

## Prácticas Culturales para la Producción Comercial de Fresas en Florida<sup>1</sup>

---

Bielinski M. Santos y Henner A. Obregón<sup>2</sup>

### Introducción

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) se produce comercialmente en más de una docena de estados, pero California y Florida son responsables de la mayor producción de fresas en los Estados Unidos de Norteamérica. Florida ocupa el segundo lugar en los EE.UU. en la producción de fresas frescas, y es el principal proveedor de fresas de invierno a la región oriental de EE.UU. y Canadá. En algunas localidades en el noreste y el medio oeste de EE.UU., el cultivo se desarrolla en fincas pequeñas junto con varios otros cultivos.

Los frutos son cosechados principalmente en el verano y a menudo son vendidos en la misma finca o como “coseche sus propias fresas” (U-pick). Aunque la planta de fresa es una herbácea perenne, en Florida se produce como una planta anual ya que la calidad y el rendimiento son máximos en el primer año de la siembra. Además, después del primer año, aumentan algunos problemas de plagas. Típicamente, las fresas anuales son trasplantadas en el otoño después que el suelo es fumigado para controlar malezas y patógenos del suelo.

La producción comercial de fresas en el estado de Florida inició en 1878 en el área de Starke y Lawtey. La producción se inició en el área de Plant City alrededor de 1896 y se extendió por el suroeste de la Florida en 1960. Aunque las fresas se cultivan en todo el estado de la Florida, cerca del 90 a 95% de la producción total de fresas se encuentra localizada en el condado de Hillsborough (más de 8,000 acres con un valor bruto de la producción estimada en \$330 millones, [USDA, 2007]). El restante 5% se encuentran en otras zonas de producción en todo el estado, en particular, en los condados de Alachua, Bradford, Dade, Manatee, Palm Beach y Polk. Las fresas en Florida son trasplantadas normalmente al inicio de octubre en camas bien fertilizadas, cubiertas con plástico de polietileno negro, que han sido fumigadas con anticipación para el control de malezas, nematodos y enfermedades. La cosecha de fresas inicia en diciembre y culmina en marzo, aunque en algunas áreas de la zona norte de la Florida culmina entre abril y mayo.

- 
1. Este documento, HS1160, es uno de una serie de publicaciones del Departamento de Horticultural Sciences, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). Fecha de primera publicación: October, 2009. Visite nuestro sitio web EDIS en <<http://edis.ifas.ufl.edu>>.
  2. Bielinski M. Santos, Profesor de Horticultura, Centro de Investigación y Educación de la Costa del Golfo, Instituto de Ciencias Agrícolas y Alimentación, Universidad de Florida, Florida, y Henner A. Obregón, Director, Centro de Investigación Agropecuaria San Antonio, Tecolostote, Nicaragua.

El Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas es un empleador que opera bajo Acción Afirmativa y provee Oportunidades Iguales, autorizado a proveer investigación, información educativa y otros servicios, únicamente a los individuos e instituciones que operan sin discriminación alguna con relación al credo, color, religión, edad, incapacidad, sexo, orientación sexual, estado civil, nacionalidad, opinión política o afiliaciones. Para más información sobre como obtener otras publicaciones de extensión, comuníquese con la oficina de Servicio de Extensión de su condado. Servicio de Extensión de la Florida / Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas / Universidad de la Florida / Millie Ferrer-Chancy, Decana.

Los costos actuales de producción de fresas en promedio son de \$12,000/acre. Aunque el fertilizante representa sólo una fracción de los costos de producción, una fertilización adecuada es importante para maximizar el rendimiento y la calidad de la fruta, y para reducir al mínimo los posibles efectos negativos al medio ambiente causados por la lixiviación (filtración) o escurrimiento del exceso de fertilizantes. Este manual trata de ofrecer a los productores de fresa las generalidades del cultivo y las prácticas culturales del mismo, en aras de apoyar la gestión del conocimiento, no sólo en el estado de la Florida, sino también a los productores de fresa de otras regiones del mundo.

## Agronomía del Cultivo

**Origen.** La fresa comercial debe su origen a dos especies antepasadas, *F. chiloensis* y *F. virginiana*, ambas nativas del Nuevo Mundo. *F. chiloensis* es nativa de la costa oeste de Norte y Sudamérica, mientras que *F. virginiana* es nativa de la costa este de Norteamérica. Éstas fueron llevadas a Europa donde accidentalmente formaron híbridos en algún momento a mediados del siglo XVIII (Darrow, 1966). La fresa regresó a América del Norte como híbrido domesticado y, con mejoramiento adicional, produjo el fruto moderno de gran tamaño y sabor excelente que ahora se produce en todo el mundo. Las fresas comprenden varias especies de plantas rastreras del género *Fragaria*, nombre que se relaciona con la fragancia que posee (fraga, en latín), cultivadas por su fruto comestible. Las variedades cultivadas comercialmente son por lo general híbridos, en especial *Fragaria x ananassa*, que ha reemplazado casi universalmente a la especie silvestre, *F. vesca*, por el tamaño superior de sus frutos. El fruto, que conocemos como “fresa”, es en realidad un engrosamiento del receptáculo floral, siendo los puntitos que hay sobre ella los auténticos frutos.

**Morfología de la Planta.** La fresa es el único cultivo de hortalizas que pertenece a la familia de las rosáceas. Aunque un gran número de plantas ornamentales y árboles frutales como pera, manzana, ciruela y cereza están incluidas en esta familia. Es una planta de tipo herbáceo y perenne

que produce brotes nuevos cada año. Presenta una roseta basal de donde surgen las hojas y los tallos florales, ambos de la misma longitud. De la roseta basal surgen también otro tipo de tallos rastreros que producen raíces adventicias de donde nacen otras plantas (Foto 1).



**Foto 1.** Producción de fresas en Balm, Florida, USA.  
Credits: H. Obregon

El sistema radicular es fasciculado, compuesto de raíces y raicillas. Las primeras son de color claro y tienen un periodo de vida corto, de algunos días o semanas, en tanto que las raíces son perennes. La profundidad del sistema radicular es muy variable, dependiendo entre otros factores, del tipo de suelo y la presencia de patógenos en el mismo. La mayor parte del sistema radicular se encuentra en las primeras 8 pulgadas de suelo. El tallo está constituido por un eje corto de forma cónica llamado “corona”, en el que se observan numerosas escamas foliares. En su ápice aparecen las flores, de cinco pétalos blancos, cinco sépalos y numerosos estambres. Las hojas aparecen en la roseta y se insertan en la corona. Son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas. Su limbo está dividido en tres folíolos pediculados, de bordes aserrados, poseen un gran número de estomas, por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración.

La flor tiene de 5 a 6 pétalos, de 20 a 35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso. Cada óvulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio. El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnoso, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al “fruto” de la

fresa. La fresa es la única fruta con las semillas en el exterior (aquenios), en lugar de su interior. Lo que se consume de esta planta es un eterio de color rojo, dulce y aromático, un engrosamiento del receptáculo floral cuya función es contener dentro de sí los frutos verdaderos de la planta, pequeños aquenios de color oscuro que en número de entre 150 y 200 se alojan en cada eterio.

**Exigencias Agroclimáticas.** La fresa es un cultivo que se adapta muy bien a muchos tipos de climas. Sin embargo, la fresa necesita acumular una serie de horas frío, con temperaturas por debajo de 45°F (7°C), para dar una vegetación y fructificación abundante. Su parte vegetativa es altamente resistente a heladas, llegando a soportar temperaturas de hasta -68°F (-20°C), aunque los órganos florales quedan destruidos con valores algo inferiores a la congelación. Los valores óptimos para la fructificación adecuada son entre 59 y 68°F (15-20°C) de temperatura media anual.

La fresa es un cultivo que es muy exigente en cuanto a condiciones de suelo y reacciona rápidamente ante cualquier estrés biótico o abiótico con disminución significativa del rendimiento comercial. La fresa prefiere suelos equilibrados, ricos en materia orgánica, aireados, bien drenados, pero con cierta capacidad de retención de agua. La mayoría de los suelos minerales son adecuados para el cultivo de fresas. Suelos de textura fina o con horizontes espódicos (una capa de suelo impermeable) se pueden utilizar si presentan una superficie bien drenada. Las fresas, por lo general, no se cultivan en suelos orgánicos. Todos los suelos, especialmente los excesivamente bien drenados, deben tener un contenido de materia orgánica arriba del 2% para mejorarlo y promover la retención de agua y fertilizantes.

Un vigoroso cultivo de cobertura (gramíneas de crecimiento rápido), entre las cama altas o camellones, pueden mantener e incluso incrementar ligeramente el contenido de materia orgánica del suelo. Como el contenido de materia orgánica se reduce en suelos arenosos, el aumento de las necesidades de riego y fertilización se vuelve más crítica para lograr una producción con óptimos rendimientos. Sobre suelos arcillosos o suelos con

capa freática alta, el contenido de materia orgánica no es tan importante. En definitiva, un suelo catalogado como arenoso o franco-arenoso y homogéneamente profundo se acercaría al ideal para el cultivo de la fresa. La fresa soporta bien valores de pH entre 6 y 7. El valor óptimo del pH es menor o igual a 6.5.

La fresa es un cultivo muy exigente tanto en las cantidades de agua, muy bien distribuidas y suficientes a lo largo del cultivo, como en la calidad que ésta presente. El cultivo se resiente, disminuyendo su rendimiento, con concentraciones de sales en el agua superiores a 0.8 mmhos/cm.

**Propiedades Nutritivas.** En relación a sus propiedades nutritivas, 200 g de fresas cubren la sexta parte de las necesidades de ácido fólico, el doble de las necesidades diarias de vitamina C, aportando tan sólo 70 calorías. Dada su riqueza en antioxidantes (vitamina C, flavonoides y antocianinas), ácido fólico, potasio y salicilatos (sales precursoras del ácido salicílico), están especialmente recomendadas en dietas de prevención de riesgo cardiovascular y de enfermedades degenerativas y cáncer (Tabla 1).

## Mejoramiento de Fresa en Florida

**Historia del Mejoramiento en Florida.** El programa de mejoramiento de fresas en Florida comenzó en 1948 con Albert Brooks, un fitopatólogo de la Universidad de Florida en Springhead. Brooks liberó Florida Ninety en 1952. Florida Ninety se convirtió rápidamente en la principal variedad cultivada en Florida. Sus rendimientos fueron hasta tres veces más altos que los de Missionary, la variedad que sustituía, teniendo moderadamente un alto grado de resistencia a la pudrición de la corona (*Colletotrichum gloeosporioides* y *C. fragariae*).

Florida Ninety continuó siendo la variedad estándar en el centro de la Florida hasta mediados del decenio de 1960, momento en el cual es sustituida por Daybreak, una variedad del estado de Luisiana susceptible a la pudrición de la corona, pero con mejor calidad para el transporte que Florida Ninety. Durante los años 1970 y 1980, los productores en la parte central oeste de Florida utilizaron, sobre todo

variedades de la Universidad de California. Estas variedades producían frutos que eran aceptables para los consumidores, pero la mayoría de ellos maduraban en marzo y abril, cuando los precios del mercado de frutas frescas eran relativamente bajos. Además, las variedades de California en general eran muy susceptibles a la pudrición de la fruta por antracnosis, una enfermedad que puede ser devastadora en clima cálido y húmedo.

De 1968 a 1987, el programa de mejoramiento de fresas de la Universidad de Florida fue llevado a cabo por Charles Howard, fitopatólogo de la Universidad de Florida localizado en Dover. Howard presentó Florida Belle en 1975 y Dover en 1979. Estas variedades tuvieron buena resistencia a la pudrición de la corona y mayor rendimiento que las variedades de California cuando se cultivaban en el centro de la Florida, pero tampoco fueron de larga vida en la industria debido a problemas de calidad en la fruta.

Craig Chandler asumió el liderazgo del mejoramiento de fresas en 1987. Chandler liberó 'Sweet Charlie' en 1992. Esta variedad produjo mayores rendimientos de frutos, de diciembre a febrero, que cualquier otra variedad disponible en la parte central oeste de la Florida. Es la única variedad adaptada en el centro de la Florida, resistente a la pudrición de la fruta por antracnosis. La superficie plantada con 'Sweet Charlie' registró un incremento constante del 5% en la temporada de 1992-93, a cerca del 50% en la temporada de 1998-99. Al mismo tiempo, de 1991 a 1998, el valor bruto de ventas pasó de \$109 millones a \$161 millones. Internacionalmente, 'Sweet Charlie' ha sido cultivada con mucho éxito en varias zonas de producción de invierno en el mundo. Luego de 'Sweet Charlie' fueron liberadas 'Rosa Linda' (1996), 'Strawberry Festival' (2000), 'Earlibrite' (2000), 'Carmine' (2002), 'Winter Dawn' (2005), y más recientemente 'Florida Radiance' (2008) y 'Florida Elyana' (2008).

#### **Cultivares de Fresa Liberados en Florida.**

**'Sweet Charlie'**. Aunque ya no es un cultivar importante en la parte central oeste de la Florida, debido a su corta vida de anaquel durante climas cálidos, puede ser útil para los productores de fresa en otras zonas del sureste de EE.UU. que desean

frutas frescas en buen tiempo y con excelente sabor para venderlas directamente al consumidor.

**'Rosa Linda'**. Produce muchos frutos de tamaño medio de forma cónica. La fruta madura frecuentemente tiene puntas de color blanco a principios de la temporada, aunque la maduración siempre es uniforme. La parte exterior del fruto es de color rojo brillante con un color rojo intenso alrededor de los aquenios (semillas). En la parte interna es principalmente de color rojo brillante, que hacen que las frescas rebanadas de esta fruta luzcan muy atractivas. El fruto es ligeramente más firme que 'Sweet Charlie', con buen sabor y cuerpo además de ser aromáticas.

**'Strawberry Festival'**. Es actualmente la variedad número uno en la parte central oeste de la Florida, ocupando aproximadamente el 60% de la superficie de producción. Posee un arbusto resistente, fácil de cosechar y altos rendimientos en frutos. Es favorito de los supermercados porque sus frutos son atractivos, encajan bien en contenedores de una libra, y tiene una vida de anaquel más prolongada que 'Sweet Charlie'.

**'Earlibrite'**. Ha producido entre diciembre y febrero, excelentes rendimientos de frutas en Dover, Florida. La variedad fue llamada Earlibrite por su alta producción de frutas de color rojo brillante, a principios de temporada, y en honor a Earl Albregts, un investigador de fresas.

**'Carmine'**. Este cultivar produce altos rendimientos a mediados de temporada en la parte central de la Florida. Sus frutos contienen niveles relativamente altos de antioxidantes. Una alta densidad poblacional de esta variedad (hasta 33,000 plantas/acre) ha sido exitosa debido a la naturaleza compacta de la planta. Tiene buena resistencia a la pudrición de frutos por antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) y por botrytis (*Botrytis cinerea*).

**'Winter Dawn'**. Produce mayores rendimientos de noviembre a febrero que otros cultivares plantados durante la última semana de septiembre o la primera semana de octubre. Puede producir frutos relativamente grandes en plantas pequeñas y, al igual que 'Carmine', es resistente a la pudrición de frutos por antracnosis y botrytis.

'**Florida Radiance**'. Produce altos rendimientos en la primera cosecha y buen tamaño de fruta durante todo el período de producción principal. Ha sido probada exitosamente en Florida central y en el suroeste de España. Presenta resistencia moderada a pudrición del fruto por botrytis y antracnosis.

'**Florida Elyana**'. Ha producido frutos grandes y de excelente sabor de diciembre a marzo, en parcelas de investigación y ensayos en macrotúnel en Florida. También ha demostrado ser un cultivar promisorio para cultivo protegido (invernaderos y túneles) en explotaciones comerciales en España, Marruecos y Egipto.

## Prácticas Culturales

Las prácticas culturales juegan un papel importante en la prevención de plagas y enfermedades y en el manejo del cultivo. La fresa en Florida se produce en forma intensiva y con un cultivo anual. La tecnología empleada para el cultivo de fresa incluye:

- a) Preparación del suelo y construcción de camas.
- b) Desinfección de suelo a través de fumigantes.
- c) Instalación del sistema de riego por goteo.
- d) Implementación de la cobertura plástica en las camas altas o camellones.
- e) Empleo de plantas libres de virus provenientes de viveros certificados.
- f) Uso de riego por aspersión para el establecimiento de las plántulas a raíz desnuda.
- g) Uso de riego por goteo para la aplicación del riego y de fertilizantes solubles (fertirriego).

**Preparación del Suelo y Construcción de Camas.** La preparación del suelo inicia con la roturación, la cual debe ser lo suficientemente profunda (8 a 12 pulgadas) para garantizar el buen desarrollo de las raíces. La preparación del suelo en la Florida inicia en julio. La fresa presenta un sistema radicular fasciculado, compuesto por raíces y raicillas, de tal manera que, para que este sistema se desarrolle adecuadamente, se requiere de un suelo profundo, con buen contenido de materia orgánica (al menos 2%), suelto y con buena retención de

humedad. Por lo general, se recomiendan suelos arenosos o franco-arenosos con pH entre 6.0 y 6.8. Sin embargo, en ensayos realizados en Florida se ha demostrado que la fresa se desarrolla en suelos con pH de hasta 7.4, obteniendo rendimientos de más de 15 ton/acre. Si se requiere reducir el pH, se recomienda aplicar azufre elemental granulado a dosis entre 150 y 300 lb/acre. Si por el contrario es necesario elevar el pH del suelo, la aplicación de yeso o de roca dolomítica puede ser provechoso en dosis desde 0.5 and 1.5 ton/acre. Las dosis específicas de azufre elemental o de yeso dependerán del pH del suelo y del nivel que se desea alcanzar. Por lo general, los suelos arenosos de la Florida no requieren aplicación presiembra de fertilizantes debido al alto riesgo de lixiviación (lavado) de los mismos antes de la siembra.

Después de la preparación del terreno, se procede a la formación de camas altas o camellones. Para facilitar las labores de cosecha, se recomienda que la longitud de las camas sea de 300 a 500 pies de largo. El terreno debe estar con humedad a capacidad de campo (normalmente entre 12 y 16% de humedad volumétrica en Florida central), esto se realiza usando aspersores durante 3 a 7 días previo al establecimiento de las camas. Para la formación de las camas (preacamado y compactación de las mismas) se utilizan acamadores halados por tractores. Luego se procede a colocar las cintas de riego y el plástico de cobertura, así como a inyectar el gas fumigante. Las camas cubiertas con el plástico se dejan selladas durante al menos 14 días para permitir la disipación del gas fumigante. En el intermedio de estos días se instalan las tuberías de riego por goteo, luego de haber pasado el proceso de disipación del fumigante, según lo establecido en la etiqueta del mismo, y luego se procede a perforar el plástico de acuerdo al distanciamiento que tendrán las plantas. Las plantas se colocan en los agujeros de las hileras dobles formadas en las camas y se procede a regar para asegurar el establecimiento de las mismas.

Las camas deben ser construidas en forma de trapecio con una base menor de 24 pulgadas (61 cm) de ancho y una base mayor de 27 pulgadas (68.6 cm) de ancho. Esto para evitar que las camas se desmoronen. La altura de las camas normalmente es 10 pulgadas (25.4 cm), lo que permitirá un buen

desarrollo radicular y mas facilidad para la cosecha manual. La distancia entre camas debe ser de 48 pulgadas (1.2 m), lo que permite un mejor tránsito en el área y facilita realizar adecuadamente las labores de manejo agronómico del cultivo.

**Fumigación del Suelo.** La fumigación (desinfección) del suelo es un proceso que trata de eliminar la mayor parte de las plagas de suelo perjudiciales para el cultivo de la fresa, tales como hongos patógenos, malezas, insectos, ácaros y nemátodos parásitos. La fumigación consiste en la aplicación directa al suelo de un agente biocida de naturaleza física o química, con el que se eliminan total o parcialmente los agentes negativos antes mencionados. El suelo de las camas se desinfecta antes de la siembra de la fresa, para garantizar que las plantas se desarrollen sanas y produzcan frutos de alta calidad. En Florida, las camas se fumigan entre finales de agosto y principios de septiembre y posteriormente son cubiertas con plástico de polietileno negro.

Hoy en día, existen varios productos en el mercado con características biocida que son empleados en cultivos anuales. En Florida, se utilizan tratamientos como bromuro de metilo, cloropicrina, metam potasio, yoduro de metilo, entre otros. Sin embargo, el bromuro de metilo está en desuso por ser un contribuyente en el deterioro de la capa de ozono. Desde 1993, diversas alternativas de fumigantes de suelo se han evaluado en pruebas de campo para caracterizar la respuesta en la eficacia del control de plagas de suelo, enfermedades, malezas y rendimientos de cosecha (Tabla 2).

La recomendación de 1,3-dicloropropeno + cloropicrina no aplica para el área agrícola de Homestead, en el condado de Miami-Dade, donde actualmente se prohíbe el uso de este producto debido a los tipos de suelo y la tabla de agua existente en esta región del sur de Florida. Para el control de malezas, se recomienda la aplicación en preemergencia de la combinación de los herbicidas napropamide para control de gramíneas anuales (2 lb/acre) más oxyfluorfen para control de malezas de hojas anchas y algunas gramíneas (0.5 lb/acre).

**Solarización.** La solarización es un medio no químico de desinfección de suelo usado en muchas partes del mundo. La solarización consiste en aprovechar la radiación solar para eliminar insectos, nematodos, hongos, bacterias y semillas de malezas, es un proceso simple de pasteurización por altas y bajas temperaturas. La humedad del sustrato desempeña un papel importante debido a que en las horas de mayor temperatura se produce vapor y en las horas de menor temperatura se condensa la humedad. De esta forma se produce un proceso continuo de pasteurización durante el período que dura el proceso. Estas fluctuaciones de temperatura rompen fácilmente el ciclo biológico de patógenos y semillas de malezas que están en el sustrato y acelera la descomposición de la materia orgánica.

El procedimiento es el siguiente:

- a) Se humedece el suelo sin llegar a saturarlo.
- b) Se cubre el suelo con plástico y se sellan los extremos herméticamente con suelo mojado.
- c) Se mantiene sellado el suelo por un mínimo de tres semanas en lugares con temperaturas y radiación altas y por seis semanas en zonas con temperaturas y radiación bajas.

En general, la solarización es eficaz en el control de malezas que se reproducen por semillas. Sin embargo, la solarización no es efectiva para el cultivo de fresas en Florida por tres razones básicas:

- a) Las camas o camellones se preparan en la época de verano (junio-julio), fecha en que las precipitaciones en la parte central del estado son abundantes. La solarización necesita de temperaturas, en tiempo consecutivo, por encima de 122°F (50°C). La acumulación de calor es lo que hace efectiva la solarización, lo cual es imposible en la parte central de la Florida debido a las altas precipitaciones en verano.
- b) La segunda razón es el alto costo del plástico transparente que debería ser pintado de negro para poder usarlo posteriormente en la producción de fresas, lo cual aumenta los costos de producción.
- c) La tercera razón es que tiene poca efectividad contra nemátodos del suelo como la especie *Belonolaimus longicaudatus* y malezas como coquito o coyolillo (*Cyperus* spp.).

### Cobertura Plástica del Suelo o Acolchado

**(Mulching).** La cobertura plástica del suelo o acolchado (mulching) consiste en extender sobre el suelo un material plástico, generalmente polietileno, de forma que la planta va alojada en oquedades realizadas sobre dichas láminas. El uso de la cobertura plástica tiene la finalidad de aumentar los rendimientos del cultivo, evitar el crecimiento de malezas, disminuir la evaporación del agua de riego mejorando la retención de humedad y evitar el contacto de los frutos con el suelo, entre otros. Entre las ventajas del uso de coberturas plásticas en comparación con el suelo desnudo están:

- a) Aumenta los rendimientos tempranos y totales del cultivo. Una razón principal de usar el acolchado plástico de polietileno negro es promover un desarrollo más rápido del cultivo, e incrementar los rendimientos tempranos y totales de la cosecha.
- b) Inhibe el crecimiento de malezas. El acolchado de polietileno negro evita el desarrollo de malezas por la barrera física y la reducción de la radiación solar.
- c) Mejora la retención de humedad. La impermeabilidad del material evita la evaporación del agua del suelo lo que le convierte en un buen regulador hídrico y economizador de agua. Consecuentemente, se mantiene un régimen más uniforme de la humedad del suelo y la frecuencia de la irrigación puede ser reducida.
- d) Reduce la lixiviación del fertilizante. Puesto que la cama fertilizada es cubierta por el acolchado, el fertilizante está menos expuesto a la lixiviación por la precipitación. Sin embargo, el agua excesiva con un sistema de riego por goteo, puede también dar lugar a pérdida del fertilizante debajo de la cobertura plástica de polietileno.
- e) Disminuye la compactación de suelo. El acolchado actúa como barrera a la acción del peso de la precipitación. Esta acción puede causar la formación costra en el suelo, aumentar la compactación y/o erosión. Un suelo menos compactado proporciona un mejor ambiente para la emergencia de la planta y el desarrollo de la raíz.

f) Reduce la pudrición de la fruta. El acolchado sirve como una barrera protectora entre el suelo y la fruta para reducir la pudrición y mantener limpia la fruta.

g) Aumenta la efectividad de los fumigantes. La barrera del acolchado es necesaria para que el fumigante trabaje correctamente.

Entre las desventajas del uso de las coberturas plásticas se encuentran:

- a) Requiere equipo especializado. El sistema de acolchado requiere de la compra de equipo especializado para poner el plástico y plantar a través del mismo. La mayoría del equipo no se puede utilizar para otro sistema de producción debido a las diferentes dimensiones de las camas de siembra.
- b) Aumenta los costos de producción. El gasto agregado de comprar la cobertura plástica, aumenta los costos de producción. El costo del acolchado puede oscilar entre \$80/acre, para espaciamiento amplio y camas estrechas, y \$200/acre, para filas cercanas y camas anchas.
- c) Requiere de retiro y descarte. Los problemas más grandes asociados al uso del acolchado son el retiro y descarte. Puesto que la mayoría de los acolchados no son biodegradables, deben ser retirados del campo, después de la temporada del cultivo. El descarte presenta un problema severo debido al volumen de la basura generado.

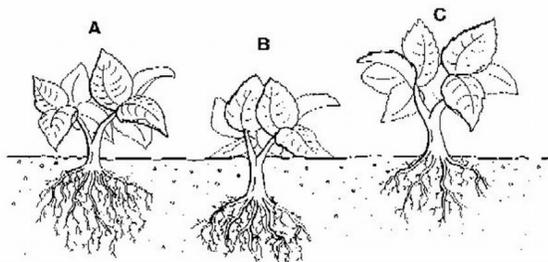
**Establecimiento de la Plantación.** Dos tipos de trasplantes se utilizan para que la fresa comience a fructificar en los campos de Florida: plantas con raíz desnuda y plantas en contenedores (Foto 2). Los tipos de trasplante a raíz desnuda son los más ampliamente disponibles, pero son los más difíciles de establecer en el campo. Estos trasplantes requieren generalmente de riego por aspersión durante la parte más caliente del día, en los primeros 7 a 12 días después de plantar. Esto reduce el riesgo de marchitamiento y pérdida de las hojas, mientras la planta desarrolla un sistema radicular suficiente para apoyarse a sí misma. Los trasplantes de plantas en contenedores requieren de menos riego para su establecimiento.

Independientemente del tipo de trasplante utilizado, es importante no trasplantar demasiado profundo, que cubra la corona o cuello de la planta, o



**Foto 2.** Establecimiento de plantación de fresa a raíz desnuda en sistema de campo abierto. Balm, Florida, USA. Credits: H. Obregon

demasiado superficial, dejando las raíces expuestas. Fije la planta de fresa en el suelo de manera que la tierra cubra completamente las raíces. Después de cuatro o cinco semanas, las plantas producirán guías o estolones y nuevas plantas hijas (Figura 1).



**Figura 1.** En el dibujo, A es la forma correcta de plantar, mientras que B está demasiado profunda y C demasiado superficial. (Tomado de Albregts and Howard, Strawberry Production In Florida, IFAS Publ., Univ. of Florida). Credits:

**Requerimientos de Agua.** Los requerimientos de agua para el cultivo dependen de la etapa de crecimiento y la evaporación que exista. Esta última es llamada evapotranspiración (ET<sub>o</sub>) y puede ser calculada en base a datos actuales o históricos del clima. Los promedios diarios históricos de los valores de ET<sub>o</sub> del Método de Penman están disponibles para cuatro localidades de Florida expresadas en unidades como pulgadas por día y galones por acre por día (Tabla 4). Sin embargo, mientras que estos valores se proporcionan como pauta para los propósitos de la administración del riego, los valores actuales pueden variar arriba y abajo de los valores históricos por lo que se recomienda monitorear diariamente la humedad del

suelo presente en el campo con equipos como tensiómetros o medidores volumétricos (Foto 3).



**Foto 3.** Equipo de medición de humedad volumétrica en el suelo ("time domain reflectometer-TDR" en inglés). Credits: B.M. Santos

La fórmula para determinar los requerimientos de agua en los cultivos es:

$$ET_c = K_c \times ET_o = \text{Coeficiente del cultivo por evapotranspiración referencial}$$

Por ejemplo, para determinar los requerimientos de agua en fresa, en un sistema de producción con camas altas distanciadas a 4 pies (1.22 m), con cobertura plástica de polietileno, en el área de la bahía de Tampa (suelos arenosos). Para las plantas de fresa en la etapa de crecimiento 3 el coeficiente del cultivo es 0.6 (Tabla 5). Si este periodo de crecimiento ocurrió en abril, el valor de evapotranspiración (ET<sub>o</sub>) es de 5,160 gal/acre/día. Entonces:

$$ET_c = (0.6) \times (5,160 \text{ gal/acre/día}) = 3096 \text{ gal/acre/día}$$

**Riego por Goteo.** Los programas de investigación y extensión de la Universidad de la Florida, han hecho énfasis sobre los beneficios de la utilización del riego por goteo como una herramienta para mejorar el manejo del agua y los nutrientes. El sistema del riego por goteo es utilizado por más del 95% de los productores de fresa de la Florida ya que éste puede reducir hasta en un 50% el uso del agua para el cultivo.

Aunque el riego por goteo puede mejorar la eficacia de la irrigación, el cuidado consiste en

operar adecuadamente el sistema para optimizar la cantidad de agua que se aplica. Un riego inadecuado puede reducir los rendimientos del cultivo y el exceso puede provocar la lixiviación de nutrientes esenciales como nitrógeno (N) y potasio (K). La cantidad de riego debe programarse para satisfacer las necesidades de evapotranspiración del cultivo de fresas, que va desde 800 gal/acre por día en octubre hasta 3,000 gal/acre por día en abril.

Los productores de la zona de Plant City utilizan una amplia variedad de programas de irrigación que va desde 3 riegos por semana hasta 5 ciclos por día. Estudios preliminares han mostrado las bondades de la programación adecuada del riego e indican que normalmente entre uno y dos ciclos por día proveen los mejores resultados en rendimiento temprano a la vez que reducen el riesgo de lixiviación de nutrientes.

**Fertilización.** La fertilización se realiza para suministrarle al suelo los nutrientes requeridos por el cultivo durante su crecimiento y desarrollo. Para determinar la cantidad de fertilizante a aplicar es recomendable realizar un análisis de suelo o efectuar una fertilización basándose en las necesidades del cultivo. Las recomendaciones para la fertilización con fósforo (P) y K en fresa, se basan en resultados de análisis de suelo normalmente utilizando la calibración Mehlich-1 y varían según los niveles de P y K presentes en el mismo (Tablas 6 y 7).

Los requerimientos de N son de 150 lb/acre para la temporada total del cultivo (200 días). Los productores deben evitar la tentación de aplicar excesivas cantidades de N, porque el exceso de éste puede aumentar la cantidad de frutos malformados y puede conducir a un exceso de crecimiento vegetativo de plantas y la reducción de los rendimientos. Las dosis de K superiores a las recomendadas han reducido el tamaño de los frutos y los rendimientos. La dosis recomendada de N para la temporada principal de fructificación es de 0.75 lb/acre/día. Sin embargo, encuestas recientes indican que la mayoría los productores de la zona aplican al menos 1 lb/acre/día durante los picos de producción. Muchos productores utilizan fertilización granular tres semanas antes de la siembra, aplicando entre 30 y 50 lb/acre de N y K. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que esta práctica no beneficia los

rendimientos tempranos del cultivo en las condiciones de Florida.

La aplicación de fertilizantes a través del sistema de riego por goteo (fertirriego) ofrece el potencial para aumentar eficiencia de la aplicación de nutrientes esenciales. El fertirriego se debe aplicar en base a un plan de fertilización y el mismo que debe ser formulado en función de los análisis de suelo y de las condiciones climáticas que definirán la época de trasplante. El N y K se pueden aplicar de manera diaria o varias veces por semana (Tablas 8 y 9).

Un programa de fertirriego exitoso toma en cuenta los siguientes aspectos:

- a. Práctica de pruebas calibradas de suelo para determinar las necesidades de cal y fertilizantes.
- b. Seleccione los tipos correctos de fertilizantes a aplicar al suelo antes del encamado y acolchado. La fertilización granulada de N y K presiembra no ha demostrado efecto significativo en el cultivo.
- c. Práctica cuidadosa del manejo del riego para evitar el exceso de éste y la consecuente lixiviación de N y K de la zona de la raíz.
- d. Aplicar N y K en inyecciones diarias de acuerdo al programa de fertilización presentado previamente y acordado con su extensionista local o asesor agrícola.
- e. Supervisar las concentraciones de N y K en la savia del pecíolo y utilizar esta información para ajustar los horarios o dosis de aplicación de N y K.
- f. Contrastar las pruebas de savia del pecíolo con los análisis de laboratorio del tejido foliar.

El análisis del tejido foliar se realiza para determinar deficiencias de nutrientes y micronutrientes en el cultivo. Se recomienda analizar las hojas maduras más recientes dos veces durante la temporada. La primera al inicio de la floración (inicios de diciembre) y la segunda en el medio de la temporada (tercera semana de enero). Estos análisis permiten ajustar, si es necesario, los programas de fertirriego a los niveles deseados (Tabla 10).

La prueba de savia de pecíolos se usa para realizar ajustes en la fertilización de N y K, y a su vez optimizar la aplicación. Se puede recurrir a esta

prueba que permite obtener las concentraciones de estos nutrientes en la planta en el momento del muestreo. Existen varios equipos de pruebas de la savia del pecíolo disponibles para determinar las concentraciones de N y K (Foto 4). El análisis de la savia fresca del pecíolo debe estar respaldado por los análisis de rutina de todo el tejido foliar, efectuado en un laboratorio. Actualmente, los equipos de análisis de savia peciolar se limitan a N y K, ya sea porque no existen o porque no se han desarrollado para otros nutrientes. Los rangos de suficiencia de N y K se presentan en la Tabla 11.



**Foto 4.** Medidor de nitratos para savia fresca del pecíolo.  
Credits: H. Obregon

**Tabla 1.** Composición por cada porción comestible de fresa de 100 g.

Calorías	34.5
Agua	85%
Hidratos de carbono	7 g
Fibra	2.2 g
Potasio	150 mg
Magnesio	13 mg
Calcio	30 mg
Vitamina C	60 mg
Folatos	62 µg
Vitamina E	0.2 mg

**Tabla 2.** Resumen de las dosis máxima de uso y eficacias relativas de fumigantes de suelo para control de nemátodos, enfermedades del suelo y malezas en Florida.

Producto	Dosis Máxima (por acre)	Actividad Relativa del Pesticida		
		Nematodos	Enfermedad	Malezas
Bromuro de metilo + cloropicrina (67/33)	350 lb	Excelente	Excelente	Buena a Excelente
Cloropicrina	300 lb	Ninguna a pobre	Excelente	Ninguna a pobre
Yoduro de metilo (Midas)	---	Buena a excelente	Buena a excelente	Buena a excelente
Metam sodio (Vapam)	75 gal	Errática	Errática	Errática
1,3-dicloropropeno (Telone II)	18 gal	Buena a excelente	Ninguna a pobre	Pobre
1,3-dicloropropeno + cloropicrina (Telone C-35)	35 gal	Buena a excelente	Buena a excelente	Pobre
Metam potasio (K-Pam)	60 gal	Errática	Errática	Errática

Fuente: Alternatives to Methyl Bromide Soil Fumigation for Florida Vegetable Production. J.W. Noling and D.A. Botts. Vegetable Production Handbook for Florida 2007-2008. IFAS Publ., Univ. of Florida.

**Tabla 3.** Fechas y distancias de siembra para la producción de fresas en Florida.

Lugar y Fecha de Siembra	
Norte de Florida	Septiembre 15 - Octubre 15
Centro de Florida	Septiembre 15 - Octubre 25
Sur de Florida	Octubre 1 – Diciembre 1
Información para el establecimiento (doble hileras por cama)	
Distancia entre camas (pulgadas)	48 - 60
Distancia entre plantas (pulgadas)	12 - 16
Distancia entre filas (pulgadas)	12 - 14
Días a la primer fruta madura	40 - 60 <sup>1</sup>
Densidad de plantacion <sup>2</sup> (acre)	16,000 – 22,000
<sup>1</sup> Después del trasplante	
<sup>2</sup> Sobre la base de las poblaciones más cercanas entre y dentro de la fila de espaciamento.	

**Tabla 3.** Fechas y distancias de siembra para la producción de fresas en Florida.

Fuente: Strawberry Production in Florida. N.A. Peres, J.F. Price, W.M. Stall, C.K. Chandler, S.M. Olson, T.G. Taylor, S.A. Smith, E.H. Simonne, and B.M. Santos. Vegetable Production Handbook for Florida 2009-2010, IFAS Publ., Univ. of Florida.

**Tabla 4.** Referencia histórica del método de Penman de evapotranspiración (ET<sub>o</sub>) para cuatro localidades de PersonNameProductIDla Florida la Florida expresadas en (A) pulgadas por día y (B) galones por acre por día.

Mes	Tallahassee	Tampa	West Palm Beach	Miami
(A) Pulgadas por día				
ENE	0.06	0.09	0.10	0.10
FEB	0.09	0.12	0.13	0.13
MAR	0.12	0.14	0.16	0.16
ABR	0.16	0.19	0.19	0.19
MAY	0.18	0.20	0.19	0.19
JUN	0.18	0.20	0.18	0.18
JUL	0.17	0.18	0.18	0.18
AGO	0.16	0.17	0.18	0.17
SEP	0.14	0.16	0.16	0.15
OCT	0.11	0.14	0.14	0.14
NOV	0.08	0.11	0.12	0.11
DIC	0.06	0.08	0.10	0.10
(B) Galones por acre por día <sup>1</sup>				
ENE	1630	2440	2720	2720
FEB	2440	3260	3530	3530
MAR	3260	3800	4340	4340
ABR	4340	5160	5160	5160
MAY	4890	5430	5160	5160
JUN	4890	5430	4890	4890
JUL	4620	4890	4890	4890
AGO	4340	4620	4890	4620
SEP	3800	4340	4340	4070
OCT	2990	3800	3800	3800
NOV	2170	2990	3260	2990
DEC	1630	2170	2720	2720
<sup>1</sup> Asumiendo que el riego sobre el área total tenga una eficacia del 100%.				
Fuente: Principles and Practices of Irrigation Management for Vegetables. E.H. Simonne, M.D. Dukes and D.Z. Haman. Vegetable Production Handbook for Florida 2007-2008, IFAS Publ., Univ. of Florida.				

**Tabla 5.** Etapa de crecimiento y coeficiente del cultivo (K<sub>c</sub>) de fresa en Plant City, Florida.

Etapa de crecimiento	Coeficiente del cultivo (K <sub>c</sub> )
1 (crecimiento)	0.4
2 (primera floración)	0.5
3 (segunda floración a la cosecha final)	0.6

Adaptado de la fuente: Principles and Practices of Irrigation Management for Vegetables. E.H. Simonne, M.D. Dukes and D.Z. Haman. Vegetable Production Handbook for Florida 2007-2008, IFAS Publ., Univ. of Florida.

**Tabla 6.** Interpretaciones Mehlich-1 para las hortalizas en Florida.

Elemento	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Partes por millón (ppm) de suelo					
P	<10	10-15	16-30	31-60	>60
K	<20	20-35	36-60	61-125	>125
Mg <sup>1</sup>	<10	10-20	21-40	41-60	>60
Ca <sup>2</sup>	<100	100-200	201-300	301-400	>400
<sup>1</sup> Hasta 40 lb/acre de Mg pueden ser necesarias cuando los resultados del análisis de suelo son medios o más bajos. <sup>2</sup> Los niveles de Ca son típicamente adecuados cuando están mayores que 300 ppm.					

Fuente: Soil and Fertilizer Management for Vegetable Production in Florida. E.H. Simonne and G.J. Hochmuth. Vegetable Production Handbook For Florida 2007-2008, IFAS Publ., Univ. of Florida.

**Tabla 7.** Resultados de análisis de suelo y recomendaciones de fertilizante para fresa con camas distanciadas a 4 pies en suelos minerales.

pH del Suelo	N	MB <sup>1</sup>	B	M	A	MA	MB	B	M	A	MA
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>					K <sub>2</sub> O				
lb/acre/temporada											
6.5	150	150	120	100	0	0	150	100	80	0	0
<sup>1</sup> MB = Muy bajo B = Bajo M = Medio A = Alto MA = Muy alto											

Fuente: Strawberry Production in Florida. N.A. Peres, J.F. Price, W.M. Stall, C.K. Chandler, S.M. Olson, T.G. Taylor, S.A. Smith, E.H. Simonne, and B.M. Santos. Vegetable Production Handbook for Florida 2009-2010, IFAS Publ., Univ. of Florida.

**Tabla 8.** Fertirriego recomendado para fresa producida en el centro de Florida en suelos arenosos muy bajos en potasio (K<sub>2</sub>O) y materia orgánica.

Etapa	Dosis a inyectar (lb/acre/día)	
	N	K <sub>2</sub> O
Primeras 2 semanas	0.3	0.3
Septiembre a Enero	0.6	0.6
Febrero/Marzo	0.75	0.75
Abril	0.6	0.6

Fuente: Strawberry Production in Florida. N.A. Peres, J.F. Price, W.M. Stall, C.K. Chandler, S.M. Olson, T.G. Taylor, S.A. Smith, E.H. Simonne, and B.M. Santos. Vegetable Production Handbook for Florida 2009-2010, IFAS Publ., Univ. of Florida.

**Tabla 9.** Programas opcionales de fertirriego en fresa usados en Florida para la temporada principal de fructificación.

Dosis recomendada de fertilizante (lb/acre/día)		Cantidad de fertilizante inyectado una vez por semana por acre <sup>z</sup>				
		Opción de Premezcla 1	Opción de Premezcla 2	Mezcla del Productor Opción 3 <sup>y</sup>		
N	K <sub>2</sub> O	Líquido 7-0-7	Líquido 8-0-8	Nitrato de Amonio 34-0-0	+	Nitrato de Potasio 13.5-0-46
0.4	0.4	metricconverter ProductID4.0 gal4.0 gal	metricconverter ProductID3.5 gal3.5 gal	metricconverterProductID6.0 lb6.0 lb	+	metricconverterProductID6.1 lb6.1 lb
0.6	0.6	metricconverter ProductID6.0 gal6.0 gal	metricconverter ProductID5.2 gal5.2 gal	metricconverterProductID8.8 lb8.8 lb	+	metricconverterProductID9.1 lb9.1 lb
0.75	0.75	metricconverter ProductID7.5 gal7.5 gal	metricconverter ProductID6.5 gal6.5 gal	metricconverterProductID11.0 lb11.0 lb	+	metricconverterProductID11.4 lb11.4 lb

<sup>z</sup>Un acre de fresa es igual a 10,890 pies lineales de camas (3,319 m).  
<sup>y</sup>Los productores mezclarían estos ingredientes a su propia conveniencia.

Fuente: Extension Programs in Northeastern Florida Help Growers Produce Quality Strawberries by Improving Water and Nutrient Management. R. Hochmuth, D. Dinkins, M. Sweat, and E. Simonne. Document HS-956, IFAS Publ., Univ. of Florida.

**Tabla 10.** Concentraciones óptimas de nutrientes en hojas maduras más recientes (lámina más pecíolos) de fresa.

Estado	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
	Porcentaje (%)						Partes por millón (ppm)					
Deficiente	<3.0	0.2	1.5	0.4	0.25	0.2	50	30	20	20	5	5.0
Adecuado	3.0-3.5	0.2-0.4	1.5-2.5	0.4-1.5	0.25-0.50	0.2-0.6	50-100	30-100	20-40	20-40	5-10	5.0-8.0
Alto	3.5	0.4	2.5	1.5	0.50	0.6	100	100	40	40	10	8.0
Toxico (>)							800					

**Tabla 11.** Concentraciones óptimas de Nitrógeno y Potasio en la savia peciolar para la fresa producida en la parte central de Florida.

Etapa de desarrollo del cultivo	Concentración en la savia fresca del pecíolo, Partes por millón (ppm)	
	NO <sub>3</sub> -N	K
Noviembre, poco después de plantar	800-900	3000-3500
Diciembre, primera cosecha	600-800	3000-3500
Enero, temporada principal	600-800	2500-3000
Febrero, temporada principal	300-500	2000-2500
Marzo, temporada principal	200-500	1800-2500
Abril, última cosecha, final de temporada	200-500	1500-2000