especies silvestres que constituyen el germoplasma ancestral de esta especie. Es una flor constituida por un número variable de sépalos, con 5 a 6 pétalos de 20 a 35 estambres y un número variable de pistilos. Estos se encuentran dispuestos en espiral sobre el receptáculo de la flor y cada uno está constituido por un ovario y un óvulo en su interior, el cual una vez fecundado dará origen al akenio o verdadero fruto. Frecuentemente el akenio es considerado como la semilla de la frutilla, aunque desde el punto de vista botánico es necesario precisar que corresponde al verdadero fruto.



Figura 4. Morfología de la flor y fruto

El fruto o frutilla, es en realidad un falso fruto constituido por el receptáculo engrosado sobre el cual se encuentran insertos los akenios. La primera flor da origen al primer fruto que madura, de mayor tamaño y no siempre presenta una forma regular. Para que los frutos se desarrollen adecuadamente, es necesario que todos los pistilos se encuentren fecundados. Por el contrario, cualquier problema en el momento de la fecundación (diferencias marcadas de temperaturas, exceso de humedad, ausencia de insectos polinizantes, exceso de fertilización, entre otros factores) dará como resultado frutos deformes.

ASPECTOS FISIOLÓGICOS Y SUS CONSIDERACIONES EN LA PRODUCCIÓN.

Conocer la respuesta de la planta de frutilla a las diferentes condiciones ambientales y de cultivo, es fundamental a la hora de diseñar un manejo productivo que permita obtener rendimientos máximos y que se ajuste a los objetivos del agricultor. Sin embargo, no siempre es fácil entender la fisiología de esta especie ya que su comportamiento depende de la interacción de múltiples factores, aunque es muy conveniente revisar algunos fundamentos básicos y simplificados que puedan servir de base a la hora de tomar decisiones correctas cuando se establece y maneja un cultivo de frutillas.

Entre los principales factores que influyen en el crecimiento vegetativo o reproductivo de la planta, se destaca el fotoperiodo y la temperatura, y la interacción de ambos. En base a esto, las variedades de frutilla se clasifican en: variedades de día corto o variedades de día neutro. Aunque existe además un tercer grupo de variedades conocidas como de día largo o reflorecientes, estas no tienen importancia comercial y en este caso no serán consideradas.

En las variedades de día corto la inducción floral se produce cuando los días se están acortando, es decir en otoño. En Chile, esta situación es muy variable debido a las diferencias en latitud ya que la frutilla se cultiva entre los paralelos 29 y 53° LS, lo que implica que es posible encontrara diferencias significativas en cuanto al largo del día en las zonas de cultivo. A pesar de ello, se ha determinado que el período de inducción floral para las variedades de día corto principalmente se produce entre el 20 de Febrero y el 15 de Marzo. En contraposición, para este mismo grupo de variedades, cuando los días se están alargando, es decir en primavera, las yemas de la corona se inducen a crecimiento vegetativo, fundamentalmente para emisión de estolones.

Considerando el comportamiento de las variedades de día corto arriba descrito, se desarrolló un sistema de producción de plantas y de manejo del cultivo que ha sido utilizado por muchos años en Chile y en la mayoría de los países productores. Este consiste básicamente en establecer el vivero en primavera, de tal forma de favorecer la propagación de la planta ya que en ese período se obtiene gran cantidad de estolones. Los estolones a su vez producen las nuevas plantas, las cuales se desarrollan durante el verano en el vivero, y al llegar el otoño tienen ya un buen desarrollo de corona y raíces. Estas reciben el estímulo de un fotoperiodo decreciente en otoño mientras se encuentran en vivero y por lo tanto sus yemas se inducen a flor. Luego son cosechadas en otoño o en invierno dependiendo de si son plantas frigo o plantas frescas como se describe en el capítulo de

Propagación. Esto quiere decir que las plantas han pasado una temporada en vivero, y cuando las recibe el agricultor ya han estado sometidas a los estímulos necesarios para que la mayor parte de las yemas de la corona se encuentren inducidas a flor.

Como ya se comentó, el viverista tiene dos alternativas, cosechar las plantas en otoño (plantas frescas) y entregarlas directamente al agricultor para que este realice una plantación de otoño, o bien cosechar las plantas en invierno y guardarlas en cámaras frigoríficas (plantas frigo-conservadas). En este último caso lo que se busca es detener el proceso de inducción y desarrollo de la planta, para luego usar las plantas en un establecimiento de verano. Si estas mismas plantas se llevaran a campo en primavera, se observaría una primera floración muy limitada y producción muy fuerte de estolones, siendo un comportamiento no deseado cuando el objetivo principal es la producción de fruta. Por este motivo, lo que se hace es establecer las plantas frigo-conservadas en verano (se recomienda que no sea más allá del 15 de enero), y se deja que la planta se desarrolle en el campo y “engorde” de tal forma que nuevamente se someta a un período otoñal que favorecerá la inducción de todas las yemas de la nueva planta engrosada (con 5 a 6 nuevas coronas). Esta vez más robusta para soportar una fuerte producción, en la primavera siguiente.

Cabe señalar que muchas veces los agricultores por problemas de organización, retrasan el establecimiento de la planta, incluso a veces llegando hasta fines de febrero. Esta situación hace que la planta frigo-conservada tenga menos tiempo para lograr un buen desarrollo antes del otoño, lo cual se traducirá en una menor producción en la primavera siguiente.

Otro aspecto que se debe considerar, es que mientras mayor es el período de conservación de las plantas en cámaras frigoríficas, mayor es el consumo de carbohidratos y por lo tanto la planta contará con menor cantidad de nutrientes para enfrentarse los primeros períodos de desarrollo una vez que se lleva a campo. Es decir, las plantas frigo-conservadas deben tener un período de conservación lo más reducido posible.

Si las plantas se establecen en otoño (planta fresca), esto se debe realizar en zonas con inviernos moderados, o bien cuando se usa sistema de cultivo protegido (micro o macro túneles). La planta aprovecha las condiciones otoñales favorables para establecerse y desarrollarse, de tal forma que en la primavera de ese mismo año tenga una producción precoz y de muy buena calidad. Este sistema tiene una producción menor en cantidad si se compara con una plantación de verano, ya que la planta que ha sido establecida en el otoño no tiene las mismas oportunidades de desarrollo que en el esquema de plantación de verano.

Por otra parte, las variedades de día neutro se caracterizan por ser variedades que teóricamente no son influenciadas por el largo del día y la inducción y desarrollo se produce siempre que existan temperaturas de crecimiento (sobre 10°C).

Con el uso de estas variedades, es posible manejar con mayor flexibilidad los momentos de plantación y programar mejor los períodos de cosecha. De hecho, en Chile la combinación entre el uso de cubiertas plásticas y variedades de día neutro ha hecho posible cosechar fruta durante los doce meses del año, lo cual ha significado un interesante cambio en la comercialización de esta fruta mejorando los resultados económicos del cultivo.

Sin embargo, es importante considerar que las variedades de día neutro no son 100% independientes del fotoperiodo. Esto quiere decir que aunque en menor grado, igualmente responden al esquema descrito para las variedades de día corto. Por este motivo, es frecuente ver en el campo plantaciones de primavera con variedades de día neutro en las cuales se producen gran cantidad de estolones, obligando al productor a realizar diversos cortes que encarecen el manejo. La recomendación es evitar las plantaciones de primavera temprana, buscando realizar el establecimiento a fines de primavera o inicios de verano (Figura 5).



Figura 5. Plantación de Albión en primavera temprana, con la consecuente emisión excesiva de estolones en perjuicio de la producción de fruta.

Existen muchos otros factores que influyen directamente en el proceso de inducción floral y que deben ser considerados, aunque en este capítulo no se hará un análisis de cada uno de ellos. Sin embargo es necesario tener en cuenta que las técnicas de cultivo, especialmente aquellas que afectan directamente la disponibilidad de nutrientes y agua (por ejemplo densidad de plantación, riego, tipo de suelo, etc.) tendrán una fuerte influencia en la respuesta productiva de la planta. Por ejemplo, es sabido que una gran disponibilidad de nitrógeno tiene un efecto negativo en el proceso de inducción y las plantas en ese caso presentarán un mayor desarrollo vegetativo.

Es muy necesario cuidar los aportes de nutrientes de tal forma de lograr un desarrollo equilibrado de las plantas (Figura 6).



Figura 6. Planta con mala iluminación por exceso de crecimiento vegetativo, lo que también produce mala inducción floral.

El programa de fertilización en los viveros adquiere especial importancia debido a que influye en la inducción de las yemas. En este caso los requerimientos son muy diferentes a las plantas que se encuentran en producción. Un aporte controlado de fósforo en la última etapa del vivero, puede favorecer fuertemente la inducción floral.

Actualmente en Chile, el productor no tiene la posibilidad de verificar el estado de inducción en el cual se encuentran las yemas de la planta al momento de ser adquiridas.

En otros países se realiza un análisis microscópico de yemas que permite saber el estado de inducción floral de las plantas y así determinar un importante factor de calidad de planta que está directamente relacionado con el potencial de producción de la primera etapa del cultivo.

Otra importante consideración es el estado fenológico de las plantas, ya que dependiendo el grado de desarrollo, estas responden en forma diferente a los estímulos ambientales. Por este motivo es importante lograr una alta homogeneidad de las plantas en el campo, de tal forma que las labores que se realicen estén dirigidas a obtener una mayor respuesta productiva en la totalidad de las plantas. Esta es la principal razón por la cual no se recomienda tener en un mismo camellón, plantas con diferentes estados de desarrollo (problema del amugronamiento) (Figura 7).



Figura 7. Amugronamiento, práctica no recomendada.

La densidad de plantación es otro factor que se debe cuidar y depende fuertemente del vigor y característica varietal. En aquellas plantas de mayor desarrollo, se deben usar mayores distancias de plantación.

La presencia de hojas senescentes inhibe la inducción floral y por lo tanto la poda de hojas viejas tiene un efecto positivo en la floración. En el caso de plantas de día neutro es necesario realizar podas durante todo el período de desarrollo de la planta, especialmente cuando el sistema de cultivo es de cosecha continua en cultivo protegido, la planta debe ser renovada permanente-mente y así permitir que se produzca una floración continua.



Figura 8. Huerto de la variedad Camarosa a podar a fin de temporada para producción de 2° año.

Por último, es necesario señalar que las altas temperaturas inhiben el desarrollo floral y por lo tanto, las plantas sometidas a temperaturas sobre 30°C detienen su producción. La sensibilidad a las altas temperaturas es una característica fuertemente varietal. Aparentemente las variedades de día neutro tienen una mayor capacidad de florecer a pesar de las altas temperaturas en verano, sin embargo este aspecto es aún un factor en estudio y se espera que las futuras variedades incorporen esta característica.

CAPÍTULO 2

NUEVAS VARIEDADES DE FRUTILLA

Marina Gambardella y Javiera Grez.

Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal

INTRODUCCIÓN

La frutilla es una especie que presenta diferentes comportamientos cuando se cultiva en diferentes condiciones climáticas específicas. Se dice que es una especie adaptada a microclimas. Por este motivo, las variedades normalmente tienen mejores resultados cuando son cultivadas en ambientes similares en los cuales han sido seleccionadas. Sin embargo, esto no siempre es así y es difícil predecir el comportamiento de la variedad en una localidad determinada antes de su evaluación.

Dentro de las especies frutales, la frutilla concentra las mayores actividades de mejoramiento, existiendo numerosos programas de obtención varietal según área, país e incluso región, lo que se traduce en una gran cantidad de variedades disponibles a nivel mundial. Actualmente existen programas de mejoramiento de frutilla en aproximadamente 50 países, siendo Estados Unidos,

Francia, Canadá, Italia, Japón y España los que han generado la mayor cantidad de nuevas variedades.

El programa de la Universidad de California es un ejemplo de un exitoso programa que ha dado a conocer variedades muy populares como son: Chandler, Seascape, Selva, Camarosa, Albión, Monterrey, San Andreas, Portolas, entre otras, llegando a representar en algún momento cerca del 50% de la producción mundial de frutilla. Otro ejemplo de programa a nivel público en Estados Unidos es el de la Universidad de Florida, destacando las variedades Florida Fortuna y Florida Festival. A pesar de la importancia que han tenido los programas de mejoramiento públicos, en los últimos años se ha observado un aumento de programas privados, asociados a grandes empresas distribuidoras de fruta o bien a grandes viveros, las que han originado variedades de alto impacto en la producción, por ejemplo Sabrosa de la empresa Planasa-España.

TIPOS DE VARIEDADES

Como se mencionó anteriormente, existe una amplia gama de variedades de frutilla, las que normalmente se clasifican en dos grandes grupos: día corto y día neutro, también existen variedades de día largo, aunque no tienen importancia desde el punto de vista comercial. En base a esta clasificación, las variedades presentan comportamientos muy distintos en relación a su productividad y época de producción, respondiendo de diversa manera a las técnicas de cultivo.

Una variedad de día corto corresponde a aquellas en las cuales la inducción a flor se produce a fines de verano principios de otoño cuando el día se está cortando y las temperaturas son frescas. Por otra parte, sus yemas se inducen a estolón cuando los días se están alargando en primavera, época en la cual los viveros reproducen las plantas mediante este sistema vegetativo. Esta situación condiciona fuertemente el comportamiento productivo de este grupo de variedades, las que tienden a tener peaks marcados de producción, concentrados en los meses de primavera. Dependiendo de la zona, la máxima producción ocurre entre octubre y diciembre. La variedad de día corto más plantada en el mundo es 'Camarosa', la cual proviene del programa de la Universidad de California. Es una variedad importante en todas las zonas de clima templado con inviernos moderados.

Por otra parte, las variedades de día neutro se originaron por primera vez en la Universidad de California, donde el objetivo de los investigadores era obtener plantas que se adaptaran a zonas cálidas y que permitieran una producción continua de fruta. Es decir, este tipo de variedades tiene la propiedad de producir flores independientemente del largo del día. Las variedades de día neutro tienen un alto valor comercial porque los productores pueden tener fruta fuera de temporada, lo que aumenta los precios. Una de las variedades importantes de este grupo es Albión, de procedencia Californiana.

A pesar de esta clasificación de variedades, existe evidencia que en ellas se presentan situaciones inter- medias, existiendo diferentes respuestas que van desde plantas fuertemente de día corto a fuertemente de día neutro según la localidad donde se cultivan. Es decir, una variedad que ha sido clasificada como día neutro, muchas veces tiene un grado de respuesta al fotoperiodo. Esto se puede ver por ejemplo en la variedad Albión (de día neutro), la que al ser establecida en primavera, cuando los días se están alargando, responde con una gran producción de estolones. Se recomienda, por lo tanto, atrasar la plantación de esta variedad hacia mediados o fines de diciembre. De esta forma se tendría una menor producción de estolones y un consecuente ahorro en mano de obra. Esta situación puede ser similar en otras variedades de día neutro. Es importante considerar que un exceso de crecimiento vegetativo y abundante número de estolones, se contrapone con la inducción y producción de flores, por lo tanto debe evitarse.

Para identificar las mejores alternativas productivas para cada localidad deben realizarse evaluaciones previas que permitan caracterizar el comportamiento de una u otra variedades bajo determinadas condiciones. Las evaluaciones se deben hacer considerando un buen diseño experimental, de tal forma que sea posible la comparación entre variedades. Es habitual que los agricultores para conocer una nueva variedad, sólo establezcan una o dos hileras dentro del campo. No siempre la ubicación de estas plantas es representativa del campo en su conjunto.

Además los requerimientos de cada variedad son distintos y por lo tanto, el proceso de conocer e introducir las nuevas variedades s debe hacer con la participación de organismos especializados y ojalá sin vinculación comercial.

PRINCIPALES VARIEDADES DISPONIBLES EN CHILE

A nivel nacional, la oferta de nuevas variedades no ha tenido el mismo desarrollo que a nivel mundial, constituyéndose en uno de los principales problemas que afecta el cultivo. De hecho, existe una escasa disponibilidad de variedades bien adaptadas a las condiciones agroecológicas y comerciales en las diferentes zonas de cultivo y no se cuenta con un programa nacional formal de mejoramiento genético para esta especie orientado al desarrollo de variedades propias.



Figura 1. Principales variedades de frutillas utilizadas en Chile.

Las principales variedades utilizadas en Chile han sido obtenidas en el Programa de Mejoramiento de la Universidad de California (Figura 1). Camarosa llegó a ocupar casi el 80% de la superficie plantada, sin embargo, a principios de esta década se produce un cambio en el panorama varietal nacional, dado principalmente por la entrada de las nuevas variedades de día neutro Monterrey, Portolas, San Andreas, también de procedentes de California. Además se establece un segundo vivero con variedades de procedencia española que se ponen a disposición de los frutilleros chilenos (Sabrosa, Sabrina, Cristal, entre otras).

Como hemos visto, la disponibilidad de variedades presentes en Chile no siempre es concordante con la oferta mundial, ya que la disponibilidad real de alternativas productivas para una determinada zona se ve restringida por diversos factores, como organización, exclusividades, derechos de obtentor, pago de royalties, viveros presentes, mercado, tipo de variedad y adaptación agro-ambiental, entre otros.

A continuación se presenta una breve descripción de las principales variedades actualmente disponibles en Chile. Las observaciones y datos provienen principalmente de ensayos varietales realizados por el equipo de investigación BerriesUC.

Camarosa

Corresponde a una de las variedades de frutilla más importantes en Chile y en el mundo, principalmente por su elevada rusticidad y producción. Esta variedad posee una gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas, encontrándose desde regiones sub-tropicales húmedas en Florida y Argentina, a regiones mediterráneas, España, Portugal, Marruecos, Chile, el sur de Italia y el sur de California, hasta regiones templadas como Nueva Zelanda y la costa central de California (Figura 2).



Figura 2. Planta y frutos de Camarosa.

Bajo adecuadas condiciones agroclimáticas y un correcto plan de manejo agronómico, Camarosa puede alcanzar producciones cercanas a las 80 toneladas por hectárea, las que se distribuyen entre los meses de primavera a otoño. En plantaciones de otoño, la producción se caracteriza por presentar un peak de cosecha entre octubre a noviembre. Luego, cuando las temperaturas son muy altas la producción decrece, para luego volver a presentar un segundo peak entre febrero a, marzo

aunque menor que el primero. En el caso de una plantación de verano, en marzo existe una pequeña producción de fruta, la que vuelve fuertemente en primavera (peak en noviembre), baja en verano y nuevamente aumenta en otoño, momento donde normalmente termina su ciclo productivo. Es utilizada tanto para el mercado fresco como para congelado.

Camarosa corresponde a una variedad de día corto, cuya planta se caracteriza por un hábito de crecimiento erecto, follaje verde oscuro y de gran vigor, por lo que la fertilización nitrogenada debe mantenerse en niveles bajos para evitar emboscamiento (Figura 3).



Figura 3. Campo productivo con la variedad Camarosa, altamente emboscado por un exceso en la fertilización nitrogenada.

Por este motivo, debe manejarse correctamente la sanidad del cultivo, especialmente en relación a botrytis ya que se ve favorecida en ambientes húmedos. Camarosa presenta sensibilidad al oidio. En relación a su fruta generalmente es de tamaño grande, firmeza media, color externo rojo oscuro y forma típicamente achatada en la punta. En Chile ha presentado un contenido de sólidos solubles entre 8-10°brix. En los últimos años ha presentado algún porcentaje de deformidad de fruto.

Sabrosa

Es una variedad de día corto del programa Planasa que se ha adaptado y desarrollado con gran éxito en España, Italia, Portugal, Brasil, Argentina y hace algunos años en Chile. Se caracteriza principalmente por tener una producción abundante (sobre 60 ton/ha) y de calidad principalmente para el mercado fresco.

En plantaciones de otoño, Sabrosa es una variedad un poco más precoz que Camarosa, teniendo fruta desde principios de septiembre. Su producción es más concentrada y con un solo peak de cosecha que normalmente ocurre en noviembre.

La planta es vigorosa, con hojas de color verde brillante, hábito de crecimiento erecto y con una emisión del pedúnculo floral por sobre el follaje. Al igual que Camarosa, debe cuidarse no tener una masa foliar excesiva que pueda dificultar la ventilación y la recolección, aunque se ha mostrado bastante resistente a botritis y sobre todo a oídio y phytophthora.

El fruto de esta variedad se caracteriza principalmente por presentar muy buenas características organolépticas y un excelente sabor. Los frutos son muy atractivos, de forma cónica y de color rojo brillante. El calibre del fruto es medio-grande y firme. La pulpa es roja, consistente y aromática, con altos niveles de azúcar (promedios observados cercanos a 10° brix).



Figura 4. Plantas de Sabrosa en etapa productiva.



Figura 5. Frutos de Sabrosa en etapa de crecimiento y maduración.

Sabrina

Variedad de día corto, de reciente introducción y difusión en Chile. Derivada del programa de mejoramiento de Planasa, comparte bastantes características con Sabrosa, sobre todo en su buena calidad de fruto. Es ligeramente más precoz que Sabrosa y presenta un alto potencial de rendimiento (sobre 60 ton/ha).

La planta presenta un crecimiento globoso y hojas color verde intenso. Florece a nivel del follaje, o ligeramente sobre él. El alto vigor que presenta (más que Sabrosa), debe ser considerado en la densidad de plantación y en los planes de fertilización y fitosanitario que se apliquen. Presenta una tolerancia media a oidio y botritis, similar a Camarosa.

La apariencia del fruto es atractiva, buen sabor, firme, forma cónica alargada y de color rojo brillante, ligeramente más oscura que Sabrosa. El calibre de fruto es grande, aunque con menor contenido de azúcar (promedio 8° brix).

Albión

Variedad de día neutro, de gran calidad organoléptica y de excelente sabor. El establecimiento en zonas costeras con temperaturas medias-altas pero homogéneas durante el año puede ser una muy buena alternativa, abasteciendo el mercado fresco durante todo el año y optando a mejores

precios. Esta oportunidad puede potenciarse con el uso de estructuras de protección como macrotúneles. En zonas del valle central el uso de esta variedad complementa la oferta estacional de frutilla orientada principalmente a la agroindustria. En ambos casos se establece en plantaciones de primavera tardía (Figura 6).

La planta de Albión tiene un hábito de crecimiento globoso y bajo, con una densidad de follaje media. Es una variedad que genera una gran cantidad de estolones, y por lo tanto, el establecimiento debe hacerse hacia fines de primavera o principios de verano.



Figura 6. Plantación de Albión establecida en primavera

La principal característica de su fruto es su buen sabor. Otras características son: tamaño grande, forma cónica, firme, color rojo brillante y alto contenido de azúcar (promedio 10° brix). A pesar de todas estas cualidades, los frutos suelen presentar desuniformidad en su maduración, generando frutos con “hombros blancos”, especialmente en invierno o principios de primavera.



Figura 7. Albión en macrotúnel.



Figura 8. Frutos de Albión con “hombros blancos”

San Andreas

Es una variedad que ha tenido éxito tanto en climas templados como en climas más cálidos ya que es una variedad de día neutro moderado. Posiblemente sea la primera variedad de día neutro que se adapte a los mercados de variedades de día corto.

San Andreas es una variedad muy productiva y a la vez con una curva de producción estable durante todo el ciclo, permitiendo llegar a los mercados de mayor precio: el precoz y el tardío. En plantaciones de otoño es más precoz que Camarosa, por lo que es muy interesante para ser utilizada bajo cultivo forzado

La planta es de escaso vigor, aunque presenta un rápido crecimiento inicial. Sin embargo, es importante no plantarla con temperaturas muy bajas ya que puede presentar un desarrollo excesivo y un periodo vegetativo más extendido. Produce muchos menos estolones que Albión cuando está en producción de fruta. El fruto se caracteriza por su firmeza y color rojo homogéneo con pulpa más clara, es de buen sabor y calidad, muy similar al de Albión. Tiene un gran tamaño y homogeneidad de frutos por lo que es una variedad que se adapta muy bien para los mercados fresco y congelado.

Monterrey

Variedad similar a San Andreas en las características de producción, presentando una abundante floración. Sus principales diferencias son el sabor y el vigor de la planta. La fruta es de color rojo homogéneo y pulpa roja, su sabor es dulce, por lo que está muy adaptada a las exigencias del consumidor en general. Con una buena aptitud tanto para el mercado fresco como para el congelado.

La planta de Monterrey es más vigorosa que Albión, y al igual que San Andreas presenta un rápido crecimiento vegetativo inicial, y si es plantada con bajas temperaturas puede presentar un exceso de vigor.

DESARROLLO VARIETAL EN CHILE

Aunque en general las variedades californianas y españolas han tenido una buena adaptación local debido a la similitud de condiciones ambientales, es necesario ampliar esta disponibilidad para optimizar la respuesta en diferentes zonas y para cada objetivo de producción. Cabe señalar que la

frutilla se cultiva principalmente entre La Serena y Puerto Montt, bajo gran diversidad de agroambientes, y por lo tanto también se deben buscar las mejores variedades para cada localidad.

Productores, intermediarios y sector agroindustrial en diversas actividades de análisis, han insistido en la necesidad de establecer programas de introducción, evaluación y mejoramiento varietal, de tal forma de poner a disposición nuevas y mejores variedades y al mismo tiempo mejorar las técnicas de cultivo. Esto permitiría a Chile adquirir independencia productiva en este rubro de importancia económica y estratégica.

Básicamente un programa de mejoramiento tradicional consiste en realizar cruzamientos dirigidos entre dos padres previamente escogidos. La flor de la planta madre es polinizada con polen del padre, la que se cubre para evitar contaminación con polen indeseado. Una vez maduro el fruto, este se cosecha y se extraen sus semillas, las que luego de un tratamiento se hacen germinar en pequeños contenedores. Estas plantas son llevadas al campo y evaluadas según los parámetros establecidos por el programa, donde se seleccionan los individuos más interesantes. En el segundo a cuarto año la selección continúa, las evaluaciones aumentan y son cada vez más acuciosas.

Finalmente, una selección avanzada puede comenzar entonces su etapa de registro y protección normalmente desde el año 6 o 7 (Figura 9).

El desarrollo de programas de mejoramiento genético no sólo permite la obtención de nuevas variedades, sino que además genera gran cantidad de información técnico-productiva constituyéndose en la base del desarrollo de la especie involucrada. Aunque es un proceso lento y costoso que muchas veces debe ser llevado a cabo en forma colectiva, una vez que se establece, adquiere gran dinamismo. La introducción y evaluación de variedades procedentes de otros países es también parte del mejoramiento clásico y tiene efectos de corto plazo que dan sustentabilidad al proceso.

Si bien en Chile no existe un programa oficial de mejoramiento para esta especie, el creciente ingreso de nuevas variedades de frutilla al país refleja el gran interés del sector en ampliar las alternativas productivas. A la fecha, existen 22 variedades de frutilla protegidas por el Servicio Agrícola y Ganadero, de las cuales aproximadamente la mitad se encuentra disponible a agricultores, mientras que la otra mitad se encuentra en fase de evaluación por diversas entidades. Contribuyendo en esta área, el equipo de investigación BerriesUC trabaja hace algún tiempo en la evaluación local de nuevas variedades, teniendo valiosa información sobre la adaptación de variedades bajo diferentes zonas productiva en Chile y con distintas técnicas de producción (Figura 10).



Figura 9. Etapas en el proceso de obtención de nuevas variedades.



Figura 10. Evaluación de nuevas variedades en distintas localidades y bajo distintas condiciones de cultivo

■ CAPÍTULO 3

PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE FRUTILLA

Marina Gambardella y F. Massetani
Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal

Aunque la frutilla es una especie perenne, en los principales países productores se utiliza un sistema de cultivo anual o bienal, donde los agricultores deben replantar año tras año a densidades de plantación que van desde 52.000 a 60.000 plantas por ha. Este continuo recambio de plantas da origen a la industria de vivero la cual tiene un dinamismo tanto o más espectacular que la producción de fruta. Se debe abastecer con millones de plantas la superficie que se destinará al cultivo en cada temporada.

Al momento del establecimiento de un huerto de frutilla, las plantas deben tener características fisiológicas, sanitarias y de desarrollo, acordes a las necesidades del agricultor, con alto contenido de carbohidratos de reservas y sus yemas deben tener un buen grado de diferenciación floral. Estas características son determinantes en el éxito del cultivo.

Desde el punto de vista botánico, *Fragaria x ananassa* es una especie que en forma natural puede propagarse por semilla o bien en forma vegetativa a través de estolones. La propagación a través de semillas se usa casi exclusivamente en el mejoramiento genético con el objetivo de realizar nuevas combinaciones entre variedades y obtener nuevos genotipos sobre los cuales el mejorador realizará la selección. En algunos casos también se usa la semilla como sistema de propagación para producir

fruta, por ejemplo para algunas variedades de *Fragaria vesca* o variedades adaptadas al cultivo de jardín.

Sin embargo, la gran industria de plantas de frutilla se basa en su capacidad de emitir estolones en cuya yema apical se desarrolla una nueva planta. Los estolones crecen a partir de yemas axilares ubicadas en la corona, principalmente en respuesta a días largos (fotoperiodos) y altas temperaturas. En el ápice de dichos estolones se produce una nueva corona de una planta hija, la cual recibe agua y nutrientes a través del sistema vascular del estolón. Una planta madre puede producir alrededor de cien plantas hijas durante la temporada, pero depende de la variedad, ubicación del vivero, y de los manejos que se efectúen. Las variedades de día corto usualmente producen más estolones que variedades de día neutro (Figura 1).



Figura 1. Planta en condiciones de día largo estimulan la producción de estolones.

Cabe señalar que para llevar a cabo el proceso de producción de plantas de la frutilla se requiere de tecnologías de laboratorio como son el cultivo in vitro, técnicas de saneamiento y detección de enfermedades virales, periodos prolongados de conservación en frío, entre otras. Esto determina que los viveros son empresas especializadas de alto nivel tecnológico. Por este motivo, el proceso de producción de plantas debe realizarse en viveros especializados, los cuales siguen una metodología que ha sido probada y aceptada internacionalmente para obtener plantas de calidad genética y fitosanitaria.

La mayoría de los viveros de frutilla se ubican en zonas con características muy específicas. Se requiere grandes superficies planas, de suelos muy arenosos de buen drenaje, con pH entre 6 y 7,

profundos, y con buen abastecimiento de agua. Deben encontrarse en zonas aisladas, alejados de la producción de fruta para favorecer las condiciones sanitarias. También hay que tener en cuenta la altitud y latitud del vivero, dado que estos factores determinan la época en la cual se produce la diferenciación floral y madurez fisiológica de la planta.

La producción de estolones se favorece en zonas cuya ubicación geográfica, norte o sur, aseguren un fotoperiodo y temperaturas entre 25° a 30°C en verano. Las temperaturas de otoño deben descender rápidamente de tal forma que las plantas reciban una acumulación de horas frío (inferior a 7°C), lo cual en algunos casos se logra en zonas de alturas (superiores a 1000 msm) o bien en latitudes más extremas. En Europa, los viveros se encuentran principalmente en España (provincias de Ávila, Segovia y Valladolid), en la zona norte de Italia (regiones Véneto y Emilia) y en Francia. Países como Polonia y Rumania también han desarrollado una interesante actividad de vivero.

En Estados Unidos, la principal zona de producción de viveros se encuentra en el norte de California, mientras que en América del sur, Chile y Argentina producen plantas de frutilla para abastecer su propia demanda y abastecer países como México, Brasil, Perú, Bolivia, Colombia, entre otros.

ETAPAS DEL SISTEMA DE PROPAGACIÓN

La producción de plantas de frutilla se basa en 4 etapas fundamentales que se describen a continuación y que constituyen el esquema de producción que realizan la mayoría de los viveros en los diferentes países productores. Estas etapas se encuentran normalmente reguladas por normativas oficiales que tienen por objetivo asegurar al productor la calidad de las plantas.

1. Banco de germoplasma o colección de plantas madres.

Etapas

La primera etapa del sistema de propagación, es establecer una colección de plantas madres de las variedades que serán propagadas, es decir de las variedades de interés comercial. En el caso de iniciar una producción con plantas que han permanecido por un período en el campo y de la cual no se tiene certeza

de su condición sanitaria, deben someterse a un proceso de saneamiento (termoterapia o cultivo de meristema) y además comprobar su identidad genética antes de incorporarlas al banco de germoplasma.

En un esquema de producción de planta certificada, una vez realizado el saneamiento, las plantas madres deben ser mantenidas en contenedores individuales, al interior de invernaderos con malla antiáfidos respetando las condiciones de aislamiento especificadas en la normativa. Las plantas deben estar aisladas del suelo y con sustrato estéril, previamente desinfectado (Figura 2).



Figura 2. Banco de germoplasma de plantas de frutilla.

1. Bloque fundación.

Etapas II

A partir de las plantas madres de la etapa anterior que han sido encontradas libres de todo agente infeccioso, se inicia el proceso de multiplicación. Para obtener las plantas que pasan a la siguiente etapa se puede seguir un sistema de propagación in vitro (micropropagación), o bien propagar mediante estolones:

Micropropagación. Se inicia con la extracción del meristema a partir desde la punta del estolón. Según la metodología desarrollada por Boxus (1992), el meristema debe tener entre 0,2 a 0,4 mm de tamaño para asegurar que se encuentre libre de virus. Este sistema de cultivo de meristema también

es usado para obtener plantas libres de hongos, bacterias y otras enfermedades. El meristema en condiciones de cultivo in vitro da origen a una planta la cual puede ser micro-propagada si la normativa de cada país lo permite, o bien será llevada directamente a ambientación en un esquema de “un meristema una planta madre”.

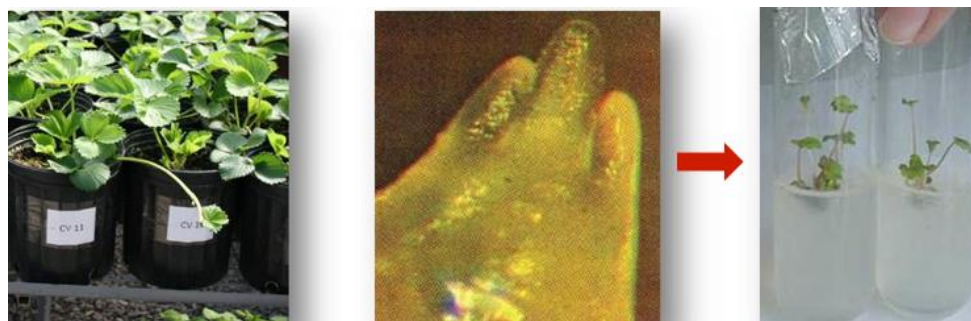


Figura 3. Esquema de producción de plantas sanas mediante la micropropagación.

En el caso de usar micropropagación para incrementar el número de plantas de esta etapa y así reducir los costos, se ha establecido un máximo de 10 repiques (en Europa) para evitar problemas de variación somaclonal. En Estados Unidos no se permite realizar micropropagación en esta etapa, aplicándose el sistema “un meristema una planta”.

Propagación por estolones.

La punta de los estolones de plantas madres del banco de germoplasma son apoyadas en pequeños contenedores con sustrato estéril. De esta forma se permite el contacto de la nueva corona en formación, con la superficie húmeda del sustrato para favorecer la emisión de raíces desde la nueva planta en formación. El estolón se mantiene unido a la planta madre hasta que la nueva planta tenga suficientes raíces. Posteriormente, la pequeña planta se separa de la planta madre y se utiliza para establecer el bloque fundación.

Las plantas provenientes de micropropagación, o de estolones, las denominadas F0, son traspasada a sustrato y ambientadas para establecer el bloque Fundación en estructuras protegidas con mallas antiáfidos y así minimizar riesgos de infección con insectos vectores de enfermedades. Cada planta se establece en un contenedor individual (normalmente se usan bins de 1m x 1m) con sustrato estéril (Figura 4). En estas condiciones se realiza una propagación a través de estolones con una tasa que

fluctúa entre 60 a 100 plantas por planta madre. El proceso dura una temporada, aproximadamente 8 a 9 meses obteniéndose finalmente la planta conocida como F1.



Figura. 4. Bloque fundación de frutillas.

3. Bloque de incremento

Etapa III

Las plantas obtenidas en la etapa anterior se llevan a campo para su reproducción durante una nueva temporada. En esta etapa las plantas se establecen directamente en el campo y es posible obtener aproximadamente 80 plantas por planta madre (Figura 5). Estas plantas, tipo F2, serán usadas para establecer el vivero comercial.



Figura. 5. Bloque de incremento. Propagación en condiciones de pleno campo.

4. Vivero comercial

Etapa IV

Las plantas F2 provenientes del bloque de incremento, son usadas para establecer el vivero comercial en un terreno arenoso, el cual ha sido desinfectado previamente y tiene características

de máximo mullimiento, y homogeneidad. Para lograr el buen desarrollo de las plantas madres y favorecer la producción de estolones, la plantación se realiza en hileras, dispuestas directamente sobre la superficie, sin realizar camellones. La distancia de plantación recomendada es de 1.8 m entre hilera y 0,6 m sobre la hilera, aunque esto dependerá de cada variedad y de las condiciones climáticas de cada zona. Normalmente se usa un sistema de riego por aspersión lo cual facilita el enraizamiento del estolón aunque se debe tener cuidado en no compactar la superficie del vivero. Las malezas pueden ser un problema importante en los viveros comerciales de frutilla, especialmente con la retirada del bromuro de metilo ya que los fumigantes alternativos no controlan eficientemente diversas especies de malezas. Se recurre con frecuencia a aplicaciones de herbicidas suelo activos antes de la plantación y así reducir las malezas. Una vez establecido el vivero no se deben aplicar herbicidas, y las malezas se deben controlar manualmente o con rotocultivador.

Luego de establecida la plantación se realizan las siguientes labores culturales; - eliminar flores y hojas viejas, para favorecer el desarrollo vegetativo, enterrar los estolones a medida que se van formando para estimular el enraizamiento, conducción de estolones para que se distribuyan en forma homogénea en el terreno, rastrear el suelo entre las hileras de plantación para favorecer el enraizamiento de estolones y la aireación radicular, mantener un estricto control de plagas y enfermedades.

Dependiendo del tipo de planta que se quiere obtener, la cosecha se realizará en otoño o en invierno cuando las plantas hayan alcanzado el receso invernal y presenten una coloración rojiza aunque es una característica varietal.



Figura 6. Vivero comercial.

TIPOS DE PLANTAS

Los avances en las técnicas de cultivo cada vez más especializados, así como la ampliación de las áreas de producción a zonas de climas más extremos, han obligado a los viveros a producir distintos tipos de plantas cada vez más específicos y adaptados a las exigencias modernas de cultivo. De hecho, en los países europeos, existe una amplia gama de plantas con características muy específica que se

adaptan a cada sistema productivo. En Chile, y en general en América del Sur, esta oferta aún no se encuentra disponible, aunque se espera que en un futuro cercano, los viveros diversifiquen este producto dando respuesta a un cultivo cada vez más especializado.

En términos generales, se puede hablar de dos tipos tradicionales de plantas de frutilla: las llamadas plantas “frescas” y las “frigo conservadas”.

Plantas Frescas

Son cosechadas desde el vivero comercial en otoño, antes que entren en receso vegetativo. Los viveros que producen este tipo de plantas se ubican en zonas en las cuales se produce una elevada acumulación de horas frío temprano en el otoño (en altura, como es el caso de la provincia de Ávila en España o en la zona norte de California, o en países del norte de Europa como Polonia). Este tipo de plantas se adapta muy bien a la producción precoz, ya que cuando son transferidas al campo en otoño ya han sido bien inducidas a flor y se ha producido una adecuada transformación de los azúcares de la raíz a carbohidratos más complejos, favoreciendo el proceso de transplante. A pesar de ello, las plantas frescas se deben llevar al campo lo antes posible, para evitar problemas de deshidratación y pudrición una vez que son cosechadas. Es decir, se usan para plantaciones de otoño, momento en el cual se extirpan desde el vivero y se llevan directamente a los campos ya preparados para la plantación. Si la operación no se puede hacer con mucha rapidez, se pueden guardar en frío a 2°C durante máximo una semana.



Figura 7. Plantas frescas.

Plantas Frigo-conservadas

Las plantas frigo-conservadas en cambio, se cosechan en invierno desde el vivero comercial. En este período las plantas ya han iniciado su receso invernal (meses de Julio y Agosto en el Hemisferio Sur). Una vez cosechadas, se llevan a un proceso de selección y clasificación y se guardan en bolsas plásticas transparentes contenidas en cajas de madera o plástico, donde permanecerán durante cinco a seis meses a una temperatura de -2°C . A esta temperatura se reduce fuertemente la actividad respiratoria para evitar el consumo de las sustancias de reserva y resistir largos períodos de conservación, pero no se produce daño de los tejidos. Previo a la conservación en cámaras frigoríficas, las plantas son desinfectadas con anti-fúngicos y humedecidas para evitar la deshidratación al interior de las cámaras frigoríficas.



Figura 8. Preparación de plantas frigoconservadas.

Durante el proceso de selección y embalaje, se procede a limpiar el exceso de suelo y arena que permanece en las raíces y se elimina el follaje dejando solo dos a tres hojas jóvenes que se encuentran cercanas al ápice.

En ambos tipos de plantas, se realiza una clasificación basada principalmente en el diámetro de corona y el largo de las raíces, siendo éste uno de los principales indicadores de calidad de la planta. En Europa según estos parámetros se clasifican en:

- Extra o A+: entre 12 y 15 milímetros de diámetro, 12 cm de longitud, 250 a 300 plantas /caja.
- Primera o A: entre 8 y 12 milímetros de diámetro, 10 cm de longitud y 600-700 plantas /caja
- Segunda o A-: entre 6 a 8 mm de diámetro, 8 cm de longitud, 900 a 1.000 plantas/caja

También existe otro tipo de plantas, las llamadas plantas waiting-bed (WB), las cuales inicialmente fueron desarrolladas para lograr una producción temprana en Holanda a principios de los '70, de manera de poder producir fruta cuando existe baja oferta en los mercados y altos precios (Kirschbaum *et al.*, 2000). Son plantas frigoconservadas de gran calibre, entre 18 y 22 mm de diámetro (100 a 150 plantas/caja), capaces de producir después de 5 – 8 semanas después de plantadas, dependiendo de la variedad, fecha de plantación y condiciones medioambientales (Kirschbaum *et al.*, 2000). En el vivero siguen el mismo procedimiento que las dos tipos anteriores, la diferencia radica en que al cosecharlas no son entregadas a los productores inmediatamente, sino que son llevadas a unas “camas” o barbecho con sustrato, con el objetivo de engrosar su corona, y así permitir mayor precocidad y productividad. Por esta razón, en Europa las WB son destinadas principalmente a cultivos programados fuera de suelo y para plantaciones tempranas, ya que son más productivas que las tipo A+, por poseer una mayor cantidad de yemas florales y de reservas en raíces y corona.

Hace algunos años se ha desarrollado en diversas partes del mundo una nueva forma de producción de plantas de frutilla, las llamadas plantas en maceta, las cuales consisten en generar estolones sin raíz provenientes de plantas madres, y ubicarlos en almacigueras, trays o speedlings con sustrato. Luego, se someten a un ambiente de alta humedad, mientras desarrollan su sistema radicular, para producir nuevas plantas en un corto periodo de tiempo, de cuatro semanas aproximadamente. Estas plantas poseen un mayor costo de producción lo cual influye en su baja disponibilidad comercial, sin embargo este método ya se ha propagado en Europa y en Estados Unidos.



Figura 9. Plantas en maceta

El creciente interés por la producción de este tipo de plantas, puede explicarse porque presentan diversas ventajas en comparación a las plantas de raíz desnuda, como por ejemplo, el excelente vigor inicial, su fácil trasplante, la escasa mortalidad, y un requerimiento de agua considerablemente menor durante el establecimiento. Al ser trasplantadas con su sistema radical intacto, su crecimiento inicial es mejor, llevando a una floración y cosecha más temprana y de mejor calidad.

Las plantas de raíz desnuda en cambio, sufren daños radiculares, ya sean físicos durante la plantación, o bien por el ataque de patógenos en el período de conservación o como producto del estrés del trasplante. Como consecuencia, a menudo existe pérdida de plantas tras la primera semana de plantación, o presentan un bajo crecimiento vegetativo, retrasando por ende la fructificación y reduciendo el rendimiento.

Por otra parte, en los últimos años surgió un especial interés en este tipo de plantas, cuando se inició el proceso de eliminación del bromuro de metilo (CH_3Br) como fumigante del suelo. Este producto era fundamental en la preparación de suelos destinados a viveros de frutilla, ya que permitía controlar enfermedades, nematodos y malezas. Las plantas en maceta en cambio, son establecidas en una mezcla de sustrato estéril disminuyendo notablemente la posibilidad de presentar cualquier enfermedad del suelo. La esterilización del sustrato se puede lograr con diferentes tratamientos como por ejemplo el vapor de agua.

Existe cierta confusión en cuanto a la denominación de los diferentes tipos de plantas en maceta. En primer lugar, se encuentran les mottes, cime radicate o plug plants en la literatura francesa, italiana y estadounidense, respectivamente. Estas corresponden a plantas obtenidas mediante el enraizamiento de puntas de estolón en almacigueras con alveolos de 4 – 6 centímetros de diámetro, bajo un sistema de nebulización. Este tipo de planta es de bajo calibre ya que permanece menor cantidad de tiempo en el vivero (3 a 4 semanas) y su uso ha reemplazado en parte a la tradicional planta fresca de raíz desnuda, teniendo mayor precocidad, mejor calidad de fruta, mejor prendimiento y homogeneidad de cultivo.

Por otro lado, se encuentran los tray plants, los cuales son de mayor calibre, puesto que son colocados en alveolos de 7 - 8 centímetros y permanecen como mínimo 3 a 4 meses en el vivero, donde engrosan su corona durante el otoño bajo fertirrigación por aspersión. Posteriormente permanecen en frío (con su “pan” de raíces y hojas más nuevas), y la duración depende de la variedad y de las necesidades del productor, ya que, con este tipo de plantas es posible obtener producciones precoces, desde principios de agosto en el hemisferio Sur, si son colocadas en invernaderos

calefaccionados fuera de suelo. Normalmente son conservadas a -2°C , para permitir su conservación por períodos de seis meses.

Por su alto costo, son prácticamente exclusivas para ser usadas en cultivos fuera de suelo de alta tecnología. Es el mismo procedimiento para los Minitrays, los cuales se diferencian solo por plantarse en macetas más pequeñas (5 - 6 centímetros de diámetro) y un valor menor.

La primera etapa para obtener las plantas de maceta o plug plants, es la producción de estolones. Normalmente estos se obtienen a partir de la Etapa VI o Vivero comercial, aunque se realizan ciertas modificaciones para favorecer la colecta de estolones. Las plantas madres se establecen a mediados de primavera ya sea en condiciones de campo, o al interior de un invernadero o túnel. En ambos casos, se debe evitar el contacto de los estolones con el suelo, por lo que si las plantas se encuentran en campo es necesario utilizar mulch sobre las platabandas. En invernadero, se utiliza un sistema de cultivo fuera de suelo, es decir, en altura (Figura 10). De esta manera se facilita la cosecha de ellos mismos, y permite una producción más limpia, ya que se evita la fumigación del suelo mediante bromuro de metilo.

Los estolones se deben cosechar cuando comienzan a aparecer las primeras raicillas, y poseen al menos dos hojas trifoliadas con un mínimo de 6,5 cm de altura; el diámetro de la corona debe oscilar entre 20 y 50mm. Al momento de cortar, es necesario dejar a lo menos un centímetro de estolón de manera que sirva de anclaje al minuto de plantarse (Figura 10).



Figura 10. Producción de estolones en cultivo en altura.

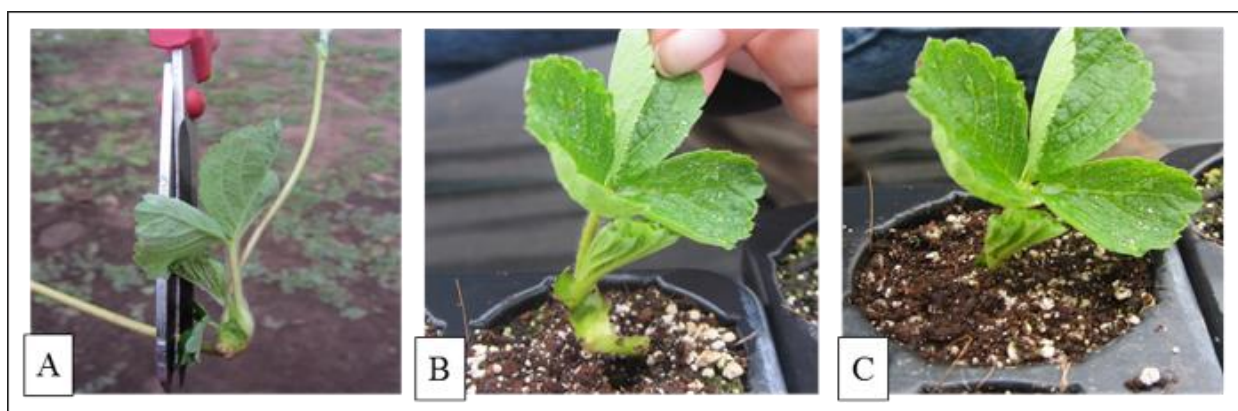


Figura 11. (A) Estolón recién cortado. (B) Estolón con 1 cm. en la base para anclarse en el sustrato. (C) Estolón plantado en el contenedor.

Cuando se cortan los estolones, se deben plantar rápidamente y llevar a condiciones de alta humedad relativa (95%), de manera de evitar la deshidratación. El tiempo de almacenamiento de los estolones puede ser de hasta una semana a 0° C, pero lo ideal es plantar lo antes posible después de la cosecha.

Después de 5 a 6 semanas bajo condiciones de alta humedad relativa, las nuevas plantas han desarrollado un buen sistema radicular y pueden llevarse a campo directamente en el primer tipo de plantas, o bien pasar a cámaras de frío según sea el tipo de planta descrito anteriormente. Uno de los problemas que presentan las plantas en maceta, es la dificultad en la distribución. Para facilitar el traslado se han desarrollado bandejas almacigueras de diferentes materiales que permiten ser apiladas (Figura 12).



Figura 12. Producción de plantas en maceta.

NORMATIVA DE CERTIFICACIÓN

El esquema de certificación consiste en un proceso de propagación que sigue los procedimientos que han sido descritos en los puntos anteriores, pero que se realiza bajo supervisión y control de organismos oficiales, basados en normas técnicas precisas que aseguran la sanidad e identidad genética de las plantas en cada una de las etapas. Cada país tiene su propia normativa de certificación aunque existen aspectos generales presentes en todos los países. A pesar de ello, las normativas vigentes deben ser revisadas continuamente ya que el viverismo ha experimentado grandes cambios en los últimos años, obligando a adecuar estas normativas a los diferentes tipos de plantas que hoy se encuentran en el mercado y a las nuevas tecnologías de diagnóstico.

En Chile, el organismo que regula el proceso de certificación de plantas es el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) a través de la resolución exenta específica para frutilla N° 7.521 del 02/12/2013, que deroga resoluciones anteriores de 1998 y 2007. En esta normativa se definen diversos aspectos técnicos que deben cumplirse en cada una de las etapas de propagación, entre los cuales: - uso y tratamiento del material vegetal utilizado como base, aislamiento de las plantas respecto a otros cultivos o plantas de frutilla en otra etapa de la propagación, disponibilidad de infraestructura, uso de sustratos y tratamientos al suelo, manejo de herramientas, identificación y etiquetado de las plantas, y restricciones fitosanitarias específicas. Todas estas consideraciones técnicas son controladas por inspectores especialistas con visitas periódicas para chequear el buen cumplimiento de toda la normativa.

En relación al aislamiento, cada etapa del programa de planta certificada debe cumplir con requisitos específicos de según se señala en el Cuadro 1. Además, el entorno del terreno en el cual se ubican las plantas de propagación debe estar libre de malezas y distante a lo menos 10 m de plantas, árboles, cercos vivos cuyas plagas y enfermedades puedan ser transmitidas a las plantas del vivero o plantas madres.

Los invernaderos que se utilizan en las etapas de Banco de germoplasma y Bloque Fundación, deben estar totalmente aislados, con doble malla antiáfidos de densidades de 20/10, doble puerta, sistemas de desinfección de pies en la entrada, y pavimentación o aislamiento del suelo. El techo debe proteger el interior de las aguas lluvia. Además deben contar con un área de vestíbulo previo al ingreso, en la cual se guardan los implementos para el manejo de las plantas al interior y las tónicas del personal de trabajo (Figura 13).



Figura 13. Invernaderos requeridos para el proceso de producción de plantas.

Los suelos utilizados en las etapas III y IV deben tener una rotación controlada de al menos 5 años sin frutilla, con especies que no sean afectadas por los mismos patógenos que atacan la frutilla.

Además se los sustratos y suelos deben ser fumigados ya sea con vapor de agua o bien con químicos autorizados.

Las herramientas usadas en cualquiera de las etapas de la propagación serán de exclusivo uso de cada etapa, y deben ser desinfectadas al usarlas entre una planta y otra. Para ello se debe usar hipoclorito de sodio al 3%. Estas herramientas deben estar bien identificadas.

En el Cuadro 1 se resumen las principales restricciones que se encuentran contenidas en la normativa chilena de certificación según la resolución 7.521.

Cuadro 1. Principales condiciones de certificación para las diferentes etapas de la producción de planta certificada.

Etapa	Características principales	Condiciones de aislamiento	Intensidad de control fitosanitario	Categoría de planta y Etiqueta
<u>Banco de Germoplasma</u>	Plantas madres cultivadas en "Screen House" en contenedores individuales o plantas in vitro	A 100 m de distancia de cualquier cultivo de frutilla.	100% de las plantas en esta etapa son sometidas a controles fitosanitarios visuales y de laboratorio, y de identidad genética visual.	Categoría "Prebase", etiqueta blanca con barra morada
<u>Fundación</u>	Plantas madres cultivadas en Screen-House en contenedores individuales de grandes dimensiones tipo bins.	A 100 m de distancia de cualquier cultivo de frutilla.	<u>Análisis virológico y micológico:</u> Una muestra de cada planta madre (100%).	Categoría "Base", etiqueta blanca
<u>Incremento.</u>	Plantas madres cultivadas en túnel Screen house o directamente en campo en terrenos fumigados con rotaciones de al menos 5 años.	A 500 m de distancia de cualquier cultivo de frutilla,	<u>Análisis virológico y micológico:</u> Una muestra cada 100 plantas madres	Categoría "Base", etiqueta blanca
<u>Certificada</u>	Cultivo en pleno campo en terreno sin frutilla por al menos 4 años (o 2 cuando el suelo es fumigado)	A 200 m de distancia de cualquier plantación comercial de frutilla y a 100 m de distancia de cualquier planta silvestre o voluntaria.	<u>Análisis virológico y micológico:</u> Una muestra cada 5000 plantas madres virus y fitoplasmas bacterias	Categoría "Certificada", etiqueta azul

REFERENCIAS

- Boxus P, 1992 Mass production of strawberry and new alternatives for some horticultural crops. In; Kurata K, Kozai T (Eds) Trasplant Production Systems, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp 151-162.
- Kirschbaum, D., Honorato, J., & Cantliffe, D. 2000. Strawberry waiting bed plants: a valid alternative to increase early and total yields in sub-tropical regions. *Scientia Horticulturae* 84: 89-90
- Lieten, F. 2000. Recent Advances in Strawberry Plug Transplant Technology. *Acta Horticulturae*, 513: 383-388
- Strand, L. 2008. Integrated Pest Management for Strawberries, Second edition. University of California, Agriculture and Natural Resources. Publication 3351. Oakland, California, EEUU. 166 pp.

CAPÍTULO 4

PREPARACIÓN DE SUELO Y ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

Marina Gambardella y Soledad Sanchez

Pontificia Universidad Católica de Chile

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores que determinan el éxito del cultivo es la adecuada preparación del suelo y establecimiento de las plantas. Se debe considerar que una buena condición física y química del suelo, junto con una correcta fecha de plantación y un manejo cuidadoso de las plantas desde su establecimiento, son elementos claves para una máxima expresión del potencial productivo del cultivo.

Para lograr un buen establecimiento del cultivo, es necesario optimizar todas las labores desde la preparación del suelo, fertilización, preparación de camellones, desinfección y el sistema de plantación.

ELECCIÓN DEL TERRENO

Si bien la frutilla se puede cultivar en cualquier tipo de suelo, es preferible contar con texturas livianas, con buen drenaje y pH entre 5,8 a 6,5 (con pH superiores a 7,5 la planta no es capaz de absorber todos los nutrientes y los rendimientos disminuyen significativamente). Al momento de elegir el terreno, se debe considerar además que tenga pendiente suave, de fácil acceso para el transporte de la fruta y con disponibilidad de agua de buena calidad durante toda la temporada.

Es importante además conocer el historial productivo del terreno, que este no haya sido ocupado previamente con frutilla ni otras especies que tengan enfermedades en común, como por ejemplo: solanáceas (papa, tomate, ají, pimentón, etc.), cucurbitáceas (melones, zapallos, sandías, etc.), cebollas y ajos. Las enfermedades fungosas más dañinas para el cultivo de la frutilla que se encuentran en el suelo, corresponden a: Corazón rojizo (*Phytophthora fragariae*), Pudrición de la corona (*Phytophthora cactorum*), Rhizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), Fusariosis (*Fusarium oxysporum*), Verticilosis (*Verticillium dahliae*), Pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*).

Considerando la sensibilidad de la raíz y la corona de la planta de frutilla a estos patógenos habitantes del suelo, es siempre necesario tener un programa de rotación de cultivos para disminuir los riesgos de estas enfermedades. Esto quiere decir alternar plantas de diferentes familias en un mismo lugar, buscando que éstas tengan necesidades nutritivas diferentes y no sean afectadas por los mismos agentes patógenos.

Se recomienda utilizar leguminosas (especialmente habas) y luego sembrar avena e incorporar su rastrojo. Las praderas naturales también son un buen punto de partida. Una buena rotación además de disminuir la incidencia de enfermedades, aumenta la disponibilidad de nutrientes, mejora química, física y biológicamente el suelo y disminuye la incidencia de malezas.



Figura 1. Una división del terreno en sectores permite una rotación de cultivos que considera distintas especies y/praderas naturales.

PREPARACIÓN DEL TERRENO

La preparación del terreno tiene por objetivo modificar características no deseadas del suelo, soltarlo y removerlo para lograr una buena circulación de agua y gases, procurando realizar los menores movimientos e inversión de tierra posible. En este sentido, la textura del suelo será determinante, de manera que en suelos arenosos profundos las labores serán menores y más suaves, mientras que en suelos pesados serán más complejas.

Es recomendable realizar la preparación del terreno con suficiente anticipación, de modo de tener la humedad de suelo necesaria para las labores. Esto siempre considerando las diferentes fechas de plantación. En Chile dependiendo del objetivo de producción y de las características agroclimáticas de cada zona, existen básicamente 3 épocas de establecimiento del cultivo: verano, otoño y primavera, aunque para una plantación de verano, la preparación del suelo se debe realizar a inicios de primavera. En el caso de una plantación de otoño, también será recomendable realizar las labores en primavera aprovechando la humedad natural del suelo. Si la preparación del suelo se va a realizar en verano, se debe contar con un equipo de aspersión para lograr la humedad necesaria.

La secuencia de labores normalmente recomendada se basa en el uso de subsolador, arado de discos y rastra, la que variará dependiendo del tipo y estado del suelo.

APLICACIÓN DE GUANO

Una vez preparado el terreno y con el grado de mullimiento deseado, se realiza generalmente un abonado base con la incorporación/enterrado de abonos orgánicos. Unos de los más utilizados es el guano, ya que es fácil de conseguir, de bajo costo y es un aporte importante de nitrógeno, fósforo y materia orgánica.

Las dosis de abono a aplicar son muy variables, aunque son frecuentes las aplicaciones de 10.000-20.000 kg/ha de estiércoles animales por temporada. La procedencia del guano es importante para poder obtener los resultados esperados sin efectos perjudiciales para el cultivo. Es por esto que se recomienda hacer un análisis químico para asegurar que se encuentre suficientemente descompuesto, así como para conocer su conductividad eléctrica, aporte de materia orgánica y aportes de macro y micronutrientes. Este análisis clasifica el compost producido a partir de todo residuo orgánico permitido, incluyendo el guano, según lo establecido en la norma NCh.2880 en dos grupos A y B, ambos aptos para ser utilizados en sistemas agrícolas.

Es importante considerar que cada vez se tiende más a no aportar abonados minerales de fondo. La totalidad de las necesidades nutritivas minerales se aportan mediante fertirrigación durante el desarrollo del cultivo, realizando aportes periódicos y constantes, para lo cual se recomienda hacer un seguimiento constante de las plantas y comparar si el vigor y desarrollo se ajustan a las diferentes etapas del cultivo. Esto también puede ser analizado mediante síntomas característicos de exceso o deficiencia de nutrientes.



Figura 2. Aplicación de guano.

PREPARACIÓN DE CAMELLONES.

Los camellones se deben hacer en suelos muy bien preparados, con un máximo mullimiento, suelto, sin terrones y con un contenido de humedad suficiente que permita una mezcla de tierra homogénea y sin zonas vacías.

Esta labor se realiza normalmente junto con la instalación del plástico y del riego, y puede llevarse a cabo mediante diferentes técnicas: uso de caballo, arado o camellonadora (Fig.3). Se determinará la más adecuada según las condiciones particulares de cada agricultor según disponibilidad, dimensión del terreno, accesibilidad, costos, etc.



Figura 3. Preparación de camellones con máquina camellonadora.

Cualquiera sea la alternativa escogida, los camellones deben cumplir con las siguientes condiciones: tener una altura mínima de 30 cm, un ancho de 50 cm y una distancia de 1,20 de centro a centro de cada camellón (Figura 4). Esto es considerando el sistema de plantación habitual en Chile, de un camellón con dos hileras trabadas.

En otros países se usan hasta 4 hileras de plantas por camellón con el doble de ancho con un aprovechamiento más eficiente del terreno. Sin embargo, el camellón de dos hileras permite que el suelo logre una mejor temperatura por asolamiento, que exista una mejor circulación de aire entre las plantas y por lo tanto menor incidencia de pudrición de frutos, y un mejor drenaje del suelo en comparación a los camellones de cuatro hileras. Además, se recomienda una disposición de los camellones Norte-Sur para evitar diferencias muy marcadas entre las plantas de ambos costados del camellón.



Figura 4. Dimensiones de camellones para el cultivo de frutilla.

MULCH

En frutilla los principales objetivos que justifican el uso de cobertura plástica o “mulch” sobre los camellones son: control de malezas, conservación de la estructura y la humedad del suelo, sanidad y limpieza de los frutos. Se suele utilizar un polietileno opaco de 35 μm , sin embargo, el color a utilizar está relacionado con la fecha y lugar donde se establecerá el cultivo, así como la disponibilidad de plástico de buena calidad.

Es importante tener cuidado cuando se hace una plantación de primavera y verano, ya que bajo estas condiciones las plantas tendrán muy poco follaje en pleno verano, cuando la radiación es máxima. Por lo tanto, si se usa plástico negro este se calentará en exceso quemando hojas y frutos. Es decir, en plantaciones de primavera y en zonas de alta radiación estival, se recomienda usar plástico blanco o bicolor. En plantaciones de otoño en cambio, se puede usar plástico negro sin problemas, ya que produce un alza de temperatura en el suelo que favorece el desarrollo de la planta recién establecida (Figura 5).



Figura 5. Uso de distintos tipos de mulch en plantaciones de frutilla: negro, plateado, blanco.

Es importante señalar que el mulch debe colocarse cuando la temperatura ambiente sea de aproximadamente 20°C. Un exceso de temperatura dilata el plástico y al bajar la temperatura en la noche este se puede romper. Por el contrario, si el plástico se coloca con bajas temperaturas (menores a 10°C), posteriormente cuando las temperaturas aumenten durante el día, se producirá un aflojamiento excesivo. Un plástico muy suelto es susceptible de romperse o levantarse con el viento.

DESINFECCIÓN DEL SUELO

La tendencia del cultivo de frutilla en muchos países es a realizar un manejo del suelo que tienda a potenciar el desarrollo de organismos benéficos y para ello, es recomendable evitar el uso de fumigantes químicos que tienden a generar un desequilibrio biológico.

Existen diferentes estrategias para el control de las estructuras de sobrevivencia de insectos, malezas y hongos patógenos que se encuentren en el suelo y que son capaces de atacar al cultivo una vez establecido. Las diversas técnicas son clasificadas según su naturaleza.

Desinfección química

La desinfección química ha sido sin duda una herramienta muy importante en el cultivo de la frutilla. Normalmente se realiza a través de la inyección en el suelo de algún fumigante o su aplicación mediante riego por goteo antes de establecer el cultivo. Inicialmente se solía aplicar a la totalidad del terreno, sin embargo hoy en día se aplica solo a los lomos mediante el uso de una maquinaria especializada que realiza simultáneamente las operaciones de construcción de los camellones, instalación del plástico, inyección del fumigante e instalación de las cintas de riego.

Desde los años 30 el bromuro de metilo (BrMe) ha sido muy utilizado por el sector de la agricultura en la desinfección del suelo por ser un producto económico, penetrante y muy efectivo a bajas concentraciones, siendo una herramienta vital en los sistemas de producción de frutilla en grandes superficies, y cuando la rotación de cultivos se dificulta. Sin embargo, es conocido su efecto dañino en la capa de ozono.

Un importante hito en la protección del medio ambiente fue tratado en el Protocolo de Montreal (1987), donde en base a evaluaciones científicas y tecnológicas se establecieron calendarios para su

eliminación gradual. Al respecto, en Chile se prohibirá su uso desde el 01 Enero 2015, ya que Chile suscribió el acuerdo que así lo establece. Ante este escenario se han desarrollado nuevas alternativas químicas para enfrentar este cambio.

Actualmente, las principales opciones consisten en el uso de generadores de metil-iso-tiocianato (Metam sodio, Metam potasio y Dazomet), de fácil aplicación y alta eficiencia. También se utiliza la mezcla del 1,3 Dicloropropeno con Cloropicrina. Estas alternativas al Bromuro de metilo, no son tan eficientes en el control de todos los factores que se desea eliminar. Estudios llevados a cabo durante muchos años en España y otros países, han demostrado que la eficacia para controlar hongos nematodos y malezas de cada uno de estos químicos se resume en el siguiente cuadro.

Como se puede observar, ninguna de las alternativas al Bromuro de metilo es 100% eficiente en el control de todos estos organismos nocivos. Sin embargo, se ha visto un buen resultado de estas aplicaciones cuando se usan en forma alternada entre una temporada y otra.

Desinfección física

La desinfección física constituye una alternativa más ecológica a la desinfección química. En esta categoría se incluyen las técnicas de solarización, biofumigación y biosolarización, las que se basan en el uso de calor como esterilizante (Fig. 6).

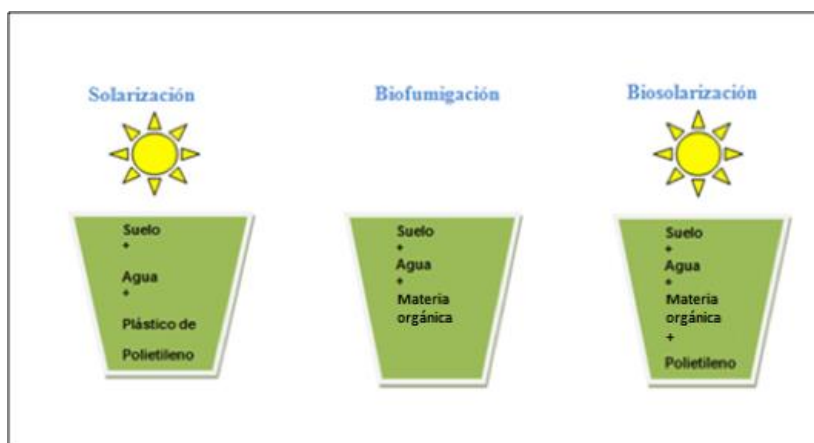


Figura 6. Esquema de técnicas de desinfección

Solarización

La solarización consiste en la desinfección del suelo por medio del calor, donde un suelo húmedo es cubierto por una película plástica y expuesto a la luz solar durante los meses más cálidos. En este proceso la temperatura aumenta hasta más de 50°C en la capa superficial durante las horas de mayor radiación, lo que permite eliminar de manera más o menos selectiva algunos patógenos o reducir su capacidad parasitaria. En esta técnica el polietileno debe ser transparente y de 25 a 50 µm, el que debe permanecer 30 días como mínimo, siendo recomendable 45 días.

Un problema para esto puede ser el tránsito de animales (perros, conejos, u otros) sobre el plástico, debido a que este no debe romperse durante el período de tratamiento.

La biofumigación es una técnica que surge como alternativa biológica a las desinfecciones de suelos con productos químicos, donde se utiliza la materia orgánica así como los productos de su descomposición en el control de patógenos presentes en el suelo. El uso como biofumigante de restos de crucíferas (coliflores, rábanos, nabos, brócoli, mostaza, etc.) es especialmente interesante, dado que en su descomposición se producen de forma natural compuestos de isotiocianatos (materia activa del metam sodio) de marcado efecto fumigante contra hongos patógenos e insectos nocivos para las plantas cultivadas. Esta técnica se puede realizar en cualquier época del año.

En los últimos años se ha verificado un resultado eficaz en el control de patógenos del suelo cuando se combina la solarización con la biofumigación, proceso llamado biosolarización. La técnica consiste en incorporar restos de materia orgánica (enmiendas orgánicas, residuos agroindustriales, rastrojos de cultivo) en el suelo para posteriormente regar y sellar mediante un film plástico.

Si se va a incorporar rastrojo de un cultivo anterior, se deben considerar especies que estén bien adaptadas a las condiciones de suelo, clima y manejo, además deben producir una gran biomasa en un corto periodo de tiempo. La dosis de siembra debe ser un 20 a 50% superior a la dosis recomendada para producción. Generalmente esta se realiza en otoño-invierno, de manera de cortar e incorporar el cultivo durante la primavera. Este se debe picar y distribuir bien en el terreno e incorporar al suelo. Luego hay que regar por aspersión de manera de acelerar el proceso de descomposición del rastrojo y finalmente cubrir con plástico de aproximadamente 100 µm por 30 a 45 días dependiendo de las condiciones climáticas y la descomposición del rastrojo.

PLANTACIÓN

Las plantas en el momento del establecimiento deben ser cuidadosamente manejadas para no dañarlas y producir estrés que afectará su crecimiento posterior. Tres factores son decisivos: una buena preparación de suelo, la calidad de planta a utilizar y la(s) persona(s) que realizará(n) la labor. Se insiste fuertemente en la necesidad de supervisión en las labores de plantación, por cada 10 o 15 operarios se debe tener un supervisor y así tener un buen control de esta labor.

Es importante que el tamaño de las plantas sea uniforme, con un diámetro de corona no inferior a 8mm. Si las plantas adquiridas no son uniformes, se recomienda hacer una selección antes del establecimiento según el diámetro de la corona, eliminando aquellas que tengan un diámetro menor a 8 mm, y colocando por separado las de distinto calibre. Es habitual que los agricultores usen dos plantas pequeñas en un mismo hoyo de plantación, lo cual no se recomienda ya que las necesidades son diferentes dependiendo del desarrollo de la corona y raíces, y por lo tanto van a tener respuestas diferentes a los tratamientos que se apliquen al cultivo.



Figura 7. Calibre de planta mayor a 2 cm.

Es habitual que los agricultores usen dos plantas pequeñas en un mismo hoyo de plantación, lo cual no se recomienda ya que las necesidades son diferentes dependiendo del desarrollo de la corona y raíces, y por lo tanto van a tener respuestas diferentes a los tratamientos que se apliquen al cultivo.

Una vez que las plantas llegan al campo deben ser tratadas de diferentes formas dependiendo del tipo de planta. Las plantas frigoconservadas se reciben del vivero en situación de receso total. Por este motivo, resisten bastante bien un periodo de conservación a 2°C en espera de la plantación. Sin embargo, no deben transcurrir más de 2 semanas en estas condiciones, ya que se produce la brotación al interior de las cámaras frigoríficas. El brote por encontrarse en oscuridad, es blanco o verde claro y muy quebradizo; por lo que en la plantación se puede romper fácilmente.

Cabe destacar, que las plantas frescas a raíz desnuda por definición son plantas en activo crecimiento, no deben pasar más de 4 días desde que llegan al predio hasta que se establecen en el campo. Además el manejo debe ser cuidadoso, nunca exponerlas al viento o al sol y evitar así la deshidratación.

Para determinar la densidad óptima de plantación, se deben tener en cuenta las condiciones de cultivo y a la variedad. En Chile, las densidades de plantación fluctúan entre 56.000 y 60.000 plantas*ha-1 dependiendo de la zona, sistema de producción, variedad, etc. Las plantas se ubican en doble hilera sobre el camellón de cultivo, con una distancia entre hilera de 30 cm y sobre hilera de 30 cm (Figura 8).



Figura 8. Distancias de plantación normalmente usadas en el cultivo de frutilla.

Este sistema será modificado dependiendo de la variedad. En general variedades de poco crecimiento como Albión se pueden plantar a mayores densidades, mientras que es recomendable una menor densidad para las variedades más vigorosas.

Se suele realizar una desinfección de las plantas antes de su establecimiento sumergiéndolas en una solución fungicida. Sin embargo, esto normalmente produce un daño en las raíces, ya sea por oxidación y asfixia o bien, por una toxicidad debido a un contacto prolongado con los agroquímicos. Alternativo a esto se recomienda la aplicación de microorganismos benéficos como *Trichoderma*, o bien cuando se requiera aplicar fungicidas se debe hacer mediante una aspersión sobre las plantas.

Al colocar la planta en el suelo las raíces deben quedar completamente extendidas y sin aire. La tierra de los bordes debe quedar apretada. Es de suma importancia no descuidar el riego, el que debe ser inmediatamente después de la plantación, en especial si es de verano. Una práctica altamente recomendada en las plantaciones de verano, es el uso de riego por aspersión por los primeros 15 días luego de la plantación. Las plantas frigoconservadas tardan un par de semanas en emitir las raicillas capaces de absorber el agua desde el suelo, y por lo tanto se debe apoyar su establecimiento con una mayor humedad relativa en la parte aérea.



Figura 9. Plantación de frutillas.