



Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor

Volumen Uno

Planeación, Establecimiento y Manejo del Vivero

Capítulo 5

Manejo del Vivero

Contenido

	Página
1.5.1 Introducción	157
1.5.2 Organización	158
1.5.3 Personal y Supervisión	159
1.5.3.1 Perfil del administrador de un vivero que produce en contenedor.	159
1.5.3.2 Actitudes profesionales	159
Competencia técnica	159
Claridad en los objetivos de manejo	159
Relación con el cultivo	159
Compromiso en el vivero	160
Limpieza	160
1.5.3.3 Supervisión	161
1.5.3.4 Programas de seguridad	161
1.5.3.5 Plan operativo	162
1.5.4 Toma de Datos y Análisis	163
1.5.4.1 Registros financieros y de producción	163
1.5.4.2 Registros del cultivo	164
Programa de producción	164
Condiciones ambientales	165
Desarrollo del cultivo	166
1.5.5 Resolviendo Problemas del Vivero	171
1.5.5.1 Principios del manejo de emergencias	172
Estar preparado	172
Utilizar todos los sentidos en todo momento	172
Estar alertas en el surgimiento de problemas	173
1.5.5.2 Temperaturas críticas	174
Frío inusual	174
Calor excesivo	176
1.5.5.3 Fuego	178
1.5.5.4 Crisis por agua	178
Inundación	178
Escasez de agua	178
1.5.5.5 Problemas culturales	178
Germinación errática o retardada	179
Tasas de crecimiento menores a lo programado	180
Dormancia prematura	180
Síntomas foliares	181
Patrones anormales de crecimiento	183
Problemas de plagas	186
1.5.6 Relación con los Clientes	189
1.5.7 Resumen	190
1.5.8 Referencias	191
1.5.8.1 Referencias generales sobre administración de viveros	191
1.5.8.2 Literatura específica citada	191

1.5.1 Introducción

La fase final en el desarrollo de un vivero inicia cuando la construcción es terminada por completo y **¡es el momento para planear el primer cultivo!** El reto para el manejo de un vivero de contenedores puede ser intimidatorio para un nuevo administrador, por lo que el propósito en este capítulo es bosquejar varios aspectos para el viverista. Aunque los estilos personales de manejo difieren con el tipo de personalidad y los objetivos específicos, hay varios aspectos clave para un vivero exitoso: una organización sólida, personal profesional, un sistema de toma de datos y análisis, y un sistema establecido para resolver problemas. Ninguno de estos aspectos son únicos para viveros que producen en contenedor, y una buena información general sobre manejo de viveros puede encontrarse en la lista de referencias sobre horticultura general en la sección 1.5.8.1.

1.5.2 Organización

Para que sea exitoso, el manejo de un vivero debe tener una estructura de organización que asegure que las responsabilidades sean asignadas y las actividades se realicen. Las responsabilidades para un vivero que produce planta en contenedor pueden dividirse en cuatro categorías generales (Nelson,1991):

1. **Producción.** El funcionamiento diario de las operaciones del cultivo.
2. **Ingeniería.** El mantenimiento de las instalaciones y de los equipos especiales.
3. **Mercadotecnia.** Solicitud de órdenes, entrega de la cosecha, y el abastecimiento de cualquier tipo de servicios y requerimientos del cliente.
4. **Relaciones públicas.** Control del directorio de proveedores y cotizaciones, facturas, compras y pago de nóminas.

En viveros pequeños, el administrador también puede ser el dueño y puede hacer todas, o casi todas esas funciones. Conforme el vivero crece en tamaño, el administrador puede delegar responsabilidades de diferentes áreas a personal asistente, lo cual es el principio de una organización jerárquica. A menudo, el primer empleado profesional que un vivero de nueva creación contrata, es un productor. Esta persona actúa como director de producción, dejando otras obligaciones relacionadas con los proveedores al viverista. Los productores usualmente supervisan las labores generales, pero la supervisión en viveros grandes es delegada a jefes de cuadrilla.

Independientemente de la estructura organizativa, cualquier vivero exitoso debe tener una característica: **unidad de mando**. Los administradores de viveros deben establecer una asignación clara de responsabilidades, junto con la autoridad para llevarlas a cabo. El cultivo de plantas en contenedor no es un procedimiento sencillo. Consecuentemente y dado que los administradores de viveros están más compenetrados con las operaciones diarias y a la larga ellos serán responsables, sólo ellos deberán dirigir las actividades en el vivero, haciendo los cambios en los programas de producción y regulando la calibración del equipo de control ambiental. En los viveros donde no ha habido una clara asignación de responsabilidades, se desarrollan problemas eventualmente.

1.5.3 Personal y Supervisión

1.5.3.1 Perfil del administrador de un vivero que produce en contenedor

Una de las decisiones más difíciles para quien establece un vivero es la contratación de un administrador. El propósito de esta sección es analizar brevemente lo que hay que buscar en un administrador de vivero y qué es lo que lo hace único. El administrador puede describirse como el organizador, el planeador, gente capaz con amplia capacidad de trabajo, de toma de decisiones, con diplomacia, capacidad de resolver problemas, con la creencia firme de que todas las actividades deben ser para el mejoramiento del negocio, gente de buen juicio, y quien está capacitado, es honesto y confiable, que ve un reto para el cumplimiento del trabajo (Nelson, 1991).

Es raro encontrar genuinamente todas estas cualidades en una persona, pero la definición ilustra la naturaleza multifacética de un trabajo de administrador. Los administradores deben ser honestos y capaces de pensar y razonar rápida y claramente. Los problemas surgirán y requerirán soluciones a las que deberá llegarse a través de un cuidadoso análisis y deducción. Los administradores de viveros que producen en contenedor deben saber acerca de las estructuras para propagación, morfología y fisiología de la planta, la economía y la administración de un negocio privado o de una organización gubernamental. Deben tener suficiente inteligencia y seguridad en sí mismos para manejar los procedimientos administrativos del negocio, manejo del personal, manejo de las instalaciones físicas, rotación y programación de los cultivos, cultivo de plantas, mercadotecnia y entregas. Si el vivero es parte de una gran organización, el grupo de apoyo y otros administradores pueden compartir estas cargas y ayudar con estos trabajos. Sin embargo, el administrador deberá observar que todas las actividades de manejo estén coordinadas.

1.5.3.2 Actitudes profesionales

Dirigir un vivero de contenedor es más que sólo desarrollar un cultivo. Los administradores de viveros exitosos deben poseer ciertas actitudes clave profesionales, que guiarán su trabajo diario y proveerán un ejemplo para sus empleados.

Competencia técnica. Tradicionalmente, el administrador de un vivero forestal llega a tener un grado en la profesión forestal. Hay buenas razones para esto, por lo menos los forestales con experiencia en campo conocen la dificultad de

plantar árboles y lo importante que es de que cada planta sea de calidad. Sin embargo, los forestales deben aprender a cultivar especies forestales en contenedor por observación, a prueba y error, y estudiar las publicaciones técnicas. Mientras que este proceso de formación del administrador tiene algunas desventajas, el proceso ha desarrollado una esencia consistente para el viverista profesional. En años recientes, un mayor número de posiciones de viveristas que producen en contenedor y cultivadores, están siendo ocupadas por horticultores.

Un buen administrador de viveros no necesariamente debe ser forestal, horticultor o botánico. Prescindiendo de su experiencia o formación, el factor clave es que entienda la operación diaria de un vivero con contenedores, y sea capaz de cultivar plantas forestales. Administradores y productores deben tener el conocimiento- por entrenamiento formal o por experiencia- para entender cómo reaccionan las plantas a los tratamientos de cultivo.

Claridad en los objetivos de manejo. A los administradores se les debe dejar producir plantas. Es muy común, especialmente en los grandes viveros del gobierno, que sean sepultados por detalles administrativos porque son los administradores más antiguos en el lugar. Esto es un gasto de recursos y una mala administración. Un grupo de apoyo adecuadamente soportado debe permitir que el administrador haga en realidad el trabajo para el cual fue contratado.

La misión de un vivero debe guardarse como principio en la mente del administrador y de su grupo de apoyo, y esto es útil para señalar la misión en términos de un objetivo concreto. Por ejemplo, un objetivo podría ser "producir plantas de alta calidad a un costo razonable". Comúnmente, los detalles en el desarrollo del vivero, los problemas del personal, el trabajo de mantenimiento o las preocupaciones con otras actividades relacionadas pueden, sin proponérselo, eliminar la principal razón del vivero. Esto a menudo es atribuido directamente a las demandas y prioridades de una alta gerencia o de los dueños, quienes a menudo no proporcionan técnicos adecuados y el soporte financiero para evitar comprometer el objetivo principal del vivero.

Relación con el cultivo. El administrador y su grupo de apoyo deben aprender a "pensar como una planta" (fig. 1.5.1). Se debe revisar como actividad prioritaria del vivero, los puntos de vista

de los requerimientos biológicos del cultivo. La meta en el vivero usualmente es producir plantas de calidad sobre una base económica. Cada miembro del equipo debe tener al menos un conocimiento elemental del efecto que sus actividades tendrán sobre el buen desarrollo biológico de las plantas. En años recientes, la Asociación Americana de Viveristas (The American Association of Nurserymen) ha estado enfatizando el entrenamiento hortícola básico para trabajadores de viveros. Este entrenamiento no solamente proporciona un mayor sentido al trabajo que se hace, más bien permite apreciar el efecto de la actividad en la planta que se está cultivando.



Figura 1.5.1. Un administrador de vivero exitoso debe ser capaz de “pensar como una planta”, habilidad que resulta de su propio entrenamiento por su experiencia práctica.

Tal formación podrá prevenir errores desastrosos con el grupo de trabajadores quienes, por ejemplo, pudieran no entender las implicaciones para la cosecha de reducir la temperatura en la estructura de propagación, porque “está demasiado caliente para trabajar confortablemente”. En el análisis final, los administradores son los primeros entrenadores de la cuadrilla. Su conocimiento y actitud hacia el cultivo determinarán a la larga el cómo la cuadrilla aprende adecuadamente a “pensar como una planta”.

Compromiso con el vivero.- Un vivero de contenedores no puede ser administrado “por la comisión”. En lugar de ello, una persona siempre tiene que responsabilizarse por el cultivo en algún momento en particular. Por ejemplo, si el sistema de control del fotoperiodo falla por una noche, las plantas pueden pasar un tiempo con dormancia de yema y no iniciar el crecimiento del brote hasta el siguiente año. De igual manera, si las plantas son forzadas a crecer de nuevo, esta negligencia significa que la cosecha se retrasará seriamente y el contrato de la cosecha puede perderse. Los problemas siempre se desarrollan cuando no hay una persona quien conscientemente vea todo el tiempo por la cosecha, y por el funcionamiento del vivero.

El cultivo de plantas en contenedor involucra un control preciso del ambiente de propagación, de tal manera que sea óptimo para el crecimiento. Esta es una gran ventaja, pero al mismo tiempo, los administradores tienen más responsabilidades para el buen desarrollo de la cosecha que aquellos de viveros a raíz desnuda. La naturaleza proporciona amortiguadores contra daños a las plantas en el ambiente de viveros a raíz desnuda, incluyendo un gran volumen de suelo que provee agua y nutrientes, y un acondicionamiento natural durante la parte final del verano, de modo que las plantas están preparadas para el invierno. Un invernadero totalmente controlado tiene pocos de estos amortiguadores naturales, así que hay escaso margen para el error. El precio de un rápido crecimiento de la planta en viveros que usan contenedores es conocimiento y constante vigilancia.

Limpieza. El seguro más económico contra enfermedades, insectos, problemas mecánicos o fisiológicos de la planta que se produce en contenedor, es mantener todo limpio y en buen estado. La limpieza no es sólo una recomendación para el saneamiento, sino que también es indicio de un negocio bien manejado. Es más fácil vender plantas a compradores potenciales u obtener apoyos potenciales dentro de la organización, si el vivero está limpio, ordenado y bien arreglado. Los visitantes valorarán lo limpio, la pulcritud del vivero, con la eficiencia y el buen manejo; y en verdad, usualmente esto es correcto.

El énfasis sobre la limpieza, la pulcritud y el mantenimiento también afecta a los trabajadores del vivero. Al enfatizar lo mencionado y proporcionar un buen ejemplo, los administradores están diciendo “a nosotros nos importa este lugar; se refleja en ti y en nosotros también; va a ser algo de lo que todos podamos sentirnos orgullosos”.

Bajo estas condiciones, los trabajadores, especialmente los empleados de mayor antigüedad, responderán con orgullo adicional en su trabajo y sentirán que pertenecen y tienen un lugar en el vivero.

1.5.3.3 Supervisión

Tanto Nelson (1991) como Hanan *et al.* (1978), proporcionan en sus textos secciones excelentes sobre supervisión, y hay abundancia de otros materiales sobre este tema. Sin embargo, unos pocos comentarios en particular para los administradores de viveros son apropiados aquí. Primero, las características de un vivero de contenedores exitoso proceden directamente del ejemplo del administrador o, como Nelson (1991) apunta: “el manejo de la mano de obra inicia con el manejo de uno mismo”. También, el supervisor sabio se asegura que los trabajadores entiendan varias cosas:

- 1.Cuál es la estructura administrativa de la organización y quién es su jefe inmediato.
2. Cuáles son las metas del vivero y/o el origen de la organización.
3. Cuáles son sus responsabilidades directas y cómo se relacionan con el resto de la fuerza de trabajo.
4. Cómo se evaluará su desempeño y cuál será su gratificación monetaria y profesional.

La supervisión exitosa también está correlacionada con el ambiente de trabajo, expectativas y oportunidades para los empleados. Como se mencionó anteriormente, un ambiente de trabajo limpio y ordenado, combinado con altos estándares de productividad, no sólo provee a los empleados de un mejor lugar para trabajar, sino que también genera orgullo en su trabajo. Las grandes expectativas para los empleados, en términos de cantidad o calidad de trabajo, generalmente incrementarán las expectativas personales de cada uno de los trabajadores y producirán una mayor autoestima. Las oportunidades de promoción y educación (en o fuera del trabajo) con frecuencia han probado ser tan o más importantes que el sueldo, para motivar a los empleados.

1.5.3.4 Programas de seguridad

Los invernaderos y otras estructuras para la propagación, tienen un número de riesgos inherentes de seguridad que pueden ser minimizados mediante un diseño y una construcción convenientes, y por los hábitos de seguridad del trabajador (Goldsberry, 1979).

Probablemente el mayor riesgo creado por la humedad es el peligro de una descarga eléctrica. Todo el cableado eléctrico deberá estar en un conducto impermeable. Todas las salidas deberán estar haciendo tierra y equipadas con interruptores. Las herramientas que no hagan tierra y cualquier tipo de aparatos nunca deberán ser usados en estructuras para cultivar en contenedor, a menos que tengan aislamiento doble. La energía eléctrica debe cortarse antes de que el equipo eléctrico sea reparado o ajustado.

Las estructuras de propagación conllevan muchos otros riesgos. El equipo, como los ventiladores y las bandas transportadoras, puede encender automáticamente sin aviso. Por ello, las aspas y otras partes móviles deberán protegerse para evitar que alguien ponga los dedos allí. Algunas estructuras tienen montado un piso con calefacción, el cual deberá tener los tubos de escape protegidos de tal manera que no puedan ser tocados por accidente. Las áreas de almacenamiento de plaguicidas deben ser apropiadamente diseñadas, y a todos los empleados (no sólo los responsables de las aplicaciones) se les debe dar entrenamiento regular sobre el uso de plaguicidas en áreas cerradas. (El almacenamiento de plaguicidas y la seguridad se discuten a detalle en la sección 5.1.8, en el volumen cinco de esta serie).

Muchos potenciales problemas de seguridad pueden evitarse con el mantenimiento de una pulcra y limpia área de trabajo. Las herramientas y otros equipos nunca deben dejarse tirados, y las mangueras o cuerdas deben estar enrolladas y ubicadas fuera de las áreas de tránsito. Las áreas de propagación comúnmente están húmedas, lo que hace al piso resbaloso, especialmente si se ha permitido el desarrollo de algas. Los pisos deben ser contruidos para drenar adecuadamente, y deben limpiarse tanto como se necesite para prevenir condiciones resbalosas.

Las reuniones sobre seguridad deben hacerse al principio de cada período de mayor trabajo, como la siembra, clasificación o empaclado. Estas reuniones son una oportunidad excelente para informar a los nuevos empleados, y para recordarles a los trabajadores de reingreso, de los posibles riesgos y mostrarles la mejor manera de hacer las tareas con seguridad. Algunas actividades son particularmente peligrosas, tales como la extracción de las plantas de su contenedor durante el empaclado, que a menudo causa tendinitis y síndrome de la estrechez en el hueso carpiano (Wallersteiner, 1988). Sin embargo, como muchas lesiones de trabajo, éstas pueden reducirse mediante un entrenamiento adecuado, y poniendo atención durante las actividades (fig. 1.5.2).



Figura 1.5.2. Una de las obligaciones de un administrador es promover una ética de la seguridad mediante ejemplo personal, entrenamiento y recordatorios frecuentes.

1.5.3.5 Plan operativo

El plan operativo es la propuesta de trabajo que pone juntos todos los requerimientos no estructurales para la producción de un vivero (mano de obra, suministros, equipo, etc.) en momentos clave del proceso de producción. La planeación operativa es lo que permite producir plantas en un proceso fácil y eficiente; es una parte importante, pero comúnmente descuidada en el manejo de un vivero forestal que produce en contenedor. Los administradores a menudo tienden a concentrarse en los detalles diarios del cultivo, pero olvidan planear para futuras necesidades. La planeación operativa es especialmente importante en los viveros debido a la naturaleza estacional del trabajo, y a los requerimientos para las labores y los recursos en periodos específicos, limitados en tiempo, tales como las temporadas de siembra y empaclado.

Para los propósitos de la planeación, un vivero forestal puede ser visualizado como un sistema que consiste de una serie secuenciada de procesos (llenado y siembra de contenedores), operaciones (colocado de un número especificado de semillas

por contenedor), y de requerimientos (estructuras para propagación, equipos de siembra, mano de obra y suministros) para completar cada proceso. Los buenos administradores aseguran que todos los procesos estén programados en una secuencia apropiada, y que todos los requerimientos para una operación específica estén disponibles en el tiempo y en el lugar adecuados. (Los requerimientos para un sistema de vivero con contenedores serán discutidos con más detalle en la sección 1.1.4.1, y la estructura organizativa se diagrama en la tabla 1.1.5.).

1.5.4 Toma de Datos y Análisis

Un tercer aspecto importante en el manejo y administración del vivero es la toma de datos y el análisis de la información. Las clases de registros y los métodos para el levantamiento y almacenamiento de la información variarán considerablemente con el tipo, tamaño y complejidad del vivero. El propósito de esta sección no es especificar algún método de registro en particular, más bien introduce los términos y conceptos necesarios para iniciar el manejo de un vivero, y marcar en los nuevos administradores la importancia de mantener adecuadamente un registro correcto desde el inicio. Los tipos de registros llevados en un vivero de contenedores caen en dos categorías generales: registros financieros y de producción, así como registros del cultivo.

1.5.4.1 Registros financieros y de producción

Los registros financieros son llevados para la contabilidad de los gastos, el control del presupuesto y para abastecer los registros necesarios a efecto de mejorar procedimientos que conduzcan el negocio en el futuro. Los registros financieros también se tienen para satisfacer requerimientos gubernamentales (incluyendo lo correspondiente a impuestos) y así ayudar en la obtención de créditos.

Un sistema de registro financiero debe ser diseñado para documentar tres clases generales de información: (1) datos de gasto, (2) datos de producción, y (3) datos de costo unitario. Los datos pueden registrarse para una operación individual en el vivero (tal como la "siembra"), pero también puede usarse para analizar otras variables de producción tales como las especies, tamaño del contenedor, e incluso el cliente. La información sobre los costos de producción debe estar organizada para reflejar los costos centrales incluyendo insumos, utilidades, servicios y mano de obra. El análisis de esta información puede mostrar al administrador en donde los costos son excesivos y ayuda a tomar decisiones de manejo, tal como el si una cosecha de invierno puede ser justificada financieramente (tabla 1.5.1). Debido a que la mano de obra es un gran componente de los costos de producción, el administrador debe recabar el número de horas que se invirtió a lo largo de cada tarea con el número de plantas procesadas. Esta información puede entonces ser analizada y presentada en tablas (tabla 1.5.2) que pueden ser de gran valor para tomar decisiones sólidas de negocios, tal como la inversión en un nuevo equipo para el ahorro de mano de obra.

Los registros financieros deberán incluir también datos detallados de producción respecto a información operativa, tal como "las horas invertidas en mano de obra para el llenado de contenedores" o "las bolsas de fertilizante compradas" o "el número de árboles de una cierta especie forestal embarcada". Tal información de producción, combinada con la parte de costos de los registros financieros, es la base para tomar muchas decisiones de manejo, especialmente respecto a la compra de materiales, el presupuesto del próximo año, u otras actividades operativas, culturales o de mantenimiento. Finalmente, los datos financieros son usados para calcular los costos unitarios de salida (dólares por miles de plantas). Esta última información es esencial para fijar los precios exactos y estimar los costos de la futura producción, cuando se ofrecen contratos de producción de planta.

La sofisticación de los registros financieros variará con el tamaño y la complejidad del vivero. Un vivero pequeño puede encontrar que es completamente adecuado mantener sus registros redactados en un cuaderno de bitácora, mientras que esto sería difícil para un vivero grande. Los modernos sistemas de registro basados en equipos de cómputo, proporcionan un manejo de información mucho más fácil, especialmente la clasificación de los datos en diferentes categorías y su despliegue para análisis. Muchos establecimientos y consultores de cómputo y paquetes de programas, están disponibles para ayudar al administrador inexperto. Por ejemplo, un programa de cómputo llamado "Contabilidad de Costos del Invernadero" (Greenhouse Cost Accounting), permite al administrador ejecutar detalladamente la contabilidad y el cálculo de la ganancia para cultivos en contenedor (Brumfield, 1992). Este programa es particularmente útil porque permite que el usuario asigne costos variables a cualquier número de cultivos individuales sobre una base de área, tarea que sería extremadamente tediosa sin la ayuda de una computadora.

Los requerimientos cambian de acuerdo al tamaño y la sofisticación del vivero, por lo que, en varios puntos durante el desarrollo de las instalaciones del vivero, el administrador deberá verificar si el sistema de registro financiero todavía es adecuado para satisfacer las necesidades del vivero.

1.5.4.2 Registros del cultivo

Los registros del cultivo son llevados para sustentar un plan que permita repetir cosechas exitosas, y presentar una contabilidad que pueda ser usada en (a) determinación de causas de errores en el cultivo, (b) decisiones de acciones a tomar sobre el cultivo, y (c) elaboración de planes que eviten problemas con cosechas futuras (Nelson, 1991). Lo

siguiente es un bosquejo general de los tipos de registros de cultivo que deben hacerse (una discusión más detallada será proporcionada en el volumen seis de esta serie).

Los registros de cultivo caen en tres categorías: programas de producción, condiciones ambientales en el área de propagación, y registros del desarrollo de la cosecha.

Tabla 1.5.1. Costos de producción para tres diferentes cosechas de abeto (*Picea* sp.) producidas en contenedor en New Brunswick, Canadá

Costo	Cosecha de invierno (USD \$/1,000 plantas)	Primera cosecha de verano (USD \$/1,000 plantas)	Segunda cosecha de verano (USD \$/1,000 plantas)	Porcentaje promedio del costo total
Insumos para propagación				
Contenedores	23.42	23.42	23.42	17.7
Sustrato	1.66	1.66	1.66	1.2
Malla sombra	0.38	0.38	0.38	0.3
Semilla	1.36	1.36	1.36	1.0
Cubierta para semillas	0.70	0.70	0.70	0.5
Fertilizante	0.60	0.77	0.63	0.5
Plaguicidas	0.43	0.43	0.43	0.3
Otros insumos	17.96	17.96	17.96	13.5
Insumos de energía				
Combustible para calefacción	21.58	2.10	5.56	6.9
Electricidad	2.84	0.82	1.66	1.3
Servicios y arrendamientos	7.82	7.82	7.82	5.9
Mano de obra				
Tiempo completo	28.38	28.38	28.38	21.4
Tiempo parcial	37.79	37.79	37.79	28.5
Gastos misceláneos	1.23	1.23	1.23	1.0
Costo total por 1,000 plantas	146.15	124.82	128.98	100.0
Costo total por cosecha	580,946.00	496,175.00	512,683.00	100.0

Basado en un nivel de producción total de aproximadamente 4.7 millones de plantas de abeto negro, black spruce (*Picea mariana*) por cosecha, y con una eficiencia de plantas embarcables del 85%.

Fuente: modificado de Clements y Dominy (1990).

Programa de producción. Estos planes escritos para la calendarización de la cosecha, son esenciales para la administración exitosa de un vivero, y se desarrollan previos a la siembra con base en la mejor información y experiencias disponibles. Los programas de producción vienen en diferentes grados de sofisticación y refinamiento. Pueden ser sólo esbozos generales de fechas para los procesos clave del cultivo, tales como la siembra, el raleo y la cosecha, o pueden proporcionar detalles considerables de cada paso del proceso, junto con un registro del cumplimiento real (Tinus y McDonald, 1979). Los mejores programas de producción incluyen una variedad de consideraciones operativas relacionadas con el tiempo de la cosecha, el cultivo y el espacio de crecimiento a utilizar. Se debe considerar:

1. Especificaciones objetivo para la cosecha y el tiempo de entrega.
2. Asignación adecuada de tiempo para la estratificación de la semilla, si es requerida,

antes de la siembra, y para un período adecuado de endurecimiento antes del embarque.

3. Colocación de especies o tipos de contenedores con regímenes similares de crecimiento, en el mismo ambiente de propagación.
4. La eficiente planeación en el uso de espacio del ambiente de propagación, permite que grandes bloques de especies similares se siembren al mismo tiempo y, si es posible, para facilitar el movimiento de las plantas que se removerán primero, colocándolas cerca del perímetro o en las puertas.

Tabla 1.5.2.- Requerimiento promedio de mano de obra en el vivero y costo por proceso

Proceso	Horas/1,000 plantas	Costo/1,000 Plantas (USD \$)	Costo total por cosecha (USD \$)	% del total
Preparación de la semilla	0.1	0.60	487.00	2.1
Siembra	1.2	6.40	5,409.00	23.6
Aclareo o raleo	0.9	4.80	4,084.00	17.9
Operaciones culturales	0.3	1.50	1,235.00	5.4
Tareas misceláneas	0.2	0.90	791.00	3.5
Mantenimiento	0.4	2.30	1,922.00	8.4
Clasificación y empaçado	1.9	10.50	8,952.00	39.1
Totales por cosecha	4.9	27.00	22,880.00	100.00

Basado en 5 años de cosecha, con un costo de mano de obra de USD \$5.50 por hora, y una producción total de 850,000 plantas por cosecha.
Fuente: Wenny (1992).

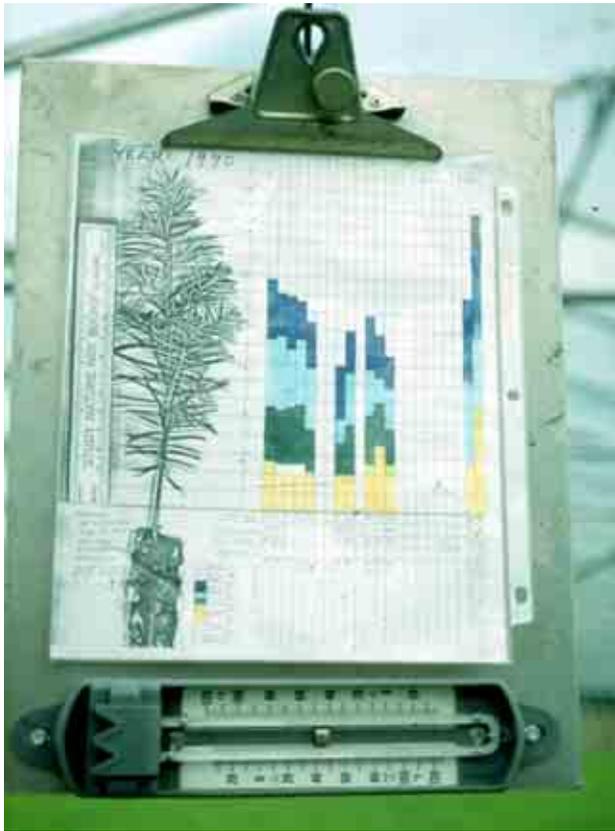
Los programas de producción deben servir como un recordatorio diario para el administrador del vivero acerca de las operaciones a realizarse y deben, junto con las varias cosechas que se están cultivando, servir como fundamento para la planeación de la fuerza de trabajo y materiales sobre una base semanal. (Los procedimientos de cómo desarrollar programas de trabajo y varios ejemplos, serán presentados en el volumen seis, capítulo 1, de esta serie).

Condiciones ambientales. Este conjunto de registros relacionados con el cultivo, considera aspectos tales como la temperatura dentro y fuera de la estructura de propagación, intensidad de la radiación solar, análisis de nutrientes del sustrato, análisis foliar de nutrientes, ocurrencia de plagas y enfermedades y otras observaciones generales (Nelson, 1991). Estos registros no sólo muestran el mantenimiento del ambiente para el cultivo, sino que también, indicarán fallas en el equipo y toda desviación involuntaria del programa de producción. Las condiciones anormales del cultivo descubiertas posteriormente, pueden a menudo estar relacionadas con fallas mecánicas previas, como lo indican los registros ambientales.

Los registros diarios o semanales de las condiciones ambientales y del desarrollo de la planta, pueden graficarse manualmente en un pizarrón montado cerca del área de trabajo. Este sistema tiene la ventaja de ser rápidamente accesible y simple (fig. 1.5.3A). Las hojas de registro pueden ser perforadas e integradas en una carpeta para su revisión y archivado posterior. Los higrotermógrafos son formas fáciles de obtener registros permanentes de temperatura y humedad. En años recientes, las computadoras para el control ambiental se usan comúnmente no sólo para controlar las condiciones en el ambiente de propagación, sino también para proporcionar una manera fácil de comprobar aleatoriamente las condiciones a lo largo del área de cultivo (fig. 1.5.3B). Esta información de tiempo atmosférico en el ambiente del cultivo, se almacena

constantemente en un disco y puede usarse para hacer un diagrama y analizar las tendencias, lo cual puede ayudar al administrador a localizar problemas rápidamente, y a aplicar medidas correctivas antes de que ocurran serias pérdidas de crecimiento.

Las condiciones atmosféricas en el ambiente de cultivo, deberán también obtenerse de una estación meteorológica normal, incluyendo la temperatura diaria máxima y mínima, la humedad, la precipitación y la velocidad del viento. Los cambios en el tiempo a menudo se relacionan directamente con las condiciones ambientales dentro de la estructura de crecimiento, así que estos registros pueden revelar problemas con el sistema de control ambiental. Las computadoras deben estar conectadas con sensores externos, que proporcionen una descripción completa del tiempo atmosférico diario y de las tendencias climáticas estacionales, y los datos puedan transferirse automática y directamente a la computadora para su almacenamiento permanente. Los registros del tiempo atmosférico son datos muy valiosos que pueden decirle al administrador cómo diseñar y operar estructuras de propagación, y cómo aclimatizar los cultivos, además de proporcionar una manera de evaluar los riesgos por daños potenciales relacionados con el tiempo atmosférico.



A



B

Figura 1.5.3. Las condiciones ambientales dentro del área de cultivo pueden ser registradas manualmente junto con notas acerca del desarrollo de la planta (A). Los sistemas computarizados en el vivero pueden monitorear y registrar el intervalo completo de variables ambientales (B).

Desarrollo del cultivo. Todos los viveros deberán llevar algunas formas de registros permanentes para monitorear el crecimiento y desarrollo de sus cosechas a través de la etapa de cultivo. Los administradores llevarán el monitoreo de los eventos significativos, tales como la velocidad de germinación y el desarrollo de yemas dormantes, y también tomarán mediciones periódicas de los

parámetros de crecimiento, incluyendo **longitud del brote** y **diámetro del tallo (calibre)**. El crecimiento de la raíz es más difícil de monitorear porque las plántulas se dañan cuando son removidas del contenedor, a menos que sean utilizados contenedores tipo libro (los cuales están especialmente diseñados para facilitar la inspección de la raíz). Aunque requiere de un muestreo destructivo, el **peso seco** de la planta es un índice útil de desarrollo del cultivo, y es necesario para el cálculo de la **relación tallo/raíz (T/R)**.

Es mejor designar a una persona –un supervisor de cultivo- responsable de tomar todas las mediciones de desarrollo e inventario de la planta. Esto garantiza que las mediciones sean tomadas de la misma manera en cada ocasión, dado que estos supervisores se llegan a familiarizar íntimamente con el desarrollo del cultivo, son de gran valor como especialistas en detección de plagas. La altura de la planta puede tomarse fácilmente con una regla y el diámetro del tallo con un vernier, registrándose estos datos en formatos previamente preparados (fig. 1.5.4A). Los vernieres digitales se leen fácilmente y pueden conectarse a un registrador portátil (fig. 1.5.4B).

Los datos de mediciones hechas manualmente pueden ser ingresados a bases de datos diseñadas para ello, y luego son descargados electrónicamente en los archivos de la computadora. Los viveros con sistemas computarizados pueden combinar esta información con los registros ambientales y de cultivo para generar sofisticados modelos de cultivos, y optimizar los programas de producción.

El medio de crecimiento y las plantas pueden analizarse químicamente para determinar los niveles de cada uno de los elementos minerales. La mayoría de los viveros toman muestras representativas del sustrato o del follaje de la planta, y los envían a laboratorios comerciales para su análisis. Esta información ayuda al administrador del vivero para que identifique y corrija los problemas de nutrición, y para probar nuevos regímenes de fertilización. Por ejemplo, pruebas con *Picea mariana* (black spruce), mostraron que incrementos de 50% en la tasa de fertilización mejoraron la tasa de crecimiento, pero con una duplicación en la fertilización causa una reducción en la calidad de la planta (tabla 1.5.3). El peso seco total decrece y los brotes llegan a ser demasiado largos, como se refleja la alta proporción tallo/raíz. El contenido de nitrógeno foliar fue demasiado alto para una buena supervivencia y un buen crecimiento, y los altos niveles de nitrato en el medio de crecimiento

condujeron a una contaminación agrícola inconveniente del agua de desecho (Ver sección 4.1.9 en el volumen cuatro de esta serie para procedimientos y estándares en las pruebas de nutrientes).



A



B

Figura 1.5.4. El monitoreo regular del desarrollo de la planta (A) proporciona información sobre los efectos de las prácticas culturales, así como un buen momento para verificar plagas. Los nuevos calibradores digitales pueden ser leídos con registradores portátiles, haciendo más rápido y exacto el seguimiento del desarrollo de la planta. (B).

Monitoreo de la planta objetivo. Los administradores exitosos de viveros usan el concepto de **planta objetivo**, para describir las características morfológicas y fisiológicas ideales de una planta que sobrevivirá y crecerá en un sitio específico de plantación (Rose *et al.*,1990). El concepto de la planta objetivo es una manera útil para que los usuarios describan qué tipo de planta esperan, y para que los administradores de viveros describan qué pueden producir realmente. Dadas las diferencias entre las especies y las condiciones ambientales del sitio de plantación definitivo, la planta objetivo variará de cliente en cliente.

Los atributos morfológicos – incluyendo la longitud de tallo, diámetro del tallo y el volumen de raíz – son las mediciones más comunes, pero otros atributos fisiológicos ayudan a definir adecuadamente la planta objetivo. Los atributos fisiológicos son categorizados como atributos de desempeño (crecimiento potencial de la raíz, resistencia al frío, y resistencia al estrés), o atributos materiales (dormancia de yema, relación de agua, nutrición y morfología). Estos atributos de desempeño son evaluados en muestras de plantas colocadas en ambientes controlados y evaluando sus respuestas (Ritchie,1984). (El seguimiento de la calidad de planta se discutirá con más detalle en el volumen seis de esta serie).

Tabla 1.5.3.- Los datos del desarrollo de la planta y los resultados del análisis foliar de nutrientes pueden ser muy útiles para detectar problemas o ensayar nuevas prácticas de cultivo.

Tratamiento de fertilizante	Edad (semanas)	Peso seco total (mg)	Relación tallo/raíz	Nivel* en el sustrato (ppm)	Contenido [#] de N Foliar (%)	Análisis del Manejo
Normal	13	175	4.3	2	2.75	Crecimiento aceptable
1.5X	13	290	6.6	3	3.04	Mejor crecimiento
2.0X	13	255	10.0	12	3.41	Crecimiento inferior

* = Nitrógeno-nítrico.

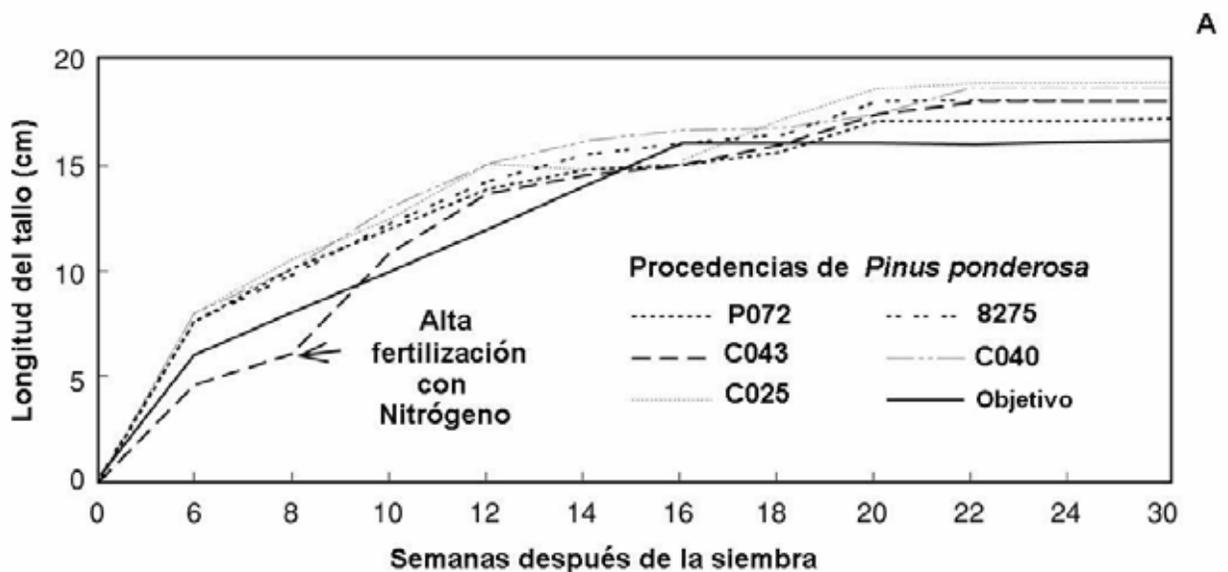
= Nitrógeno total.

Fuente: modificado de Hallett (1982).

Durante la etapa de cultivo, las tendencias en el desarrollo de la planta son fácilmente visualizadas con gráficas de la longitud del brote, diámetro del tallo y peso seco en un momento dado (fig. 1.5.5A y B). Aunque pueden graficarse manualmente, las computadoras hacen más fácil este proceso y la información puede almacenarse para un análisis futuro (fig. 1.5.5C). Estas gráficas del crecimiento son muy valiosas para el monitoreo del desarrollo del cultivo, así como para realizar ajustes en los factores ambientales y en las prácticas culturales durante el tiempo de cultivo. Por ejemplo, si un lote de semillas muestra un lento crecimiento comparado con la curva de crecimiento ideal, la tasa de fertilización con nitrógeno puede incrementarse para llegar al crecimiento esperado (fig. 1.5.5A). Sin estas gráficas, se dificulta la identificación de los problemas del desarrollo con la prontitud necesaria para ser capaz de corregirlos. La acumulación de registros del desarrollo de varias cosechas permite al administrador predecir razonablemente el crecimiento de la planta. Las curvas de crecimiento son básicas para perfeccionar los programas de producción y predecir el tiempo y los recursos necesarios para producir la planta ideal. Los efectos de un tiempo atmosférico inusual o de otros factores de cultivo sobre la calidad de planta o el tiempo de entrega de una cosecha, también pueden ser proyectados.

Hacia el final de la temporada de cultivo, las curvas de distribución de la altura y el diámetro del tallo pueden utilizarse para ilustrar cómo una cosecha satisface adecuadamente las especificaciones objetivo. Entonces, los **estándares de clasificación (selección)** pueden establecerse, basándose en las dimensiones de la planta objetivo y la capacidad del cultivo para satisfacer estas expectativas. Para la altura del tallo, las **plantas aceptables** se agrupan usualmente en una distribución normal alrededor de la especificación objetivo, con la planta de rechazo distribuida en ambas colas de la curva, por abajo de los estándares mínimos y por encima del máximo de altura (fig. 1.5.6A).

Sin embargo, la situación para el diámetro del tallo es diferente. Los clientes prefieren plantas con diámetros de tallo relativamente grandes, de tal manera que aceptarán lotes con diámetros más grandes, siempre que no se excedan los estándares de altura máxima. Por esto, las plantas se clasifican sólo para un estándar mínimo, así que para el diámetro, las plantas desechadas se distribuirán en una pequeña parte de la curva (fig. 1.5.6B). Las especificaciones de clasificación variarán con la especie y el tipo de lote, porque las plantas más grandes son posibles si se utilizan contenedores más grandes y los ciclos de cultivo son más largos (tabla 1.5.4). Debido a que cada temporada de cultivo es un poco diferente, los estándares de clasificación a menudo tienen que ser ajustados en la negociación entre el administrador del vivero y el comprador.



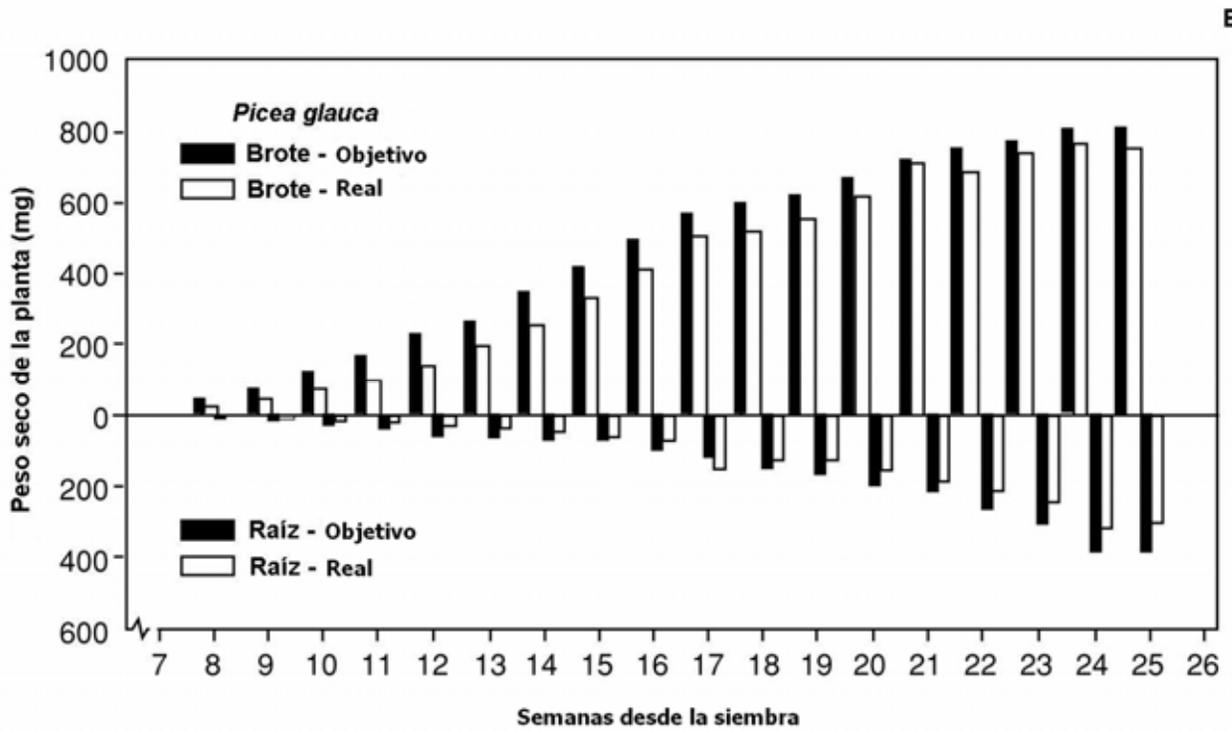


Figura 1.5.5. Graficar las curvas de desarrollo de la altura (A), diámetro y peso seco (B), ayuda al administrador a monitorear su cultivo con respecto a la planta objetivo. Los programas de computadora hacen gráficas de datos de desarrollo y las comparan fácilmente (C). (A y C, cortesía del Vivero Forestal de Investigación de la Universidad de Idaho, B, de Rose *et al*;1990).

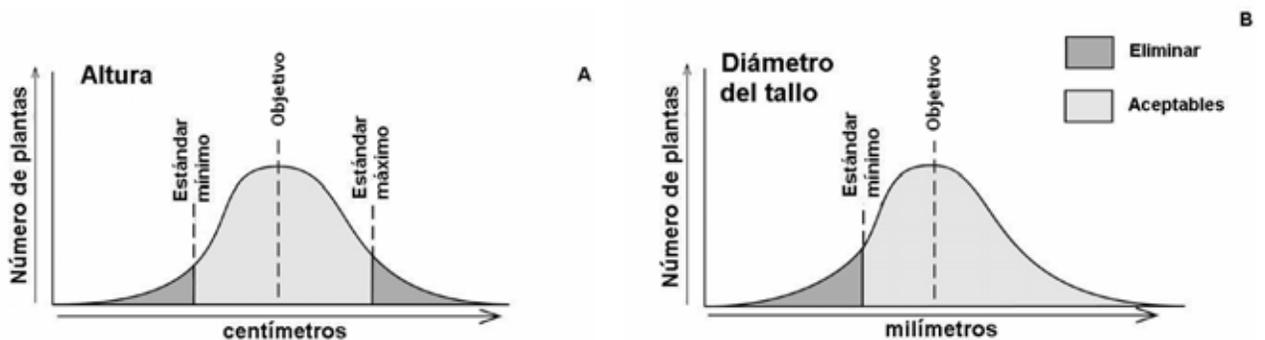


Figura 1.5.6. Las plantas aceptables típicamente se distribuyen alrededor de las dimensiones ideales en una curva normal. Para la altura del tallo (A) las plantas de desecho están por abajo del estándar mínimo de altura o por arriba del estándar máximo; para el diámetro del tallo (B) usualmente sólo se desechan plantas por abajo del estándar mínimo.

Tamaño de muestra. El número de plantas a medir usualmente es una cuestión de conveniencia, aunque los datos deben ser estadísticamente válidos; el tamaño de muestra puede ser determinado por la siguiente fórmula (Day 1979):

$$X = \frac{S^2 t^2}{AE^2}$$

Donde: X = número requerido de plantas
 S = desviación estándar
 t = valor de t de Student
 AE = el error permitido

El número requerido de muestras varía con la especie, tipo de ambiente de propagación y parámetros de medición (tabla 1.5.4). Para un cultivo de *Picea glauca* (white spruce) y *Picea mariana* (black spruce) en el oriente de Canadá, un tamaño de muestra de 15 a 25 plantas por lote de semilla debe ser suficiente, cuando se miden altura y diámetro del tallo, pero el número se incrementa dramáticamente de 60 a 90 muestras si el peso de la planta es el parámetro (Hallet, 1982). Obviamente este tamaño de muestra es demasiado grande para ser práctico, pero el peso seco puede predecirse con bastante exactitud, tanto para las mediciones del diámetro como de la altura, usando análisis de regresión. Las ecuaciones de regresión deben ser determinadas para cada una de las especies y para cada vivero, pero una vez calculadas, dan al administrador una forma fácil de estimación del peso seco sin la destrucción de la muestra.

Tabla 1.5.4. - El tamaño de muestra requerido puede ser determinado estadísticamente, y varía con la especie y el ambiente de propagación*

Especies y sitio	Tamaño de muestra requerido			
	No. de plantas	Altura	Diámetro del tallo	Peso seco total de la planta
<i>Picea glauca</i> (white spruce)				
A	180	26	16	89
B	180	21	16	74
C	180	20	17	76
D	180	17	16	77
Total	720	15	16	81
<i>Picea mariana</i> (black spruce)				
E	180	20	18	82
F	180	21	19	81
G	180	12	14	61
H	180	16	12	79
Total	720	21	18	83

*Calculado con un error permitido del 10% y un 95% de confiabilidad.
 Fuente: modificado de Hallet (1982).

1.5.5 Resolviendo Problemas del Vivero

Uno de los aspectos más importantes de un administrador de viveros es resolver los problemas que día a día se presentan. Aunque la experiencia es la mejor arma, los administradores novatos pueden llegar a ser expertos en la solución de problemas, si están preparados y siguen un procedimiento establecido (Landis, 1984). Un procedimiento típico para resolver problemas, consiste de cinco pasos (fig. 1.5.7):

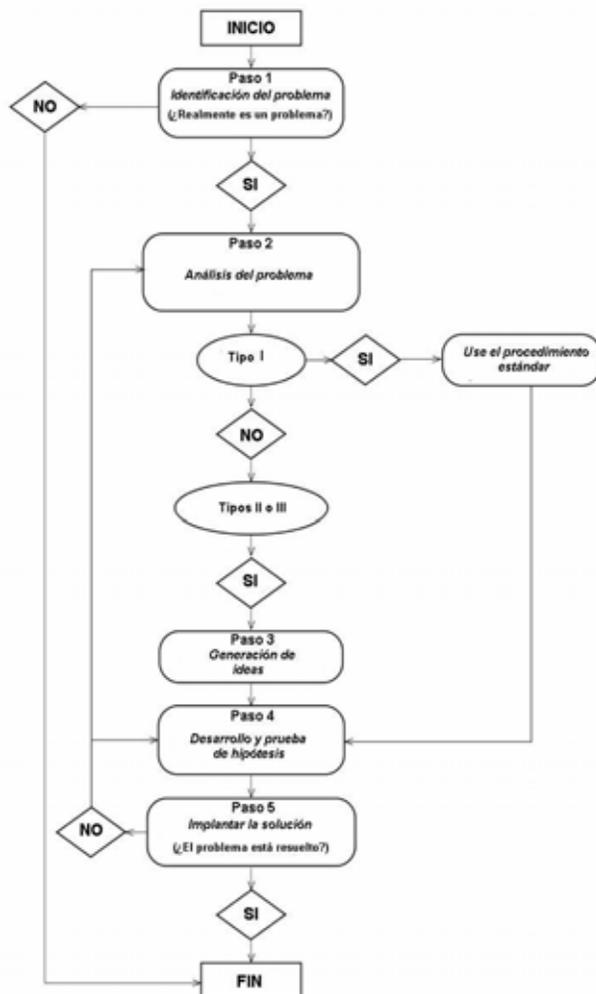


Figura 1.5.7. La solución de problemas debe aproximarse con un proceso sistemático (Landis, 1984).

1 **Identificación del problema.** La identificación de problemas requiere conocimiento y experiencia. Sin embargo, al principio muchos problemas pasan inadvertidos hasta que la situación alcanza niveles críticos. El administrador debe hacer inspecciones regularmente en el cultivo, y adiestrar a su grupo de apoyo para estar alerta ante posibles problemas.

- 2 **Análisis del problema.** Hacer un análisis eficiente del problema, con una descripción exacta de la situación, de tal manera que se identifique lo que es y lo que no es problema. Procurar observar con una mente abierta y separar los problemas aparentes de los reales.
- 3 **Generación de ideas.** Aunque el nuevo administrador piense que su situación es única, hay probabilidades de que alguien haya encarado el mismo problema antes. La información puede obtenerse del grupo de apoyo, otros viveros y de la literatura publicada.
- 4 **Desarrollo y prueba de hipótesis.** Los administradores deben mantener una mente abierta durante el proceso de evaluación y considerar todos los aspectos de la situación. Los problemas del vivero usualmente requieren una pronta acción, y algunas decisiones tendrán que hacerse sobre evidencias incompletas.
- 5 **Instrumentar la solución.** Todos los viveros tienen restricciones de recursos económicos, tiempo y personal, así que los administradores deben decidir qué soluciones son prácticas bajo su propia situación. Se requiere un seguimiento para asegurarse que el problema realmente está resuelto y así, cuando un tratamiento correctivo sea aplicado, las parcelas testigo deberán dejarse siempre para comparación.

Los administradores pueden mejorar en la resolución de problemas visitando otros viveros, participando en talleres y sesiones de entrenamiento, y manteniéndose actualizados con lo último de la literatura publicada (fig. 1.5.8).



Figura 1.5.8.- Los administradores pueden ganar experiencias valiosas visitando otros viveros, y entablando discusiones sobre regímenes de cultivo y problemas de producción.

1.5.5.1 Principios de manejo de emergencias

Una crisis es un problema particularmente severo que demanda atención inmediata. Algunas crisis requieren acciones correctivas en minutos; otras pueden requerir una respuesta en una escala de tiempo de horas a varios días. El administrador debe dimensionar cada situación y reaccionar en consecuencia. Una reacción alarmista puede ser tan dañina como no actuar inmediatamente, no sólo para el bienestar del cultivo, sino también para el buen funcionamiento de todo el vivero. El momento de una crisis nunca puede predecirse, pero con un manejo adecuado, la frecuencia de ocurrencia y de perjuicio puede minimizarse.

Estar preparado. Aunque nadie puede prepararse para todas las contingencias posibles, hay ciertas cosas que se pueden hacer por adelantado para prevenir que muchas de las emergencias lleguen a convertirse en desastres. Cualquier vivero cuenta con ciertos procedimientos estándares de operación, que representan la mejor información disponible. Por eso, los cambios en los procedimientos culturales, en la calibración del equipo, o en la sincronización deberán hacerse con precaución. El registro de los cambios debe ser anotado en la bitácora del vivero, así los trabajadores que serán afectados, estarán informados.

Debe guardarse un surtido de partes de repuesto de artículos cuya función sea crítica, que necesiten una reposición constante, que sean difíciles de encontrar, o que tome largo tiempo obtenerlos. Estos artículos que pueden ser necesitados en una emergencia, deben estar marcados para indicar dónde van o para qué sirven. Conforme sean utilizados, pueden irse resurtiendo oportunamente.

Debido a que el administrador no puede estar disponible todo el tiempo, más de una persona debe saber qué hacer en una emergencia. Los siguientes consejos deben ser discutidos con todo el personal responsable y estar documentándolos en el manual operativo del vivero:

1. **Qué condiciones son normales.** Es necesario reconocer una situación anormal que requiera corrección.
2. **Qué condiciones requieren atención inmediata y cuales pueden esperar.** A nadie le gusta que lo saquen de la cama a media noche para reparar alguna cosa que pudiera haber esperado hasta mañana, pero es peor ser complaciente con algo que debió haber sido corregido inmediatamente.

3. **Cómo corregir lo que está mal.** Todos los involucrados deben estar familiarizados con los procedimientos críticos de reparación en el vivero.
4. **Dónde están guardadas las herramientas y las refacciones.** Las herramientas y las refacciones siempre deben estar en el mismo lugar, siempre en su lugar, y estar donde puedan ser tomadas de inmediato. Cuando hay una crisis, nada es más irritante y desperdiciador de tiempo que tener que buscar las herramientas y las refacciones.
5. **A quién llamar si se necesita ayuda.** Los números telefónicos de emergencia deben estar colocados en la oficina central o en otro punto estratégico, incluyendo el del electricista y otros servicios personales. También puede ser útil enlistar los números de productores locales, especialistas en plagas y consultores de viveros, que estén capacitados para ayudar.

Utilizar todos los sentidos en todo momento. Muchos problemas potenciales pueden prevenirse si se está alerta. Cuando se esté aproximando a una estructura de propagación, haga un esfuerzo consciente para observar si todo está normal. En una tarde calurosa y soleada, los ventiladores deben estar funcionando. En un día frío, las calderas deben estar funcionando y quizá estar visible el vapor de los tubos de escape. Si no es así, investigar. ¿La doble capa de plástico está inflada y firme, o está suelta y aleteando? Si está suelta, revisar el ventilador de inflado. Si el ventilador funciona adecuadamente, revisar si existen agujeros en la cubierta. Si el plástico está demasiado tenso, reducir la apertura o la velocidad del ventilador. Si la visita a las instalaciones se hace por la noche, observar si la luz para el fotoperíodo enciende cuando debe. Si es durante la fase de endurecimiento, cuando la luz debiera estar apagada, observar si alguna luz se dejó encendida cerca del área de la estructura de propagación.

Visite las áreas de cultivo, siempre que camine de un lugar a otro. Tan pronto como se entre al área, los sentidos dirán si la temperatura y la humedad están dentro de un intervalo razonable. Poner atención al caminar a través del vivero. ¿Algún motor en operación rechina y requiere engrasado? ¿Se escucha el zumbido de un motor, pero nada está trabajando? Buscar una banda rota o atascada y revisar si el motor está sobrecalentado. Las bandas sueltas o gastadas pueden ser ruidosas y deben ser reparadas para que se puedan escuchar los sonidos relacionados con otros problemas. ¿Se escucha agua corriendo? ¿Debiera estar corriendo? ¿La caldera opera suavemente o vibra de manera irregular al hacer combustión? Los

generadores de dióxido de carbono hacen un fuerte sonido que es normal.

Use el olfato. ¿El aire en el área de propagación huele como debiera? ¿La caldera está afinada adecuadamente, o la combustión es incompleta? ¿Ha sido fumigada la estructura? Si es así, ¿las señales de aviso se han colocado en las puertas? La mayoría de las sustancias químicas utilizadas en los viveros pueden identificarse por su olor característico. De igual manera, el sobrecalentamiento del motor tiene un olor distintivo. Algunos productores experimentados son capaces de detectar el débil olor del moho gris, y así pueden ser capaces de impedir el brote de una enfermedad.

Examinar las plantas cuidadosamente. ¿La morfología del tallo es normal y correcta, de acuerdo a la fase de desarrollo? En particular, observar las señales de un desarrollo prematuro de la yema. ¿Hay síntomas de deficiencias nutricionales o de toxicidad? Levante una bandeja o una charola. ¿Se siente el peso adecuado? ¿La humedad del cepellón está a capacidad de campo? ¿Las raíces están sanas o hay evidencias de raíces podridas? ¿El follaje está sano o hay signos de síntomas anormales? ¿Hay insectos? (en especies latifoliadas buscar en el envés de la hoja) Si un problema se desarrolla después, ayuda el saber qué plagas potenciales se han tenido en el área de cultivo, así que el tratamiento de control puede iniciarse inmediatamente.

Cada vivero es un poco diferente, por lo que se dificulta especificar lo que se debe buscar. El administrador debe hacer una lista de puntos clave, a efecto de utilizarse como ayuda para el entrenamiento y enseñar a su grupo de apoyo a estar alertas y saber qué buscar; sin embargo, no hay sustituto para la experiencia directa.

Estar alertas ante el surgimiento de problemas.

Tan pronto como la condición anormal sea reconocida, hay más tiempo para corregirla antes de que cause daños. La clave es el conocimiento de lo que constituye la condición normal, y estar lo suficientemente alertas para reconocer cuando algo está fuera de lugar. Los mecanismos de alarma pueden ser muy útiles para el llamado de auxilio cuando nadie está presente. Debe haber una lista de pendientes en la oficina o en otro punto central, indicando la programación del control ambiental, las condiciones del cultivo, y demás información necesaria para ayudar en el diagnóstico en una situación anormal.

Llevar diariamente una bitácora también es una buena idea. Esto ayudará a determinar qué es normal y cuándo hay desviaciones de lo normal, también dar indicios de lo que está mal. Revisar regularmente el higrotermógrafo, la computadora del control ambiental, y otro equipo de monitoreo (al menos diariamente), y registrar las observaciones en la bitácora diaria. Las revisiones semanales de la bitácora pueden ayudar a detectar problemas o cambios sutiles. Los sistemas expertos apoyados en equipos de cómputo están disponibles en la actualidad, son un nuevo recurso que no sólo recogen y despliegan los datos, sino que los analizan y le dicen al productor cuando ocurre un problema, e incluso predicen los problemas futuros y recomiendan soluciones.

Los siguientes ejemplos demuestran cómo las gráficas del higrotermógrafo o los registros de una base de datos, pueden usarse para resolver problemas:

- **Las gráficas indican que aunque el control de temperatura es satisfactorio en la mañana y durante la tarde, éste excede el punto de referencia durante el período más cálido del día.** Esta tendencia indica una capacidad inadecuada de enfriamiento. Revisar que todos los ventiladores, las paredes húmedas, las bombas de agua y las ventilas operen satisfactoriamente. Si todo trabaja apropiadamente, entonces quizá se esté experimentando uno de esos pocos días del año cuando la carga de calor excede la capacidad diseñada del sistema de enfriamiento. Si esto pasa frecuentemente, el sistema de enfriamiento no está adecuadamente diseñado, o el clima es demasiado húmedo para que el enfriamiento por evaporación sea eficiente.
- **En un día soleado, los registros muestran un ascenso abrupto en la temperatura del invernadero.** La causa más frecuente es una falla en la fuente de energía. En un día soleado y caluroso, estos picos de temperatura pueden ser muy dañinos y representan una llamada para la acción inmediata (ver sección 1.5.5.2). Una temperatura excesiva debe accionar la alarma que llamará por ayuda; pero sin los registros de temperatura, sería imposible determinar si se alcanzaron temperaturas dañinas y por cuánto tiempo.
- **Reducciones de la temperatura muy por abajo del punto de referencia antes de que el calentador sea encendido.** Este comportamiento es típico de un mal funcionamiento del sensor de temperatura, tal

como un termostato pegado. Esto ocurre usualmente muy al principio del período de calor y tiende a auto corregirse, pero si esto ocurre repetidamente, el termostato debe ser reemplazado.

- **Las temperaturas fluctúan ampliamente alrededor del punto de referencia.** Esto puede ser causado por varias cosas. ¿Los sensores de temperatura están en línea directa con el calentador o la circulación del calor es bloqueada en alguna forma? Si es así, los sensores pueden ser movidos y corregidos los problemas de circulación. Este patrón también puede ser causado por un termostato con un diferencial demasiado grande, ya sea porque está puesto inadecuadamente o porque está deteriorado. El termostato debe ser reajustado o reemplazado.

1.5.5.2 Temperaturas críticas

Cuando las temperaturas llegan a ser demasiado cálidas o demasiado frías, las plántulas aún suculentas pueden dañarse en poco tiempo, así que se requiere de acciones inmediatas. Incluso en estructuras de propagación completamente controladas, las fallas en el equipo del control ambiental por tan solo un corto período de tiempo, pueden ocasionar daños a la planta (fig. 1.5.9). Como las medidas de emergencia algunas veces son dañinas en sí mismas, el administrador debe decidir en cada caso con cuanta rapidez reaccionar y qué acciones representan la mejor alternativa.

Frío inusual. Hay dos tipos de daño invernal. Cuando la temperatura cae por debajo de la temperatura inferior que tolera una planta, el daño resultante proviene de la baja temperatura. Cuando la parte superior de la planta está expuesta mientras que la raíz está continuamente congelada, el daño resultante es la desecación. El administrador debe determinar cuál tipo de daño por frío es más amenazador, pues el tipo de respuesta puede ser diferente.



Figura 1.5.9. Los productores deben estar alertas ante posibles fallas en el equipo de control ambiental, tal como si las ventilas quedaran abiertas durante el tiempo de frío, porque el daño a la planta puede ocurrir rápidamente.

Daño por desecación. En un cultivo a cielo abierto o en áreas con sombra, el cubrir físicamente la planta puede ser la mejor opción para evitar los daños por desecación. Probablemente la cubierta más barata que puede desplegarse rápidamente es el polietileno, preferentemente blanco, aunque claro o negro bastará en una emergencia. Otras cubiertas de malla plástica más efectivas también están disponibles, pero son más costosas. Después de que la temperatura ha subido por arriba del umbral de peligro, las cubiertas deben ser removidas prontamente, especialmente cuando hay radiación solar directa, porque el sobrecalentamiento puede llegar a causar problemas.

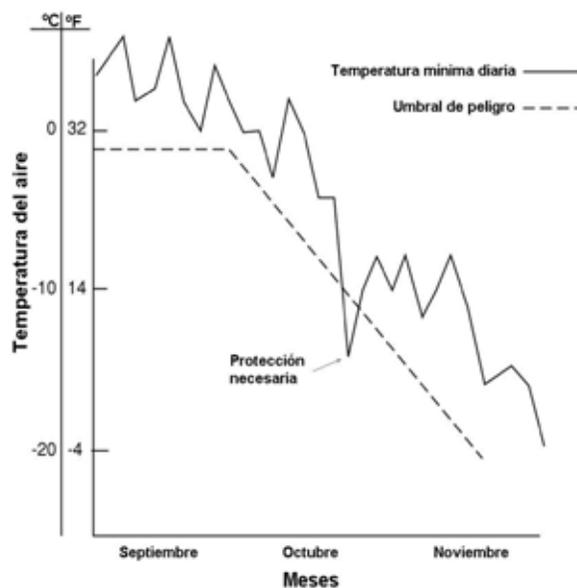
La cubierta de las plantas también las puede proteger contra los daños por frío, especialmente si se utilizan láminas aislantes de espuma plástica.

Protección contra heladas con riego. Debido a que el agua libera calor cuando ésta se congela, las plántulas suculentas pueden ser protegidas de los daños por frío con riego bajo ciertas condiciones. Primero, la necesidad de protección depende del endurecimiento ante el frío que tenga la planta, la cual gradualmente se incrementa durante las últimas semanas del verano y se abate cuando el cultivo entra en reposo –dormancia– (fig. 1.5.10A). La curva del rebrote al final del invierno y principios de la primavera es de mayor pendiente, no obstante, porque las plantas pierden su endurecimiento tan pronto como las temperaturas

son más cálidas. Por eso, antes de proteger ante heladas, el administrador debe tener una idea de cuán endurecida está la planta contra el frío. Un buen diseño del programa de producción permitirá disponer del tiempo adecuado para el período de endurecimiento, y para hacer pruebas periódicas de endurecimiento contra el frío; mismas que puedan mostrar cuánto frío puede tolerar el cultivo en el momento, y la tasa a la que está lignificando. La estación meteorológica del vivero debe estar en conexión con la estación meteorológica local oficial, de modo que las temperaturas mínimas en el vivero puedan predecirse a partir del pronóstico local. Si la predicción de la temperatura mínima está por abajo del umbral de peligro para la planta, entonces debe garantizarse la protección contra la helada.

El siguiente requerimiento es un sistema de riego adecuado. Un sistema diseñado para proveer la demanda normal de agua de riego puede *no ser* adecuado para proteger contra heladas. Un sistema de riego diseñado para éste último propósito, debe suministrar una película uniforme y casi continua de agua sobre el follaje de las plantas, porque la protección existe sólo mientras el agua continúe congelándose y liberando calor. Los sistemas de riego de aguilón pueden no moverse lo bastante rápido y la formación de hielo será un problema. El aspersor de los sistemas de riego diseñados para proporcionar protección contra heladas debe incluir las siguientes consideraciones (Pair *et al.*, 1983):

1. Las boquillas de los aspersores deben tener orificios de diámetros relativamente pequeños, en un intervalo de 1.6 a 4.8 mm (1/16 a 3/16 pulgadas).
2. Los aspersores metálicos generalmente son preferidos, debido a la tendencia de las cabezas plásticas a formar escarcha.
3. Las cabezas de los aspersores deben girar al menos a una revolución por minuto.
4. Los aspersores no deben estar espaciados a una distancia más allá del 50% de su diámetro efectivo.
5. La aplicación de tasas de riego de 2.5 mm (0.1 pulgadas) por hora, han sido efectivas bajo condiciones de viento tenue. Con esta tasa se requieren cerca de 421 litros/minuto de agua para cubrir 1 hectárea de plantas (=45 galones/minuto/acre).



A



B

Figura 1.5.10. La protección de emergencia contra el frío es necesaria sólo cuando la temperatura mínima esperada descienda por abajo del umbral de peligro para el cultivo (A). Las plantas pueden protegerse contra heladas mediante riego, pero los productores deben conocer la tolerancia al frío de sus cultivos, así como las condiciones actuales y pronosticadas del tiempo atmosférico. En este cultivo con transplante de cepellón, las plantas fueron dañadas cuando una bomba de riego falló después de mojar sólo aquellas plantas más allá de la boquilla (B).

Aún con un sistema de riego adecuado, el administrador debe saber cuándo iniciar la aplicación del agua para la protección contra helada. Las mediciones del tiempo atmosférico con un psicrómetro (temperaturas de bulbo húmedo y bulbo seco), son absolutamente esenciales. La temperatura del bulbo húmedo es importante porque bajo condiciones de humedad relativa baja, el efecto de enfriamiento evaporativo puede, realmente conducir a la planta a una temperatura más baja que la del aire, cuando el agua hace contacto con los tejidos (fig. 1.5.10B). El viento puede causar el mismo efecto, por lo que la velocidad del viento también debe ser un factor en el proceso de toma de decisiones. Los administradores que anticipadamente utilizan el riego para proteger contra heladas, deben informarse mejor a través de la lectura de literatura técnica, por ejemplo, Regan (1988) y la sección 4.2.7.4 en el volumen cuatro de esta serie.

Este es un buen ejemplo de como la información apropiada, la experiencia y el equipamiento son necesarios para responder en una crisis. El administrador inexperto quien prende el sistema de riego como protección contra heladas sin tener la información necesaria, realmente puede causar más daño que si no se hiciera nada. (Los síntomas y el manejo de daños por frío se cubren en la sección 5.1.6 del volumen cinco, y las pruebas de endurecimiento contra el frío se discutirán en el volumen seis).

Fallas en el calentador. Cuando está muy frío en el exterior y falla el sistema de calefacción, las temperaturas en un invernadero de doble capa de polietileno, pueden bajar en una proporción de 0.5°C (1 °F) por minuto. Esto significa un descenso en la temperatura a 10 °C (50 °F) en tan sólo 20 minutos, que es una temperatura típica de alarma y de congelamiento. Si la planta está suculenta, se requiere una acción inmediata porque si sobrevive a la helada, puede entrar en dormancia irreversible. Mucho influye el endurecimiento relativo del cultivo contra el frío. Si las plantas han comenzado con el proceso de endurecimiento, el potencial para entrar en dormancia es irrelevante y si la helada ocurre ya muy avanzado el proceso de endurecimiento, usualmente no se hace daño.

Primero deberá localizarse la causa de la falla en la generación del calor. Si se prolongara la corrección, preparar la acción emergente para el suministro de calor. Buscar primero lo más simple:

- **Fallas en la energía.** Si no hay energía, cortar la corriente de todo aquello que no sea esencial, para no sobrecargar al generador, y

entonces poner en marcha el generador de emergencia.

- **Calentador sin funcionar.** Revise primero el suministro de combustible. Si es adecuado, revise la caldera pues el piloto puede estar apagado. Vuélvalo a encender. Si no permaneciera encendido reemplace el sensor de temperatura quemado. Si el ventilador no está funcionando, revise el interruptor y oprima el botón de reinicio. Si el ventilador no enciende, apague el interruptor del circuito, huela el motor y gire las aspas del ventilador manualmente. Si el motor huele a quemado o el ventilador no gira, trate engrasando las conexiones y girando las aspas. Si aún así no funciona, reemplace el motor. Si el motor arranca pero hay poco o nulo flujo de aire, apretar o reemplazar la banda. Si éste gira libremente, revise los tornillos de la flecha. Si hay un calentador de aceite que no funcione, presione el botón de reinicio. Si esta falla continua, revise el interruptor y los motores como se dijo anteriormente. Si se pone en marcha pero no permanece encendido, limpie o reemplace el sensor óptico, cambie el interruptor defectuoso o eleve el límite del sensor.
- **El ventilador enfriador se mantiene encendido.** Revise que el termostato no esté pegado o mal calibrado. Apagar el interruptor si es necesario.
- **Las ventilas permaneces abiertas.** Cerrarlas manualmente y engrasarlas. Revisar que el termostato no esté pegado o mal calibrado.
- **Perforaciones en la cubierta de la estructura de propagación.-** Remendar o cubrir las plantas con plástico.

Si el sistema de calefacción no puede ser reparado rápidamente, entonces deben colocar al interior de la estructura de propagación calentadores portátiles. Los calentadores de propano si es posible deben usarse preferentemente, porque los modelos de calentadores que queman aceite producen emanaciones que son tóxicas, tanto para los humanos como para las plantas.

Calor excesivo. Normalmente un tiempo cálido puede ocasionar daños por calor en complejos a cielo abierto, pero la situación es particularmente crítica dentro de las estructuras de propagación, especialmente en la primavera, cuando la insolación es alta y cuando las plántulas están suculentas (fig. 1.5.11A). Altos niveles de calor pueden causar daños directa o indirectamente. La intensidad de la luz solar puede dañar el tejido de los tallos (fig. 1.5.11B), y el calor resultante también incrementa las pérdidas transpiratorias, lo cual

puede inducir a un daño indirecto por sequía. (Ver sección 5.1.5.3 en el volumen cinco de esta serie para síntomas y ayuda en la diagnosis).

El calor excesivo durante la **fase de rápido crecimiento** es un problema relativamente simple, porque un riego inmediato produce un enfriamiento por transpiración, especialmente en climas de baja humedad. El riesgo de daño por el riego de emergencia es bajo, aunque algunos fertilizantes pueden lixiviarse fuera del medio de crecimiento. Sin embargo, las temperaturas cálidas no estacionales son un problema más serio durante la **fase de endurecimiento**, o en almacenamientos carentes de protección, porque la dormancia de las plantas puede afectarse. En el otoño, temperaturas superiores a 10°C (50°F) pueden retrasar y posiblemente revertir el endurecimiento. A finales del invierno y principios de la primavera, temperaturas mayores a 5°C (41°F) pueden causar una falta de endurecimiento irreversible. Generalmente estos episodios no estacionales no duran lo bastante para causar problemas, pero si, la pérdida de dormancia en la planta durante la primavera es un problema crítico, por lo que el almacenamiento en refrigeración es la mejor solución.

Un sobrecalentamiento del invernadero demanda acción inmediata. La causa común es una falla en el sistema de enfriamiento, y las temperaturas en un día soleado que pueden ascender 1°C (1.8°F) por minuto. En tal caso, abrir manualmente todas las puertas y salidas en la estructura de propagación. En una estructura pequeña, esto puede ser bastante efectivo, pero resulta de valor limitativo en una construcción grande. Si ha ocurrido un apagón en la fuente de energía, desconecte cualquier cosa que no sea esencial y cambie al generador de emergencia. Si eso no es el problema, revise los termostatos para estar seguro que están correctamente instalados y que trabajan bien. Reiniciar o reemplazar según sea necesario. Las fallas en sólo una parte del sistema de enfriamiento usualmente no resultan en una crisis, pero aún así deberán corregirse lo más pronto posible. Esto también ilustra lo importante del diseño redundante en el sistema. Si sólo hay un ventilador y este falla, todo el sistema de enfriamiento se viene abajo. Si hay tres ventiladores y uno falla, dos tercios del sistema estarán funcionando.



A



B

Figura 1.5.11.- Los daños por calor o por sequía pueden suceder en cuestión de unas pocas horas en contenedores de volumen pequeño (A), especialmente cuando las plantas están expuestas a la luz directa del sol (B).

1.5.5.3 Fuego

Aunque los viveros que producen en contenedor son áreas generalmente de bajo peligro, el fuego puede ser devastador en las estructuras de propagación y otras construcciones del vivero. Las estructuras con armazón de madera y que estén cubiertas con fibra de vidrio, son particularmente susceptibles (Hanan *et al.*, 1978). Si un invernadero de estructura de madera con cubierta de polietileno de doble capa se quema, el calor se concentra cerca del techo, se derrite el plástico, se abre un agujero y se libera el calor, de tal manera que el fuego no se extiende rápidamente. En contraste, un invernadero de fibra de vidrio es lo bastante resistente para retener el calor hasta que toda la estructura arda. Una vez que la fibra de vidrio alcanza su temperatura de descomposición, el fuego se expande rápidamente.

La respuesta inmediata deberá ser encender el sistema de riego y apagar todo lo eléctrico que no sea necesario y que esté cerca del incendio, especialmente el sistema de enfriamiento. De otra manera, los ventiladores de enfriamiento podrían encenderse como respuesta al aumento de temperatura y ayudar a que el fuego se extienda rápidamente por todo el inmueble. Una buena precaución puede ser la ubicación adecuada y la señalización de los interruptores para los ventiladores.

Por desgracia, la mayoría de los incendios en las estructuras de propagación están por arriba de lo que puede humedecer el sistema de riego, pero el riego puede aún salvar parte del cultivo. La mayor parte de los contenedores están hechos de poliestireno o polietileno, los cuales son altamente inflamables una vez prendidos, así que el potencial de peligro de incendio debe tenerse en mente donde los contenedores vacíos se almacenan. Las inspecciones regulares y el adiestramiento repetido para la prevención y combate de incendios, deben ser parte de los programas de seguridad de todos los viveros (Hanan *et al.*, 1978).

1.5.5.4 Crisis por agua

Inundación. Las instalaciones adecuadamente localizadas no deben estar sometidas a inundación por causas naturales. Sin embargo, si una inundación es anticipada, desconecte todo el equipo eléctrico en el vivero y mueva el equipo y todo aquello que pueda ser afectado. Si hay bastante tiempo, en el perímetro del vivero se pueden construir diques y achicar el agua; si no, lo que se puede hacer es esperar a que el agua disminuya y entonces limpiar.

El anegamiento interno usualmente es causado por la ruptura de la línea del agua. Inmediatamente deberá cerrarse la toma principal y entonces reparar la ruptura. La inundación y sus consecuencias adversas pueden minimizarse, y el trabajo de reparación simplificarse si se divide el sistema de conducción del agua con válvulas estratégicamente localizadas, que estén marcadas y de fácil alcance. Entonces, si una línea de riego se rompe, puede cerrarse sin afectar el suministro de agua al resto del vivero, especialmente para los usos críticos tales como el sistema de enfriamiento evaporativo.

Escasez de agua. Una pérdida total de la presión del agua puede ser causada por problemas en la bomba, o alguna otra catástrofe con el sistema de abasto de agua. Cuando la línea del agua se rompe o las bombas dejan de trabajar, el problema y la solución inmediatamente se hacen evidentes. Otra posibilidad es un mal funcionamiento de los controles automáticos del riego. Dependiendo del tamaño del contenedor y de las condiciones ambientales, las plantas pueden estar sin riego por unas pocas horas, excepto si se requiriese inmediatamente durante una crisis de temperatura. Si hay agua disponible en el invernadero pero no hay forma de aplicarla automáticamente, entonces las plantas pueden regarse manualmente. Los números telefónicos de emergencia para plomeros, electricistas y especialistas en bombas, deberán colocarse en la oficina de la gerencia o en otro lugar fácilmente accesible para su localización.

Los patrones irregulares de crecimiento de las plantas debido a una distribución irregular del agua son comunes, pero pueden ser difíciles de diagnosticar. Aunque usualmente esto es provocado por un mal diseño del sistema de riego, aún los mejores sistemas deben ser revisados para detectar taponamientos o un mal funcionamiento de los aspersores. (El monitoreo del agua en los contenedores se discute en la sección 4.2.6 y las pruebas de la eficiencia del sistema de riego se cubren en la sección 4.2.3.5 del volumen cuatro de esta serie.)

1.5.5.5 Problemas culturales

En contraste con el mal funcionamiento del equipo o condiciones ambientales severas, los problemas culturales se desarrollan más lentamente, requieren una observación estrecha para detectarlos en su estado temprano, y raramente requieren atención inmediata. Sin embargo, este tipo de problemas son de suma importancia, y a menudo es más difícil encontrar sus causas y corregirlos. En la mayoría de los casos, sin embargo, pueden ser prevenidos

con adecuada programación y técnicas de cultivo. Con la siguiente discusión se intenta ayudar al administrador del vivero para diagnosticar las causas de los problemas culturales. (Un procedimiento más detallado para un diagnóstico paso a paso, así como indicios de daño, pueden encontrarse en el volumen cinco de esta serie.)

Germinación errática o retardada. Los problemas de dormancia de la semilla ocurren a menudo en un patrón aleatorio, con plantas de varios tamaños entremezclados con cavidades vacías (fig. 1.5.12). Los problemas de germinación deben ser identificados y corregidos prontamente o un área de producción considerable se perderá durante el resto del ciclo de cultivo.

Las pruebas de germinación pueden dar al administrador una idea del porcentaje de la tasa de germinación y de la germinación total, que deberá tener un lote particular de semillas. Estas pruebas pueden ser realizadas por un laboratorio de semillas mediante un costo, o pueden realizarse en el vivero. Si se dispone de tiempo antes de la siembra, se puede hacer una prueba simple sembrando una serie de contenedores con una o varias semillas por cavidad. La velocidad de emergencia y la apropiada densidad de siembra pueden ser determinadas para cada lote o especie en un lapso de un mes.

Independientemente de la especie, operativamente la emergencia de la plántula deberá ser evidente dentro de las primeras cuatro semanas, si la semilla ha sido probada y encontrada viable, si se le ha dado el tratamiento pregerminativo apropiado, y si se siguieron los procedimientos sanitarios adecuados. Si la emergencia es lenta o nula después de varias semanas, busque las semillas en el contenedor y si no las encuentra, se tiene un problema con la sembradora o depredación por animales. (Ver la sección 5.1.3 en el volumen cinco de esta serie). Extraiga unas pocas semillas, córtelas a la mitad y examínelas con una lupa. Si el tejido interior está oscuro, entonces la pudrición por hongos es una posibilidad; si son de color crema y parecen saludables, entonces existe un problema de dormancia en la semilla. Compare la temperatura de germinación recomendada con la de los registros actuales. Examine la profundidad de siembra. Si la semilla está muy profunda, remover un poco la cubierta; si está demasiado superficial, incrementar la frecuencia de los riegos.

En el caso de una germinación parcial, la resiembra o el trasplante pueden justificarse si el número proyectado de cavidades vacías es más grande que el factor de sobresiembra. Sin embargo, esto debe hacerse inmediatamente, porque las plántulas de resiembra o de trasplante pueden quedar suprimidas por las plantas ya establecidas.



Figura 1.5.12.- Una mala calidad de semilla genera patrones de crecimiento con mosaicos debido a las tasas irregulares de germinación o a las enfermedades del almácigo, resultando en una baja densidad y una subutilización del espacio de crecimiento.

Tasas de crecimiento menores a lo programado.

Descontando los mejores esfuerzos para controlar las condiciones del cultivo, las diferencias de las condiciones ambientales de un año al otro, ocasionarán una variación correspondiente en el crecimiento del cultivo. Las mediciones periódicas del porcentaje de germinación, el tamaño de la planta, la formación de la yema y el endurecimiento contra el frío, son importantes para comparar una cosecha con la próxima. Desarrollando una línea base del crecimiento como una función del tiempo, el crecimiento de cosechas posteriores puede predecirse con mayor precisión. Los registros previos de crecimiento son de mucho valor en la identificación y corrección de problemas al respecto (fig. 1.5.5 A). Entre más pronto pueda detectarse un problema potencial, más fácil se corrige.

Hay que estar consciente que las semillas de una misma especie, pero de diferente procedencia, pueden presentar patrones de crecimiento radicalmente diferentes, y pueden demandar ser cultivadas de manera completamente distinta. Las especies con amplia distribución geográfica, tal como *Pseudotsuga menziesii* (Douglas-fir) y *Pinus ponderosa* (ponderosa pine), tienen ecotipos que pueden reaccionar más como especies diferentes, que como plantas de la misma especie. Por ejemplo, las plantas de *Pseudotsuga menziesii* de zonas altas en Montana, crecerán mucho más lento y formarán yema más pronto que las de la misma especie procedentes de la costa de Washington (fig. 1.5.13A). Los ecotipos costeros pueden ser cultivados sin iluminación fotoperiódica, mientras que las procedencias del interior, procedentes de altas elevaciones, formarán muy pronto la yema después de la germinación sin un adecuado control del fotoperíodo. Una prueba de fertilización con seis procedencias de *Pseudotsuga menziesii* (fig. 1.5.13B), mostró que las procedencias de la costa de Washington pueden ser cultivadas a alturas objetivo, con sólo 100 ppm de nitrógeno (N), mientras que las procedencias más internas del este de Washington, Idaho y Montana, generalmente requirieron al menos de 150 ppm de N (Thompson, 1994).

Dormancia prematura. Las plantas que desarrollan sus yemas terminales y detienen el crecimiento prematuramente, típicamente generan un patrón irregular, y a menudo la formación de la yema puede ser repentina (fig. 1.5.14A). Los problemas de dormancia son usualmente una respuesta de estrés debido a condiciones ambientales, por lo que el primer paso es revisar que todos los controles ambientales estén adecuadamente calibrados y funcionando. Examine las gráficas del higrómetrografo, los registros del tiempo atmosférico por computadora y la bitácora diaria, donde se pueda haber registrado mal funcionamiento del equipo, eventos meteorológicos anormales o procedimientos culturales inadecuados. Si es encontrada una causa específica, corregir el problema tan rápido como sea posible, pero a menudo las plantas que han entrado en una dormancia prematura son difíciles de estimular para romper dicho estado y lograr una tasa de crecimiento normal, además de que la respuesta puede ser variable (fig. 1.5.14B). Si se desconoce la causa, el siguiente procedimiento puede ser probado en la secuencia indicada:

1. Incrementar por la noche la intensidad de la iluminación fotoperiódica, a 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{segundo}$ (650 lux) y la duración de los intervalos de luz en una proporción de 1 período de luz por 8 períodos de oscuridad (ver sección 3.3.4 en el volumen tres, capítulo 3 de esta serie para información más detallada).
2. Elevar la temperatura por la noche, de 22 a 24°C (72 a 75° F).
3. Aumentar el nivel de nitrógeno en la solución nutritiva. La mayoría de las especies pueden tolerar hasta 300 ppm sin efectos adversos.
4. Rociar con 50 ppm de ácido giberélico.

Si ninguna de estas medidas de emergencia funciona, entonces los administradores aceptan una planta pequeña o, permiten que el cultivo entre al ciclo de dormancia y se dispone para que salga con la próxima cosecha.



A Alta elevación PSME Baja elevación PSME

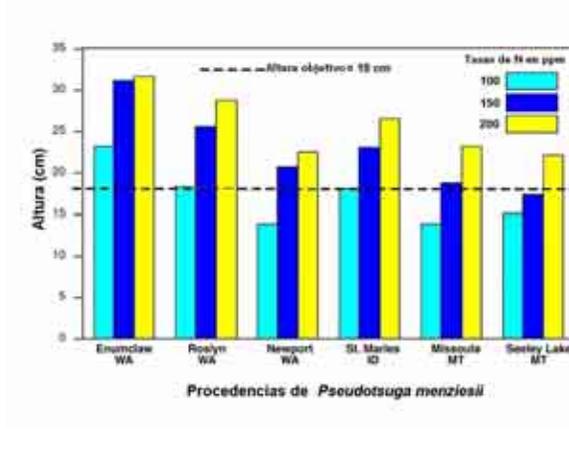


Figura 1.5.13. Ecotipos incluso de la misma especie, como *Pseudotsuga menziesii* (Douglas-fir) pueden mostrar una variación radical en la tasa de crecimiento (A), por lo que las procedencias deberán ser cultivadas en forma diferente, como es el suministro de más nitrógeno (N) en la fertilización, para aquellas procedencias con crecimientos más lentos (B). (B, de Thompson, 1994).



A



B

Figura 1.5.14. La formación prematura de la yema (A) o el patrón de rompimiento irregular de la yema (B), son típicamente ocasionados por una intensidad insuficiente de la iluminación fotoperiódica u otros problemas culturales relacionados con el control de la duración del día.

Síntomas foliares. El color anormal del follaje puede ser causado por diferentes problemas. Los administradores deberán examinar primero las raíces, porque muchos síntomas foliares son causados por problemas ahí.

Marchitamiento. El marchitamiento es causado por la incapacidad de las raíces para reponer la humedad en la planta tan pronto como el follaje la pierde. La causa más común es la falta de humedad en el cepellón. Si éste es el caso, la planta debe ser humedecida inmediatamente. Algunas veces el marchitamiento ocurrirá, en días atípicos soleados y calurosos, en plantas incluso bien irrigadas, especialmente después de periodos de tiempo atmosférico frío y nublado. Si éste es el caso, pruebe incrementando la humedad y reduciendo los picos de temperatura del día, mediante breves aspersiones. Si las condiciones persisten, entonces el procedimiento o el programa de riego puede que deban ser ajustados.

El marchitamiento también puede indicar problemas con la obtención del agua en el sistema de raíces. Un sustrato que es demasiado fino o que ha sido sobrecompactado, tendrá baja porosidad y fácilmente puede llegar a saturarse. Un sustrato saturado frecuentemente promueve la pudrición de la raíz. Bajo estas condiciones, el marchitamiento a menudo es acompañado por clorosis y achaparramiento, lo cual puede presentarse en un patrón de bloques (vea las siguientes secciones). La única solución es reducir la cantidad de agua en cada riego, aplicando sólo el agua suficiente en cada ocasión, para forzar al

lixiviado fuera del fondo del contenedor. El programa de riego deberá ser ajustado y corregir los problemas del sustrato en el próximo cultivo. (Los sustratos son revisados en el volumen dos y las prácticas adecuadas de riego se cubren en el volumen cuatro de esta serie).

Clorosis. La clorosis es una reducción en la cantidad de clorofila presente en el follaje, y es un síntoma general de muchas enfermedades. Las observaciones cuidadosas de dónde ocurren los síntomas, pueden redituar importantes indicios.

La clorosis es un síntoma de deficiencia de varios nutrientes minerales incluyendo nitrógeno, fierro, magnesio y azufre, pero los dos primeros son los más comunes en los viveros que producen en contenedor (fig. 1.5.15A). Una revisión del patrón sintomático, tanto en el follaje como en el área de cultivo, puede ayudar al diagnóstico (fig. 1.5.15B). Si el daño es general o se concentra sobre el follaje más viejo y se acompaña con achaparramiento, se puede sospechar de una deficiencia de nitrógeno. Los síntomas de deficiencia de fierro difieren en que sólo el follaje nuevo está clorótico. Para confirmar el diagnóstico, se precisa revisar el pH y la formulación de la solución nutritiva y verificar también el pH del sustrato.



A



B

Figura 1.5.15.- El follaje clorótico (amarillo) es un síntoma que puede ser causado por muchos factores, pero el patrón sobre hojas individuales (A), y en el área de cultivo, puede ayudar al diagnóstico (B).

Si se sospecha de una deficiencia de fierro, hay que poner particular atención en los niveles de pH, y asegurar que se están utilizando quelatos de fierro. Algunas veces son útiles los análisis químicos del follaje, especialmente si se comparan con muestras de tejido sano. Es necesario comparar los niveles de nutrientes en el follaje con los estándares establecidos. Para un diagnóstico rápido, se recomienda aplicar un fertilizante foliar cuando exista la sospecha de deficiencias nutricionales, y observar si el síntoma desaparece en una o dos semanas. (Los síntomas de deficiencias de nutrientes minerales, estándares de nutrientes en el follaje, y técnicas adecuadas de fertilización, se presentan en el volumen cuatro de esta serie).

Manchas. Manchas cloróticas o necróticas en el follaje o tallo de las plantas pueden ser causadas por varios problemas. Las manchas foliares pueden ser originados por hongos, bacterias e insectos, así que estas posibilidades deberán descartarse primero (ver la siguiente sección). Las deficiencias de magnesio y calcio, y los niveles tóxicos del boro pueden ser responsables, por lo que los administradores deberán seguir las advertencias de la sección anterior. Si sólo las puntas o los márgenes del follaje están cloróticos, particularmente si hay tejido necrótico, entonces puede sospecharse de un daño químico. Los daños por sal o plaguicidas también pueden causar estos síntomas. Primero, es necesario revisar los niveles de la conductividad eléctrica en el agua de riego, luego los del sustrato y los del lixiviado. La contaminación del aire también es una posibilidad, aunque ello debió haber sido investigado durante la selección del sitio. Si la fuente de contaminación está dentro del propio vivero, ésta puede eliminarse. El dióxido de azufre es producido por el

uso de combustibles altos en azufre, y el escape de gases debe ubicarse lejos del invernadero. Revise con el distribuidor de combustible, si la proporción de carbono-azufre es menor a 10,000:1 cambie a un combustible bajo en azufre. Si un quemador de aceite se usa como calentador de emergencia, utilice keroseno o diesel del número 1. Otra fuente de contaminación interna del aire es el ozono. Los motores eléctricos sucios o mal gastados generan cantidades apreciables de ozono. Limpie o repare los motores si esta condición es encontrada. (Una adecuada selección del combustible se discute en la sección 3.1.4 en el volumen tres, y los síntomas por contaminación se discuten en 5.1.5.3 del volumen cinco de esta serie).

La determinación de la causa exacta de los problemas de cultivo requiere un análisis cuidadoso, así que los administradores inexpertos deberán consultar con especialistas.

Patrones anormales de crecimiento. Una clave importante para diagnosticar problemas de cultivo es observar el patrón espacial en el cual ocurre el problema de crecimiento.

Efectos de orilla y crecimiento irregular. El crecimiento en altura típicamente es más grande en la parte media que en las orillas de la cama de crecimiento y, en casos extremos, las plantas de la orilla también están cloróticas (fig. 1.5.16). Si el patrón es pronunciado, el paisaje en la parte superior de la cama se asemeja a una “barra de pan”. La causa más común es una inadecuada circulación de aire, lo que provoca diferencias locales de temperatura y humedad. El remedio es propiciar una circulación de aire adecuada, especialmente durante las horas del día y preferiblemente, bajo las camas de crecimiento. Otra causa es que los contenedores en la orilla de las mesas están expuestos a más luz. Esto acelera el desecamiento y puede causar elevación de la temperatura en la raíz. El problema puede ser minimizado si se utilizan contenedores blancos o de color claro. Los contenedores de poliestireno expandido (Styrofoam®) son convenientes en este aspecto, por su capacidad de aislamiento y de reflejar la luz. El riego debe ser programado para mantener la humedad adecuada en los contenedores de las orillas, sujetos a una más rápida desecación. Esto significa que el sustrato debe ser lo suficientemente poroso, de tal manera que los contenedores del interior puedan tolerar el exceso de humedad. El mantenimiento de una humedad adecuada también reducirá las diferencias en el consumo de agua entre las cavidades de la orilla y las interiores.



Figura 1.5.16.- Un riego inadecuado incrementa la desecación a lo largo del perímetro del área de cultivo causando un patrón de crecimiento denominado “efecto de borde”.

Anillos o franjas. Las plantas cloróticas o achaparradas agrupadas en anillos, círculos o franjas, a menudo indican problemas con la uniformidad del riego. El patrón de riego debe probarse con una red fija de recipientes para determinar si las plantas están recibiendo más o menos agua, que en el resto del invernadero. La situación puede ser complicada por la alta salinidad en el agua de riego o un sustrato compuesto por partículas que son de textura demasiado fina; en cualquier caso, la tolerancia de la planta a los problemas de disponibilidad de agua es reducida. La mejor solución es rediseñar el sistema de riego para proveer una distribución del agua más uniforme. Puede ser posible el simple cambio de una boquilla por otra que funcione mejor con la presión del agua y distribución espacial existentes. Si esto no es práctico, una solución a corto plazo es el riego manual de las áreas que no son regadas suficientemente. O si el exceso de agua no es un problema, puede usarse un sustrato arenoso bien drenado, y la duración del riego se puede incrementar para poder asegurar que todas las áreas reciban la cantidad de agua adecuada. (Los síntomas típicos se ilustran en la fig. 4.2.24, y el diseño adecuado de un sistema de riego se discute en la sección 4.2.5 del volumen cuatro de esta serie).

Si las plantas sintomáticas varían en tamaño y condición de la yema (fig. 1.5.14B), entonces el problema pudiera ser la variación en la intensidad

de la luz del sistema de iluminación fotoperiódica. Las plantas que no reciben la intensidad de luz suficiente durante la noche, pueden detener el crecimiento y formar yema prematuramente. Este problema es particularmente común con sistemas de luz colocados oblicuamente, o con lámparas en lo alto de un tipo o voltaje equivocados. Esto puede ser obvio sólo con ciertas especies o procedencias, particularmente aquellas de altitudes o latitudes elevadas. El problema se puede diagnosticar visitando el área de propagación por la noche, y midiendo la intensidad de la luz, siguiendo un modelo de red que cubra toda el área de cultivo. Para corregir el problema, pueden cambiarse las lámparas; sin embargo en casos extremos, el sistema de iluminación tendrá que ser rediseñado por completo. (Los síntomas se ilustran en la figura 3.3.12, y un diseño adecuado del sistema de iluminación fotoperiódica se discute en la sección 3.3.4.5 del volumen tres en esta serie).

Las franjas con plantas sintomáticas pueden ser también causadas por problemas de diseño en el área de cultivo. Por ejemplo, una cama porta charolas que no permita adecuadamente la poda aérea del sistema de raíces, puede causar un crecimiento irregular y conllevar a problemas de enfermedades en la raíz (fig. 1.5.15B).

Patrón en bloque. Si las plantas están completamente ausentes de ciertos bloques de contenedores, habrá que sospechar de un problema en la siembra. Los patrones anormales de crecimiento que varían entre diferentes bloques de contenedores, usualmente pueden ser provocados por problemas en el sustrato (fig. 1.5.17A). El problema puede ser por: diferencias en la porosidad, incorporación desproporcionada de mejoradores químicos, o por una mala esterilización de los contenedores. El patrón puede ser ocasionado por una baja calidad del sustrato o un descuido en la técnica de llenado de los contenedores, especialmente cuando éstos son llenados manualmente. Algunos trabajadores tienen la tendencia de compactar demasiado el sustrato en las cavidades, causando problemas en la porosidad. La incorporación de fertilizantes de lenta liberación o de otros mejoradores, puede también causar diferencias en el crecimiento de la planta entre bloques de contenedores. Por ejemplo, si se ha incorporado demasiada dolomita en el sustrato de ciertos bloques, las plantas mostrarán clorosis o enroscamiento de acículas (fig. 1.5.17B). Esta sintomatología puede ser más común en ciertas especies que en otras (Dumroese *et al.*, 1990). Otro patrón en bloque puede relacionarse con contenedores viejos que no han sido adecuadamente esterilizados. Muchos patógenos

causantes de la pudrición de raíz aumentan en residuos de sustrato, o en las raíces que se quedan en las cavidades de los contenedores e infectan los cultivos posteriores. Este patrón puede ser particularmente evidente cuando el cultivo se siembra en una mezcla de contenedores nuevos y usados. El mayor crecimiento de la planta que crece en los contenedores nuevos, puede ser indicador de un problema de esterilización. (La formulación de sustratos se discute en el volumen dos, y la esterilización de contenedores en la sección 5.1.7.2 del volumen cinco de esta serie).

Patrón en mosaico. Un patrón de crecimiento en mosaico es aquel en el cual los parches o grupos de plantas con crecimiento normal, se haya interpuesto con parches de plantas cloróticas, achaparradas o anormales. Este síndrome es diferente de los otros patrones de crecimiento anormal, en que los parches de plantas son relativamente más pequeños en tamaño, y el patrón no coincide con alguna condición obvia. Una de las causas más comunes de los patrones de crecimiento en mosaico, es una micorrización dispareja; esto se ve comúnmente en viveros a raíz desnuda, especialmente con cultivos que requieren micorrizas vesículo-arbusculares. Sin embargo, la carencia de micorrizas no deberá ser un problema en viveros que producen en contenedor, si se usa un sustrato adecuado y se provee de una buena fertilización.



A

Figura 1.5.17.- Los síntomas que se presentan en un patrón de tipo bloque (A) pueden ser causados por enfermedades de la raíz debidas a una deficiente esterilización del contenedor, o por una mala calidad del sustrato. Por ejemplo, el mezclado inadecuado de piedra caliza dolomítica en el sustrato, puede causar retraso en el crecimiento de los brotes, clorosis o espiralamiento (“rizado”) de acículas (B).



B



A

Figura 1.5.18.- La clorosis en el follaje nuevo (A), es un síntoma de deficiencia de hierro o de otros micronutrientes, que frecuentemente es causado por un incremento paulatino de sal en el sustrato, debido a una inadecuada lixiviación (B).



B

Una de las causas más comunes del patrón de crecimiento en mosaico en contenedores, puede ser por el agua de riego con elevados valores de pH o sales solubles. Cualquiera de estas condiciones deberá detectarse durante la selección del sitio, aunque la salinidad se concentra paulatinamente en el sustrato, bajo prácticas de riego deficientes. A menudo, las plantas están cloróticas; en el caso de deficiencia de hierro, el follaje más nuevo es amarillo, mientras que el

follaje más viejo permanece verde (fig. 1.5.18A). Esta situación puede ser fácilmente remediada con fertilizantes especiales quelatados, y asegurando que se aplique bastante agua en cada riego, de tal manera que las sales solubles se lixivien y salgan del contenedor (fig. 1.5.18B).

Patrón aleatorio. Algunas veces, plantas individuales que están distribuidas aleatoriamente por todas partes del área de propagación, muestran síntomas de enfermedad o algún tipo de crecimiento anormal (fig. 1.5.19A). Los patrones de crecimiento con distribución aleatoria son comúnmente causados por problemas en la semilla, y ello puede deberse tanto al factor genético como a patógenos. Por ejemplo, las plántulas albinas ocasionalmente se encuentran dispersas aleatoriamente en algún lote de semillas (fig. 1.5.19B). Los patógenos también afectan de manera aleatoria a algunos individuos, y algunos lotes de semillas son afectados más que otros. Debido a que los insectos son altamente móviles y a menudo atacan una planta a la vez, el daño por insectos llega a presentarse con una distribución aleatoria por toda el área de propagación (fig. 1.5.19C).

Problemas de plagas. El ambiente ideal de propagación en viveros que producen en contenedor también conlleva problemas de plagas, incluyendo hongos fitopatógenos e insectos.

La exclusión de plagas es uno de los beneficios de los cultivos de plantas en sustratos estériles y contenedores, porque todos los problemas comunes de hongos asociados con el suelo se eliminan. Sin embargo, los hongos pueden ser introducidos en contenedores sucios, la cubierta de las semillas y a través del sistema de riego. Los administradores de viveros que producen en contenedor deben permanecer particularmente alertas, porque el ambiente ideal de propagación también es propicio para el desarrollo de los hongos. El micelio o cuerpos fructíferos de un hongo, algunas veces son visibles en partes necróticas de las plantas, y estos **signos** son necesarios para un diagnóstico adecuado y posterior tratamiento de la enfermedad. Sin embargo, los productores deben ser capaces de distinguir entre un hongo fitopatógeno y uno benéfico. Los cuerpos fructíferos de los hongos micorrízicos algunas veces pueden ser vistos sobre o dentro de los contenedores (fig. 1.5.20A), y algunos tipos de micorriza pueden ser vistos en el sistema radical (fig. 1.5.20B). Las pudriciones de raíz pueden ser diagnosticadas eliminando la corteza externa de la raíz, y observando tejido sano de color blanco; las raíces café indican

enfermedad (fig. 1.5.20C). Deberán colectarse algunas muestras para ser enviadas a un especialista de plagas en vivero, para su cultivo e identificación. El brote de enfermedades puede ser suprimido con funguicidas, previniendo la expansión del hongo en el tejido sano, pero no debe esperarse la curación de la planta una vez que ésta ha sido dañada.

El área de cultivo deberá revisarse regularmente para la detección de insectos. No debe esperarse a que los síntomas del daño aparezcan. El daño por insectos a menudo ocurre cerca del perímetro del área de propagación, o en otras ocasiones aparece como un patrón aleatorio (fig. 1.5.19 A y C). Es recomendable examinar el follaje completamente; algunos insectos son muy pequeños y están camuflageados, así que difícilmente pueden ser detectados. Los insectos plaga también son móviles y muchos se esconden durante las horas con luz, así que también deberá inspeccionarse ocasionalmente el área de propagación por la noche. Tarjetas pegajosas amarillas o azules y trampas con feromonas, pueden ayudar a detectar la presencia y los niveles poblacionales de algunos insectos plaga. La identificación adecuada es importante, por ejemplo, la mosca de la rivera no es perjudicial, pero es casi idéntica al dañino mosco fungoso. La frecuencia de las inspecciones y la urgencia de la acción dependen de la etapa de crecimiento, y la naturaleza de la plaga probable. Por ejemplo, los insectos chupadores y los masticadores son una plaga seria de especies de hoja ancha, durante la fase de rápido crecimiento, pero son de menor consecuencia durante la fase de endurecimiento, cuando de todos modos, las hojas están cercanas a la caída.

El diagnóstico de problemas de plagas en el vivero requiere experiencia, así como conocimientos adecuados, por lo que un nuevo administrador de vivero, deberá contactar a los viveros circunvecinos para ver si han tenido problemas similares, o contactar un profesional especialista en plagas de viveros. (Ver sección 5.1.2 en el volumen cinco de esta serie para más ayuda en cuanto al diagnóstico de plagas).



A



B



C

Figura 1.5.19. La distribución aleatoria de plantas sintomáticas (A) puede ser causado por hongos que lleva la semilla, diferencias genéticas entre individuos (B), o insectos plaga que atacan plantas individuales (C).



A



B

Figura 1.5.20. Los productores deben ser capaces de distinguir organismos benéficos, tales como los cuerpos fructíferos de los hongos micorrízicos (A), y raíces micorrizadas (B) de raíces enfermas, color café (C).



C

1.5.6 Relación con los Clientes

La importancia de una buena relación con los clientes no debe ser subestimada. El viejo adagio “el cliente siempre tiene la razón” deberá ser parte de la filosofía del administrador de cualquier vivero. Mantenga a los clientes involucrados en el desarrollo del cultivo. Si las tasas de germinación son bajas para un lote de semillas en particular, notifique inmediatamente al cliente porque puede ser posible la resiembra o corregir el problema de otro modo. El crecimiento lento de la planta, el daño por plagas, o cualquier problema de cultivo que retrasen la salida de la planta, que afecta el número de plantas disponibles para su entrega, o que pueda requerir ajustes en los estándares de clasificación, deberán también ser discutidos con el cliente, cuando se les ha informado oportunamente. No hay nada más molesto para un cliente que tener una desagradable sorpresa en el momento de la entrega. Considere que los clientes ya han hecho una alta inversión en la preparación del sitio y en el programa de plantación, mismo que puede perderse, si el número o la calidad de las plantas cambian. Los clientes entenderán más y comprenderán mejor los problemas, si se les ha mantenido informados de la condición de sus plantas a lo largo del ciclo de cultivo. Así, ellos tendrán tiempo para ajustar sus programas de plantación. Invitar a los clientes a observar sus plantas es una buena medida para hacer que se conozca más acerca del trabajo del vivero, y también es un buen momento para discutir sobre el desarrollo del cultivo y los estándares de clasificación de las plantas. La clave es darle a cualquiera que esté implicado todo el tiempo que sea posible para realizar los ajustes necesarios. Hay abundante competencia en los negocios de viveros que producen en contenedor, y los clientes frustrados pueden decidir irse a otra parte por planta.

1.5.7 Resumen

El aspecto final del establecimiento de un vivero involucra la creación de un sistema de manejo. Hay varios aspectos clave para todo vivero exitoso: organización sólida, personal profesional, un sistema de captura y análisis de datos y el establecimiento de un sistema para resolver problemas. El manejo de un vivero para que tenga éxito, debe tener una organización estructurada, la cual asegure que las responsabilidades sean asignadas y que los trabajos sean realizados. En viveros pequeños, el administrador puede ser además el dueño y también puede ejecutar todas estas funciones, pero conforme el vivero crece en tamaño y complejidad, algunas de las tareas deben ser delegadas en otras personas. La supervisión requiere habilidades especiales, y los nuevos administradores deben ser capaces de contratar y retener a empleados productivos. Todos los viveros deberán tener un programa formal de seguridad, y reuniones regulares para tratar asuntos en este aspecto.

Cada vivero debe tener un sistema de captura y análisis sistemático de la información financiera y datos de producción, además de los registros culturales, incluyendo los programas de producción, las condiciones ambientales en el área de propagación, así como los registros del desarrollo del cultivo. Los sistemas de registro pueden ser desde una simple bitácora diaria hasta sistemas computarizados, que además registran y almacenan los datos ambientales. Los registros de las tasas de desarrollo de la planta son particularmente útiles para detectar prontamente problemas en el crecimiento, y para generar las tendencias de la producción para cultivos futuros. La comunicación con los clientes es crucial, y el concepto de la planta objetivo es una manera útil de describir qué tipo de planta esperan, y para los administradores de viveros describe qué pueden producir realmente.

Uno de los aspectos más importantes de la administración de viveros es resolver los problemas diarios. Los administradores pueden llegar a resolver mejor los problemas si visitan otros viveros, si asisten a talleres y sesiones de entrenamiento, y si se actualizan con la literatura publicada recientemente. Muchas de las crisis son causadas por fallas en los equipos o condiciones ambientales severas, y aunque el momento de una crisis nunca puede predecirse, la frecuencia de ocurrencia y los daños pueden ser minimizados con un manejo adecuado. En contraste con el mal funcionamiento del equipo o condiciones ambientales adversas, los problemas culturales se desarrollan más lentamente, y raramente requieren atención inmediata. Sin embargo, usualmente se pueden prevenir con programación adecuada y un diagnóstico rápido.

Finalmente, los administradores de viveros deben tener siempre en mente que sus plantas pertenecen al cliente, quien deberá estar informado de cualquier cuestión relacionada con el desarrollo durante la temporada de cultivo. Los viveros deben involucrar al cliente en las decisiones críticas, de tal manera que no haya sorpresas en el momento de la entrega de la planta.

1.5.8 Referencias

1.5.8.1 Referencias generales sobre administración de viveros

Davidson, H.; Mecklenburg, R.; Peterson, R. 1988. Nursery management: administration and culture. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 413 p.

Furuta, T. 1978. Environmental plant production and marketing. Arcadia, CA: Cox Publishing Co. 232p.

Hanan, J.J.; Holley, W.D.; Goldsberry, K.L. 1978. Greenhouse management. New York: Springer-Verlag. 530 p.

Jozwick, F.X. 1992. The greenhouse and nursery handbook. Mills, WY: Andmar Press. 511 p.

Langhans, R.W. 1980. Greenhouse management. Ithaca, NY: Halcyon Press. 270 p.

Nelson, P.V. 1991. Greenhouse operation and management. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 612 p.

1.5.8.2 Literatura específica citada

Armson, K.A.; Sadreika, V. 1979. Forest tree nursery soil management and related practices. Ottawa, ON: Ontario Ministry of Natural Resources. 179 p.

Brumfield, R.G. 1992. Greenhouse cost accounting: a computer program for making management decisions. HortTechnology 2(3): 420-424.

Clements, S.E.; Dominy, S.W.J. 1990. Costs of growing containerized seedlings using different schedules at Kings Clear, New Brunswick. Northern Journal of Applied Forestry 7(2): 73-76.

Day, R.J. 1979. The development of a method for monitoring the growth of nursery stock. Silv. Rep. 1979-1. Thunder Bay, ON: Lakehead University, School of Forestry. 28 p.

Day, R.J. 1981. Programmable calculator (TI-59) programs for use in forest nurseries. Silv. Rep. 1981-1. Thunder Bay, ON: Lakehead University, School of Forestry, 70 p.

Dumroese, R.K.; Thompson, G.; Wenny, D.L. 1990. Lime-amended growing medium causes seedling growth distortions. Tree Planter's Notes 41(3): 12-17.

Goldsberry, K.L. 1979. Greenhouse safety: for plants and people alike. In: Proceedings, Intermountain Nurserymen's Association Meeting; 1979 August 13-16; Aspen, CO. Ft. Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Station: 14-15.

Hallet, R.D. 1982. Monitoring crop development during the rearing of containerized seedlings. In: Scarratt, J.B.; Glerum, C.; Plexman, C.A., eds. Proceedings, Canadian Containerized Tree Seedling Symposium; 1981 September 14-16; Toronto. COJFRC Symp. Proc. O-P-10. Sault Ste. Marie, ON: Canadian Forestry Service, Great Lakes Forest Research Centre: 245-253.

Landis, T.D. 1984. Problem solving in forest-tree nurseries with emphasis on site problems. In: Duryea, M.L.; Landis, T.D., eds. Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Boston: Kluwer Academic Publishers: 307-314.

Pair, C.H.; Hinz, W.H.; Frost, K.R.; Sneed, R.E.; Schiltz, T.J. 1983. Irrigation, 5th ed. Arlington, VA: The Irrigation Association. 686 p.

Pawuk, W.L. 1982. The effects on growth of transplanting, germinating seeds into containers. Tree Planter's Notes 33(1): 38-39.

Regan, R. 1988. Sprinkler salvation. American Nurseryman 168(5): 70-77.

Ritchie, G.A. 1984. Assessing seedling quality. In: Duryea, M.L.; Landis, T.D., eds. Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Boston: Kluwer Academic Publishers: 243-259.

Rose, R.; Carlson, W.C.; Morgan, P. 1990. The target seedling concept. In: Rose, R.; Campbell, S.J.; Landis, T.D., ed. Target seedling symposium: Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations. 1990 August 13-17; Roseburg, OR. Gen. Tech. Rep. RM-200. Ft. Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 1-8.

Scagel, R.; Bowden, R.; Madill, M. Kooistra. C. 1993. Provincial seedling stock type selection and ordering guidelines. Victoria, BC: British Columbia Ministry of Forests, Silviculture Branch. 75 p.

Thompson, G. 1994. Growth of container Douglas-fir at 3 different nitrogen fertilization rates. [Manuscript submitted to Tree Planter's Notes].

Rochester, WA: Weyerhaeuser Co., Rochester Regeneration Center.

Tinus, R.W.; McDonald, S.E. 1979. How to grow tree seedlings in container in greenhouses. Gem. Tech. Rep. RM-60. Ft. Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 256 p.

Wallersteiner, U. 1988. Cumulative trauma disorders in forest nursery workers. In: Landis, T.D., tech. coord. Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations; 1988 August 8-11; Vernon, BC. Gen. Tech. Rep. RM-167. Ft. Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 75-76.

Wenny, D. 1992. Personal communication. Moscow, ID: University of Idaho, Forest Research Nursery.