



Ambientes de Propagación

Douglass F. Jacobs, Thomas D. Landis, Tara Luna, y Diane L. Haase

Muchos factores ambientales influyen en el crecimiento y la producción de las plantas de vivero. Los principales procesos afectados por los factores ambientales son la fotosíntesis y la transpiración. La fotosíntesis es el medio por el que la energía solar se convierte en energía química en presencia de la clorofila, el pigmento verde de las hojas. Durante la fotosíntesis, los azúcares se producen a partir del dióxido de carbono del aire y del agua del suelo, mientras que el oxígeno se devuelve al aire (figura 5.1). La fotosíntesis es un proceso “con fugas” porque, para permitir la entrada de dióxido de carbono, se pierde vapor de agua a través de los poros, o estomas, de la superficie de las hojas. Esta pérdida de agua se denomina transpiración. Para maximizar la fotosíntesis necesaria para el crecimiento de las plantas, los cultivadores deben reducir los factores que limitan la fotosíntesis o aumentar los factores que la promueven.

La fotosíntesis, y por tanto el crecimiento, puede verse limitada por factores asociados al medio de cultivo, a otros organismos o a la atmósfera (figura 5.2). Los factores limitantes relacionados con el medio de cultivo incluyen el agua y los nutrientes minerales y se analizan en detalle en el Capítulo 6, Sustratos, en el Capítulo 11, Calidad del Agua y Riego, y en el Capítulo 12, Nutrición y Fertilización de las Plantas. La fotosíntesis puede verse limitada por la ausencia de organismos beneficiosos o por la presencia de organismos nocivos; estos casos se tratan en el Capítulo 13, Microorganismos Beneficiosos, y en el Capítulo 14, Prevención de Problemas y Manejo Holístico de Plagas. Los factores atmosféricos que afectan a la fotosíntesis incluyen la luz, la temperatura, la humedad relativa y los niveles de dióxido de carbono. Las estructuras de propagación, o ambientes, son cualquier área que se modifica para fomentar el crecimiento de las plantas de vivero mediante el control de estos factores atmosféricos durante todas las fases de crecimiento en el vivero. Comprender los diferentes tipos de estructuras de propagación y su funcionamiento es fundamental al diseñar una nueva instalación de vivero o modificar una ya existente.

Las instalaciones de los viveros tropicales difieren no sólo en su complejidad, sino también en sus aspectos biológicos y económicos. Los ambientes de propagación pueden ser tan sencillos como una parcela de jardín en la que se aplica agua y fertilizante, o tan complejos como los invernaderos de alta tecnología que también modifican todos los factores atmosféricos. Aunque la modificación de los factores atmosféricos también puede influir en los medios de cultivo y en la aparición de otros organismos, en este capítulo nos centramos principalmente en la modificación de los factores atmosféricos (luz, temperatura y humedad relativa) a través de una variedad de ambientes de propagación.

Página opuesta: *Los ambientes de propagación modifican factores atmosféricos como la luz y la temperatura. En este vivero, la paja de palma desmontable da sombra a las plántulas jóvenes, pero permite que el sol llegue a las plantas maduras. Foto de Thomas D. Landis.*

Adaptación de los Ambientes de Propagación al Sitio

El mejor ambiente de propagación posible se diseña para un sitio de vivero específico (Landis 1994). Tanto si se construye un nuevo vivero como si se modifica uno existente, es fundamental analizar los factores limitantes del lugar. El valor de este análisis puede demostrarse claramente en la Isla Grande de Hawái. Uno de los viveros del Servicio de Parques Nacionales de los Volcanes de Hawái está situado cerca del nivel del mar, donde los factores más limitantes del lugar son la intensa luz solar y los fuertes vientos estacionales. Esta situación requiere una estructura fuerte para resistir las cargas del viento y una malla sombra para minimizar la acumulación de calor. Subiendo la pendiente hasta la ciudad de Volcano, a 3,700 pies (1.130 m), el clima es más suave durante todo el año que en la costa y los factores limitantes son la escasa luz solar y las fuertes lluvias, por lo que lo ideal sería una estructura con una cubierta transparente para maximizar la transmisión de la luz y proteger el cultivo de las fuertes lluvias. Si nos trasladamos a una altitud aún mayor 7,000 pies (2.130 m), el factor limitante en el vivero del Refugio Nacional de Vida Silvestre de Hakalau es el frío, con temperaturas nocturnas que pueden llegar a la congelación en cualquier momento del año. Por ello, es necesario contar con una estructura cerrada para proteger los cultivos. Como es de esperar, los costos de desarrollo del vivero aumentan con un mayor control del ambiente de propagación. Sin embargo, un vivero bien adaptado a su entorno será mucho menos costoso de operar que uno mal diseñado.

El Reto de Cultivar Muchas Especies y Tipos de Stock

Los viveros tropicales cultivan una diversidad cada vez mayor de especies de plantas nativas. A menudo, estos diversos cultivos deben iniciarse en varias fechas, por lo que, en un momento dado, un vivero puede tener desde semillas en germinación hasta plantas de gran tamaño. Aunque algunas especies se cultivan a partir de semillas, otras en el mismo vivero podrían tener que cultivarse a partir de esquejes enraizados. Por ello, un buen vivero de plantas nativas debe estar diseñado con varios ambientes de propagación en los que se puedan cultivar plantas con requisitos y etapas de crecimiento similares. Por ejemplo, un ambiente controlado, como un invernadero u otra zona protegida, puede proporcionar las condiciones ideales para la germinación de semillas y el arraigo de plántulas jóvenes en contenedores. Una vez establecidas las plántulas jóvenes, podrían trasladarse a una casa sombra o a un recinto abierto para continuar su crecimiento. Durante el endurecimiento, los cultivos pueden aclimatarse al ambiente en la misma casa sombra o recinto abierto.

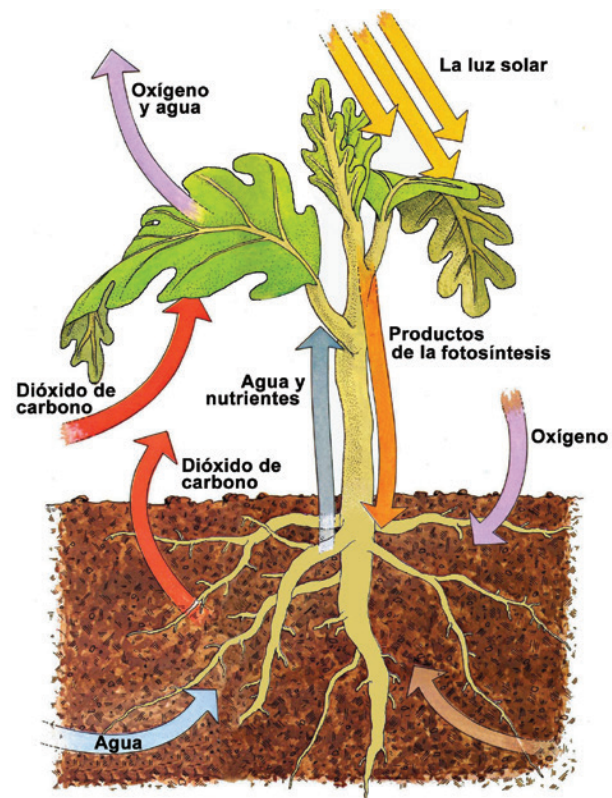


Figura 5.1—Dos procesos importantes tienen lugar en las hojas de las plantas verdes. En la fotosíntesis, la luz solar desencadena una acción química en la que el agua del suelo y el dióxido de carbono del aire se convierten en azúcares y oxígeno, que se liberan de nuevo a la atmósfera. Durante el proceso, se pierde vapor de agua de las hojas en un proceso conocido como transpiración. Ilustración de Dumroese y otros (2008).

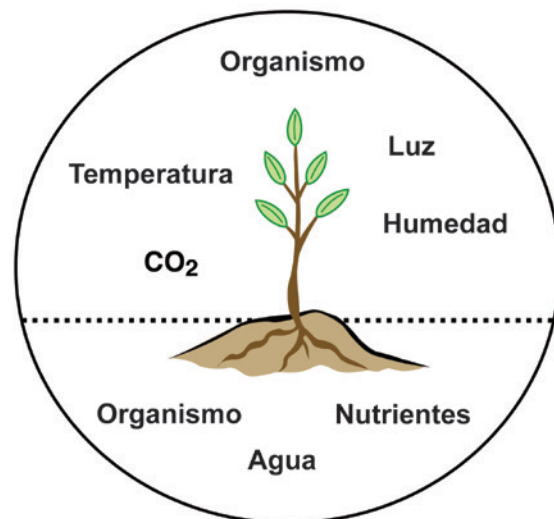


Figura 5.2—Resulta útil pensar en el ambiente del vivero en términos de factores que pueden limitar el crecimiento de las plantas. Los factores limitantes en el suelo son el agua y los nutrientes minerales, mientras que la temperatura, la luz, el dióxido de carbono y la humedad pueden ser factores limitantes en la atmósfera. Otros organismos pueden ser beneficiosos o perjudiciales. Ilustración de Dumroese y otros 2008.



Figura 5.3—Los recintos abiertos, como el Vivero Estatal de Árboles de Waimea, en la Isla Grande de Hawái, son comunes en los climas tropicales y suelen utilizarse para endurecer los cultivos que se encuentran en invernaderos u otras estructuras (A). Los recintos abiertos suelen tener riego y están cercados, como se ve en este vivero del Departamento Forestal de la República de Palaos (B). Foto A de Thomas D. Landis, y foto B de Tara Luna.

Ambientes de Propagación Mínimamente Controlados

Un ambiente mínimamente controlado es el más sencillo y menos costoso de todos los tipos de ambientes de propagación. El tipo más común es un recinto de cultivo abierto. Consiste en una zona en la que las plantas están expuestas a plena luz solar y no suele ser más que un sistema de riego y una valla circundante.

Recintos de Cultivo Abiertos

Los recintos de cultivo abiertos son populares en los países tropicales (figura 5.3). Los viveros utilizan los recintos abiertos para la propagación de plantas y para exponer a las condiciones ambientales los cultivos que previamente se han cultivado en el interior de las estructuras durante su endurecimiento. Las plantas se pueden cultivar en plataformas elevadas, bancos o paletas para mejorar la poda aérea de las raíces, o directamente en una capa de grava (para proporcionar drenaje) que se cubre con malla antihierbas (para controlar las malas hierbas). El riego se realiza mediante aspersores en los contenedores más pequeños o mediante líneas de goteo en los más grandes; las plantas obtienen los nutrientes de los fertilizantes de liberación controlada que se incorporan al medio de cultivo. El recinto debe estar cercado para minimizar los daños causados por los animales y, en las zonas ventosas, un cinturón de árboles alrededor del recinto puede proteger de la desecación y mejorar la cobertura del riego.

Estanques de Humedales

Los estanques artificiales son otro tipo de ambiente mínimamente controlado. Se utilizan para el cultivo de plantas de ribera

y de humedales y son especialmente buenos para la propagación de juncos y algas. También pueden utilizarse para proporcionar hábitats específicos a determinadas plantas de humedales, como los manglares adaptados a hábitats costeros salinos. Los estanques de los humedales pueden ser depósitos sobre el suelo, como las piscinas infantiles o los abrevaderos para el ganado, o pueden construirse con revestimientos de estanque, ya sea en una zona excavada o a nivel del suelo mediante un perímetro elevado (figura 5.4). Estos ambientes de propagación sencillos utilizan medios de cultivo modificados con fertilizantes de liberación controlada y sólo requieren un riego periódico por inundación. Algunas islas, como Hawái y Samoa Americana, tienen especies de humedales de agua dulce que pueden cultivarse como plantas en contenedor con riego por inundación de agua dulce.



Figura 5.4—Se pueden construir estanques de humedales en el vivero exterior para cultivar especies de humedales. A menor escala, pueden utilizarse cubetas de plástico. Foto de Thomas D. Landis.

Ambientes de Propagación Semicontrolados

Otra categoría de ambientes de propagación se denomina “semicontrolados” porque sólo se modifican algunos de los factores limitantes del entorno. Los ambientes semicontrolados consisten en una amplia variedad de estructuras de cultivo que van desde simples marcos fríos hasta casas sombra.

Marcos Fríos

Los marcos fríos son estructuras bajas que consisten en un marco de madera o metal con una cubierta transparente. Como su nombre indica, no tienen otra fuente de calor que el sol. Los marcos fríos son la estructura de propagación más económica y son fáciles de construir y mantener. Dado que las condiciones en el interior pueden mantenerse relativamente cálidas y húmedas, los marcos fríos pueden utilizarse para la germinación de semillas o el enraizamiento de esquejes.

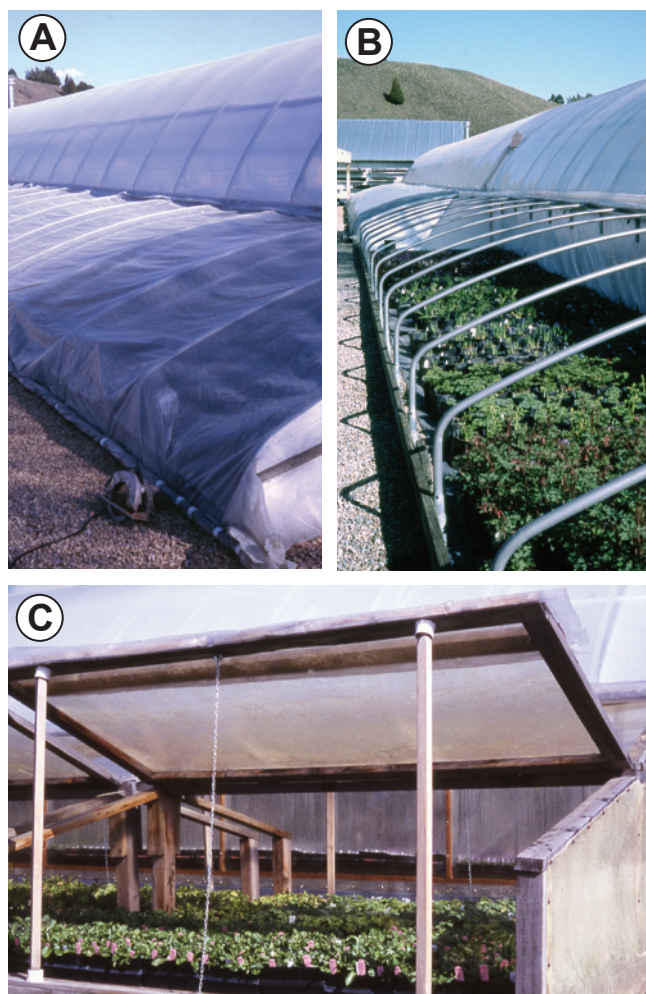


Figura 5.5—Los marcos fríos son una alternativa económica a los invernaderos. Los marcos fríos deben colocarse en un lugar protegido para lograr una mayor protección (A). Las cubiertas pueden retirarse (B) o mantenerse abiertas para controlar los niveles de humedad y calor (C). Fotos de Tara Luna.

También pueden utilizarse para proteger las plántulas y los esquejes de las lluvias torrenciales y el viento.

La ubicación ideal para un marco frío es una zona con una ligera pendiente para garantizar un buen drenaje. Un lugar protegido contra la pared de un edificio o invernadero proporciona una protección adicional (figura 5.5A). Algunos viveros hundieron el piso del marco frío de 6 a 12 pulg (15 a 30 cm) en el suelo para utilizar la tierra como aislante. Otros viveros hacen que sus marcos fríos sean lo suficientemente ligeros como para ser portátiles, de modo que puedan trasladarlos de una sección del vivero a otra.

Es relativamente fácil construir un marco frío. Los marcos suelen ser de madera, como la caoba, que resiste la descomposición; la nueva madera de plástico reciclado también funciona bien. No utilice nunca madera tratada con creosota o con pentaclorofenol, ya que estas sustancias son tóxicas para las plantas. El marco frío debe construirse de manera que sea hermético y que la parte superior pueda abrirse parcial o totalmente para permitir varios niveles de ventilación, riego y la fácil extracción de las plantas (figura 5.5B, 5.5C). Sin embargo, la cubierta debe poder fijarse firmemente al marco para resistir las ráfagas de viento. La película de plástico grueso es una cubierta barata, pero suele durar sólo una temporada. Los paneles de plástico duro o de policarbonato son más duraderos y duran varios años. También se pueden comprar kits de marcos fríos que se montan fácilmente; algunos kits contienen incluso equipos de ventilación automática.

Los marcos fríos pueden requerir mucho trabajo, ya que hay que abrirlos y cerrarlos a diario para controlar los niveles de temperatura y humedad. Es obligatorio disponer de un termómetro que pueda leerse cómodamente sin necesidad de abrir la tapa. En un marco frío, las plantas crecen mejor entre 18 y 29 °C (65 y 85 °F). Si la temperatura del aire supera los 29 °C (85 °F), debe abrirse la tapa para permitir la ventilación. En los trópicos, los marcos fríos suelen tener una malla sombra suspendida por encima para ayudar a moderar las temperaturas.

Invernaderos de Aro y Túneles de Polietileno

Los invernaderos de aro y los túneles de polietileno son ambientes de propagación versátiles y económicos. Suelen estar contruidos con arzones semicirculares de cloruro de polivinilo (PVC) o tubos metálicos cubiertos con una sola capa de polietileno pesado y suelen ser bastante largos (figura 5.6). Algunos invernaderos tienen las paredes de los extremos hechas de material sólido, como triplay resistente al agua. La cubierta de los invernaderos se cambia o se retira durante la temporada de cultivo para proporcionar un ambiente de cultivo diferente, eliminando la necesidad de trasladar el cultivo de una estructura a otra. En general, durante la temporada de lluvias se utiliza una cubierta de plástico transparente durante



Figura 5.6—Los invernaderos de aro pueden utilizarse para una variedad de ambientes de propagación al cambiar o quitar las cubiertas. Foto de Douglass F. Jacobs

la germinación de las semillas y el arraigo de las plántulas. La cubierta de plástico protege las tiernas semillas germinantes y las plántulas de las fuertes lluvias y puede descorrerse según sea necesario para proporcionar una ventilación adecuada. A medida que se acerca la estación seca y las plántulas se establecen, la cubierta de plástico puede retirarse y sustituirse por una malla sombra. A veces, se utiliza una serie de mallas sombra, cada una con una cantidad menor de sombra, para exponer gradualmente los cultivos a pleno sol. Durante la etapa de endurecimiento, la malla sombra se retira por completo para exponer las plantas al medio ambiente.

Casas Sombra

Las casas sombra son los ambientes de propagación semicontrolados de mayor permanencia y tienen varios usos. En los trópicos, las casas sombra se utilizan habitualmente para propagar plantas en condiciones de luz solar intensa (figura 5.7A).

Las casas sombra de menor permanencia consisten en una armazón de tubos metálicos cubiertos con malla sombra que permiten un desmontaje rápido cuando amenazan las tormentas tropicales. Cuando se utilizan para el cultivo, las casas sombra pueden estar equipadas con aspersores de riego e inyectores de fertilizantes (figura 5.7B). Cuando la sombra cae en los laterales de la estructura, las casas sombra son muy eficaces para proteger a los cultivos del viento y, por tanto, ayudan a reducir la transpiración. Las casas sombra también pueden construirse con materiales locales (figura 5.7C).

Ambientes de Propagación Totalmente Controlados

Los ambientes totalmente controlados son estructuras de propagación en las que se controlan todos o la mayoría de los factores ambientales limitantes. Algunos ejemplos son las cámaras de crecimiento (opción de alto costo utilizada casi exclusivamente para la investigación) y los invernaderos. Los viveros tropicales con grandes programas forestales y de restauración suelen utilizar invernaderos. Los ambientes totalmente controlados tienen la ventaja de poder producir durante todo el año en casi cualquier clima. Además, la mayoría de los cultivos puede crecer más rápido y tener una calidad más uniforme que los cultivados en ambientes de propagación con menos control. Estas ventajas deben sopesarse con los mayores costos de construcción y funcionamiento. Cuanto más complicada es una estructura, más problemas pueden surgir. Este concepto es particularmente cierto en las ubicaciones remotas de muchos viveros tropicales, donde los cortes de energía eléctrica pueden ser comunes y es difícil, largo y costoso obtener piezas especializadas y servicios de reparación. Algunas buenas referencias que ofrecen más detalles sobre el diseño de invernaderos son Aldrich y Bartok (1989), Bartok (2000) y Landis y otros (1994).



Figura 5.7—Las casas sombra son ambientes semicontrolados que se utilizan para proteger las plantas de la luz solar intensa, la lluvia o el viento (A). Pueden estar contruidos con armazones de madera con listones o con armazones metálicos con malla sombra y están equipados con sistemas de riego que también pueden aplicar fertilizantes líquidos (B). Además, la sombra se puede crear con materiales disponibles localmente (C). Fotos de Tara Luna.

Consideraciones Sobre la Ingeniería de los Invernaderos

Todos los invernaderos son estructuras transparentes que permiten que la luz solar natural se convierta en calor (figura 5.8A). Al mismo tiempo, los invernaderos están mal aislados y requieren sistemas especializados de refrigeración y ventilación para regular las temperaturas. Mantener un invernadero fresco durante los días soleados requiere sistemas de ventilación cuidadosamente diseñados. Es importante entender que la construcción de invernaderos requiere conocimientos especializados (figuras 5.8B, 5.8C). En las zonas desarrolladas, los invernaderos pueden estar regulados por los códigos municipales de construcción y zonificación, lo que constituye otra buena razón para trabajar con un contratista profesional antes de comprar y construir un invernadero.

Cargas de Diseño

La carga de un invernadero incluye las cargas muertas (el peso de la estructura), las cargas vivas (causadas por el uso del edificio) y las cargas relacionadas con el clima (viento). Las cargas vivas incluyen a las personas que trabajan en la estructura y el peso de los equipos, como los sistemas de riego, los ventiladores, los sistemas de iluminación e incluso las plantas colgantes.

Cimientos, Suelos y Drenaje

Los cimientos conectan el invernadero con el suelo y contrarrestan las fuerzas de carga de diseño. Los suelos económicos pueden consistir en grava cubierta con malla antihierbas, pero el terreno bajo el piso debe drenar libremente el agua para evitar el agua estancada y los problemas de seguridad. Los cultivos de viveros requieren un riego frecuente y, dependiendo del sistema de riego, gran parte de esta agua puede acabar en el suelo. Es posible que se necesiten baldosas de drenaje para garantizar que el suelo del invernadero no se convierta en un pantano. Los pisos pueden diseñarse con drenajes para que toda el agua y la descarga de los fertilizantes puedan contenerse en el lugar; la contención de la descarga es un requisito legal en muchos lugares. Puede ser necesario diseñar el invernadero de forma que todas las aguas residuales desemboquen en un estanque o humedal construido para evitar la contaminación de las fuentes de agua; estos estanques o humedales pueden utilizarse a veces para otros fines, como el cultivo de plantas de humedal, como se ha descrito anteriormente en este capítulo.

Si se va a utilizar equipo con ruedas para mover las plantas, es necesario disponer de pasillos de hormigón entre los bancos. Tener en cuenta que el asfalto negro se calienta rápidamente y se ablanda, por lo que el hormigón es una opción mejor, aunque más cara. Los pisos de concreto eliminarán muchos problemas de plagas, especialmente las algas, el musgo y las plantas hepáticas que prosperan en el ambiente húmedo del vivero.



Figura 5.8—Los invernaderos, como este en Samoa Americana, son los ambientes de propagación más sofisticados (A). Se necesitan trabajadores con conocimientos especializados desde el estudio inicial (B) hasta la construcción final (C). Foto A de Thomas D. Landis, y fotos B y C de Ronald Overton.

Materiales de la Estructura

La estructura ideal soporta la cubierta del invernadero con un mínimo de sombra y de pérdida de calor, a la vez que permite un fácil acceso y manejo. Los materiales de la estructura incluyen el acero galvanizado, el aluminio (ligero pero costoso) y la madera tratada.

Kits para Invernaderos

Los sistemas de calefacción y enfriamiento de los invernaderos totalmente controlados deben estar cuidadosamente diseñados para adaptarse tanto al tamaño de la estructura como al ambiente. Hay que tener en cuenta que los equipos para invernaderos que son baratos suelen tener ventanas o ventiladores que son demasiado pequeños para el tamaño del invernadero. Los equipos de invernaderos se diseñaron para un entorno “promedio” y probablemente habrá que modificarlos para que se adecúen a los factores ambientales limitantes existentes en el lugar. Antes de comprar un equipo de invernadero, es una buena idea contratar a un asesor con experiencia, hablar con un representante de la empresa con conocimientos y discutir sobre los diseños con otros cultivadores o profesionales.

Cubiertas de los Invernaderos

Existe una gran variedad de cubiertas para invernaderos y la selección de un tipo concreto suele basarse en el costo, el tipo de estructura y las condiciones ambientales del vivero (figura 5.9).

Las lonas de polietileno tienen por lo general precios reducidos, pero hay que sustituirlas cada 2 o 4 años, según el grado del plástico. Las capas dobles de láminas de polietileno que se inflan con un ventilador son más resistentes y proporcionan un mejor aislamiento durante más tiempo que una sola capa. Las dos capas se fijan al armazón con listones de madera o con fijaciones especialmente diseñadas. Este proceso es relativamente sencillo, por lo que muchos cultivadores cambian sus propias cubiertas. Al estar tan bien aislados y ser tan herméticos, los invernaderos de polietileno necesitan una buena ventilación para evitar la condensación.

Los paneles de policarbonato, el revestimiento permanente más popular para invernaderos, tienen aproximadamente el 90% de las propiedades de transmisión de luz del vidrio. El policarbonato es fuerte y duradero, pero es una de las cubiertas de mayor costo.

Estos paneles son los revestimientos más comunes de los invernaderos, y en Landis y otros (1994) se ofrece una descripción más detallada de los costos y las consideraciones de ingeniería y funcionamiento.



Figura 5.9—Los invernaderos se cubren con cubiertas transparentes, como láminas de plástico o paneles de plástico duro, para maximizar la cantidad de luz solar que llega al cultivo. Foto de Brian F. Daley.

Cómo Controlar la Temperatura del Invernadero

Uno de los aspectos más difíciles de un invernadero es el control de la temperatura. La luz del sol se convierte en calor que puede resultar letal para las plantas. Un sofisticado sistema de control que pueda mantener una temperatura determinada mediante una serie de etapas de calentamiento y enfriamiento es una inversión necesaria y acertada para minimizar los costos energéticos. Las ventanas y los ventiladores se utilizan para mantener el aire en movimiento dentro del invernadero y expulsar el calor de la estructura. En entornos secos y ventosos, las paredes húmedas utilizan el poder de la evaporación para enfriar el aire entrante. Los cultivadores también pueden utilizar breves ráfagas de su sistema de riego para el enfriamiento. Existen instrumentos de detección automática que pueden conectarse con el equipo de enfriamiento para activar un ciclo de enfriamiento para el invernadero. Los termostatos mecánicos proporcionan la forma mejor y más económica de control de la temperatura y pueden utilizarse para activar los respiraderos y los ventiladores motorizados dentro de un invernadero.

Ambientes Especializados de Propagación por Enraizamiento

El tipo más común de propagación vegetativa es el enraizamiento de esquejes. A menudo, esta forma de propagación requiere un ambiente especializado conocido como cámara de enraizamiento que crea condiciones específicas para estimular la iniciación y el desarrollo de las raíces. Dado que los esquejes no tienen un sistema de raíces (figura 5.10A), las cámaras de enraizamiento deben proporcionar una nebulización frecuente para mantener una alta humedad y minimizar la transpiración. La formación de raíces se ve estimulada por temperaturas tem-

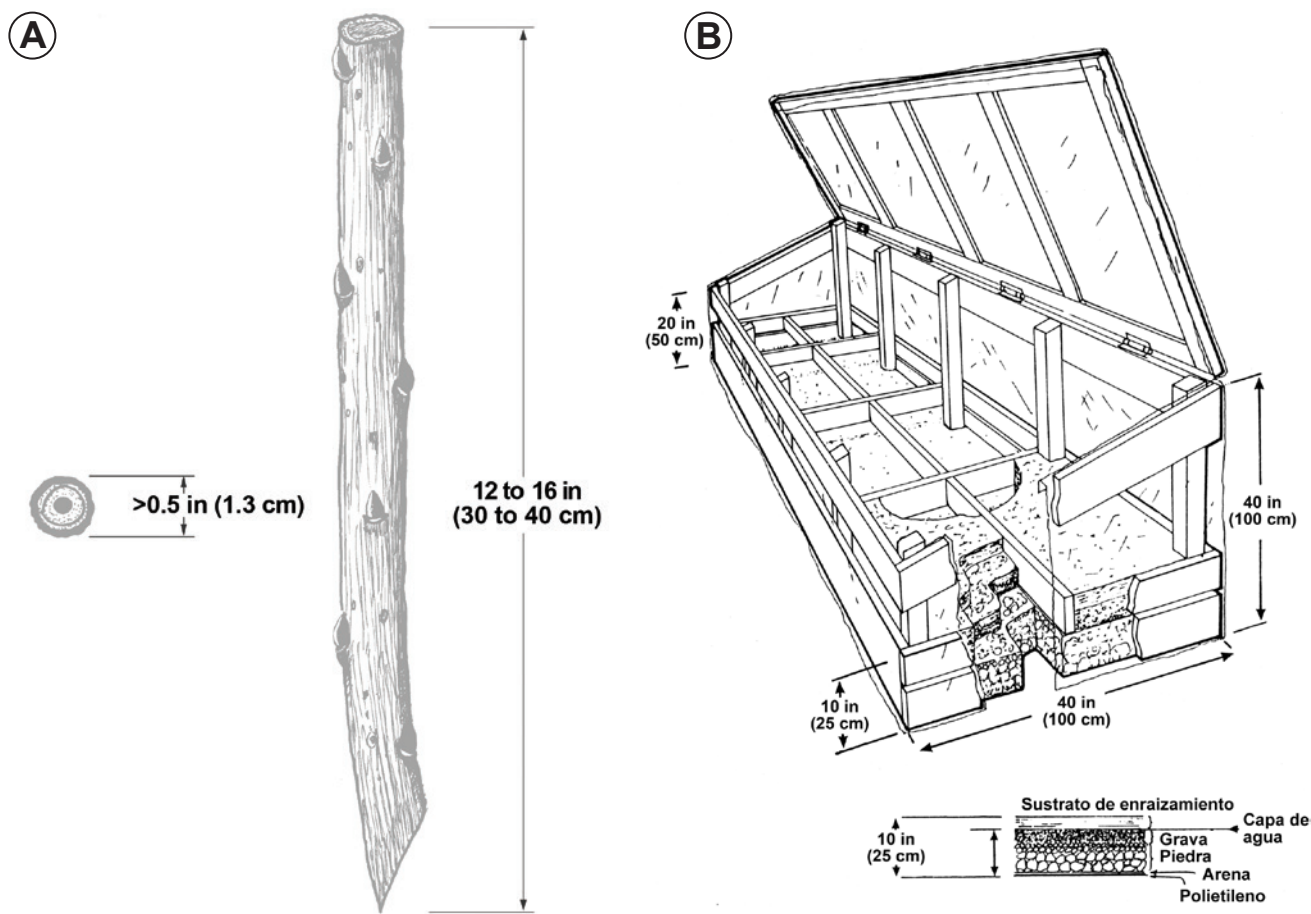


Figura 5.10—Los esquejes de enraizamiento requieren un ambiente de propagación especializado porque los esquejes carecen de sistema radicular (A). El “polipropagador” es la cámara de enraizamiento más sencilla y económica (B). Ilustraciones de R.H.F. Wilson de Longman 1993.

pladas y niveles de luz moderados; estas condiciones mantienen un alto nivel de fotosíntesis. Por lo tanto, muchas cámaras de enraizamiento están cerradas con cubiertas de polietileno que, además de mantener una alta humedad, mantienen la zona templada. Si las cámaras están en el exterior, la cubierta protege aún más los esquejes de la lluvia y los vientos secos. Para más información sobre el enraizamiento de esquejes, ver el Capítulo 10, Propagación Vegetativa.

Cámaras de Enraizamiento Cerradas

Debido a que es fácil de construir y muy económica, una simple cámara de enraizamiento cerrada es esencialmente lo mismo que el marco frío discutido anteriormente. Se utilizan habitualmente en los viveros tropicales de todo el mundo porque no necesitan electricidad. Las cámaras de enraizamiento cerradas se manejan manualmente, por lo que requieren una inspección diaria diligente para regular la humedad y la temperatura del aire, y el medio de enraizamiento debe regarse según sea necesario. Suelen tener una malla sombra suspendida por encima para moderar las temperaturas, pero si el calor o la humedad son excesivos, las cámaras cerradas deben abrirse para su ventilación. Uno de los diseños se conoce como

“polipropagador” porque está cubierto con láminas de plástico de polietileno y es un diseño sencillo y barato (figura 5.10B).

Sistema de Enraizamiento de Niebla Intermitente

Estos ambientes de enraizamiento son cerrados o abiertos. El enraizamiento de esquejes es mucho más fácil en estos ambientes porque las cámaras de enraizamiento de niebla intermitente tienen un alto grado de control ambiental (figura 5.11A). Los temporizadores (figura 5.11B) controlan el especializa-das (figura 5.11C). La nebulización frecuente momento y la duración de la nebulización mediante boquillas mantiene una alta humedad que reduce la pérdida de agua de los esquejes, y la evaporación de las pequeñas gotas modera la temperatura del aire y de las hojas.

Los sistemas de nebulización requieren una alta presión de agua que se suministra a través de tubos de PVC. El tiempo de nebulización se controla mediante dos relojes que abren y cierran una válvula de solenoide en la línea de agua conectada a las boquillas. Un reloj enciende el sistema durante el día y lo apaga por la noche, y el otro controla el momento y la duración de las nieblas. Como la abertura de las boquillas de niebla es

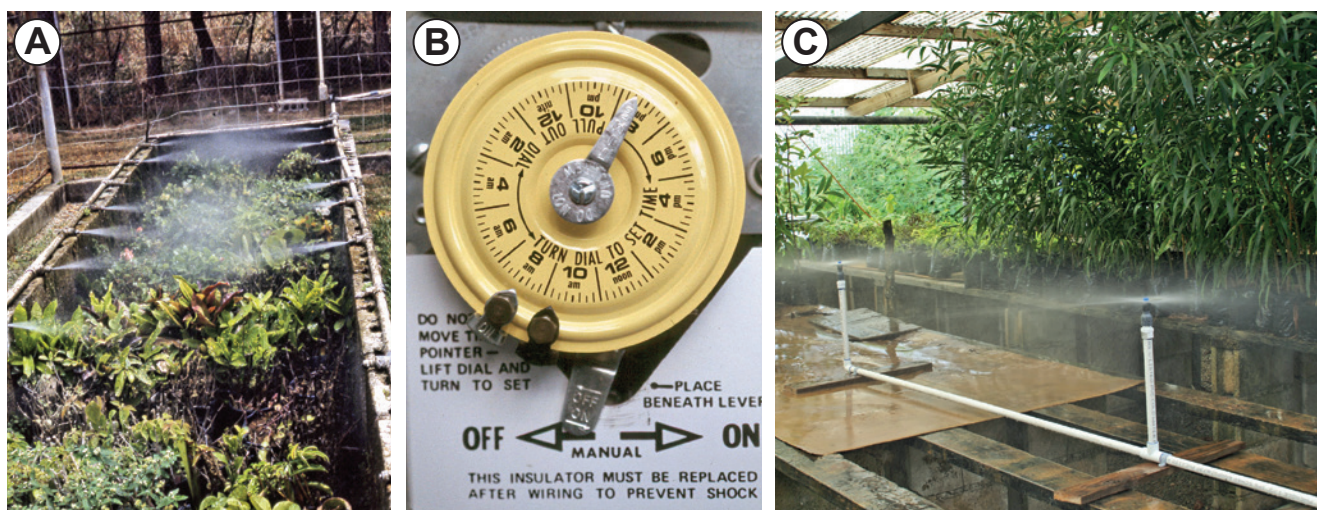


Figura 5.11—Los sistemas de nebulización intermitente son ambientes fácilmente controlables (A). Los temporizadores programables controlan el tiempo y la duración (B) de las boquillas de nebulización especializadas (C), que mantienen los niveles de humedad altos, reducen la transpiración y proporcionan refrigeración. Fotos A y C de Tara Luna, y foto B de Thomas D. Landis.

tan pequeña, es necesario instalar un filtro de cartucho en la línea de agua después de una válvula de compuerta.

Debido a la proximidad del agua y la electricidad, todos los empleados deben recibir formación en materia de seguridad. Todo el cableado utilizado para la propagación de la niebla debe estar conectado a tierra y cumplir con los códigos de construcción locales. Las tomas de corriente y los componentes eléctricos deben estar cubiertos por una funda impermeable. La alta humedad favorece el crecimiento de algas y musgos, por lo que el sistema

de propagación por nebulización debe limpiarse regularmente. Los sistemas de nebulización requieren agua con bajo contenido en sales disueltas; el agua “dura” puede dar lugar a depósitos blanquecinos que pueden tapan las boquillas de nebulización. Ver el Capítulo 11, Calidad del Agua y Riego, para más información.

Modificación de la Luz y la Temperatura en los Ambientes de Propagación

Como se ha mencionado anteriormente, la luz es necesaria para la fotosíntesis, que proporciona energía para el crecimiento de las plantas. Para las especies amantes de la luz, una mayor cantidad de luz se traduce en un mayor crecimiento (figura 5.12A), pero los niveles de luz de los invernaderos suelen ser demasiado intensos para el crecimiento de algunas especies de plantas tropicales (cuadro 5.1). Por ello, los cultivadores aplican cubiertas de sombra para reducir la intensidad de la luz y el calor resultante (figuras 5.12B y 5.12C). Las mallas sombra se clasifican según la cantidad de sombra que producen, que oscila entre el 30% y el 80%. El negro ha sido el color tradicional porque es relativamente económico, pero ahora las malla sombra están disponibles en blanco, verde y metal reflectante. Dado que el negro absorbe la luz solar y la convierte en calor que puede ser canalizado hacia la estructura de propagación (figura 5.12D), la malla sombra negra nunca debe instalarse directamente sobre la cubierta de ninguna estructura de propagación, sino que debe estar suspendida por encima de ella para facilitar el movimiento del aire. Aunque son más costosas que las mallas sombra negras, las blancas o aluminizadas son mejores para los climas tropicales y tendrán un resultado mucho mejor para enfriar el ambiente de propagación mientras mantienen los niveles de luz altos. La

Cuadro 5.1—Necesidades de sombra de diversas especies de plantas tropicales.

Nombre científico	Necesidades de luz
Especies de <i>Acacia</i>	Sol
Especies de <i>Pandanus</i>	Sol
Especies de <i>Scaevola</i>	Sol
Especies de <i>Bobea</i>	Sombra parcial
<i>Bonamia menziesii</i>	Sombra parcial
Especies de <i>Pritchardia</i>	Sombra parcial
Especies de <i>Cyathea</i> , <i>Cibotium</i>	Sombra
Especies de <i>Cyrtandra</i>	Sombra
<i>Elaeocarpus bifidus</i>	Sombra

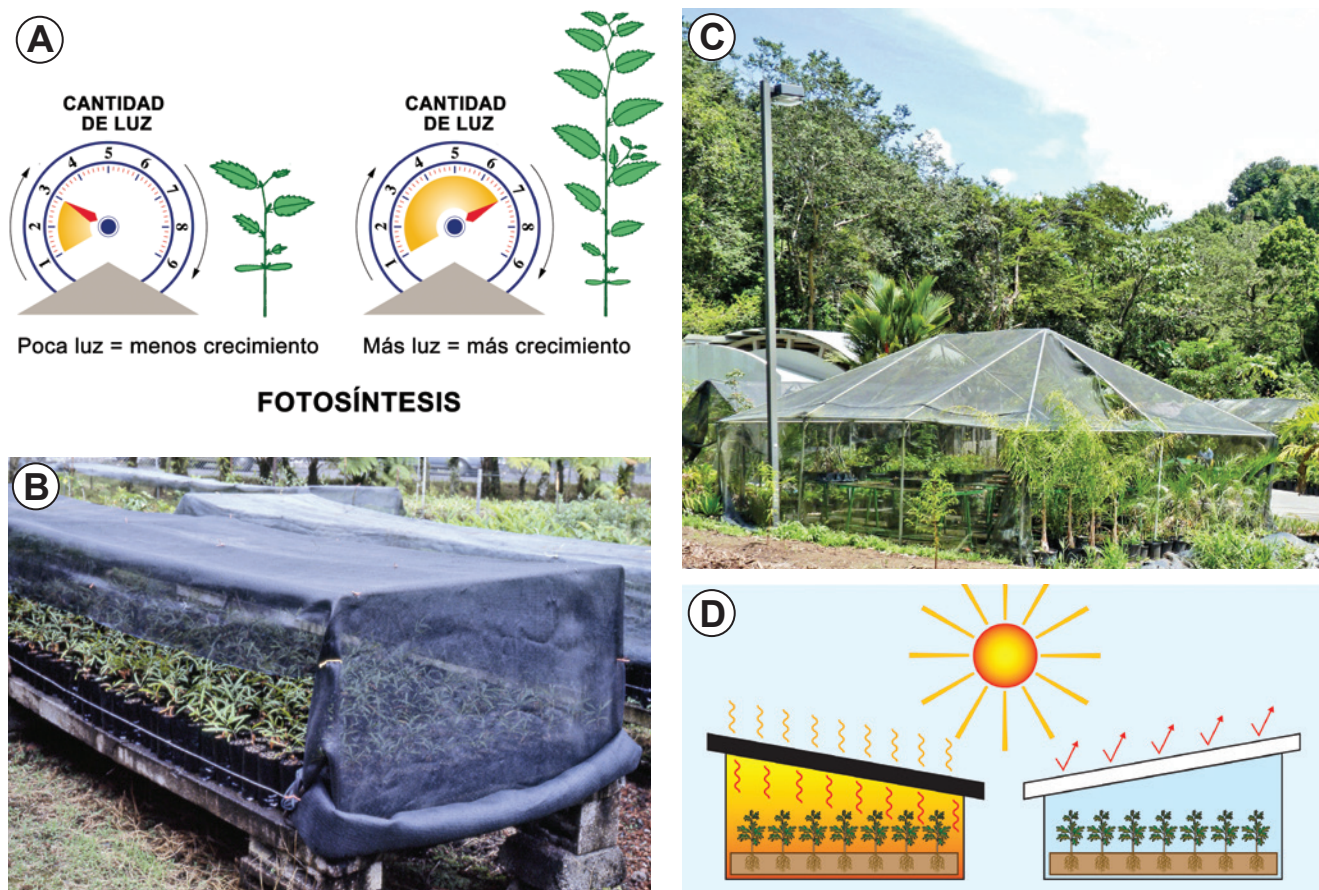


Figura 5.12—La luz solar proporciona la energía necesaria para el crecimiento de las plantas (A), pero se convierte en calor dentro de las estructuras de propagación. La malla sombra reduce la intensidad de la luz y enfría el ambiente en los recintos pequeños (B) y en los más grandes (C). En comparación con la malla sombra blanca o reflectante, la malla sombra negra puede absorber el calor e irradiarlo al ambiente de propagación (D). Ilustración A de Dumroese y otros (2008), foto B de Tara Luna, foto C de Brian F. Daley e ilustración D de Jim Marin.

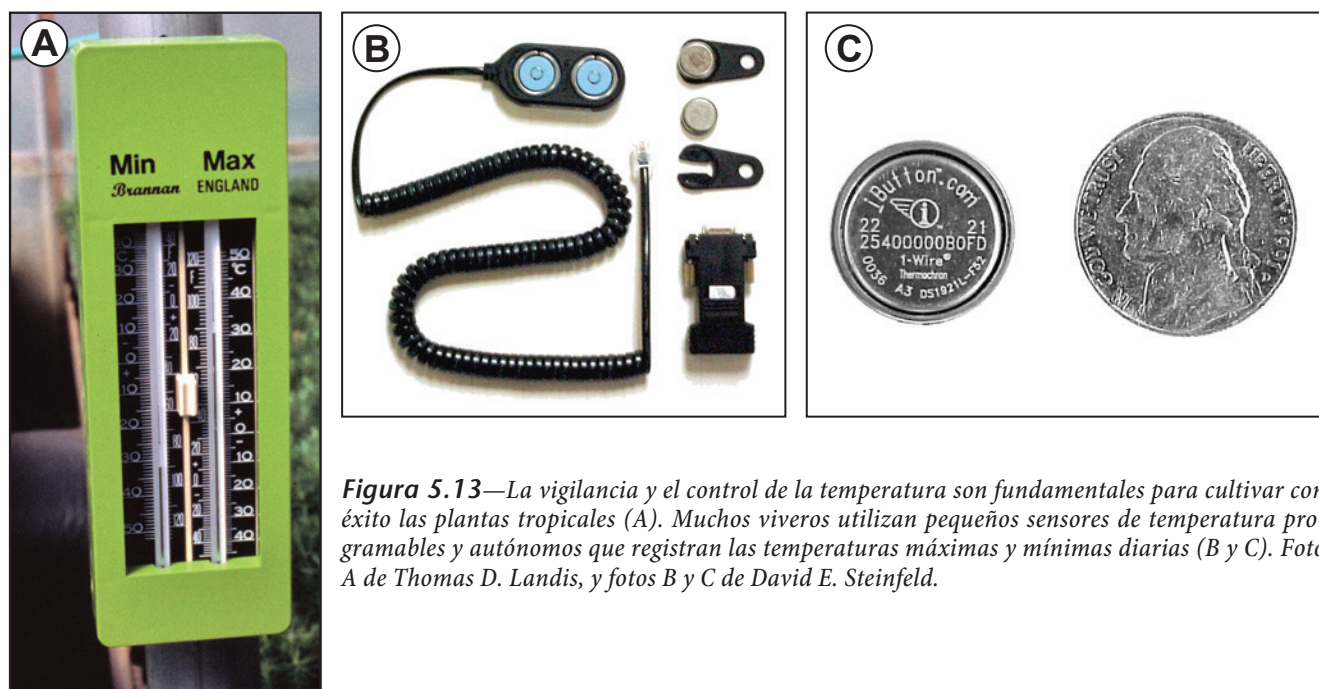


Figura 5.13—La vigilancia y el control de la temperatura son fundamentales para cultivar con éxito las plantas tropicales (A). Muchos viveros utilizan pequeños sensores de temperatura programables y autónomos que registran las temperaturas máximas y mínimas diarias (B y C). Foto A de Thomas D. Landis, y fotos B y C de David E. Steinfeld.

aplicación de una serie de mallas sombra, cada una con una cantidad menor de sombra, durante un período de tiempo es una buena manera de endurecer gradualmente el material de vivero y prepararlo para las condiciones exteriores.

Control de Temperaturas

Los termómetros que registran las temperaturas máximas y mínimas durante el día son instrumentos sencillos y económicos (figura 5.13A) que pueden ayudar a los cultivadores a controlar los microclimas sutiles dentro de cualquier ambiente de propagación. Los nuevos dispositivos, como los sensores de temperatura programables y autónomos, están revolucionando la forma de controlar la temperatura en los viveros (figuras 5.13B y 5.13C). Muchos de estos sensores son lo suficientemente pequeños como para colocarlos dentro de un contenedor o caja de almacenamiento y pueden registrar temperaturas (entre -40 y 185 °F [-40 y 85 °C]) durante más de 10 años. Como estos dispositivos de registro de un solo chip pueden sumergirse en el agua y son resistentes a la suciedad y a los impactos, pueden utilizarse para controlar las temperaturas en la mayoría de las condiciones de los viveros. Los datos registrados en los sensores deben descargarse en una computadora y luego pueden introducirse fácilmente en una hoja de cálculo. El pequeño tamaño del sensor también puede ser un inconveniente; es fácil perderlo. Coloque una tira de banderolas de colores para indicar dónde se encuentran los sensores y escriba la información necesaria en la banderola con un rotulador indeleble.

Mantenimiento de los Equipos

Incluso si se adquiere el equipo de control ambiental “automático” más fiable, éste debe supervisarse y mantenerse. El ambiente caluroso y húmedo de los viveros tropicales es particularmente duro para los equipos, y especialmente en las zonas costeras, donde los equipos también pueden estar expuestos a la sal. Un mantenimiento regular garantiza la longevidad, reduce las costosas reparaciones y puede ayudar a evitar desastres.

El mantenimiento rutinario de todos los equipos de los invernaderos y viveros debe ser una prioridad. Una persona con conocimientos de mecánica debe encargarse del mantenimiento del equipo. Los registros del equipo deben incluirse en el libro de registro diario del vivero. Ver el Capítulo 4, Planificación de Cultivos: Protocolos de Propagación, Cronogramas y Registros, y el Capítulo 19, Administración del Vivero, para más detalles. Estos libros de registro serán muy valiosos para resolver problemas, elaborar presupuestos y desarrollar planes de mantenimiento. Un sistema de “tarjetas de promesa” especifica cuándo hay que hacer el mantenimiento y puede incorporarse al sistema informático del vivero. Mantenga un suministro de piezas de repuesto a mano, especialmente las piezas que pueden no estar fácilmente disponibles o que pueden tardar

en recibirse. Es una buena idea tener un motor de ventilador de enfriamiento de repuesto en espera y un suministro práctico de artículos de ferretería como arandelas, tornillos y pernos. Familiarice a cada uno de los empleados con el funcionamiento de todos los equipos para poder detectar los problemas a tiempo. Los manuales de instrucciones de todos los equipos deben conservarse y ser fáciles de encontrar.

Referencias

Aldrich, R.A.; Bartok, J.W., Jr. 1989. Greenhouse engineering. NRAES-33. Ithaca, NY: Cornell University, Northeast Regional Agricultural Engineering Service. 203 p.

Bartok, J.W., Jr. 2000. Greenhouse for homeowners and gardeners. NRAES-137. Ithaca, NY: Cornell University, Northeast Regional Agricultural Engineering Service. 200 p.

Dumroese, R.K.; Luna, T.; Landis, T.D. 2008. Nursery manual for native plants: volume 1, a guide for tribal nurseries. Agriculture Handbook 730. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 302 p.

Landis, T.D. 1994. Using “limiting factors” to design and manage propagation environments. International Plant Propagators’ Society, Combined Proceedings. 43: 213–218.

Landis, T.D.; Tinus, R.W.; McDonald, S.E.; Barnett, J.P. 1994. The container tree nursery manual: volume 1, nursery planning, development, and management. Agriculture Handbook 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 188 p.

Longman, K.A. 1993. Tropical trees: propagation and planting manuals: volume 1, rooting cuttings of tropical trees. London, United Kingdom: Commonwealth Science Council. 137 p.

Lecturas Adicionales

Clements, S.E.; Dominy, S.W.J. 1990. Costs of growing containerized seedlings using different schedules at Kingsclear, New Brunswick. Northern Journal of Applied Forestry. 7: 73–76.

Landis, T.D.; Tinus, R.W.; McDonald, S.E.; Barnett, J.P. 1992. The container tree nursery manual: volume 3, atmospheric environment. Agriculture Handbook 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 145 p.