



Prevención de Problemas y Manejo Holístico de Plagas

Thomas D. Landis, Tara Luna, R. Kasten Dumroese, y Kim M. Wilkinson

Como cualquier cultivador experimentado sabe muy bien, la administración del vivero es un proceso continuo de solución de problemas. Un problema recurrente son las plagas. En el pasado, los administradores de los viveros esperaban a que apareciera un insecto o una enfermedad y luego rociaban algún producto químico tóxico para acabar con la plaga o la enfermedad. Sin embargo, este enfoque también acaba con los depredadores naturales de la plaga, lo que da lugar a un ciclo de plaguicidas caro y repetitivo. En lugar de una reacción instintiva a un problema específico, el manejo “holístico” de las plagas es una serie de procesos interrelacionados que se incorporan a todo el espectro del cultivo del vivero. El holismo es la teoría de que los sistemas, y cada parte de un sistema, deben considerarse como un todo y no como partes aisladas. Por tanto, el “holismo” es un enfoque que contempla el panorama general y tiene en cuenta todas las partes. El manejo holístico de las plagas es un enfoque integrado y preventivo que tiene en cuenta la salud general de la planta y el entorno del vivero para prevenir los problemas y gestionarlos de forma inteligente si surgen. El enfoque holístico del manejo de plagas en viveros implica una serie de cuatro prácticas interrelacionadas, que idealmente funcionan juntas (Wescom 1999):

- **Prevención de Problemas a Través de Medidas Culturales:** mediante un buen saneamiento, una programación adecuada, la gestión del entorno del vivero y la promoción de la salud de las plantas.
- **Detección y Diagnóstico de Problemas:** mediante la supervisión, el mantenimiento de registros y la identificación precisa de los problemas.
- **Gestión del Problema:** incluyendo, si es necesario, medidas oportunas y apropiadas de supresión de plagas y el equilibrio de las poblaciones de plagas con organismos beneficiosos y depredadores de plagas.
- **Evaluación Continuada el Proceso:** para aprender de la experiencia mediante la evaluación y la mejora de la eficacia de los enfoques de manejo de plagas.

Página opuesta: *Los insectos beneficiosos son una parte importante de la gestión holística de plagas. Las mariquitas (especies de Hippodamia [Coleoptera: Coccinellidae]) de esta foto se alimentan de la plaga de psílidos Heteropsylla cubana (Hemiptera: Psyllidae). Foto de J.B. Friday.*

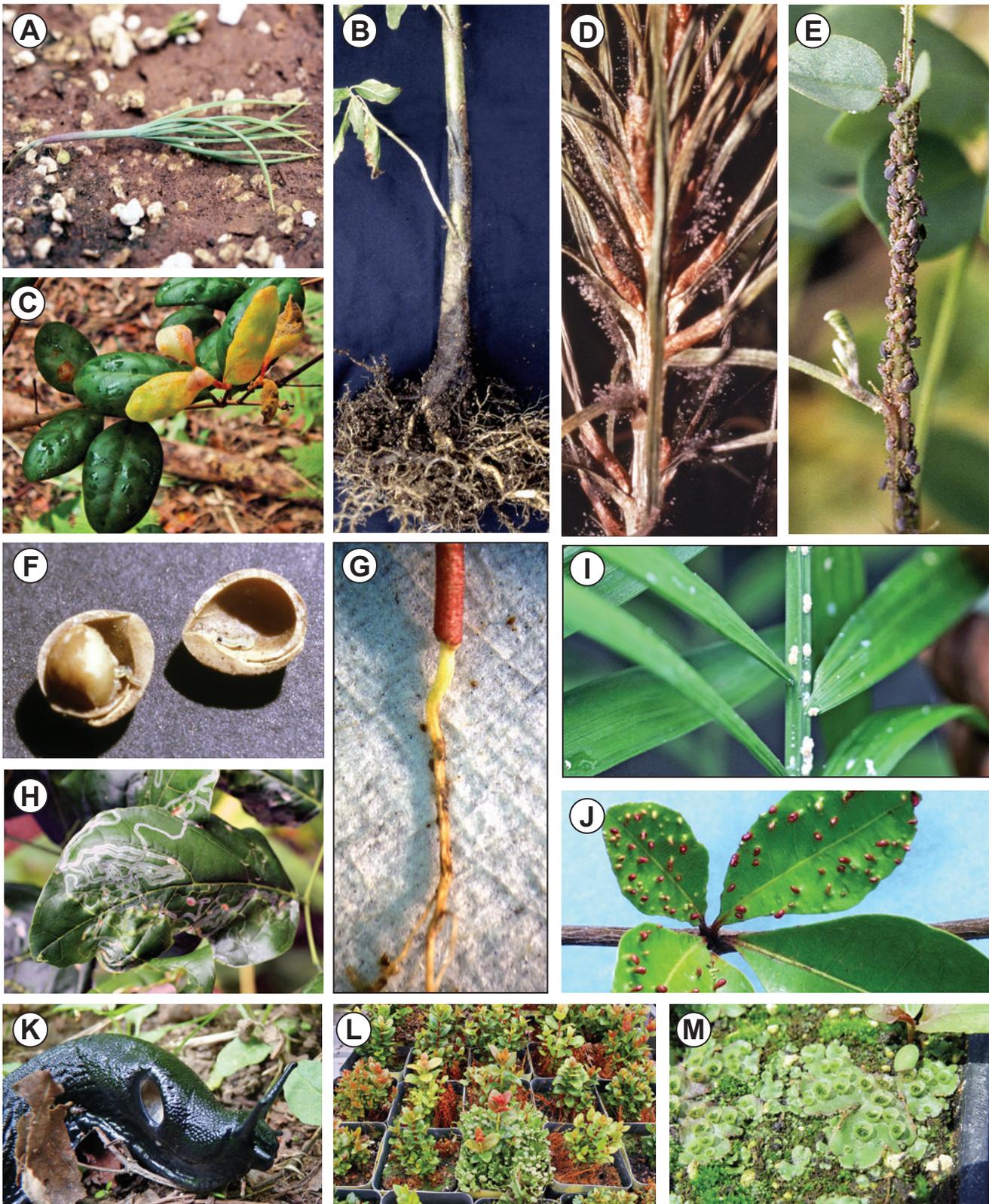


Figura 14.1—Un collage de plagas bióticas del vivero. Las plagas fúngicas incluyen el marchitamiento (A), cancro radicular de *Phytophthora* (B), roya fúngica en las hojas de ò'hi'a (C) y el tizón de *Botritis* (D). Las plagas de insectos incluyen áfidos o pulgones (E), larvas de mosquitos del hongo que comen semillas (F) y raíces (G), minadores de las hojas (H), cochinillas en la palma (I) y ácaros que forman agallas en las hojas (J). Los caracoles y las babosas (K) pueden dañar los viveros. Las plantas como las malezas, las hepáticas y las algas (L, M) pueden asfixiar a las plantas pequeñas. Fotos A a J de Thomas D. Landis, foto K de Brian F. Daley, foto L de R. Kasten Dumroese y foto M de William Pink.

Enfermedades y Plagas de Viveros

Los viveros tienen muchas plagas potenciales, incluyendo hongos (figuras 14.1A-14.1D), insectos (figuras 14.1E-14.1J), nematodos, caracoles, babosas (figura 14.1K) e incluso animales más grandes como ratones y ciervos. Otras especies vegetales, como las malezas y las criptógamas (musgos, algas o hepáticas) (figuras 14.1L, 14.1M) pueden convertirse en plagas cuando compiten con las plantas de cultivo por el espacio de crecimiento y la luz.

Las enfermedades de las plantas también pueden ser causadas por el estrés abiótico (ambiental), incluyendo el calor (figuras 14.2A, 14.2B), la luz (figura 14.2C), y demasiada o muy poca agua (figuras 14.2D, 14.2E). A veces, las personas son plagas cuando hacen un mal uso de los productos químicos, como la aplicación de demasiada cal (figura 14.2F) o de fertilizantes (figura 14.2G).

Un concepto útil para explicar los problemas de las plagas de los viveros es el “triángulo de la enfermedad,” que ilustra

las interrelaciones entre la plaga, el huésped y el entorno (figura 14.3). Los tres factores son necesarios para causar una enfermedad biótica. Por ejemplo, un hongo o una plaga de insectos puede sobrevivir en el entorno cálido del invernadero y atacar a la planta huésped. Aunque parezca que muchas enfermedades sólo afectan a la planta huésped y a la plaga biológica, los factores ambientales siempre están implicados. El estrés ambiental puede debilitar la planta y predisponerla al ataque de la plaga, o un entorno concreto puede favorecer las poblaciones de la plaga, permitiéndoles aumentar hasta niveles perjudiciales.

Las enfermedades abióticas pueden visualizarse como una relación bidireccional entre la planta huésped y el estrés ambiental adverso (figura 14.3). Las enfermedades abióticas pueden desarrollarse de forma repentina como resultado de un único incidente climático perjudicial, como una ola de calor o una tormenta de polvo, o de forma más gradual como una pérdida de crecimiento difícil de detectar resultante de factores ambientales inferiores a los óptimos, como una deficiencia de nutrientes.

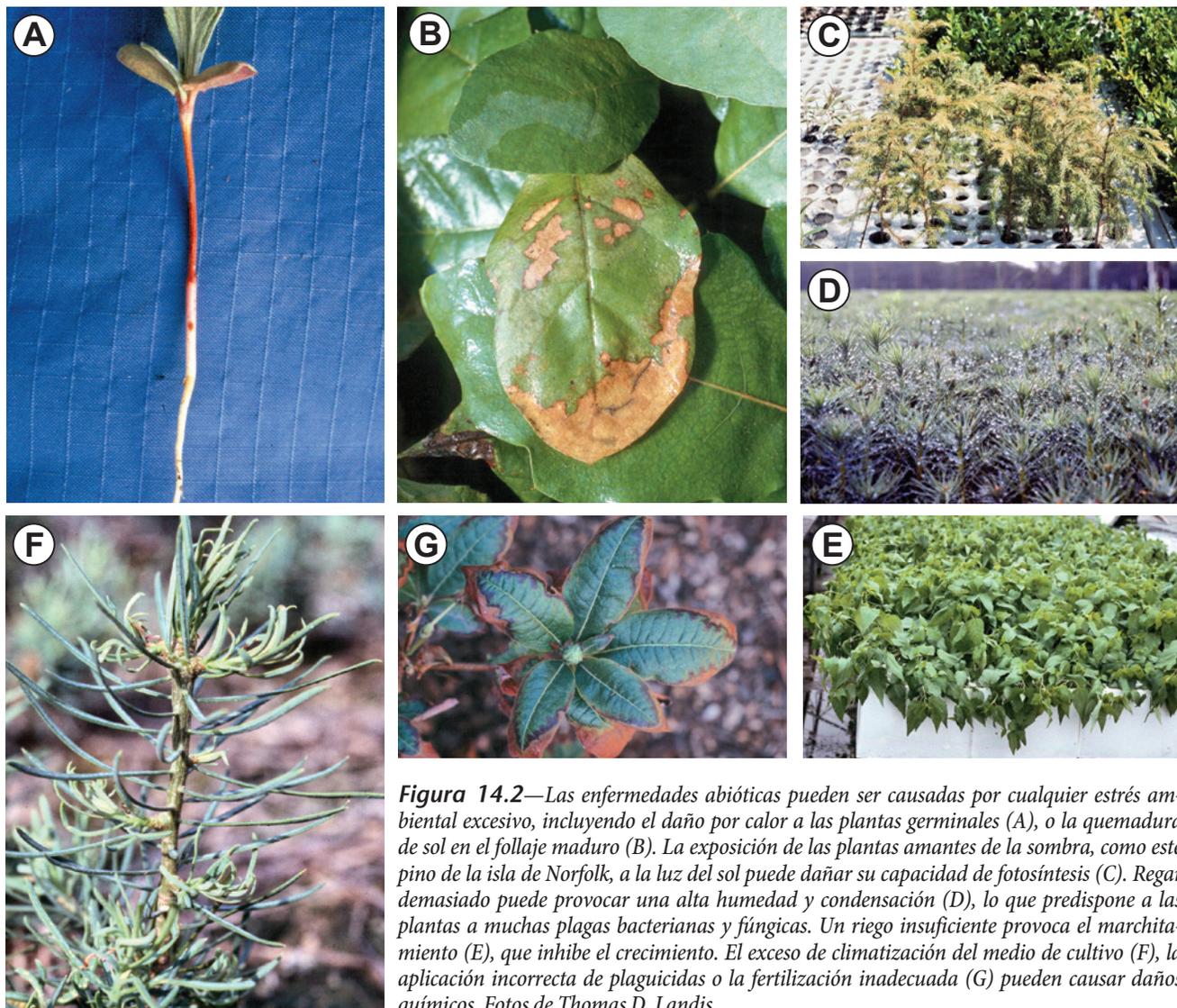


Figura 14.2—Las enfermedades abióticas pueden ser causadas por cualquier estrés ambiental excesivo, incluyendo el daño por calor a las plantas germinales (A), o la quemadura de sol en el follaje maduro (B). La exposición de las plantas amantes de la sombra, como este pino de la isla de Norfolk, a la luz del sol puede dañar su capacidad de fotosíntesis (C). Regar demasiado puede provocar una alta humedad y condensación (D), lo que predispone a las plantas a muchas plagas bacterianas y fúngicas. Un riego insuficiente provoca el marchitamiento (E), que inhibe el crecimiento. El exceso de climatización del medio de cultivo (F), la aplicación incorrecta de plaguicidas o la fertilización inadecuada (G) pueden causar daños químicos. Fotos de Thomas D. Landis.

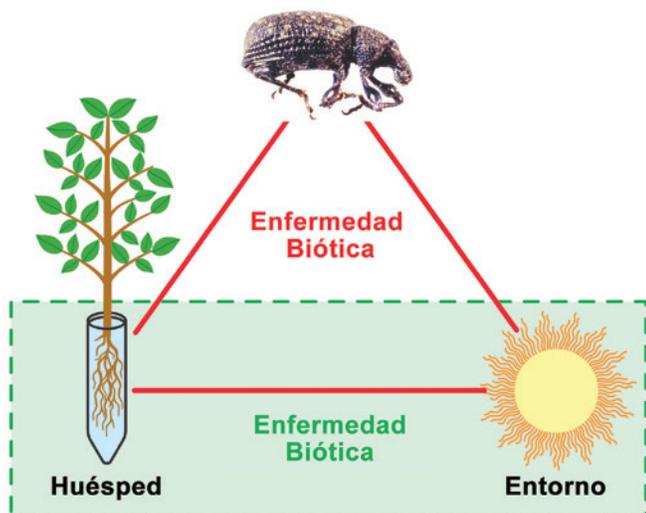


Figura 14.3—El “triángulo de la enfermedad” ilustra el concepto de que son necesarios un huésped, una plaga y un entorno propicio para causar una enfermedad biótica. Las enfermedades abióticas se producen cuando los factores ambientales, como la humedad o el calor excesivos, perjudican a la planta huésped. Ilustración adaptada de Dumroese y otros (2008).

Prevención de Problemas a Través de Medidas Culturales

Prevenir los problemas es mejor que tener que enfrentarse a ellos después de que aparezcan los síntomas. Las medidas de prevención incluyen el mantenimiento de un buen saneamiento e higiene en el vivero, la programación adecuada de los cultivos para evitar enfermedades y problemas de salud en el stock remanente, y la promoción de la salud de las plantas a través de una buena gestión del vivero.

Buen Saneamiento

El enfoque más lógico para la gestión de las enfermedades es prevenirlas excluyendo las plagas de la zona de cultivo. Todas las enfermedades son mucho más fáciles de prevenir que de curar. El saneamiento comienza con la selección y preparación del emplazamiento del vivero.

Una fuente de agua limpia para el riego es una de las consideraciones clave en la selección del emplazamiento. Algunas fuentes de agua albergan hongos de marchitamiento como *Pythium* y *Phytophthora* (Jaenicke 1999) y deben evitarse en la medida de lo posible. (Tratar el agua puede ser una opción; ver el Capítulo 11, Calidad del Agua y Riego). Una cubierta de tela antihierbas o un suelo de hormigón debajo de los bancos de cultivo también pueden contribuir a evitar problemas. Por el contrario, tener el suelo desnudo bajo las plantas puede permitir que los patógenos del terreno salpiquen o vuelen sobre las plantas del vivero y puede ser un entorno favorable para las malas hierbas. Las malas hierbas que se encuentran cerca o debajo de los bancos pueden servir de cobertura para plagas de insectos, como arañuelas, pulgones, moscas blancas y gorgojos. Las malas hierbas también pueden

ser una fuente de hongos patógenos, como el *Fusarium* (James 2012). Excluir a los roedores y pájaros comedores de semillas con mallas u otras barreras minerales puede evitar que estos animales se conviertan en un problema y, además, mantiene alejadas las enfermedades y plagas que puedan traer en sus cuerpos. La vegetación adyacente a los viveros debe evaluarse para ver cómo pueden afectar positiva o negativamente la salud de las plantas del vivero. Por ejemplo, un seto cercano formado únicamente por árboles de caoba infestados por el barrenador local de los brotes de caoba puede aumentar la probabilidad de que estas plagas entren en el vivero y afecten a un cultivo de plántulas de caoba. Sin embargo, una vegetación adyacente bien planificada en setos y cortavientos puede servir de refugio a organismos beneficiosos, incluyendo polinizadores y depredadores de plagas como mariquitas, avispa depredadoras, arañas, anfibios y aves.

Las plagas suelen entrar en la zona de cultivo del vivero a través de los siguientes modos:

- **Viento**—las esporas aéreas de hongos, las semillas o los insectos pueden introducirse a través del viento.
- **Agua**—las esporas de hongos y criptógamas y las semillas de malas hierbas pueden introducirse a través del agua de riego.
- **Sustrato**—la mayoría de los cultivadores intentan utilizar componentes de sustratos que estén libres de patógenos. Sin embargo, a veces se pueden aislar hongos potencialmente dañinos de algunos componentes del sustrato. Cuando la tierra vegetal se utiliza como sustrato, o como parte de una mezcla, puede llevar una variedad de plagas de insectos, hongos y malezas al vivero. Ver el Capítulo 6, Sustratos, para obtener más información sobre los riesgos asociados al uso de la tierra como sustrato.
- **Contenedores**—los contenedores reutilizables pueden tener residuos de sustrato o raíces de plantas que albergan propágulos de hongos, musgo o algas potencialmente patógenos.
- **Superficies en la Zona de Cultivo**—los suelos, bancos y otras superficies en la zona de cultivo pueden albergar plagas.
- **Materiales de Propagación**—las semillas, los trasplantes o los esquejes a veces están contaminados antes de llegar al vivero. La importación de plantas de otros viveros supone un riesgo muy alto de introducir nuevas plagas. Si las plantas se han importado de otras islas, esto supone un riesgo no sólo para el vivero sino también para todo el ecosistema insular. El material de vivero importado ha sido el culpable de la introducción de varias plagas y plantas invasoras en los ecosistemas insulares.
- **Plagas Transportadas**—tierra u otros materiales infestados pueden traerse a la zona de cultivo en las herramientas, el equipo o los zapatos de los trabajadores o visitantes.
- **Plagas Móviles**—los insectos, pájaros y roedores pueden entrar directamente en la zona de cultivo.

Lista de Verificación para Prevenir Enfermedades y Plagas con un Buen Saneamiento

- Comenzar con semillas limpias. Las semillas pueden enjuagarse con una solución diluida de blanqueador o peróxido de hidrógeno antes de la estratificación o siembra para ayudar a prevenir las enfermedades de las semillas y las plántulas (ver el Capítulo 9, Germinación de Semillas y Opciones de Siembra).
- Retirar todos los restos de plantas de la zona del vivero antes de sembrar cada cultivo. Además, limpie las mesas, los pasillos, las paredes laterales y los suelos con una solución suave de blanqueador o jabón antes de sembrar.
- Eliminar regularmente y de forma vigilante todas las malas hierbas que crezcan bajo las mesas y dentro del cultivo.
- Utilizar recipientes que hayan sido limpiados (ver el Capítulo 7, Contenedores).
- Pasteurizar con calor (vapor o solarización) cualquier ingrediente del sustrato de cultivo que pueda contener plagas o enfermedades. Utilizar, si es posible, sustratos sin tierra (ver el Capítulo 6, Sustratos).
- Evitar la formación de algas en los suelos y bancos asegurando un drenaje rápido del exceso de agua de riego y controlando adecuadamente la frecuencia de riego (ver el Capítulo 11, Calidad del Agua y Riego). Las algas y los charcos de agua son un caldo de cultivo para los mosquitos de los hongos y las moscas de la costa, y las superficies resbaladizas pueden ser un peligro para la seguridad del personal del vivero.

- Utilizar ganchos para mantener las boquillas de las mangueras alejadas del suelo y desinfectar las herramientas de plantación después de cada uso.
- Mantener las plantas alejadas del suelo y sin contacto con la tierra, si es posible. Elevar las plantas sobre bancos, con una cubierta de tela en el suelo o un suelo de hormigón debajo, ayuda a reducir los problemas de plagas.
- Analizar el agua del vivero para detectar problemas y tratarla si es necesario.
- Tomar precauciones si importa material vegetal de otros viveros, especialmente de otras islas. El material vegetal importado debe estar certificado como libre de plagas. Lo ideal es utilizar sólo material vegetal local, nativo o tradicional en su vivero para minimizar el riesgo de propagación de insectos, enfermedades y plantas invasoras.

Planificación Adecuada

La planificación de los cultivos es un componente importante del manejo holístico de plagas. Un vivero típico de plantas tropicales cultivará una gran variedad de tamaños de plantas y especies con diferentes ritmos de crecimiento. Por ejemplo, en Hawái, la planta de koa puede crecer desde la semilla hasta el tamaño de envío en tan sólo 3.5 meses, mientras que las plántulas de sándalo nativo de Hawái tardan un año o más en ser lo suficientemente grandes para ser enviadas. Las especies de plantas de crecimiento lento deben iniciarse primero para que tengan el máximo tiempo de crecimiento. Las especies que crecen muy rápido deben programarse más tarde en la temporada para que no se vuelvan “pesadas” (figura 14.4A) o se les anuden las

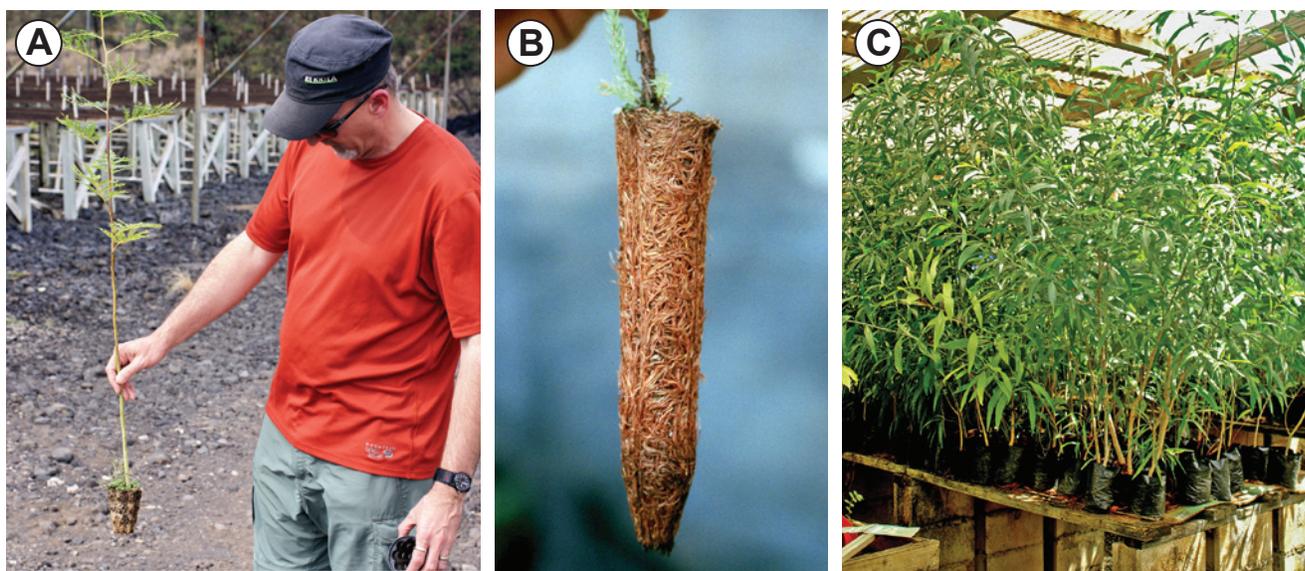


Figura 14.4—Mantener las plantas de vivero en el tamaño ideal para sus contenedores es un reto con las especies de rápido crecimiento, como esta *Acacia koa*, que se vuelve rápidamente “pesada” (A). Aunque es más difícil de detectar, las raíces pueden crecer tan rápido que se “anudan” (B) y se estresan, lo que las hace susceptibles a enfermedades fúngicas de las raíces. Las plantas tropicales no pueden mantenerse demasiado tiempo sin que se desequilibren, por lo que la planificación del cultivo es fundamental (C). Fotos de Thomas D. Landis.

raíces (figura 14.4B). Las plantas que han crecido demasiado para sus contenedores se estresan fácilmente y pueden albergar insectos y otras plagas que pueden infectar el resto del cultivo. Uno de los problemas más comunes en los viveros tropicales es que la mayoría de las plantas nunca dejan de crecer, por lo que es un reto evitar que los cultivos sean demasiado grandes para sus contenedores (figura 14.4C). Ver el Capítulo 4, Planificación de los Cultivos: Protocolos de Propagación, Cronogramas y Registros, para obtener más información sobre la programación de los cultivos.

Si va a cultivar una nueva especie y no está seguro del ritmo de crecimiento, póngase en contacto con otros viveros y consulte los protocolos de propagación en la Red de Plantas Autóctonas (<http://www.nativeplantnetwork.org>).

Manejo del Entorno del Vivero

Un aspecto importante de la prevención de enfermedades es mantener unas condiciones ambientales (como la humedad, la luz y la ventilación) que sean propicias para el crecimiento de las plantas, pero que no favorezcan las plagas ni tengan extremos ambientales perjudiciales. Por ejemplo, las enfermedades de las raíces son comunes en todo tipo de viveros en todo el mundo, y a menudo son provocadas por el estrés ambiental. Investigadores suecos estudiaron el hongo patógeno *Cylindrocarpon destructans* en relación con los problemas de podredumbre de las raíces de las plántulas de pino en viveros de contenedores. Entre los factores de estrés que se sospecha que predisponen al problema se encuentran el exceso de humedad, la poca luz y la exposición a fungicidas. Encontraron que *C. destructans* normalmente invade las raíces muertas o moribundas y luego utiliza estos sitios como base para la invasión en las raíces sanas (Unestam y otros 1989). Los agentes patógenos oportunistas, como *Fusarium*, son más propensos a causar enfermedades cuando las plantas están bajo estrés ambiental (figura 14.5).

Las condiciones ambientales marginales suelen favorecer las plagas de insectos. Por ejemplo, los mosquitos de los hongos se convierten en un problema sólo en condiciones de humedad y

El Agua Puede ser Perjudicial para la Salud de las plantas

El exceso de agua en las plantas (figura 14.2D) favorece el marchitamiento fúngico, las enfermedades de las raíces, mosquitos del hongo, el crecimiento de musgo y hepáticas, la lixiviación excesiva de nutrientes minerales, la posible contaminación de las aguas subterráneas y enfermedades foliares como el tizón de *Botritis* (figura 14.1D), el oídio y la *Rhizoctonia*. El exceso de riego puede hacer que las plantas crezcan de forma rápida y enjuta, haciéndolas más susceptibles al estrés ambiental, como el calor, el viento o el frío excesivos. La escasez de agua en las plantas puede dañar los sistemas radiculares por la acumulación de sales o la desecación, permitiendo la entrada de plagas de enfermedades radiculares. Las plantas sometidas a un fuerte estrés hídrico tienen una menor resistencia a las plagas y al estrés asociado al calor, la humedad y el viento.

La gestión adecuada del riego es una de las mejores formas de limitar los problemas de plagas.

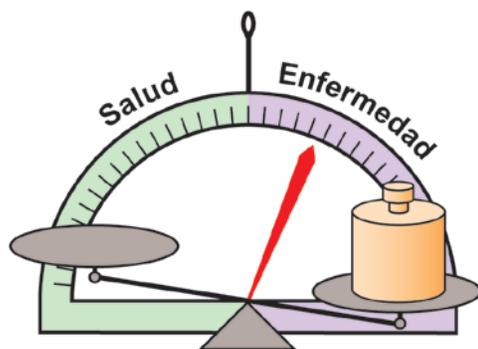
especialmente en lugares donde se ha permitido el desarrollo de algas, musgo y hepáticas. Este problema es especialmente común cuando los suelos de los viveros están cubiertos por una barrera de malezas o por grava. El cambio a suelos de hormigón puede curar a menudo el problema de los mosquitos de los hongos porque el hormigón se seca más rápido y es más fácil de mantener limpio.

Lista de Verificación para Prevenir Enfermedades y Plagas Mediante el Manejo del Entorno del Vivero

- Durante la siembra y la fase de arraigo del cultivo, mantenga bajos los niveles de humedad y los problemas de condensación ventilando bien la zona del vivero. No regar en exceso las semillas y plántulas en germinación. Durante la fase de crecimiento activo, reduzca la humedad dentro de la cubierta foliar para prevenir el desarrollo de muchas enfermedades foliares. La reducción de la humedad puede lograrse mejorando la circulación del aire

Buena Gestión

Nutrición, luz solar y agua adecuadas; buenas prácticas desaneamiento; medios de cultivo y tamaños de recipientes apropiados



Estrés

Nutrición, luz solar y agua excesivas o insuficientes; prácticas sanitarias deficientes; sustratos o tamaños de contenedores inadecuados

Figura 14.5—Muchas enfermedades de los viveros las causa el estrés, que predispone a las plantas al ataque de plagas oportunistas. Ilustración adaptada de Dumroese y otros (2008).

mediante el aumento de la distancia entre las plantas, el incremento de la frecuencia de la ventilación y la poda de los brotes según sea necesario.

- Regar sólo por la mañana, nunca a última hora del día. Las condiciones ambientales favorables para varias enfermedades fúngicas incluyen una película de humedad durante 8 a 12 horas, una humedad relativa alta y temperaturas cálidas. Al regar temprano, el aumento de las temperaturas diurnas hará que el agua se evapore de la superficie de las hojas y reducirá las condiciones favorables. (Como excepción, los problemas de Botritis suelen producirse cuando las condiciones son húmedas pero las temperaturas son frescas [James 2012].)
- Para optimizar las condiciones ambientales saludables para los diferentes cultivos, utilizar estructuras de propagación separadas para el cultivo de plantas con diferentes requisitos ambientales y culturales o, si tiene una sola zona de cultivo, agrupar las plantas con requisitos de crecimiento similares y aproveche los microambientes dentro del zona del vivero. Por ejemplo, al norte del ecuador, la parte sur del vivero suele ser más cálida y seca que la sección norte o este del vivero. Las plantas que requieren condiciones más secas se beneficiarán de ser agrupadas en los lados sur y oeste del vivero. Las plantas que requieren temperaturas más frescas (como las especies de gran altitud) o las que requieren un riego más frecuente pueden agruparse en los lados norte y este.
- Mejorar la circulación del aire y reducir la humedad y la condensación espaciando las plantas, utilizando ventiladores y orientándolas hacia las brisas predominantes para producir una corriente de aire horizontal.

Promoción de la Salud de las Plantas

Las plantas sanas son más capaces de resistir la infección de hongos patógenos y el ataque de insectos y otras plagas, y también pueden tolerar mejor el estrés ambiental. Gran parte de esta resistencia puede atribuirse a características físicas como una cutícula gruesa y cerosa en el follaje, un equilibrio entre brotes y raíces y un contenido óptimo de nutrientes minerales. Algunas plantas sanas también producen sustancias químicas, como los taninos, que disuaden a las plagas. La gestión del entorno del vivero para garantizar que las plantas reciban la luz solar y el agua adecuadas, tal y como se ha descrito anteriormente, así como los pasos de un buen saneamiento y una programación adecuada, son importantes para la salud de las plantas. La nutrición, el sustrato de cultivo y el tamaño y tipo de recipiente adecuados, el uso de microorganismos beneficiosos y otras prácticas descritas en este manual son importantes para promover la salud de las plantas a todos los niveles.

Las plantas deben tener un sustrato de cultivo adecuado para estar sanas. Un buen sustrato proporciona soporte físico y aireación a las raíces, y retiene el agua y los nutrientes para la

planta, como se describe en el Capítulo 6, Sustratos. La selección de un contenedor adecuado se describe en el Capítulo 7, Contenedores. Las diferentes especies requerirán diferentes tipos y tamaños de contenedores en función de sus características de crecimiento y especificaciones de destino. La fertilización en el nivel adecuado para ayudar a las plantas a crecer de forma sana y equilibrada se trata en el Capítulo 12, Nutrición y Fertilización de las Plantas. Una fertilización excesiva puede hacer que las plantas sean más susceptibles a los problemas, incluidos los insectos chupadores y las enfermedades. Considere la posibilidad de eliminar la fertilización nitrogenada durante la germinación, ya que favorece la aparición del marchitamiento fúngico (James 2012).

Si las plantas enferman o no están sanas, es poco práctico intentar “salvarlas.” Retirar las plantas muertas y moribundas; elimínelas lejos del vivero para evitar la reinfección. Eliminar regularmente los restos de plantas que haya en los contenedores o en el suelo.

Detección y Diagnóstico de Problemas

Even with good sanitation, crop planning, plant health, and management of the nursery environment, problems may appear. A holistic approach emphasizes detecting problems early through regular monitoring and recordkeeping so they can be addressed quickly and with minimal cost and effort. If a problem is detected, the time is taken to diagnose it accurately and determine its true source. With an accurate diagnosis, the problem can then be treated accordingly.

Monitoreo y Mantenimiento de Registros

El monitoreo periódico o “exploración” es una parte fundamental del enfoque holístico. Un recorrido diario por el vivero revelará la aparición de brotes de plagas o problemas ambientales que favorecen la aparición de plagas cuando los problemas son todavía menores y fáciles de corregir. En los viveros pequeños, el cultivador o el administrador del vivero debe realizar las inspecciones, pero en las instalaciones más grandes, se debe designar a una persona como vigilante de plagas. Esta persona debe tener experiencia en viveros y estar familiarizada con todas las especies de plantas en todas las fases de crecimiento. También es esencial saber qué aspecto tienen los organismos beneficiosos (como los enemigos naturales de las plagas, los hongos micorrízicos que crecen en las raíces, etc.). La persona también debe ser curiosa y tener una buena capacidad de observación. A menudo, los regantes actúan como exploradores de plagas porque están regularmente, en el vivero, comprobando si las plantas necesitan riego.

Los supervisores de cultivos (figuras 14.6A, 14.6B) deben inspeccionar cuidadosamente cada especie que se cultiva,



Figura 14.6—La vigilancia periódica de las plagas o “exploración” es fundamental para identificar los problemas a tiempo (A). Los exploradores de plagas inspeccionan las plántulas y el entorno del vivero (B). Los exploradores de plagas deben llevar una lupa, un cuaderno o un dispositivo de grabación y una cámara para identificar y documentar los problemas (C). Todos los problemas potenciales deben anotarse en el registro diario (D) y notificarse al responsable del vivero. Foto A de Tara Luna, foto B de Diane L. Haase, foto C de Thomas D. Landis y foto D de Kim M. Wilkinson.

registrar las condiciones ambientales en el lugar de cultivo y hacer otras observaciones. Es importante establecer un sistema de control y registro para todas las zonas del vivero, incluidas las estructuras, las cámaras de enraizamiento y las zonas de cultivo exteriores. Estos registros tienen un valor incalculable para evitar futuros problemas de plagas a la hora de planificar la siguiente cosecha. Además de observar las plantas del cultivo, los exploradores de plagas deben revisar todo el equipo del vivero y llevar una lente de mano de 10X a 20X para examinar de cerca y un cuaderno o una grabadora de voz para registrar las observaciones. Cuando observe un problema, una cámara con un lente de aproximación es una excelente manera de documentar el problema (figura 14.6C). Todas las observaciones deben anotarse en un registro diario (figura 14.6D), y cualquier problema sospechoso debe comunicarse inmediatamente al responsable del vivero. Las inspecciones deben realizarse diariamente tras la siembra del cultivo y durante la fase de arraigo, cuando las plantas son más susceptibles a enfermedades como el marchitamiento fúngico. Si los problemas se detectan pronto, las plantas pueden ser tratadas o aisladas del resto del vivero o del cultivo en invernadero.

Utilice tarjetas adhesivas amarillas (figura 14.7) para detectar moscas blancas, pulgones, mosquitos del hongo y moscas de la costa. Coloque de una a cuatro tarjetas cada 90 m² y distribúyalas uniformemente en un patrón de cuadrícula, con tarjetas adicionales colocadas cerca de las ventilaciones y las puertas. Inspeccione estas tarjetas semanalmente para detectar y controlar estas plagas. Registre la información y sustituya las tarjetas cuando sea necesario. Utilice tarjetas adhesivas

azules, que son más atractivas para las arañuelas, alrededor de las plantas susceptibles de sufrir esta plaga. También puede ser muy útil observar y registrar los depredadores de las plagas: pájaros que comen insectos, arañas, avispa depredadoras y otras criaturas que puedan residir en el vivero o cerca de él.

Identificación Precisa de los Problemas

Los responsables de los viveros y los exploradores de plagas deben ser capaces de identificar los problemas con rapidez



Figura 14.7—Las tarjetas adhesivas amarillas son esenciales para controlar los tipos y niveles de población de las plagas de insectos. Foto de Thomas D. Landis.

y precisión antes de que puedan causar daños importantes. Aunque las plagas biológicas, como los hongos y los insectos, siempre están presentes, el estrés abiótico suele causar más problemas. El diagnóstico de enfermedades requiere un cierto grado de experiencia y formación, y los trabajadores de los viveros deben estar capacitados para detectar rápidamente nuevos problemas e incidentes de daños abióticos. Los trabajadores que se encuentran a diario en la zona de cultivo son los que tienen más posibilidades de detectar posibles problemas para poder identificarlos y tratarlos con precisión antes de que se intensifiquen o se extiendan.

Una característica general de las enfermedades abióticas es que los síntomas tienden a aparecer muy rápidamente (ver el ejemplo del cuadro de texto). Los problemas causados por agentes bióticos suelen tardar más en desarrollarse, y el descenso se produce con el tiempo (James 2012). Si se ha eliminado el daño abiótico como causa del problema, hay que diagnosticar una plaga o enfermedad. Landis y otros (1990) presentan claves de identificación (figura 14.8) y fotografías en color de muchas enfermedades, plagas de insectos y problemas hortícolas de los cultivos de coníferas, pero no hay ninguna referencia disponible sobre enfermedades y plagas de especies de plantas tropicales. Aunque los exploradores de plagas pueden hacer un diagnóstico tentativo de los problemas de enfermedades y plagas, necesitan confirmar sus conclusiones con el administrador del vivero y con un especialista capacitado en plagas de viveros. Las plantas con síntomas no diagnosticados pueden enviarse enteras a la oficina de extensión cercana o a la universidad de concesión de tierras para que las diagnostiquen y sugieran un seguimiento.

Muchas enfermedades y plagas de insectos dañan una gran variedad de plantas huésped. Por ejemplo, el marchitamiento fúngico (figura 14.1A) afecta a todas las especies durante la germinación y la emergencia, y la podredumbre de la raíz por *Phytophthora* (figura 14.1B) puede infectar a las plantas más grandes. Sin embargo, otras plagas son específicas de cada huésped, por lo que los exploradores de plagas deben conocer su biología básica y su ciclo de vida para realizar un diagnóstico preciso. En los viveros tropicales, es muy importante que los cultivadores conozcan las enfermedades recién introducidas y la gama de especies que se ven afectadas por ellas. Por ejemplo, la roya del òhi'a está causada por un hongo (*Puccinia psidii*), que también infecta a la guayaba, el eucalipto y una serie de especies nativas de la familia del mirto. En Hawái, se ha encontrado en especies madereras y ornamentales introducidas y en especies nativas y en peligro de extinción de ñoi. Afecta a las hojas y los meristemos, inhibiendo el crecimiento y el desarrollo, y es especialmente grave en las plántulas, los esquejes y los plantones. Los primeros síntomas son motas cloróticas, que al cabo de unos días se convierten en pústulas que contienen uredias que producen masas amarillas de esporas (figura 14.1C). Las pústulas pueden unirse y algunas partes de la planta pueden estar completamente cubiertas por ellas. Después de unas 2 ó 3 semanas, las pústulas se secan y se necrosan. La enfermedad puede causar la deformación de las hojas, una fuerte defoliación, la muerte, el retraso en el crecimiento y finalmente la muerte. En los frutos de la guayaba y otros huéspedes de la familia del mirto, las lesiones se producen sobre todo en las yemas y los frutos jóvenes, que acaban pudriéndose cuando la roya madura. Entender el ciclo de vida de la plaga es esencial para un diagnóstico y manejo

Factores Abióticos como “Los Sospechosos Habituales”

Estaba cultivando una nueva cosecha de una especie de caoba. Las plantas eran bastante jóvenes, con sólo cuatro o seis hojas cada una. Crecían más lentamente que los cultivos anteriores y algunas de las hojas más viejas tenían los márgenes marrones, lo que atribuí a un riego desigual. Por lo demás, las plántulas parecían estar bien. Como crecían lentamente, pensé en ayudarlas aplicando un fertilizante. Pero uno o dos días después, todas las plántulas se estaban marchitando y los márgenes marrones se estaban extendiendo por las hojas. Como los márgenes de las hojas se quemaban y las plantas se marchitaban y morían, sospeché que las raíces estaban podridas. Inmediatamente envié algunas plantas afectadas al servicio de extensión de la universidad local, con un mensaje urgente. Mientras esperaba la respuesta, investigué las opciones para tratar la podredumbre de la raíz, la mayoría de las cuales implicaban equipos de seguridad y pesticidas poco atractivos. El agente de extensión se puso en contacto conmigo antes de lo que esperaba, diciendo que no había completado su diagnóstico, pero que hasta el momento había detectado niveles peligrosamente altos de sales en el sustrato; las plantas mostraban signos de toxicidad por sal. Mientras hablábamos, recordé que había utilizado un lote de bonote no analizado como uno de los componentes de mi sustrato para este cultivo. Había oído que el bonote puede contener a veces altos niveles de sales debido a su procesamiento, pero no me había tomado la molestia de analizar este lote antes de plantarlo. Las plántulas habían estado luchando en condiciones algo saladas (lo que explicaba el crecimiento más lento y los márgenes de las hojas quemados) y mi aplicación de fertilizante añadió aún más sales, llevándolas al límite de la toxicidad salina. Con eso, no podían absorber suficiente agua con sus raíces debido a las sales del medio, y el cloruro que estaban absorbiendo estaba quemando sus hojas. El agente de extensión me sugirió que eliminara las sales del sustrato. En cuanto colgué el teléfono, empapé las plántulas con agua limpia hasta que el agua goteó por el fondo de los recipientes, y repetí la operación unas horas más tarde. Casi de la noche a la mañana, las plántulas se animaron. Algunas de las más pequeñas habían muerto y eran una pérdida, pero a las restantes les crecieron rápidamente hojas nuevas y en pocas semanas gozaban de plena salud. De este susto aprendí que los factores abióticos deben ser los primeros sospechosos al diagnosticar los problemas de las plantas. Una rápida comprobación con un medidor EC (conductividad eléctrica) habría revelado el problema de forma económica en sólo unos minutos. También aprendí que tomarse el tiempo necesario para asegurarse de que lo básico, como la calidad del sustrato, está bien puede ahorrar mucho estrés, tanto para mí como para las plantas. — Kim Wilkinson

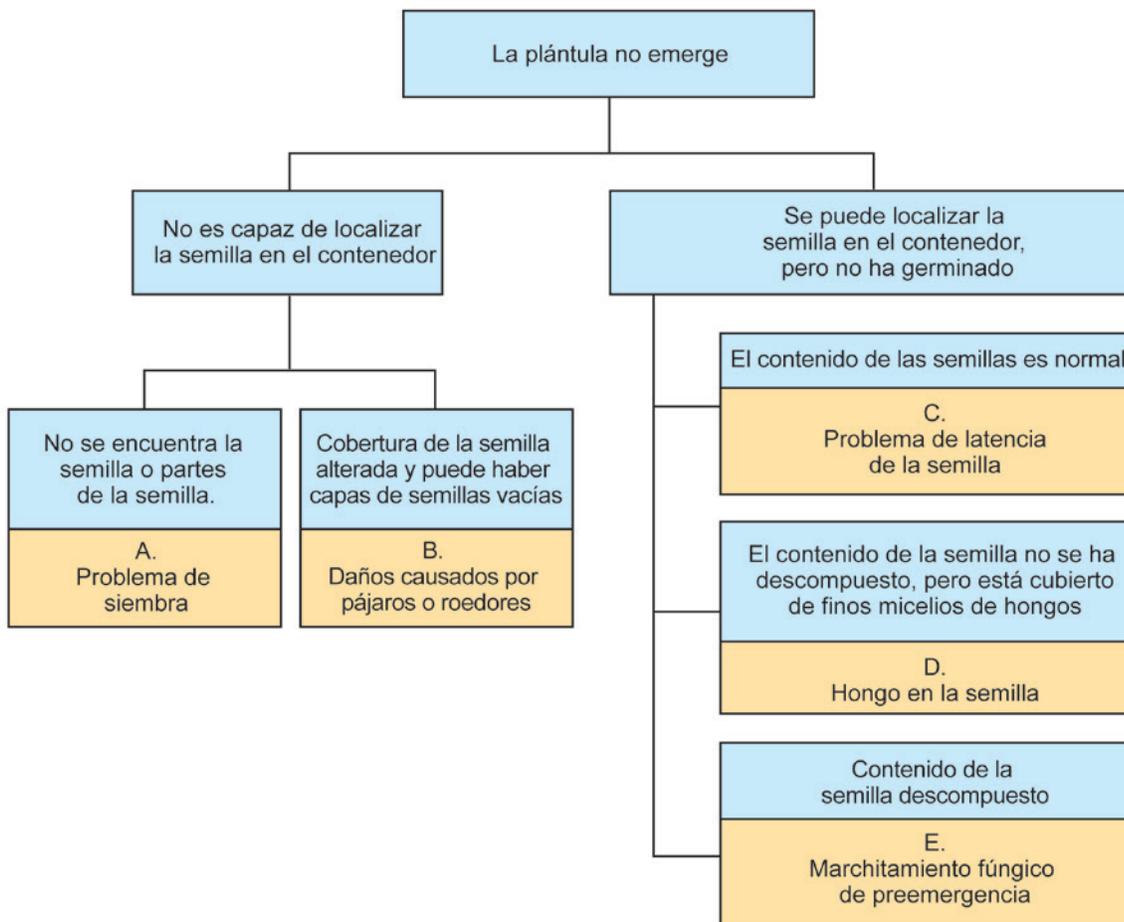


Figura 14.8—Las claves de identificación de plagas son muy útiles para ayudar a realizar el diagnóstico correcto de las plagas de los viveros. Ilustración de Dumroese y otros (2008).

precisos. En el cuadro 14.1 se incluyen algunas de las plagas más comunes de las plantas tropicales y las formas de vigilarlas, diagnosticarlas, prevenirlas y, si es necesario, tratarlas.

Consulte la normativa local antes de pedir e introducir organismos de control biológico.

Gestión de Problemas

Una vez que se ha diagnosticado un problema con precisión, debe evaluarse para determinar qué acciones de gestión son necesarias, si es que lo son. La primera línea de defensa es siempre evaluar y, si es posible, mejorar las prácticas de prevención de plagas, incluyendo un buen saneamiento, la exclusión física de las plagas, la programación adecuada de los cultivos y la promoción de la salud óptima de las plantas a través de la fertilización, el riego, la ventilación y otros cuidados adecuados. Si el problema persiste, el enfoque holístico exige evaluar los efectos de la plaga o enfermedad. En algunos casos, no hacer nada puede ser la solución más rentable; las plantas pueden tolerar algunos daños y se puede dejar que la naturaleza siga su curso (Mizell y Short 2009).

Si se toman medidas, el objetivo suele ser reducir las pérdidas de los cultivos a niveles aceptables, más que erradicar las plagas. Existe un abanico de opciones de gestión, con tratamientos que incluyen—

- Modificar y gestionar el entorno del vivero.
- Eliminar las plántulas afectadas.
- Eliminar las plagas en forma mecánica (arrancarlas, matarlas, atraparlas—asegúrese de que el personal está capacitado para conocer la diferencia entre los depredadores de plagas beneficiosas y reales).
- Utilizar controles biológicos como microorganismos beneficiosos y depredadores de plagas, enfermedades o parásitos (cuadro 14.1).
- Utilizar los plaguicidas menos tóxicos disponibles como último recurso para reducir las poblaciones de plagas a un nivel tolerable (Wescom 1999).

Cuadro 14.1—Plagas comunes de las plantas tropicales y sus síntomas, prevención y tratamiento. Aunque existen diversos pesticidas para estas enfermedades, sólo se ofrecen las opciones de control biológico y orgánico. Lo ideal es que el personal del vivero vigile diariamente los signos de estas enfermedades.

Tipo de plaga	Signos y síntomas	Vigilancia	Prevención	Opciones de control biológico
Fungi				
Tizón de la Botritis (<i>Botrytis cinerea</i>)	Las plantas presentan tizones en las hojas, canchales en los tallos y moho gris. El moho es más notable en el follaje más viejo. Las plántulas afectadas suelen estar en grupos.	Concentrar la vigilancia en los lugares donde el cultivo está muy espaciado y la circulación del aire es escasa y en la base de las plantas. Buscar marchitamiento, canchales en el tallo y moho gris pulverulento en el follaje.	Aumentar el espacio entre los contenedores a medida que el cultivo crece. Regar sólo por la mañana o utilice la subirrigación. Mantener la humedad baja aumentando el flujo de aire. Esterilice de forma superficial el suelo, las paredes y los bancos del invernadero entre los cultivos de plántulas.	Aplicar al follaje productos que contengan <i>Trichoderma harzianum</i> o <i>Streptomyces griseoviridis</i> . Cuando se descubra, retire las plántulas sintomáticas de la zona de cultivo.
Marchitez por Fusarium (Ejemplo: <i>Fusarium oxysporum</i>)	Las hojas se ahuecan hacia abajo o los tallos se doblan en forma de bucle. En etapas posteriores, pueden verse vetas marrones o rojas en las hojas. Las esporas anaranjadas (esporoquios) pueden estar en el tallo.	Buscar hojas dobladas hacia abajo o "ahuecadas" en los márgenes de las hojas. Puede confundirse con el estrés hídrico o la podredumbre de las raíces. Enviar una muestra al laboratorio para confirmarlo.	Utilizar bancos de malla para favorecer la circulación del aire. No regar en exceso el cultivo. Mantener la humedad baja. Esterilizar los contenedores reutilizados entre cultivos de plántulas. Utilizar semillas y sustratos libres de patógenos.	Aplicar productos que contengan <i>Trichoderma harzianum</i> o <i>Streptomyces griseoviridis</i> en forma de empapamiento del suelo. Retirar y aislar las plantas infectadas tan pronto como se detecte el problema.
Podredumbre de la corona (Ejemplo: especies de <i>Fusarium</i>)	Las plantas están atrofiadas, marchitas y sin color. Las raíces se decoloran y se vuelven marrones o negras. El tallo principal se debilita y tiene un aspecto empapado. Algunas plántulas afectadas pueden tener estructuras de esporas de color amarillo anaranjado [esporoquios] en el tallo principal justo por encima de la línea del suelo.	Supervisar semanalmente si las plantas están marchitas, sin color y con el sistema radicular decolorado. Prestar atención a los medios que permanecen húmedos. Las plántulas afectadas suelen concentrarse en grupos. Envíe muestras al laboratorio de diagnóstico para confirmar la identidad del patógeno.	No regar en exceso el cultivo. Aumente el espacio entre los contenedores a medida que el cultivo crezca. Mantener la humedad baja.	Aplicar productos que contengan <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Trichoderma virens</i> o <i>Streptomyces griseoviridis</i> en forma de empapado. Cuando se descubra, retirar las plántulas sintomáticas de la zona de cultivo.
Podredumbre de la raíz (Ejemplos: especies de <i>Fusarium</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> , y <i>Cylindrocarpon</i>)	Las plántulas están atrofiadas, marchitas, cloróticas o necróticas y suelen aparecer en grupos. Las raíces se decoloran (marrón oscuro o negro) y se descomponen (los tejidos epidérmicos pueden desprenderse fácilmente). Los tallos principales se debilitan y se empapan de agua. Algunas plántulas afectadas pueden tener estructuras de esporas (esporoquios) de color amarillo anaranjado en el tallo principal, justo por encima de la línea del suelo.	Controlar semanalmente si hay plántulas marchitas, cloróticas y necróticas con raíces decoloradas y descompuestas. Los problemas pueden ser especialmente graves en contenedores con sustratos húmedos durante mucho tiempo (mal drenados). Las plántulas afectadas suelen concentrarse en grupos. Enviar muestras al laboratorio de diagnóstico para confirmar la identidad del patógeno.	No regar en exceso el cultivo. Aumente el espacio entre los contenedores a medida que el cultivo crezca. Mantener la humedad baja. Esterilizar los contenedores reutilizados entre los cultivos de plántulas. Utilizar semillas y sustratos de cultivo libres de patógenos.	Aplicar <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Trichoderma virens</i> , o <i>Streptomyces griseoviridis</i> como en forma de empapado.
Marchitamiento fúngico (Ejemplos: especies de <i>Fusarium</i> y <i>Pythium</i>)	Las semillas no germinan o las plántulas se desploman en la línea del suelo justo después de emerger. Aparecen manchas oscuras en los tallos en la línea del suelo de las plántulas emergidas. Las plantas que sobreviven pueden desarrollar posteriormente podredumbre de la corona o de la raíz.	Vigilar diariamente las nuevas siembras durante las fases de germinación y arraigo. Excavar las semillas y cortar para comprobar si hay podredumbre y desechar inmediatamente los envases infectados.	Limpiar las semillas y la zona de cultivo. Utilizar medios y recipientes estériles. Evitar la siembra excesiva, el apiñamiento de las plántulas o la plantación de semillas a demasiada profundidad. Mantener las temperaturas del invernadero y del sustrato calientes durante la germinación y el arraigo. Mantenga una humedad baja. No fertilizar con nitrógeno durante la fase de arraigo de las plántulas.	Tratar las semillas con enjuagues de agua corriente durante un mínimo de 48 horas antes de la siembra, o esterilizar la superficie con soluciones de blanqueador o peróxido de hidrógeno (1:10). Aplicar productos que contengan <i>Trichoderma harzianum</i> o <i>Trichoderma virens</i> en forma de empapado en el momento de la siembra.

Cuadro 14.1—continuación

Tipo de plaga	Signos y síntomas	Vigilancia	Prevención	Opciones de control biológico
Oídio (Ejemplos: especies de <i>Blumeria</i> , <i>Podosphaera</i> , <i>Microsphaera</i> , y <i>Erysiphe</i>)	Las plantas pueden presentar un crecimiento fúngico pulverulento de color blanco en la superficie superior o inferior de las hojas. Si es grave, puede verse una capa blanca en el follaje.	Vigilar semanalmente. Inspeccione las especies susceptibles. Buscar en las zonas cercanas a las rejillas de ventilación y a las entradas de los invernaderos o en cualquier lugar con un cambio brusco entre las temperaturas diurnas y nocturnas. Utilice una lupa para ver los hilos y esporas blancas y pulverulentas.	Colocar las especies susceptibles donde no se produzcan cambios drásticos de temperatura. Regar sólo por la mañana o utilizar la subirrigación. Mantener la humedad baja. Aumentar el espacio entre contenedores a medida que el cultivo crece.	Eliminar las hojas infectadas tan pronto como se detecten. Trasladar las plantas infectadas a una estructura con temperaturas más constantes. Tratar con aceite de Neem o aceite hortícola. Probar primero con una bandeja de prueba. También puede utilizar azufre en polvo como fungicida preventivo orgánico. Algunas plantas son sensibles a los daños causados por el azufre, por lo que utilice la dosis más baja recomendada. No aplicar en las 2 semanas siguientes a un tratamiento de pulverización de aceite.
Tizón de la tela de araña por <i>Rhizoctonia</i> (Ejemplo: <i>Rhizoctonia solani</i>)	Los tallos y las hojas pueden colapsar y convertirse en papilla con finas hebras de hongos en el tejido de la planta y en la línea del suelo.	Vigilar las plantas herbáceas de hoja, especialmente si están muy juntas. Buscar un crecimiento en forma de telaraña que cubra las hojas. Envíe muestras al laboratorio de diagnóstico para confirmar la identidad del patógeno.	Esterilizar los contenedores entre los cultivos de plántulas. Utilizar bancos de malla para favorecer la circulación del aire. Colocar los cultivos susceptibles cerca de las rejillas de ventilación y los ventiladores. Aumentar el espacio entre contenedores a medida que el cultivo crece. Mantener la humedad baja.	Aplicar productos que contengan <i>Trichoderma harzianum</i> como preventivo.
Royas fúngicas (Ejemplos: especies de <i>Gymnosporangium</i> , <i>Cronartium</i> , <i>Peridermium</i> , y <i>Melampsora</i>)	Pueden verse manchas o rayas de color marrón óxido en la superficie inferior y superior de las hojas.	Vigilar regularmente y asegúrese de revisar la parte inferior del follaje.	Agrupar las especies susceptibles donde la temperatura y la humedad puedan controlarse fácilmente. Aumentar el espacio entre los contenedores a medida que el cultivo crece. Mantener la humedad baja. Puede ser necesario eliminar huéspedes alternativos de la roya si están presentes en las proximidades del vivero.	Aislar las plantas inmediatamente.
Manchas foliares por hongos (Ejemplos: especies de <i>Alternaria</i> , <i>Septoria</i> , <i>Botryosphaeria</i> , <i>Taphrina</i> , <i>Rhytisma</i> , y <i>Phyllosticta</i>)	Las manchas foliares de <i>Alternaria</i> suelen ser marrones o negras con un borde amarillo. Las manchas foliares de <i>Septoria</i> son pequeñas, de color gris a marrón, con un borde marrón oscuro.	Controlar semanalmente la presencia de manchas en las hojas. Con una lupa, buscar pequeños cuerpos fructíferos de hongos. Enviar muestras al laboratorio de diagnóstico para confirmar la identidad del patógeno.	Utilizar bancos de malla para favorecer la circulación del aire. Mantener el suelo del vivero limpio y sin agua acumulada. Regar sólo por la mañana o utilizar la subirrigación. No regar en exceso el cultivo. Mantener la humedad baja. Aumentar el espacio entre los contenedores a medida que el cultivo crece.	Retirar periódicamente las plántulas afectadas de las zonas de cultivo. Aplicar productos que contengan <i>Trichoderma harzianum</i> como preventivo. Eliminar las hojas infectadas tan pronto como se detecte el problema. Aislar las bandejas de plantas infectadas del resto del cultivo.
Insectos				
Insectos chupadores (Ejemplo: Pulgones)	Las plantas tienen un nuevo crecimiento distorsionado, melaza pegajosa y/o moho de hollín.	Vigilar dos veces por semana. Buscar en la parte inferior de las hojas y en las puntas de los tallos nuevos.	No abonar en exceso. Puede el crecimiento vigoroso y tierno según sea necesario. Vigilar los brotes.	Utilizar los mosquitos de los pulgones, los parásitos de los pulgones o las mariquitas. Aplicar jabón insecticida cada 6 días. Los productos a base de piretrina también pueden ser eficaces como insecticidas de contacto.

Cuadro 14.1—continuación

Tipo de plaga	Signos y síntomas	Vigilancia	Prevención	Opciones de control biológico
Mosquitos de los hongos (Ejemplo: especies de <i>Bradysia</i>)	Semillas que no germinan o plantas con crecimiento débil o atrofiado y daños en las raíces.	Vigilar cada dos días, especialmente durante las fases de germinación y arraigo. Buscar moscas con alas diminutas cerca de la superficie del sustrato. Utilizar tarjetas adhesivas amarillas para detectar adultos.	Mantener el suelo del vivero limpio y libre de agua acumulada y algas. No regar en exceso el cultivo. Utilizar un buen mantillo para las semillas.	Utilizar tarjetas adhesivas amarillas para reducir los niveles de población de adultos. Aplicar productos que contengan <i>Bacillus thuringiensis</i> ssp. <i>israeliensis</i> cada 7 días en forma de empapado. También son eficaces las formulaciones de nematodos entomopatógenos o insecticidas de los géneros <i>Steinemema</i> y <i>Heterorhabditis</i> .
Cochinillas	Las plantas pueden tener un residuo blanco algodonoso. Puede desarrollarse una melaza pegajosa en las hojas y un moho de hollín.	Buscar insectos pequeños, ovalados y de cuerpo blando cubiertos de una capa blanca parecida a la cera en la parte inferior de las hojas.	Mantener limpio el entorno del vivero. Aumente el espacio entre las plantas. Practicar una buena higiene. Mantener las temperaturas frescas. Eliminar las plantas infectadas.	Aplicar <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> . Utilizar escarabajos depredadores o avispas parásitas; los insecticidas de piretrina son eficaces, pero deben entrar en contacto con las plagas. Pulverizar con jabón o aceite insecticida, o frotar los insectos con alcohol (limitar el contacto del alcohol con el follaje).
Escamas blandas	La melaza y el moho de hollín se desarrollan si hay escamas.	Buscar insectos escamosos de color marrón amarillento a marrón oscuro a lo largo de las venas y los tallos.	Proporcionar a las plantas unas buenas condiciones de cultivo y unos cuidados adecuados, especialmente el riego, para que sean más resistentes a los daños por escamas.	Utilizar avispas parásitas, jabón insecticida o piretrinas. Podar las ramas infestadas o eliminar toda la planta.
Ácaros de la araña	Las plantas pueden presentar un moteado amarillo claro en las hojas y un follaje descolorido. La caída de las hojas y la formación de telarañas se producen durante los brotes y la infestación severa.	Buscar en la parte inferior de las hojas, especialmente a lo largo de las venas. Utilizar una lupa para buscar telarañas, grupos de huevos y ácaros adultos de color rojo. Buscar en las zonas calientes y secas, cerca de los equipos de calefacción y de las rejillas de ventilación.	Bajar las temperaturas del vivero y aumentar los niveles de humedad, especialmente en los bordes sur y oeste del vivero y cerca de las ventilaciones y hornos.	Utilizar ácaros o mosquitos depredadores. Aplicar jabón insecticida cada 6 días.
Arañuela	Las plantas pueden presentar distorsión de las hojas nuevas, las yemas y las puntas de los brotes y cicatrices blancas en las hojas expandidas.	Utilizar tarjetas adhesivas azules o amarillas colocadas justo por encima del follaje de cubierta para su detección.	Aumentar el espaciado de los contenedores en los cultivos de hoja según sea necesario para detectar los problemas a tiempo.	Utilizar ácaros depredadores, chinches piratas, crisopas, jabón insecticida y piretrinas.
Mosca blanca	Las plantas pueden tener un crecimiento distorsionado de los nuevos brotes y hojas.	Utilizar tarjetas adhesivas amarillas para detectar a los adultos. Buscar los adultos en la cara de abajo de las hojas más tiernas. Las larvas inmaduras se encuentran en la cara inferior de las hojas.	Inspeccionar las plantas nuevas que entren en el invernadero y rechazar las plantas infestadas. Establezca un periodo “libre de huéspedes” en la zona de cultivo durante 2 semanas para matar de hambre a las moscas. Practicar un buen control de las malezas en el vivero y sus alrededores.	Utilizar escarabajos depredadores o parásitos de la mosca blanca. Aplicar jabón insecticida cada 7 días. Los productos a base de piretrina también pueden ser eficaces como insecticida de contacto.
Barrenadores del tallo o de la rama (Ejemplo: especies de barrenadores del brote de la caoba barrenadores de los brotes, barrenadores de las ramas [especies <i>Xylosandrus compactus</i> y <i>Xyloborus</i>])	Las plántulas afectadas suelen tener canchales en el tallo principal que pueden provocar la rotura del tallo en el punto de actividad del insecto. Los tejidos con canchales suelen ser de color negro y puede haber residuos de insectos.	Buscar los canchales del tallo principal, a menudo asociados a tejidos ennegrecidos y a residuos de la actividad de los insectos. Los daños pueden extenderse de forma aleatoria por las zonas de crecimiento de las plántulas.	No permitir que los grupos de árboles anfitriones infestados se acerquen a la zona del vivero. Evitar mantener las plántulas susceptibles después de la fecha de preparación.	Retirar las plántulas dañadas cuando las encuentre.

Table 14.1—Continued

Tipo de plaga	Signos y síntomas	Vigilancia	Prevención	Opciones de control biológico
Orugas	Follaje con daños por masticación; las polillas pueden ser visibles alrededor de las plantas.	Inspeccionar las plantas con regularidad. Buscar excrementos, mordeduras en las hojas y telas de araña (orugas de tienda). Comprobar por la tarde o por la noche; algunas especies se esconden durante el día.	Instalar mallas alrededor del invernadero para evitar que entren las polillas.	Aplicar productos con <i>Bacillus thuringiensis</i> ssp. <i>kurstaki</i> , según sea necesario. Los productos a base de piretrina también pueden ser eficaces como insecticidas de contacto.
Otras plagas bióticas				
Enfermedades bacterianas (Ejemplos: especies de <i>Pseudomonas</i> , <i>Xanthomonas</i> , y <i>Agrobacterium</i>)	Las plantas están atrofiadas con hojas hinchadas o deformes. Busque en manchas en las hojas empapadas de agua o lesiones angulares en los tallos. Pueden tener crecimientos similares a las agallas en el tallo principal en la línea del suelo o justo por debajo de ella.	Inspeccionar las plantas nuevas que llegan al vivero. Buscar manchas foliares empapadas de agua, de color marrón oscuro a negro, en las hojas y puntas de los tallos marchitas. Confirmar el diagnóstico con un laboratorio.	Aumentar el espacio entre los contenedores a medida que el cultivo crece. Regar sólo por la mañana o utilizar subrrigación. Mantener la humedad baja.	Eliminar las hojas infectadas en cuanto se detecte el problema. Aislar las bandejas de plantas infectadas del resto del cultivo.
Nemátodos (Ejemplos: especies de <i>Xiphinema</i> , <i>Meloidogyne</i> , <i>Pratylenchus</i> , y <i>Radopholus</i> similares)	Las plántulas afectadas estarán atrofiadas, con el follaje clorótico o necrótico; las raíces estarán dañadas con evidencia de alimentación [lesiones] o agallas.	Buscar plántulas cloróticas y necróticas, a menudo concentradas en grupos. Las raíces parecerán dañadas o tendrán agallas.	Utilizar medios sin tierra. Mantener las plantas a un mínimo de 3 pies del suelo en los bancos, con una cubierta de tierra o suelo de hormigón debajo.	Evitar que la tierra entre en el vivero. Existen formulaciones de nematodos entomopatógenos o insecticidas de los géneros <i>Steinernema</i> y <i>Heterorhabditis</i> como agentes de control biológico
Babosas	Las plantas pueden tener agujeros masticados en las hojas con bordes lisos y babas que se secan en rastros plateadas en el follaje.	Buscar agujeros masticados en las hojas y rastros de baba. Las babosas se esconden bajo el follaje denso y bajo los contenedores y bancos.	Mantener las plantas en bancos elevados o paletas. Espaciar los contenedores según sea necesario para que las babosas puedan detectarse fácilmente.	Recoger las babosas de las plantas. Mantener los contenedores en los bancos. Utilizar platillos llenos de cerveza para atraer a las babosas lejos de las plantas. Colocar un trozo de triplay o un cartón húmedo por la noche; las babosas se reunirán debajo. Los patos se comen las babosas.
Virus	Buscar patrones de mosaico en el follaje, arrugas o distorsiones en las hojas, estrías, manchas cloróticas y un amarillamiento claro de las venas y plantas atrofiadas.	Supervisar semanalmente. Inspeccionar todas las plantas entrantes. Enviar muestras al laboratorio para confirmar.	Normalmente no es un problema con las plantas nativas; sí puede serlo con las variedades cultivadas, las plantas ornamentales y las plantas cultivadas mediante tejidos vegetales.	Ninguna. Retirar y desechar todas las plantas infectadas inmediatamente. Limpiar a fondo la zona del vivero donde crecían las plantas infectadas.

Medidas de Supresión de Plagas Oportunas y Adecuadas

Los plaguicidas sintéticos o naturales deben considerarse sólo como último recurso después de haber considerado otras medidas de control ambiental y hortícola. Es fundamental practicar una buena higiene y sanidad, incluyendo el uso de semillas, medios de cultivo y contenedores libres de patógenos. A menudo se puede reducir o incluso eliminar el uso de plaguicidas excluyendo físicamente a las plagas con mallas o barreras que pueden mantener alejadas a plagas grandes y pequeñas, desde insectos hasta ratas y cerdos (figura 14.9). Si las plántulas se ven afectadas por los hongos, se puede reducir la susceptibilidad de las plántulas espaciando las plantas y aumentando el movimiento del aire a través de la zona del vivero, y regando adecuadamente y reduciendo la humedad alrededor de las plantas (Wescom 1999).

Por el contrario, el uso de un plaguicida, aunque sea una sola vez, puede llevarle a una escalada de uso y daños colaterales de la que puede ser difícil escapar. Por ejemplo, si tiene un problema de ratas, puede envenenarlas fácilmente y a bajo coste con un veneno para ratas (rodenticida). Las ratas que ingieran este veneno morirán en los próximos días. Sin embargo, el veneno puede llegar a través de la red alimentaria a los enemigos naturales de las ratas, incluidas las rapaces y los búhos silvestres, y a los gatos y perros domésticos o asilvestrados. Las pocas ratas que sobreviven al envenenamiento pueden reproducirse mucho más rápidamente que sus depredadores naturales, que se reproducen más lentamente. En otras palabras, se producirá un desfase entre el momento en que se recupera la población de ratas y el momento en que se recuperan las poblaciones de sus

Figura 14.9—Las especies que tienen semillas de gran tamaño pueden ser especialmente vulnerables a las plagas, como los ratones y los pájaros, una vez sembradas en contenedores. Medidas como enjaular los contenedores recién sembrados y las plántulas jóvenes (A) o añadir mallas o paredes de malla (B) pueden servir para excluir una variedad de plagas, desde insectos hasta mamíferos. Foto A de Tara Luna, y foto B de Thomas D. Landis.



depredadores. Durante este lapso de tiempo, puede surgir otra infestación de ratas, con un número ahora no controlado por poblaciones de depredadores más escasas y de recuperación más lenta. Una reinfestación puede obligarle a envenenar de nuevo a las ratas, haciendo retroceder aún más a la población de depredadores en apuros, si es que no las elimina localmente. Este ciclo podría evitarse considerando medidas alternativas, como encontrar formas de evitar que las ratas entren en la zona de cría en primer lugar. Si la exclusión total no es factible, atrapar las ratas y matarlas usted mismo puede reducir su población a un nivel tolerable sin veneno, o puede adoptar uno o dos gatos hábiles para que atrapen y maten las ratas por usted. Estas opciones son más laboriosas a corto plazo, pero pueden resultar beneficiosas a largo plazo al mantener el equilibrio natural. Este ejemplo utiliza animales grandes como ratas, búhos y gatos para ilustrar un concepto, pero la misma dinámica de población se aplica con muchos insectos. Por ejemplo, los pulgones se multiplican más rápidamente que las mariquitas depredadoras que pueden ayudar a mantener las poblaciones de pulgones bajo control, siempre que las mariquitas no sean envenenadas indirectamente por los intentos del administrador del vivero por controlar los pulgones (Hemenway 2009).

La mayoría de las plantas tropicales pueden cultivarse sin fungicidas ni insecticidas. Sin embargo, dado que el entorno del vivero es muy favorable para muchas plagas, a veces se utilizan productos químicos. Si se opta por utilizar productos químicos, lo importante es elegir un plaguicida que sea lo menos tóxico posible, que sea seguro de utilizar, que esté dirigido a la plaga específica, que sea de corta duración en el medio ambiente y que no contamine el medio ambiente ni reduzca las poblaciones de depredadores de la plaga (Mizell y Short 2009). El producto químico debe estar registrado para la plaga y la planta de cultivo que se está tratando y debe utilizarse tal y como se indica en la etiqueta.

Mucha gente cree que cualquier pesticida natural u orgánico es siempre seguro de usar, pero varios insecticidas botánicos registrados pueden ser tóxicos para los aplicadores o el medio ambiente. El índice de toxicidad relativa de cualquier producto químico se conoce como LD50, que indica la dosis letal necesaria para matar al 50% de una población de animales de prueba. Como puede verse en el cuadro 14.2, los insecticidas de origen natural pueden ser tan peligrosos como los plaguicidas químicos.

Aun así, si se considera la posibilidad de utilizar plaguicidas, recomendamos que siempre se tengan en cuenta los plaguicidas naturales en primer lugar, ya que tienden a degradarse más rápidamente que los plaguicidas sintéticos, lo que reduce su efecto sobre los organismos no objetivo. La mayoría de los plaguicidas naturales tienen más probabilidades de cumplir los criterios holísticos de menor toxicidad,

Cuadro 14.2—Seguridad comparativa de insecticidas botánicos y sintéticos comunes. Adaptado de Cloyd (2004).

Insecticida	Clase	Índice de toxicidad (DL50 oral en mg/kg)	Advertencia en la etiqueta (peligro es lo más tóxico y precaución lo menos)
Nicotina	Botánico	50 a 60	Danger
Sevin	Sintético	850	Advertencia o precaución
Malatión	Sintético	885 a 2,800	Precaución
Piretrina	Botánico	1,200 a 1,500	Precaución
Neem	Botánico	13,000	Precaución

LD₅₀ = dosis letal para el 50% de los sujetos.

especificidad de la plaga, corta duración y menor daño colateral en comparación con los plaguicidas sintéticos. Los inconvenientes de los plaguicidas naturales son que deben aplicarse con más frecuencia debido a su rápida degradación, los comerciales suelen ser más caros y pueden ser más difíciles de conseguir, los caseros pueden variar en eficacia y seguridad, y existen pocos datos sobre su eficacia y toxicidad a largo plazo.

Equilibrio de las Poblaciones de Plagas con Organismos Beneficiosos y Depredadores de Plagas

La gestión holística implica el uso de hongos, insectos y otros organismos beneficiosos para ayudar a prevenir los efectos de las plagas en las plantas de cultivo (cuadro 14.1). Cuando se utilizan estos métodos, es importante mantener un equilibrio biológico saludable en el vivero.

Microsimbiontes

Como se describe en el Capítulo 13, Microorganismos Beneficiosos, los microsimbiontes, como los hongos micorrízicos, los rizobios y la *Frankia*, tienen muchos beneficios para la planta huésped, incluida la protección contra los patógenos de las raíces. Por ejemplo, las bacterias de los rizobios en las plantas fijadoras de nitrógeno pueden ayudar a reducir o eliminar el uso de fertilizantes nitrogenados para esos cultivos, reduciendo el riesgo de atraer insectos chupadores con un follaje succulento sobrefertilizado. Un estudio de viveros de maderas duras tropicales en Haití informó de que “los árboles inoculados con el micro simbiote adecuado son más vigorosos y tienen muchas menos enfermedades o problemas de deficiencia de nutrientes” (Josiah y Allen-Reid 1991: 56). Los inoculantes incluían rizobios manufacturados para las leguminosas fijadoras de nitrógeno, inoculantes crudos de *Frankia* hechos de nódulos para la madera de hierro (especies de *Casuarina*), y ectomicorrizas recogidas localmente para los pinos (Josiah y Allen-Reid 1991).

Control Biológico de Enfermedades

El control biológico de enfermedades utiliza organismos beneficiosos o benignos para ayudar a o se aplican como uso de amplio espectro (James 2012). Por ejemplo, los fungicidas biológicos están compuestos por organismos beneficiosos o no perjudiciales que se aplican al medio de cultivo para proteger las raíces de determinados patógenos (Francis 2009). Los distintos tipos de fungicidas biológicos tienen diferentes ingredientes y modos de acción, algunos previenen las infestaciones de patógenos en los cultivos compitiendo con ellos o excluyéndolos, y otros produciendo sustancias antagonistas, antifúngicas o antibióticas para inhibir los patógenos. Algunos de estos productos están certificados para la producción ecológica, mientras que otros

son organismos híbridos patentados con modos de acción específicos. Los cultivadores de las zonas tropicales podrían explorar el concepto de control biológico de las enfermedades y ver si es posible fabricar o comprar opciones de control de enfermedades que sean apropiadas para el lugar y que se produzcan de forma natural. La introducción de nuevos microorganismos no suele ser apropiada ni legal para los ecosistemas insulares. Además, los efectos sobre los patógenos suelen ser mucho más sutiles que los pesticidas químicos. En el cuadro 14.1 se incluyen algunos ejemplos de fungicidas biológicos.

Equilibrio del Ecosistema

Sólo unas pocas especies de insectos, bacterias y hongos son perjudiciales para las plantas. La mayoría son inofensivos o beneficiosos, ya que actúan como polinizadores, recicladores de nutrientes, alimento para aves y mamíferos y depredadores de plagas (figura 14.10). El uso de plaguicidas químicos de amplio espectro puede ser mortal para muchos organismos inofensivos y beneficiosos y para algunos de los animales salvajes que se alimentan de ellos. Además, el uso generalizado de herbicidas ha permitido a las personas aniquilar la vegetación supuestamente “inútil” en setos, barrancos, bordes y zonas de barbecho, destruyendo gran parte del alimento y el refugio necesarios para las diversas formas de vida. Con la pérdida del equilibrio ecológico provocada por estas prácticas indiscriminadas (Hemenway 2009), las pérdidas de cultivos han ido en aumento. Invertir la pérdida de biodiversidad y de equilibrio ecológico a nivel local es beneficioso para los viveros y para el medio ambiente.

Practicar una gestión holística de las plagas evita dañar a los organismos beneficiosos con el uso indiscriminado de plagui-



Figura 14.10—A veces llamados “el mejor amigo del jardinero,” los anolis (especies de *Anolis*) se alimentan de muchos insectos plaga, como polillas, langostas y cucarachas. Foto de Brian F. Daley.

cidas. Es importante que todos los que trabajan en el vivero reconozcan y protejan a los bichos benignos y beneficiosos. Las personas desinformadas pueden ver una araña inofensiva y reaccionar aplastándola, a menos que entiendan que esa araña puede ser útil. Entre los insectos depredadores de plagas se encuentran las arañas, los escarabajos, las crisopas, las avispas, las moscas sírfidas, las chinches piratas, las serpientes, los pájaros, los sapos y las lagartijas, entre otros (Josiah y Allen-Reid 1991). Además, existen insectos parásitos, como las avispas parásitas y las moscas taquínidas, que matan a las plagas poniendo huevos en su interior (Hemenway 2009).

Los viveros también pueden proteger y crear un hábitat para los animales beneficiosos y fomentar la biodiversidad, desde los organismos del suelo hasta los insectos, las aves y, en su caso, los mamíferos más grandes. Estos “refugios” pueden incluir un simple parche de flores autóctonas plantado alrededor de la señal de entrada del vivero, una plantación en el borde de la cubierta vegetal, una zona de barbecho, cortavientos, setos o zonas de reforestación dedicadas. Por ejemplo, se ha comprobado que los cortavientos albergan insectos y pájaros beneficiosos que ayudan a equilibrar las poblaciones de plagas de los cultivos, reduciendo la necesidad de utilizar pesticidas (Stace 1995). Se ha demostrado que los cortavientos en las tierras de labranza no sólo albergan fauna autóctona, sino que también fomentan las plántulas de árboles autóctonos y los procesos de regeneración del ecosistema dentro del cortavientos (Harvey 1999).

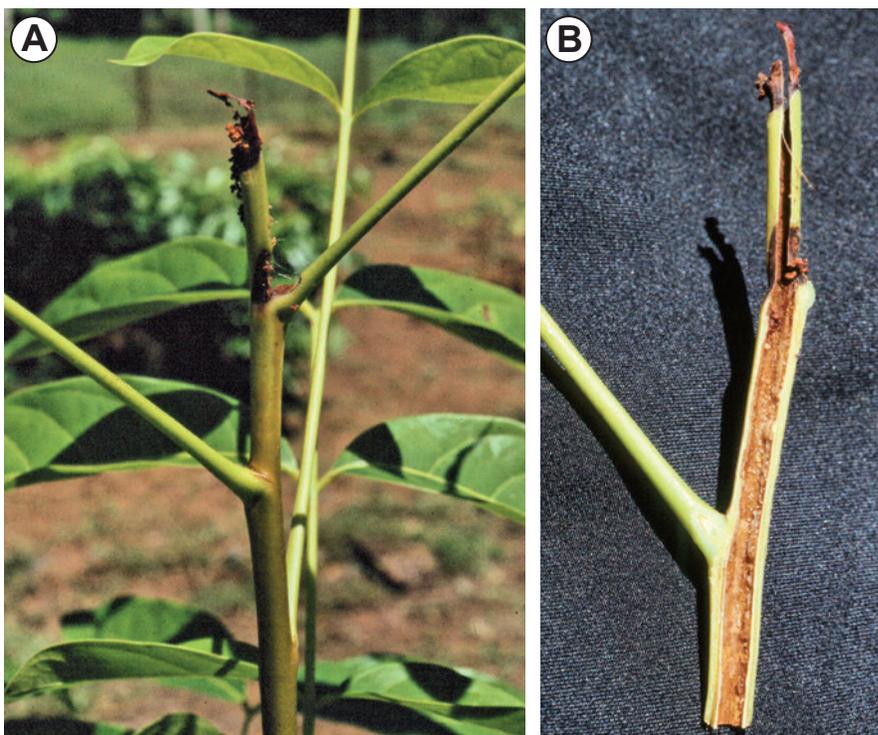
Una de las claves para planificar las zonas de refugio cerca del vivero es considerar qué tipo de formas de vida quiere

atraer. Luego, hay que tener en cuenta lo que necesitan como alimento y forraje, corredores de desplazamiento seguros, hábitat de reproducción y lugares de anidación, y refugio contra el clima y los depredadores. Por ejemplo, las abejas nativas son importantes polinizadoras de las plantas autóctonas en muchas partes del mundo, y sus poblaciones han disminuido. Las necesidades de las abejas varían, pero la mayoría de las abejas autóctonas necesitan un suministro de polen y néctar durante todo el año, procedente de una gran variedad de plantas autóctonas en flor. Para refugiarse, las abejas autóctonas necesitan un lugar seguro para anidar, normalmente en el suelo no perturbado, en tallos huecos o en agujeros en los árboles (Vaughan y Black 2008).

Los consejos que se ofrecen a continuación pueden ayudar a atraer una diversidad de insectos benignos y beneficiosos, animales y otros organismos a las zonas disponibles, incluyendo bordes, setos, cortavientos y otros lugares de refugio alrededor del vivero (adaptado de Wilkinson y Elevitch 2000):

- Conozca las necesidades de las especies previstas en cuanto a alimento, hábitat y otras necesidades. Plante las fuentes de alimento conocidas para las especies objetivo. Las especies de plantas autóctonas son las que con mayor probabilidad apoyan la vida nativa, desde la fauna del suelo hasta las aves. Sin embargo, es posible que algunos animales silvestres nativos se hayan acostumbrado también a las especies exóticas como alimento o hábitat, y algunas especies exóticas naturalizadas pueden ser importantes depredadores de plagas exóticas.

Figura 14.11—El barrenador de los brotes de la caoba (*Hypsipyla grandella*) tiene un efecto importante en la supervivencia y la salud de las plántulas de caoba nativa de las Indias Occidentales. Fotos de Thomas D. Landis.



- No practicar el “cultivo limpio.” Siempre que no suponga un problema de seguridad, dejar el lecho de hojas y el mantillo, la tierra sin cultivar, los troncos secos y los tocones en pie, que son importantes para muchos tipos de vida, desde las abejas autóctonas hasta los pájaros.
- Plantar y proteger una variedad de especies. Las plantaciones complejas y de varios pisos son más atractivas para los animales diversos que las plantaciones de sólo unas pocas especies.
- Crear una variedad de hábitats en la zona. Los árboles altos, los arbustos más pequeños, las plantas herbáceas y los tocones en pie proporcionan nichos importantes en los que las distintas criaturas pueden encontrar su refugio preferido, su alimento, etc.
- Si es posible, intente crear corredores, es decir, zonas conectadas en las que las aves y los insectos puedan vivir o desplazarse con seguridad. Lo ideal es que los corredores sean contiguos, sin mucha separación. Si el vivero está cerca de un bosque más grande, un parque o una zona ribereña, la creación de un corredor entre esta zona y la nueva plantación puede ayudar a las especies a colonizar la zona de refugio. La cooperación con los vecinos también puede ayudar a crear corredores más grandes y amplios.

Otra recomendación es asegurarse de que no se cultivan huéspedes alternativos de ciertas plagas cerca del vivero. Por ejemplo, no todos los hongos de la roya tienen huéspedes alternativos, pero los que los tienen pueden controlarse eliminando estos huéspedes alternativos.

Diversidad

En ocasiones, las zonas de viveros pueden dedicarse a una sola especie vegetal cultivada muy cerca una de otra, lo que supone un potencial buffet para las plagas de esa especie. Los estudios sobre silvicultura, agrosilvicultura y agricultura sostenible ilustran los beneficios de las plantaciones mixtas para reducir los problemas de plagas. Por ejemplo, en el sur de Florida y el Caribe, el barrenador de los brotes de la caoba (*Hypsipyla grandella* [Lepidoptera: Pyralidae]) tiene un efecto importante en la supervivencia y la salud de los plántulos y árboles de caoba nativos de las Indias Occidentales (figura 14.11). Para reducir la probabilidad de ataque de los barrenadores de los brotes de la caoba, los investigadores y los cultivadores están abandonando los monocultivos de caoba y pasando a plantaciones diversificadas, con cierto éxito (Howard y Mérida 2010). Las razones de la eficacia de la diversificación van desde no atraer un gran número de plagas hasta proporcionar un hábitat para una mayor biodiversidad que equilibre las poblaciones de plagas. Los cultivadores que deseen diversificar pueden mezclar plantas de diferentes especies en todo el vivero en lugar de cultivar todas las mismas especies en una sección (ver la historia sobre cómo “esconder” las plántulas de la roya en el Capítulo 20, Descubrir

Formas para Mejorar las Prácticas del Vivero y la Calidad de las Plantas), aunque seguirán queriendo agrupar las mezclas de especies según su fase de crecimiento y sus necesidades de cultivo. También pueden diversificar las zonas alrededor del vivero, como se describe en la sección anterior. Los clientes también pueden estar interesados en trasplantar en patrones diversos en lugar de grandes monocultivos.

Evaluación Continua del Proceso

Valoración y Mejora de la Eficacia de los Enfoques de Manejo de Plagas

Dedicar tiempo a analizar y aprender de las prácticas de prevención de problemas y del manejo holístico de plagas en su vivero. Evalúe el registro diario del vivero estacional y anualmente para valorar la eficacia de las prácticas actuales. ¿Qué está funcionando bien? ¿Dónde se puede mejorar? ¿Cuál es la eficacia de las prácticas de saneamiento? ¿Se observa alguna tendencia de las plagas, como la disminución de un tipo de plaga, pero el aumento de otra a lo largo del tiempo? ¿Hay algún cultivo que sea tan susceptible a las plagas que ya no sea rentable producirlo? ¿Existe algún caso en el que algunas plántulas no se vean afectadas por una plaga mientras que otras se ven muy afectadas? Si es así, ¿cuál es la diferencia? ¿Se ha documentado la presencia de organismos beneficiosos y depredadores naturales de plagas? ¿Cómo se puede formar al nuevo personal para que ayude a buscar plagas, reconocer organismos beneficiosos y diagnosticar problemas en el vivero? ¿Existe alguna práctica de gestión que pueda justificar un pequeño experimento en el vivero (ver el Capítulo 20, Descubrir Formas para Mejorar las Prácticas del Vivero y la Calidad de las Plantas)? ¿Qué lecciones ha aprendido que pueda compartir con otros cultivadores?

Dedicar tiempo a observar y reflexionar sobre los patrones de las plagas y los procesos de manejo holístico puede facilitar, año tras año, la prevención de los problemas y su gestión eficaz en caso de que surjan.

Reconocimiento

Los autores agradecen a Robert L. James, fitopatólogo jubilado del Servicio Forestal, la revisión de este capítulo.

Referencias

- Cloyd, R.A. 2004. Natural instincts. *American Nurseryman*. 200: 38–41.
- 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.

- Francis, J. 2009. Biological disease control—grow your own. International Plant Propagators' Society, Combined Proceedings. 59: 292–295.
- Harvey, C.A. 1999. The colonization of agricultural windbreaks by forest trees: effects of windbreak connectivity and remnant trees. *Ecological Applications* 10:1762–1773
- Hemenway, T. 2009. Bringing in the bees, birds, and other helpful animals. Chapter 7 of *Gaia's garden: a guide to home-scale permaculture*. 2nd ed. White River Junction, VT: Chelsea Green Books: 150–172. Chapter 7.
- Howard, F.W.; Merida, M.A. 2010. *Hypsipyla grandella*, the mahogany shoot borer. Featured Creatures (online publication of the University of Florida, Department of Entomology and Nematology). http://entnemdept.ufl.edu/creatures/trees/moths/mahogany_borer-english.htm (July 2013).
- Jaenicke, H. 1999. Good tree nursery practices: practical guidelines for research nurseries. International Centre for Research in Agroforestry. Nairobi, Kenya: Majestic Printing Works. 93 p.
- James, R. 2012. Personal communication. Vancouver, WA: Plant Disease Consulting Northwest.
- Josiah, S.J.; Allen-Reid, D. 1991. Important nursery insects and diseases in Haiti and their management. Information Report BC-X-331. Victoria, B.C., Canada: Forestry Canada, Pacific Forestry Centre: 51–59.
- Landis, T.D.; Tinus, R.W.; McDonald, S.E.; Barnett, J.P. 1990. The container tree nursery manual: volume 5, the biological component: nursery pests and mycorrhizae. Agriculture Handbook 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 171 p.
- Landis, T.D.; Tinus, R.W.; McDonald, S.E.; Barnett, J.P. 1989. The container tree nursery manual: volume 4, seedling nutrition and irrigation. Agriculture Handbook 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 119 p.
- Mizell, R.F., III; Short, D.E. 2009 (revised). Integrated pest management in the commercial ornamental nursery. IFAS Publication ENY-336, 2003, edis.ifas.ufl.edu/IG144. Gainesville, FL: University of Florida, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences.
- Stace, P. 1995. Windbreak trees for economic biodiversity: a habitat for pests, predators, and crop pollinators. The Sixth Conference of the Australasian Council on Tree and Nut Crops, Lismore, NSW, Australia, 11–15 September 1995. Lismore, NSW, Australia: Australasian Council on Tree and Nut Crops. <http://www.newcrops.uq.edu.au/acotanc/papers/stace.htm> (July 2013).
- Unestam, T.; Beyer-Ericson, L.; Strand, M. 1989. Involvement of *Cylindrocarpon destructans* in root death of *Pinus sylvestris* seedlings: pathogenic behaviour and predisposing factors. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 4(4): 521–535.
- Vaughan, M.; Black, S.H. 2008. Native pollinators: how to protect and enhance habitat for native bees. *Native Plants Journal*. 9: 80–91.
- Wescom, R.W. 1999. Nursery manual for atoll environments. SPC/UNDP/AusAID/FAO Pacific Islands Forests and Trees Support Programme, RAS/97/330. Working Paper 9. 53 p.
- Wilkinson, K.M.; Elevitch, C.R. 2000. Multipurpose windbreaks: design and species for Pacific Island agroforestry. *Agroforestry Guides for Pacific Islands #4*. Holualoa, HI: Permanent Agriculture Resources. <http://www.agroforestry.net>. (July 2011).

Lecturas Adicionales

Arentz, F. 1991. Forest nursery diseases in Papua New Guinea. Information Report BC-X-331. Victoria, BC, Canada: Forestry Canada, Pacific Forestry Centre. pp. 97–99.

de Guzman, E.D.; Militante, E.P.; Lucero, R. 1991. Forest nursery diseases and insects in the Philippines. Information Report BC-X-331. Victoria, BC, Canada: Forestry Canada, Pacific Forestry Centre. pp. 101–104.

Dumroese, R.K.; Wenny, D.L.; Quick, K.E. 1990. Reducing pesticide use without reducing yield. *Tree Planters' Notes*. 41(4): 28–32.

Lopez, R.A.; Duarte, A.; Guerra, C.; Cruz, H.; Triguero, N. 2002. Forest nursery pest management in Cuba. In: Dumroese, R.K.; Riley, L.E.; Landis, T.D., tech. coords. National proceedings: forest and conservation nursery associations—1999, 2000, and 2001. Proceedings RMRS-P-24. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 213–218.

Mohanan, C. 2000a. Epidemiology and integrated management of web blight in bamboo nurseries in India. Proceedings of the 4th meeting of IUFRO Working Party 7.03.04—diseases and insects in forest nurseries. Research Paper 781. Vantaa, Finland: Finnish Forest Research Institute: 107–121.

Mohanan, C. 2000b. Introduction of roottrainer technology in forestry—impact on nursery disease management. Proceedings of the 4th meeting of IUFRO Working Party 7.03.04—diseases and insects in forest nurseries. Research Paper 781. Vantaa, Finland: Finnish Forest Research Institute: 39–47.

Thakur, M.L. 1993. Pest management in forest nurseries in arid and semiarid regions. In: Puri, S.; Khosla, P.K., eds. *Nursery technology for agroforestry: applications in arid and semiarid regions*. New York: International Science Publisher: 329–352.

Thornton, I. 1996. A holistic approach to pest management. *Nursery Management and Production*. 12(6): 47–49.