

# MANUAL DE DETECCIÓN Y MANEJO DE ENFERMEDADES BAJO EL SISTEMA DE "CONTENEDOR"



## Caso Vivero San Luis Tlaxialtemalco



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL  
Secretaría de Medio Ambiente



Comisión Nacional Forestal

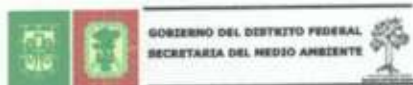
Coordinación General de Educación,  
Capacitación, Investigación y Cultura  
Forestal

Gerencia Regional XIII Central-Valle  
de México

Mayo 2004



COMISIÓN NACIONAL FORESTAL



## Manual de Detección y Manejo de Enfermedades Bajo el Sistema de "Contenedor": *Caso Vivero San Luis Tlaxialtemalco*

**Dr. Dionicio Alvarado Rosales.** Profesor Investigador Adjunto del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, estado de México.

**Ing. Salvador Castro Zavala.** Gerente del Vivero San Luis Tlaxialtemalco, de la Dirección General de Recursos Naturales y Desarrollo Rural de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.

**Ing. Celerino Cigarrero Clavería.** Jefe de Área de Producción y Mantenimiento de Planta del Vivero San Luis Tlaxialtemalco, de la Dirección General de Recursos Naturales y Desarrollo Rural de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.

**Ing. Rafael Álvarez Reyes.** Director de Protección de Recursos Naturales, de la Dirección General de Recursos Naturales y Desarrollo Rural de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.

**M.C. Luz de Lourdes Saavedra Romero.** Enfermedades de Arbolado Urbano. Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, estado de México.

## DIRECTORIO

**Ing. Manuel Agustín Reed Segovia**

DIRECTOR GENERAL DE LA COMISION NACIONAL FORESTAL  
Y CULTURA FORESTAL.

**Lic. Fernando Montes de Oca y Domínguez**

COORDINADOR GENERAL DE EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN,  
INVESTIGACIÓN Y CULTURA FORESTAL DE LA CONAFOR.

**M.C. Rubuán Escalante Fernández**

GERENTE DE LA REGIÓN XIII CENTRAL-VALLE DE MÉXICO DE LA CONAFOR

**Ing. Alejandro Juárez Martínez**

JEFE DE EDUCACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA  
REGIÓN XIII CENTRAL-VALLE DE MÉXICO DE LA CONAFOR

---

---

**Dra. Claudia Sheinbaum Pardo**

SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE

**Ing. Nicolás Mendoza Jiménez**

DIRECTOR GENERAL DE LA DIRECCIÓN DE  
RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO RURAL

**M.C. Lina Ojeda Revah**

DIRECTORA EJECUTIVA DE CONSERVACIÓN Y  
RESTAURACIÓN DE RECURSOS NATURALES

**Ing. Rafael Álvarez Reyes**

DIRECTOR DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES

**Ing. Salvador Castro Zavala**

GERENTE DEL VIVERO SAN LUIS TLAXIALTEMALCO

---

---

**Dr. Benjamín Figueroa Sandoval**

DIRECTOR GENERAL

**Dr. Felix V. González Cossio**

SECRETARIO GENERAL

**Dr. Alejandro E. Jaimes Escobedo**

SECRETARIO ADMINISTRATIVO

**Dr. Ignacio Cid del Prado Vera**

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE FITOSANIDAD

**Dr. Alejandro Velázquez Martínez**

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES

**Dr. Gustavo Ramírez Valverde**

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE SOCIECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

**Dr. Ricardo Bárcena Gama**

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Comisión Nacional Forestal  
por el apoyo recibido para la elaboración del presente manual

Al M.C. Jorge Alvarado López  
por el trabajo de edición del presente manual

Al personal técnico y de laboratorio del vivero San Luis Tlaxialtemalco  
por el apoyo brindado en la realización de ensayos para la detección de  
hongos en semillas, y cuyos resultados se incluyen en este manual

Al D.G. Alejandro Saavedra Romero por el diseño  
del presente manual

# CONTENIDO

<b>Información General.....</b>	<b>1</b>
Características Generales del Vivero San Luis Tlaxialtemalco, D.F.....	2
Caracterización del Sistema de Producción de Planta.....	6
<b>Enfermedades Bióticas.....</b>	<b>17</b>
El Tizón Apical.....	18
La Roya de Conos.....	20
Hongos Asociados a la Semilla.....	22
La Secadera de Almácigo o "Damping off".....	26
La Pudrición de Raíz por Fusarium.....	30
El Moho o Telaraña Gris.....	34
La Cenicilla del Encino.....	37
La Antracnosis del Capulín.....	40
La Roya del Ahuejote.....	42
El Cancro por Cytospora.....	44
La Cúscuta.....	46
<b>Agentes Abióticos Causantes de Estrés.....</b>	<b>48</b>
Heladas.....	49
Falta de Agua y Cambios de Temperatura.....	54
Fitotoxicidad.....	58
Falta de Nutrientos.....	60
<b>Otros Agentes de Estrés de Origen Desconocido.....</b>	<b>62</b>
Quemadura de Corteza.....	63
Quebradura de Tallo en Pinos.....	63
Coloración Púrpura de Acículas y Muerte de Brotes en Pinos.....	65
<b>Literatura Consultada.....</b>	<b>67</b>
<b>Glosario.....</b>	<b>68</b>

## **PRESENTACIÓN**

A pesar de la gran cantidad de viveros forestales con que cuenta nuestro país, la información en aspectos fitosanitarios es escasa. Los daños ocasionados por insectos o enfermedades han llegado a ser de considerable importancia, al grado que, en algunos viveros se han perdido camas enteras, en especial a causa de las enfermedades. El desconocimiento de formas de detectar su presencia y de la biología de los patógenos que las producen, son factores que juegan un papel preponderante en el momento de tomar decisiones para su manejo. Por lo anterior, este manual se pensó con el propósito de apoyar al personal relacionado con la sanidad de viveros forestales que usan el sistema de «contenedor». Este manual pretende proporcionar información para diagnosticar la presencia de enfermedades, con base en caracteres macroscópicos, principalmente, conscientes de que en muchos de los viveros no se cuenta con infraestructura para el cultivo de microorganismos o de microscopios compuestos. De cualquier manera, se le sugiere al lector que, para un diagnóstico más preciso, se utilice la infraestructura mencionada. Otra característica de este manual es la propuesta de actividades de manejo que se han probado a lo largo de cinco años de trabajo con el sistema de «contenedor» dentro del vivero de San Luis Tlaxiátemalco. Es importante resaltar que el usuario podrá encontrar diferencias en cuanto al tipo y al número de enfermedades que se presentan en el sistema tradicional, donde el sustrato, por lo general es suelo de monte. También creemos que esta información se irá enriqueciendo conforme el sistema de «contenedor» se utilice a mayor escala, tendencia que parece habrá de continuar, ante los problemas ecológicos que se generan por la extracción de suelo de monte.

**LOS AUTORES**

# Información General



## Características Generales del Vivero San Luis Tlaxialtemalco, D.F.

### Antecedentes

El 20 de octubre de 1992, el gobierno de México y el de Japón firmaron un acuerdo de crédito internacional para ejecutar el proyecto "Reforestación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México". Dicho proyecto tuvo como objetivo aplicar un programa intensivo de reforestación para disminuir los niveles de partículas suspendidas totales (PST), las cuales son una de las causas más importantes de contaminación en la Ciudad de México.

El programa inició en 1998 y, para 2002 se habían plantado cerca de 52 millones de plantas, con una sobrevivencia promedio de 65%. Este programa utilizó un total de 33 especies vegetales: catorce coníferas, cuatro latifoliadas, dos frutícolas y trece arbustivas.

Para asegurar el abasto y calidad de la planta requerida por el programa de reforestación, se cuenta con el vivero de San Luis Tlaxialtemalco (SLTLAX), el cual tiene un potencial para producir 30 millones de plantas de alto nivel tecnológico y donde se producen las 33 especies anteriormente mencionadas (Cuadro 1).

Dicho vivero está ubicado en avenida Año de Juárez No. 9700, Col. Quirino Mendoza, Pueblo de San Luis Tlaxialtemalco, Delegación Xochimilco, D.F. C.P 16610 y cuenta con una superficie estimada de 73 hectáreas.

Dentro de la infraestructura con que cuenta el vivero destacan los laboratorios de microbiología y de nutrición, la planta de tratamiento de agua por ósmosis inversa, el invernadero automatizado, el área de beneficio y limpieza de

semilla, el área de siembra y lavado de «contenedores», el área de mantenimiento de instalaciones y equipo, así como sus unidades de producción.

**Cuadro 1. Especies producidas en el vivero de San Luis Tlaxialtemalco.**

Grupo	Especie
Coníferas	<i>Pinus ayacahuite</i> <i>Pinus cembroides</i> <i>Pinus hartwegii</i> <i>Pinus greggii</i> <i>Pinus leiophylla</i> <i>Pinus michoacana</i> <i>Pinus montezumae</i> <i>Pinus patula</i> <i>Pinus pseudostrobus</i> <i>Pinus rudis</i> <i>Pinus teocote</i> <i>Abies religiosa</i> <i>Cupressus lusitanica</i> <i>Taxodium mucronatum</i>
Latifoliadas	<i>Alnus jorullensis</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Salix bonplandiana</i> <i>Quercus spp.</i>
Arbustivas	<i>Arbutus xalapensis</i> <i>Tecoma stans</i> <i>Calliandra grandiflora</i> <i>Baccharis conferta</i> <i>Brongniartia intermedia</i> <i>Buddleia cordata</i> <i>Dodonaea viscosa</i> <i>Eysenhardtia polystachya</i> <i>Mimosa acuelaticarpa</i> var. <i>biuncifera</i> <i>Senecio praecox</i> <i>Agave salmiana</i> <i>Senna multiglandulosa</i> <i>Nolina parviflora</i>
Frutales	<i>Prunus serotina</i> var. <i>capuli</i> <i>Crataegus mexicana</i>



## Laboratorio de microbiología

Su función es apoyar en la identificación de agentes causales de enfermedades de plantas sembradas dentro del vivero y desarrollar investigación y nuevas tecnologías para el control de plagas enfermedades, así como realizar pruebas de control de calidad de productos comerciales con énfasis en el control biológico.

## Laboratorio de nutrición

Aquí se llevan a cabo análisis para la determinación de nutrimentos en tejido vegetal. También se realizan análisis físicos y químicos en suelo y sustrato, así como investigación y desarrollo de tecnología relacionadas con la demanda de nutrimentos en las plantas y su fertilización. Su personal es responsable de verificar la calidad de los productos comerciales utilizados principalmente, como sustrato.

## Planta de tratamiento de agua por ósmosis inversa

El agua es un elemento básico para la producción de plantas en el vivero. En este caso, mediante el uso de una planta de tratamiento por ósmosis inversa, se evita consumir el agua potable destinada al consumo de la población. Su capacidad de producción es de 750 m<sup>3</sup>/día y es la única utilizada en viveros forestales del país. La planta se abastece de aguas negras que se desinfectan y tratan para eliminar materia orgánica, lodos, jabones, detergentes, grasas, aceites y sólidos; después se someten a un nuevo tratamiento, con el fin de obtener agua de calidad con un contenido óptimo de sales y un pH adecuado para el riego de los árboles.

## Invernadero automatizado

El invernadero tiene una superficie de 1200 m<sup>2</sup> y una capacidad para cultivar 640000 plantas

en «contenedores» V93. Este se construyó de material policarbonatado y está equipado con una caldera que permite calentar el agua a 30 °C, la cual se hace circular a través de un serpentín de mangueras colocadas a 10 cm de profundidad en el suelo. En cuanto al sistema de enfriamiento, cuenta con un equipo de ventilación en el techo, el cual se abre y se cierra automáticamente. Además, existe una pared húmeda y ocho extractores de aire. Para el control de la luminosidad, el invernadero tiene una malla en el techo, la que se extiende o se repliega como persiana, en forma automatizada. También cuenta con un sistema de fertirrigación automatizado que funciona a base de aspersores y nebulizadores, por medio de robots.

## Área de beneficio y limpieza de semilla

Se tiene un patio de presecado de frutos y conos, con capacidad de 80 toneladas; un horno para el secado de conos, con capacidad de procesamiento de 2800 kg; y un tambor rotatorio para la extracción de la semilla.

Para la limpieza de la semilla, se tiene un desalador que sirve para quitar el ala y ciertas impurezas a la semilla; en éste se procesan hasta 105 kg/turno; un escalper que funciona con base en cribas para limpiar la semilla, cuya capacidad es de 75 kg/turno, (un separador de semilla por tamaños, para procesar 50 kg/turno.) También se cuenta con una cámara de gravedad que funciona con aire y sirve para separar la semilla vana de la llena y que tiene una capacidad de 50 kg/turno. Asimismo, se tiene un laboratorio para efectuar las cinco pruebas de calidad de las semillas, de acuerdo con las reglas internacionales del ISTA (Internacional Seed Testing Association), con una capacidad de operación de 800 pruebas por año.

Se cuenta con dos cámaras de refrigeración para el almacenamiento de 20 toneladas de



semilla, una que funciona a 1 °C y otra que opera a -18 °C.

### **Área de siembra y lavado de «contenedores» V93**

Para la siembra de la semilla, se tiene una mezcladora de sustrato a base de cuatro tolvas y dos líneas de siembra, con capacidad de 200 mil cavidades por turno cada una, y una capacidad total de 400 mil cavidades en «contenedor» V93.

Cuando los «contenedores» regresan de los sitios de reforestación, se colocan en dos lavadoras automáticas que funcionan con agua fría y caliente a presión.

### **Área de mantenimiento de instalaciones y equipos**

Esta área es responsable del mantenimiento preventivo y correctivo de los siguientes aspectos: sistema de riego del vivero y de agua potable, red de energía eléctrica de alta y baja tensión, mantenimiento de las áreas verdes, invernadero y vialidades del vivero, mantenimiento de toda la maquinaria existente en el área de semillas, unidades de producción, laboratorios, sustratos y siembra. Además, proporciona mantenimiento al equipo existente: montacargas, tractores, retroexcavadoras, minicargadores frontales, remolques planos, plantas de emergencia, aspersoras de alto volumen y herramienta, en general.

### **Unidades de producción**

El vivero tiene ocho unidades de producción y cada una cuenta con un edificio propio, para oficina, bodega y área de trabajo; también cuenta con seis parcelas de cultivo, con sus propios sistemas de fertirrigación, siendo en total 48 parcelas. La capacidad de producción de cada unidad es de 4.9 millones de plantas en un tamaño de «contenedor» V93.

---

**Lámina 1. Infraestructura del vivero de San Luis Tlaxialtemalco. A. Laboratorio de microbiología. B Laboratorio de nutrición. C. Planta de tratamiento de aguas por ósmosis inversa. D. Invernadero automatizado. E. Área de beneficio y limpieza F. Área de siembra. G. Área de mantenimiento de equipo. H. Unidades de producción de planta.**





## Caracterización del Sistema de Producción de Planta

El conocimiento anticipado de los lugares que van a reforestarse, ofrece una ventaja al Proyecto de Reforestación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, ya que esto permite programar y producir las especies y cantidades requeridas para cubrir las metas de plantación establecidas. Para esto, es necesario una buena planeación, que va desde la localización de las fuentes de semilla, su procesamiento, siembra y labores de cultivo, hasta la evaluación de la calidad de la planta en el momento en que sale del vivero.

### Colecta de frutos y conos

Como este proyecto está relacionado con el mejoramiento del ambiente y no con el de producción de madera, las características fenotípicas de las plantas producidas no son tan relevantes; sin embargo, el vigor de las mismas adquiere un papel preponderante, debido a que sus genes deben preservarse, al igual que la producción de semillas.

Antes de iniciar la colecta de frutos, se realiza una inspección en las áreas potenciales de colecta con los siguientes objetivos:

- Identificar y seleccionar rodales semilleros nuevos.
- Supervisar y evaluar rodales semilleros ya identificados.
- Determinar los potenciales de producción por rodal.
- Diagnosticar el estado fitosanitario de los rodales.

- Elaborar una cédula de identificación para cada lugar (localización, características topográficas y de la vegetación).

Los principales factores a considerar en esta actividad son:

**La especie.** Es importante identificarla en campo, así como sus principales características fenológicas y de sanidad, ya que en algunos casos se ha detectado que hay una alta incidencia de enfermedades y de hibridación entre las especies. Como ejemplo de esta última se tiene a *Pinus montezumae* y *Pinus pseudostrobus*.

**La cantidad de conos.** En los recorridos de campo, se determina si existen suficientes conos sanos y se estima el número de costales posibles de colectar por árbol y por rodal, para ello se debe conocer la superficie de colecta.

**Facilidad de acceso.** Este factor es importante, ya que los conos que se encuentran al lado de un buen camino, se colectan con un menor esfuerzo, lo cual, en consecuencia, reduce los costos de producción. Lo contrario ocurre con los rodales que se encuentran lejos de las vías de acceso.

El principal objetivo de la colecta es proporcionar y abastecer de frutos y conos al vivero, con la finalidad de extraer la semilla en cantidad, calidad y oportunidad de cada una de las especies requeridas para la producción de planta. La cantidad de conos a colectar, la asignación de claves a los lotes y el método de colecta se describen a continuación:

a) Cálculo de la cantidad de conos a coleccionar.

La forma en que se determina la cantidad de conos a coleccionar por especie, depende de las metas establecidas y del rendimiento de semilla buena por costal. Cuando se sabe la cantidad de plantas requeridas, se pueden utilizar los resultados de laboratorio para estimar el número de semillas por kilogramo. Cuando se cuenta con estos datos se puede calcular la cantidad de costales a coleccionar.

b) Asignación de clave a los lotes.

Para mantener a cada lote perfectamente identificado, desde la zona de colecta, la de siembra de las semillas, hasta la de producción en el vivero, se les asigna una clave de nueve dígitos y una letra. Así, por ejemplo, el lote 0532N02303 está representado por lo siguiente:

Especie. El primer y segundo dígito indican la especie (05 significa *Pinus hartwegii*).

Altitud. El tercer y cuarto dígito indican la altitud. Por ejemplo, 32 significa 3200 m.

Orientación. Se utilizan letras: norte (N), sur (S), este (E), y oeste (W). No se utiliza O porque puede confundirse con el cero.

Número de lote. Se utilizan tres números, desde 001, hasta 999. Los números de los lotes se asignan en orden cronológico. Estos dígitos van después de las letras (023).

Año. Los últimos dos números se refieren al año de cuando empezó la colecta (03 corresponden al año 2003).

c) Método de colecta

Entre los métodos utilizados para la colecta de conos, el más frecuente es el de escalado con

espuelas, arneses, cinturón de seguridad (lo que permite al coleccionador usar sus dos manos), bandolas, overoles, guantes y sus respectivas herramientas de corte, las cuales cambian de acuerdo con la especie, ya que puede utilizarse gancho con zeta o tijeras con mango extensible.

## Procesamiento de conos y semillas

Al arribar al vivero, los sacos llenos de conos se separan por lote y especie, mediante etiquetas de aluminio; también se seleccionan conos dañados que, generalmente, se entierran. Los conos sanos se descargan en el patio de recepción y presecado de conos. En este lugar se les mantiene para que se sequen al sol, por un período de una hasta diez semanas, dependiendo de la especie.

Después del período de presecado al sol, los conos se colocan en el horno de secado, a una temperatura de 45 °C, por un tiempo aproximado de 48 horas. El tiempo utilizado varía, dependiendo de la humedad que presenten los conos en el momento de colocarlos en la secadora, así como de las condiciones climáticas.

Una vez abiertos los conos, se procede a extraer la semilla, colocando los frutos en el tambor rotatorio, el cual funciona a base del golpeo del cono. Por un lado, se separa la semilla con ala e impurezas pequeñas y, por el otro lado, se deja el cono vacío.

### a) Procesado de semilla

La semilla obtenida en el tambor rotatorio se lleva al equipo desalador, el cual funciona a base de agua, aire y rotación. En éste se colocan dos o tres barriles de semilla con impureza, con el fin de separar el ala y la basura ligera en aproximadamente 30 minutos. Después se lleva al escalper (despellejador), el cual funciona a base del movimiento de varias cribas, con el fin de separar las impurezas de las semillas. Los dife-



rentes tamaños y formas de los agujeros de las cribas permiten separar las fracciones o pedazos de basura. Para cada especie existe una combinación diferente de cribas.

Una vez limpia la semilla, se envía a la máquina separadora de tamaños. Ésta funciona con el mismo principio del despellejador y separa la semilla en cuatro tamaños: chica (S), mediana (M), grande (L) y extragrande (XL).

El contenido de humedad de las semillas se determina con el medidor de humedad electrónico del laboratorio. Cuando la humedad se encuentra entre 5 y 10% el proceso puede continuar.

Después que las semillas se han separado por tamaños, éstas se colocan en el separador gravimétrico y las semillas vacías y parcialmente llenas se retiran. El separador gravimétrico se ajusta por medio de muestras, en las que se analiza su viabilidad mediante rayos "X".

#### b) Control de calidad de las semillas

En el laboratorio de semillas se realiza el control de calidad, de acuerdo con normas establecidas por la Asociación Internacional de Prueba de Semillas (ISTA, sus siglas en inglés), a través de las siguientes pruebas aplicadas por lote y tamaño de las semillas.

**Porcentaje de humedad.** Es la medición del contenido de humedad para obtener un intervalo deseado, entre el 5 y 10%, principalmente, para pinos (*Pinus* spp.) (semillas ortodoxas), con excepción del oyamel (*Abies religiosa*) y el encino (*Quercus* spp.), los que requieren un mayor porcentaje de humedad (semillas recalcitrantes).

**Porcentaje de pureza.** Consiste en determinar el porcentaje de impurezas (basura y otras semillas que no sean del lote). Entre más puro esté un lote menor cantidad de basura habrá en el mismo.

**Cantidad de semillas por kilogramo.** Es la prueba donde se realiza un conteo al azar de 1000 semillas limpias por lote y tamaño para obtener su peso, y con ello, el número de semillas por kilogramo.

**Prueba rápida de viabilidad.** Se utiliza una placa de rayos "X" y se hace sobre 400 semillas, lo que permite determinar el número de semillas vacías y la cantidad de semillas con daño mecánico, por hongos o insectos, o con desarrollo anormal (falta de embrión, raíz atrofiada, albinismo, geotropismo invertido e inmadurez de la semilla).

**Prueba de germinación.** Esta se realiza para cada lote y tamaño en 400 semillas. Los conteos de germinación se hacen cada siete días y se determina el porcentaje de germinación en cada período hasta los 28 días, así como el porcentaje de las semillas normales y de las semillas anormales.

#### c) Almacenamiento de semillas

Para mantener la producción constante del vivero, se requiere disponibilidad de semillas suficientes que cumplan con las características fisiológicas y genéticas deseables en todo momento. Para esta finalidad, se requiere que las semillas puedan almacenarse hasta el momento de su utilización, sin perder la capacidad germinativa.

El almacenamiento puede definirse como la conservación de semillas vivas, desde la época de recolección hasta el momento de la siembra. Los motivos del almacenamiento de semillas pueden resumirse de la manera siguiente:

- Conservar semillas en las mejores condiciones para proteger su capacidad germinativa en el período entre la recolección y la siembra.



- Proteger a la semilla contra el ataque de roedores, aves, insectos y patógenos.
- Conservar cantidades de semillas colectadas en años de gran producción, con miras a tener suministros para años en que ésta es baja.

Por lo general, las semillas se conservan mejor a temperaturas bajas que a temperaturas altas. Las variaciones de temperatura son más desfavorables para la conservación de su calidad, que cuando la temperatura es constante. La interacción entre temperatura y contenido de humedad de la semilla es de gran importancia para el almacenamiento, ya sea a largo o corto plazo.

La temperatura para almacenamiento de semillas varía de acuerdo con las especies. Para el caso de *Cupressus lusitanica*, *Abies religiosa*, *Alnus jorullensis*, *Quercus spp.* y *Liquidambar styraciflua*, se realiza a 1 °C; las diferentes especies del género *Pinus* se almacenan a -18 °C.

Finalmente, la semilla se envasa, se identifica la clave del lote, el tamaño y cantidad (en kilogramos por cada tamaño o especie a guardar).

#### d) Preparación de semillas para siembra

La latencia tiene un papel importante en la adaptación de las plantas al ambiente; su presencia obedece a mecanismos fisiológicos que varían con la especie y tienen la función de distribuir, en el tiempo y en el espacio, la germinación de las semillas.

La anulación de estos mecanismos inhibitorios necesita de la presencia de un evento ambiental, el cual indica que las condiciones del medio son las adecuadas para que las plantas puedan

desarrollarse y reproducirse. Este evento puede ser la presencia de luz, la precipitación pluvial, un incendio, el paso por el tubo digestivo de un animal o la exposición durante varios meses al frío o a la humedad, entre otros.

El principal problema que se tiene con las semillas latentes, es elegir el mejor tratamiento para estimular la germinación, con el fin de aprovechar al máximo la capacidad de un lote para producir plantas, lograr una geminación rápida, completa y uniforme que facilite las labores y ayude al establecimiento del cultivo.

Dentro del vivero se utiliza la estratificación como tratamiento para estimular la germinación y que ésta sea uniforme. La estratificación consiste en aplicar un tratamiento de frío y humedad a las semillas para romper su latencia. El método de preenfriado varía, según la especie, pero usualmente se realiza para mantener a baja temperatura las semillas imbibidas, por un tiempo determinado.

Una vez estratificadas las semillas pasan por otro proceso, antes de llevarlas a la siembra, que consiste en los siguiente:

- Desinfección con cloro comercial, a 0.6% durante 30 minutos.
- Enjuagarlas con agua potable y colocar las semillas en un recipiente con agua, dejándolas imbibir por un determinado tiempo, dependiendo de la especie.
- Después de la imbibición se elimina el exceso de agua y cada lote de semilla se mete en bolsas de plástico. Las semillas en bolsas se estratifican por varios días, dependiendo de la especie, a una temperatura de 1 °C.



- Horas antes de enviarla a la sembradora, la semilla se trata con un fungicida, que puede variar, de acuerdo con el tipo de hongos presentes, con el fin de proteger a la semilla contra enfermedades fungosas y como repelente contra aves y roedores.

## Cultivo de las plantas

Las plantas que se cultivan en «contenedor», generalmente, tienen sus raíces restringidas a poco volumen de sustrato. Por lo tanto, es importante considerar que las demandas de aire, agua y nutrimentos en el sustrato que presentan las plántulas, son mucho más intensas que las demandas de las plántulas que crecen libremente en el suelo, ya que éstas tienen mayor espacio para desarrollarse y obtener los elementos necesarios para su crecimiento.

La calidad del sustrato es fundamental para un crecimiento exitoso de las plantas en «contenedor». Lograr las condiciones físicas y nutrimentales propicias es importante para cultivos de corto tiempo, como plántulas de hortalizas, pero es aún más importante para cultivos de ciclo largo, como las coníferas y latifoliadas. Algunos de éstos pueden permanecer en el «contenedor» por 12 o 24 meses.

## Descripción del sustrato utilizado en el vivero

El sustrato que se utiliza en «contenedores» V93 es muy diferente del suelo. Para lograr las características deseadas, que promuevan un crecimiento sano de la plántula, el sustrato debe estar compuesto de varios materiales. Éstos, generalmente, son componentes orgánicos e inorgánicos. Cada material le confiere ciertas propiedades al sustrato. Es importante darse cuenta de que, entre mayor sea la cantidad de com-

ponentes en una mezcla, mayor será el número de problemas potenciales a experimentar. Un factor importante que debe considerarse es el asegurar un suministro, a largo plazo, de los componentes del sustrato.

**La fracción orgánica.** Ésta puede ser "peat moss" o una buena composta de corteza de pino, fibra de coco, residuos de café o tierra de hoja. Varios factores deben tomarse en cuenta antes de decidir cuál es la mejor fracción orgánica para el vivero del que se esté tratando. Cuando se planeó este proyecto, el mejor compuesto orgánico disponible era el "peat moss", por lo cual se seleccionó. Después salió al mercado la fibra de coco y la corteza de pino, los cuales son un buen sustituto parcial del "peat moss".

**La fracción inorgánica.** Ésta puede estar compuesta por vermiculita, agrolita, tezontle y otros materiales inertes. Para lograr las características adecuadas de capacidad de intercambio catiónico (CIC) y porosidad en el sustrato de este vivero, se seleccionaron la vermiculita y la agrolita para conformar la fracción inorgánica. La vermiculita está formada por placas minerales de silicatos de aluminio, hierro y magnesio, lo que mejora la CIC, mientras que también proporciona una pequeña cantidad de potasio. La agrolita es un mineral de origen volcánico que sirve para mejorar la porosidad y el drenaje de la mezcla de sustrato.

La mezcla de componentes que forman el sustrato utilizado en este vivero es la siguiente: 50% "peat moss", 30% vermiculita y 20% agrolita. A lo anterior, se agregan los siguientes productos, en la proporción señalada: 1kg/m<sup>3</sup> de mezcla de elementos menores y 3.5 kg/m<sup>3</sup> de una mezcla de macronutrimentos, en forma de perlitas de liberación lenta 12-25-12 (8 meses).

## Siembra

En este vivero, la siembra se realiza con alto grado

de automatización, desde la preparación del sustrato, hasta la colocación de la semilla en cada cavidad de los «contenedores», a la profundidad correcta de siembra y con su respectiva cobertura, razón por la cual se requiere observar con especial cuidado todo el proceso para obtener la máxima exactitud de los equipos y maquinaria.

La siembra se realiza en tres tamaños de «contenedores» Hiko V-93 (93 cm<sup>3</sup>), con 40 cavidades; V-310 (310 cm<sup>3</sup>) y V-530 (530 cm<sup>3</sup>), con 15 cavidades éstos dos últimos.

Cuando se utilizan «contenedores» sucios de ciclos anteriores, éstos se lavan y desinfectan a base de agua caliente (mayor que 59 °C.).

El equipo de siembra lleva a cabo el llenado, la compactación de la cavidad, el apisonado del espacio para la semilla, la colocación de la semilla y la posterior cobertura o "Tapa". Esta cobertura debe ser aproximadamente del mismo tamaño de la semilla. La tapa se compone de tezontle fino.

Las sembradoras automáticas tienen una capacidad de hasta 18 «contenedores» V-93.

Debido al porcentaje de germinación que se puede presentar en algunos lotes, se siembra más de una semilla por cavidad; posteriormente, si alguna cavidad presenta dos plántulas, se trasplanta o elimina una.

Por lo que respecta a la semilla a utilizar, las variables que influyen son las siguientes: especie, tamaño de la semilla y porcentaje de germinación. Las dos primeras variables indican, con gran aproximación, la cantidad de semillas por cada kilogramo; la última variable es determinante para decidir cuantas semillas se van a depositar en cada cavidad.

Con los elementos anteriores, se puede calcular, con un buen grado de acierto la cantidad de plántula a obtener.

#### a) Controles de calidad durante la siembra

El monitoreo del control de calidad se realiza de manera sistemática cada 30 minutos, aproximadamente; en las líneas de siembra, se toma un «contenedor» y se registran las observaciones de distribución del número de cavidades con tres, dos, una o sin semilla, total de semillas por «contenedores» y condición de la semilla (dañada por insectos, daño físico en su proceso o presencia de basura en lugar de semilla); también se verifica que el consumo de cada uno de los componentes de la mezcla sea en el porcentaje planeado, que la cantidad de perlitas del fertilizante esté dentro de lo aceptable para cada tamaño de cavidad. Estos dos últimos controles deberán realizarse con base a un muestreo al azar.

#### b) Siembra manual

Para algunas especies no es posible utilizar la sembradora automática, debido al mayor tamaño de la semilla, como es el caso de *Pinus ayacahuite* y *Quercus spp.*, o a la presencia de semilla con resina, como el caso de *Abies religiosa*, o, por el contrario, a semilla muy pequeña como la de *Salix bonplandiana*. Para estas especies, la semilla se coloca en el «contenedor», y se presiona hasta la profundidad adecuada para la especie. La tapa o cubierta de tezontle fino se regula con la abertura de la compuerta de la tolva.

### Germinación

La fase terminal del manejo de semillas e inicial del desarrollo en vivero lo marca la germinación. Esta fase comprende desde la siembra de la semilla, hasta que la plántula emerge. Durante este período de, aproximadamente, un mes y medio,



se debe tener un cuidado especial en el contenido de humedad, ya que el perder humedad durante este período puede significar la muerte de la semilla y, por lo tanto, un bajo porcentaje de germinación. Para lograr esto, los «contenedores» permanecerán bajo una malla de sombra de 30%, con el fin de mantener la humedad y de proteger a las semillas y plantas recién emergidas del ataque de pájaros y de las heladas.

Durante este período, no se aplica fertilizante y sólo en caso extremo algún fungicida. Al concluir este período, se inicia la aplicación de fertilizante y se retira la malla.

En un sistema de producción de planta en «contenedor» la práctica del trasplante debe ser mínima y sólo es recomendable para aprovechar toda aquella planta extra y complementar cavidades vacías. En caso de llevarse a cabo el trasplante, se recomienda hacerlo cuando la raíz de la plántula aún no presente raíces secundarias. Esto significa que el trasplante deberá de realizarse en un período máximo de tres semanas después de la germinación, aunque este tiempo puede variar de acuerdo con la especie en cuestión.

### Aplicación de riegos

El riego se aplica conforme la planta lo necesita. Esto con base en las condiciones climáticas y en la edad de la planta, para lo cual se realiza un monitoreo permanente, a fin de revisar la uniformidad y la frecuencia del riego. Así, se tienen especies que requieren una mayor cantidad de agua y, por consiguiente, de aplicaciones más frecuentes, como es el caso de *Salix bonplandiana*, *Alnus jorullensis*, y *Cupressus lusitanica*; otras están en término medio, como el *Pinus ayacahuite* y *Abies religiosa*, y otras que requieren de riegos más ligeros, como el *Pinus cembroides* y el *Agave salmiana*.

### Fertilización

Para cultivar plántulas sanas de coníferas y latifoliadas, se consideran esenciales 13 nutrimentos minerales, los cuales deben estar disponibles para el cultivo. Estos se dividen en macroelementos (seis) y microelementos (siete) y pueden suministrarse en forma de fertilizante de liberación lenta o en forma de fertilizante líquido soluble. En este vivero, se decidió utilizar ambos métodos, para asegurar que las plántulas no sufrieran de deficiencias en ningún momento. Para esto, el sustrato se enriqueció con macro (en forma peletizada) y microelementos y el crecimiento se reguló más adelante con la aplicación de fertilizantes.

### Plagas y enfermedades

La sanidad de la planta en el vivero, depende del manejo adecuado de las poblaciones de insectos destructores y hongos causantes de enfermedades. Se trata de llevar a cabo un manejo integrado de plagas (MIP) para mantener a niveles tolerables los agentes destructores (insectos y hongos), mediante el uso planificado de tácticas y estrategias preventivas, supresoras o reguladoras que sean ecológica y económicamente eficientes.

### Deshierbes

Como parte rutinaria de la supervisión, al observarse la presencia de malezas en las parcelas, se realiza el deshierbe en forma manual, en los «contenedores», y en forma química y manual en el terreno, utilizando el aplicador manual (campana) con herbicida, lo cual elimina la posibilidad de una volatilización del producto y un posible daño a las plantas en producción.

La presencia de musgo en las cavidades de los «contenedores» se controla con una cubierta de tezontle y con disminución del riego.

## Micorrización

Desde hace más de un siglo, se conoce el efecto simbiótico de un grupo de hongos micorrízicos que habitan las raíces de las plantas. Todas las especies de plantas leñosas producidas comercialmente llevan sus raíces de regreso al bosque, donde los microorganismos del suelo, como hongos y bacterias, descomponen la materia orgánica en elementos esenciales que las plantas pueden absorber. La actividad microbiana es especialmente útil en momentos en que la fertilidad del suelo es baja y la sequía y la temperaturas son extremas. Dentro de los microorganismos más útiles, para árboles y arbustos, se encuentran los hongos micorrízicos.

Los hongos micorrízicos son organismos altamente especializados que obtienen de las raíces de las plantas carbohidratos, vitaminas y aminoácidos; a cambio, la planta hospedera también obtiene beneficios. Las micorrizas ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas. Todos los hongos micorrízicos crean unas estructuras en las raíces que actúan como una extensión de la raíz, absorbiendo nutrimentos y agua adicionales que la planta utiliza. Las raíces habitadas por las micorrizas absorben más rápido y acumulan mayor cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio que las raíces sin micorrizas. Adicional a esto, las raíces habitadas retienen estos nutrimentos por períodos prolongados. Los hongos micorrízicos han demostrado que incrementan la superficie de absorción del sistema radicular.

En resumen, se tiene los siguientes beneficios y características del uso de las micorrizas:

- Aumentan la superficie y el volumen de las raíces, lo cual mejora la captación de agua y nutrimentos.
- Recubren las raíces y las protegen

de la invasión de patógenos, lo cual prolonga su vida.

- Producen hormonas que aceleran el enraizamiento.
- Mejoran la supervivencia al trasplante y producen un mayor crecimiento.

La amplia gama de hongos que componen el inoculante posibilitan que alguna de las cepas colonice las raíces, por adversas que sean las condiciones (temperaturas y pH extremo, baja fertilidad, etc.)

Las cepas de micorrizas no son afectadas por los fungicidas de uso corriente en viveros. Pueden utilizarse en plantas o esquejes a raíz desnuda o en «contenedores» con cualquier tipo de sustrato. Finalmente, pueden mezclarse con el suelo o sustrato, o incorporarse con los sistemas de fertirrigación.

## Podas

La poda aérea es necesaria para regular el crecimiento en altura de las plantas más vigorosas en el vivero. Con frecuencia, esas plántulas se recuperan rápidamente. Sin embargo algunas especies que presentan un solo período de crecimiento les puede tomar más tiempo recuperarse.

Por otra parte, sabemos que otro objetivo de la poda es el mantener un balance entre la biomasa del tallo y las raíces, para mantener los estándares establecidos de calidad de planta.

En el vivero se podan las especies consideradas de crecimiento rápido, como son: *Pinus leiophylla*, *Pinus teocote*, *Pinus ayacahuite*, *Alnus jorullensis*, *Salix bonplandiana* y *Cupressus lusitanica*.

## Evaluación de calidad de planta

Diversas experiencias indican que el éxito de un programa de reforestación está en función de la sobrevivencia y al crecimiento de los individuos en campo; esto, en buena parte, depende de las características de vigor y salud que presenten los árboles en el momento de su plantación. Lo anterior se debe a que una planta de calidad tiene a su favor la capacidad de enfrentar de mejor manera las adversidades ambientales existentes en el sitio de plantación.

Generalmente, en los viveros de México, se ha prestado poca atención a las características de calidad que las plantas deben presentar para realizar los programas de reforestación.

La producción de plantas de calidad, en primer lugar, dependerá del conocimiento de las especies a propagar y su manejo adecuado en el vivero y, en segundo lugar, de las condiciones de infraestructura y de recursos económicos para su producción; ambos factores están muy relacionados, pues de esto dependerá asegurar la mejor calidad de planta, al menor costo posible.

En el vivero se cuenta con un manual de evaluación de calidad de plantas, mismo que se ha estado actualizando desde 1999 y que se fundamenta, principalmente, en la experiencia generada de años anteriores.

Durante la evaluación de la calidad de planta, se presta especial atención a las características físicas que éstas deben tener antes de salir del vivero. Dentro de los criterios se tienen los siguientes: a) diámetro del cuello de la raíz; b) desarrollo radicular; c) altura; d) relación altura-diámetro y, e) presencia de micorrizas. Además, se toman en cuenta otras características morfológicas que pueden reflejar la sobrevivencia de las plantas y, aún más, la condición fisiológica que adquieren durante el proceso de producción, manejo,

transporte y plantación definitiva.

## Despacho de planta

Una de las etapas más delicadas en el aprovechamiento de las plantas producidas en un vivero, es su despacho y transporte, ya que todos los esfuerzos llevados a cabo durante la producción de plantas de calidad, se pueden ver minimizadas por un mal manejo en la extracción, carga y transporte de las mismas. Por eso es que en este apartado se trata de describir, de la manera más detallada posible, el proceso y los cuidados que se deben tener en el mismo.

Los cuidados en el manejo de la planta nunca serán demasiados, sobre todo si se considera que los «contenedores» que la albergan están sujetos a un movimiento continuo, desde la parcela de producción, hasta el aprovechamiento de las plantas en el bosque.

Primeramente, los «contenedores» se transportan de las parcelas de producción al sitio de carga y se cuida que en los mismos no existan cavidades vacías. De ahí se cargan a los camiones que transportan las plantas a los centros de acopio y distribución.

Justamente antes de cargar las plantas a los camiones, éstas deben regarse perfectamente bien, de manera que conserven la humedad por lo menos un par de días.

La carga de «contenedores» a los camiones se realiza manualmente, con el cuidado de no dejarlos caer, ya que además del daño que éstos pueden sufrir, las plantas seguramente registrarán daños irreversibles.

Hay que tener cuidado que las tarimas de los camiones queden lo suficientemente firmes para no caerse durante el transporte y así asegurar

que la planta no sufra maltrato alguno.

Asimismo, una vez que la planta se ha cargado se debe cuidar que no se exponga demasiado tiempo al sol directo y, en caso necesario de que el transporte deba estacionarse, lo deberá hacer siempre en la sombra.

---

**Lámina 2. Características del sistema de producción de planta en el vivero San Luis Tlaxialtemalco. A. Colecta de conos y semilla. B. Tarimas de presecado. C. Área de beneficio y selección de semilla. D. Preparación del sustrato. E. Recepción de la siembra. F. Fertirrigación. G. Micorrización. H. Deshierbe. I. Poda lateral.**



# Enfermedades Bióticas



## El Tizón Apical

**Agente causal.** *Sphaeropsis sapinea* (*Diplodia pinea*).

**Hospedantes.** No obstante que esta enfermedad es más común en acículas, en el vivero de SLTLAX sólo se han encontrado signos del hongo en conos de *Pinus montezumae*.

**Importancia.** *Sphaeropsis sapinea* ha sido la causa de que en algunos viveros del país se hayan tenido que quemar miles de plantas. Este hongo puede llegar a ser un problema en especies que están fuera de su hábitat o en condiciones de estrés. El daño que provoca es la reducción del valor ornamental de los árboles y la muerte de las plántulas. En el vivero no se ha detectado la enfermedad dentro de las parcelas.

**Diagnóstico.** En plántulas, el follaje que emerge en la primavera presenta una coloración amarillenta que, posteriormente, se torna café; inicia cerca de la base y progresa hacia la punta. Por lo general, los brotes infectados se doblan y las plántulas detienen su crecimiento, tornándose amarillentas antes de morir. El hongo forma estructuras de color negro, llamadas picnidios en las agujas, vainas y conos. Al principio, las esporas son hialinas y se tornan café cuando maduran; por lo general son unicelulares y raramente bicelulares.

**Ciclo de la enfermedad.** A lo largo del año, el hongo se presenta en forma de micelio o cuerpos fructíferos, en acículas muertas, ramillas, conos, semillas y escamas de yemas, tanto en el árbol como en el suelo. Durante la primavera, cuando las hojas nuevas emergen, los picnidios maduran y exudan esporas si el tiempo es húmedo. La llu-

via es esencial para la infección que se da principalmente cuando las yemas abren.

Las esporas se dispersan por salpicado de lluvia a las acículas del año actual causando infección. La mayoría de las infecciones se presentan mediados y fines de primavera, cuando la longitud de las agujas es menor que la mitad.

El patógeno crece a través del tejido de la hoja, y enseguida infecta las acículas adyacentes; ocasionalmente se dispersa al brote. Por último, el hongo fructifica en tejidos muertos, pero las hojas maduras ya no se infectan.

**Manejo.** En el vivero SLTLAX se llevan a cabo las siguientes actividades con fines preventivos: a) selección del área y árboles de colecta; b) selección de conos durante la colecta y dentro del vivero; los conos que muestren signos del hongo se separan; c) secado de conos en áreas lejanas a las camas, para evitar que los vientos dominantes, que soplan hacia el interior del vivero, arrastren las esporas del hongo.

---

**Lámina 3. A. El secado en sacos favorece la esporulación de *Sphaeropsis sapinea*. B. Conos recién extraídos de los sacos. Note el crecimiento micelial del hongo. C. Estructuras color negro (picnidios) sobre las escamas de los conos. D. El secado al aire libre es una forma de evitar la esporulación de este hongo. La malla evita el ataque de pájaros.**



## La Roya de Conos

**Agente causal.** *Cronartium conigenum*.

**Hospedantes.** Se han encontrado conos con hipertrofia y signos del hongo en conos de *Pinus montezumae*, *P. leiophylla* y *P. teocote*, pero no se ha detectado la enfermedad dentro de las parcelas del vivero SLTLAX.

**Importancia.** En pinos, esta roya ataca conos, ramas y tallos de árboles jóvenes. A pesar de que las plántulas infectadas no se mueren, éstas deben retirarse del vivero, debido a que pueden servir como focos de infección en las nuevas plantaciones. En algunas regiones del país, esta enfermedad, muy común en bosques naturales, ha llegado a ser un factor limitante en el establecimiento de plantaciones y regeneración natural.

En viveros que producen encinos (hospedante alternativo), la roya podría adquirir importancia, en caso de que las eciosporas presentes en los conos recién colectados llegaran a infectarlos.

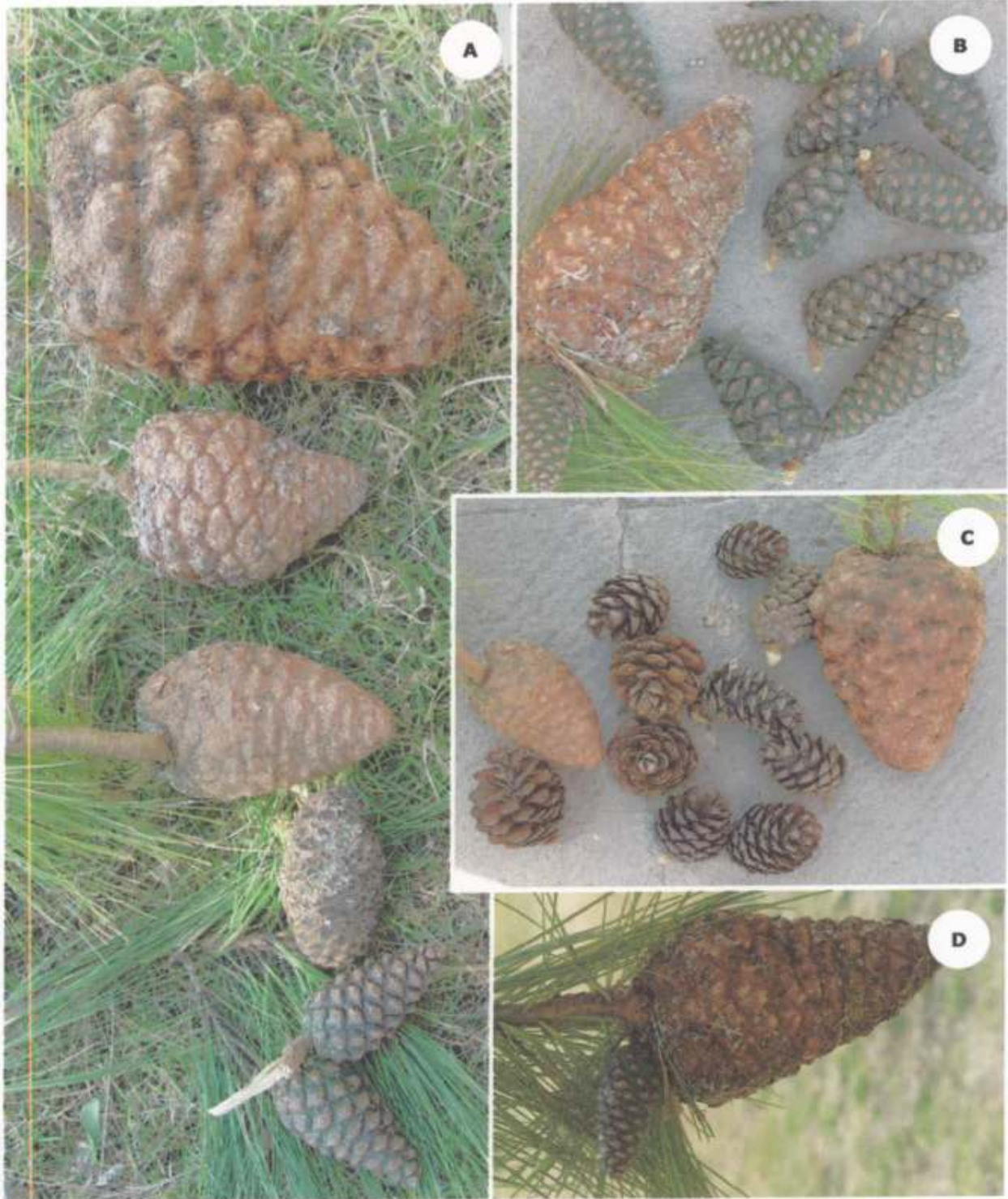
De igual forma, las basidiosporas producidas en las hojas de encino (ubicados en los alrededores de algunos viveros), podrían ser un problema si llegan a infectar a las acículas de pinos susceptibles que se encuentren dentro del vivero.

**Diagnóstico.** Los conos de algunos pinos pueden infectarse durante su primer año de desarrollo, lo que da origen a tumores de diferentes tamaños. En algunas ocasiones los conos están cubiertos por un polvillo anaranjado. En hojas del hospedante alternativo, en un principio, se observan pústulas de color naranja (fase uredial) y cuando las condiciones del ambiente son desfavorables se observan, a simple vista, diminutas columnas de color negro (fase telial). Esta última fase es la que infecta nuevamente a los pinos.

**Ciclo de la enfermedad.** En el estado de Michoacán, lugar donde se ha estudiado la biología de *C. conigenum*, se ha observado que en *P. montezumae* la fase picnial se presenta en el otoño, aproximadamente 1.5 años después de la infección inicial, misma que se manifiesta como pequeñas gotitas de color ámbar, en las que se encuentran embebidas las picniosporas. La fase ecial se observa como un polvillo color naranja durante la primavera, las eciosporas se liberan y se transportan por el viento para infectar el envés de las hojas del hospedante alternativo. Finalmente, el cono se deshidrata y se seca. Las fases restantes (uredial, telial y basidiosporas), se presentan en el hospedante alternativo en un período más corto. Durante el invierno y la primavera, las basidiosporas son liberadas e infectarán a nuevos estróbilos o tallos.

**Manejo.** Para prevenir los daños descritos, se realizan las siguientes actividades: a) capacitación del personal responsable de la colecta para identificar en campo los conos infectados; b) selección de áreas y árboles de colecta; c) selección de conos en el momento de la colecta, los conos con hipertrofia o con un polvillo amarillo se separan; y d) selección de conos dentro del vivero, en especial cuando la colecta la realiza personal de reciente ingreso. En caso de encontrarse algún cono contaminado, se procede a enterrarlo.

**Lámina 4. A. Conos infectados por la roya *C. conigenum* que muestran diferentes niveles de severidad. B,C. Contraste entre conos enfermos en el caso de *P. leiophylla* y *P. teocote*, respectivamente y, D. Acercamiento de un cono sano y uno enfermo. Note la diferencia de tamaño.**



## Hongos Asociados a la Semilla

**Agentes causales.** Se han encontrado varios géneros de hongos que crecen sobre la superficie de las escamas de los conos y en la semilla. Entre estos, *Fusarium* spp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp., *Alternaria* sp., *Rhizopus* sp. y *Colletotrichum* sp.

**Hospedantes.** Estos hongos se han encontrado en varias de las especies que se producen en el vivero, como se verá líneas abajo.

**Importancia.** La presencia de hongos dentro de la semilla puede llegar a ser de gran importancia, por los efectos que ocasionan durante la germinación, el almacenaje o en una fase posterior de la producción; este es el caso de la secadera de almácigos o "damping-off" y la pudrición de raíz por *Fusarium* que, en combinación con daños ocasionados por el ambiente, pueden provocar un alto porcentaje de planta dañada dentro de las camas de siembra. En el caso de los mohos, en la literatura se reporta que tienen poca importancia económica.

Para conocer la importancia real de los hongos de la semilla, se sugiere llevar a cabo ensayos sobre detección e identificación de la micoflora asociada a las semillas de las diferentes especies que se están produciendo.

**Diagnóstico.** Este tipo de hongos se encuentran sobre o en el interior de las semillas. Algunas veces, como en el caso de los mohos, es posible detectar su presencia mediante observación externa, sin embargo, la mejor forma de detectarlos es colocando semillas en cámara húmeda o en medios de cultivo para estimular la aparición de las estructuras reproductivas. A continuación, se resumen los resultados más re-

levantes de ensayos realizados en semillas de diferentes especies de coníferas para conocer la micoflora asociada a cada especie. Cabe hacer notar que en algunas ocasiones ha sido necesario eliminar lotes de semilla, debido a la alta incidencia de hongos.

### A. Hongos asociados a la semilla de *Pinus hartwegii*

Se analizaron semillas procedentes de un lote colectado en el Parque Nacional Izta-Popo, Zoquiapan y áreas anexas. Estas se sembraron con y sin testa (sólo endospermo); para el caso de semillas con testa, ésta fue con y sin desinfección; en el caso de los endospermos, éstos se sembraron sin desinfectar. Los resultados se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Hongos presentes en semilla de *Pinus hartwegii* con diferentes tratamientos.**

Hongo	Tratamiento de la semilla		
	Con testa		Endospermo
	CD	SD	
<i>Fusarium</i>	x	x	x
<i>Trichoderma</i>	x	x	x
<i>Alternaria</i>	x	x	x
<i>Trichothecium</i>		x	x
<i>Mucor</i>		x	x
No identificado	x	x	x

CD: con desinfección; SD: sin desinfección.

De los hongos identificados, *Fusarium* estuvo presente en testa y endospermo, en un alto porcentaje, por lo que se consideró como el hongo que mayor riesgo representa a la producción de planta en vivero, debido a las pérdidas que ocasiona. Esta información proporciona una idea del porqué de los problemas en las camas de siembra y el procedimiento que se debe seguir para reducir su incidencia.

#### B. Hongos asociados a la semilla de *Pinus montezumae*

Se sembraron 100 semillas de *P. montezumae* con cuatro repeticiones para cada uno de los tratamientos: semillas con testa (con y sin desinfección) y sin testa (con y sin desinfección). Se encontraron seis géneros de hongos asociados a las semillas, estos fueron: *Rhizopus.*, *Penicillium.*, *Trichoderma.*, *Fusarium.*, *Alternaria.*, *Trichotecium.* y un hongo no identificado. La semilla con testa (con y sin desinfección) presentó un porcentaje de incidencia mayor de los hongos mencionados con 13.5%, mientras que en la semilla sin testa (con y sin desinfección), el porcentaje fue de 5.25. Por sus antecedentes, *Fusarium oxysporum* fue el hongo que mayor riesgo representa a la producción de planta dentro del vivero.

#### C. Hongos asociados a la semilla de *Abies religiosa*

Se analizaron semillas de *A. religiosa* procedentes de varias etapas del proceso de preparación de semillas que se lleva a cabo dentro del vivero San Luis. Estas etapas fueron: 1) semillas recién salidas del almacén; 2) semillas incubadas en bolsas de plástico y 3) semillas que ya se habían incubado por seis días y que el personal del vivero había seleccionado para transplantar (por tener radícula). Las semillas se sembraron con y sin testa (sólo endospermo). De estas semillas, se identificaron seis géneros de hongos. *Fusarium*, *Trichoderma* y *Trichothecium* se encontraron en

la testa y endospermo, mientras que *Penicillium*, *Alternaria* y un hongo no identificado, denominado H1, sólo en el endospermo. También se presentó una bacteria, pero solamente en el tratamiento donde se rompieron las vesículas de resina. Fue notorio que el porcentaje de *Fusarium oxysporum*, tanto en testa como en endospermo, aumentó conforme la semilla analizada provenía de una etapa más avanzada del proceso de pregerminación.

**Manejo.** En el vivero de SLTLAX se llevan a cabo las siguientes actividades: a) un manejo apropiado de los conos durante el almacenaje y el proceso de extracción de la semilla; b) secar los conos al aire libre y cubrirlos con mallas para incrementar la aireación y disminuir el ataque de aves; c) evitar sembrar semilla procedente de lotes contaminados. Cuando un lote presenta una incidencia de hongos menor a 5%, la semilla se lava con detergente (3 g/L) durante tres horas, posteriormente con cloro (0.6%) durante media hora, y finalmente con agua y Thiram (10 mL/kg de semilla). Cuando la incidencia de hongos en semilla de *P. hartwegii* y *P. montezumae* es mayor a 5%, se procede a desinfectarla con Tecto 60 al 0.5-1 mg/L; d) en el caso de *Abies religiosa*, se elimina el proceso de pregerminación como etapa previa a la siembra y se realiza un proceso de desinfección similar al descrito con anterioridad; e) utilizar tratamientos físicos, entre ellos, el uso de agua caliente; f) desinfectar la maquinaria de siembra; g) el uso de control biológico con *Trichoderma harzianum*; y h) para las especies más problemáticas, realizar ensayos sobre control de hongos con origen en la semilla. Como ejemplo, se tiene el siguiente cuyos resultados se presentan de manera resumida.

#### Ensayos para desinfección de semilla de *Pinus montezumae*

- El mejor fungicida para controlar hongos de la semilla fue Benlate (Benomyl), sin embargo, afectó li-

- geralmente su germinación.
- Las mejores concentraciones fueron las de 0.5 y 1.0 g/L. Entre éstas, no hubo diferencia significativa, por lo tanto se puede recomendar la aplicación de una dosis que esté en este intervalo.
- El Captán quedó en segundo lugar, por lo que se recomienda un estudio de costo beneficio entre el uso de éste o el Benlate.
- El mejor momento de la aplicación del fungicida fue después de 6 h de imbibición de la semilla, la cual se expuso inmediatamente al fungicida por un tiempo de 10 minutos.

---

**Lámina 5. A. Hongos creciendo sobre la semilla B, D y F. Pruebas de sanidad de semillas. C y E. Acercamiento del micelio de hongos que crecen sobre la semilla, entre éstos el género *Fusarium*.**



## La Secadera de Almacigo o "Damping off"

Cualquiera que haya sembrado semillas y observado las plantas que emergen, reconoce que de algunas semillas no resultan plantas. Algunas semillas no son viables, pero hay otras que mueren antes de emerger. Otras que sí lo logran, parece que se colapsan y mueren. A estos dos últimos fenómenos es a lo que comúnmente se le conoce como secadera de almacigos o "damping off" y puede ser preemergente y postemergente. Ambos son causados por hongos que invaden los tejidos suculentos del tallo. Cuando las células detienen su expansión y sus paredes se lignifican, éstas llegan a ser resistentes a la infección de los hongos que causan la secadera.

**Agente causal.** La secadera es causada por un complejo de hongos, pero más comúnmente por los Oomycetes *Pythium* y *Phytophthora* y los Anamórficos *Fusarium* y *Rhizoctonia*. Dentro de cada género, se han identificado varias especies. Otros hongos que se han encontrado involucrados con la secadera son los géneros *Cylindrocladium* y *Botrytis*.

**Hospedantes.** Algunas de las especies que son seriamente afectadas por la secadera dentro del vivero SLTLAX son las siguientes: *Pinus ayacahuite*, *P. cembroides*, *P. hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis*, *P. teocote*, *Abies religiosa* y *Cupressus lusitanica*.

**Importancia.** Puede llegar a ser el problema patológico más importante en cualquier vivero forestal. En México, es un problema que puede producir pérdidas de 15% o más. Para el caso del vivero SLTLAX, su incidencia es baja. La posible causa, entre otras, es la aplicación de tratamientos pregerminativos a las semillas antes de la siembra.

**Diagnóstico.** El "damping off" preemergente se presenta como resultado del ataque de hongos a la radícula, antes de que la plántula emerja del suelo. A su vez, el "damping off" postemergente se presenta debido a que el hongo ataca a la base del tallo de la plántula, una vez que ésta emerge. Se debe tener cuidado de no confundirlo con problemas abióticos (p.ej. bajas o altas temperaturas). Las pérdidas por "damping off" preemergente son difíciles de detectar. Sin embargo, si se aprovecha la información de las pruebas de semillas en laboratorio, ésta puede proporcionar un indicador confiable de la futura presencia de patógenos en la germinación. En el campo, una pobre emergencia en manchones aislados es un buen indicador de que se ha presentado este tipo de damping off.

Los síntomas del "damping off" postemergente son diferentes en latifoliadas y coníferas. En las primeras, la presencia de áreas necróticas cerca o abajo del nivel del suelo es común. Las plántulas infectadas se marchitan y mueren, pero éstas, por lo general, permanecen erectas, son correasas y se doblan fácilmente a nivel del suelo. En las coníferas, el "damping off" postemergente se presenta desde el momento de la emergencia, hasta el desarrollo de las primeras acículas. Al igual que en las latifoliadas, la infección se presenta sobre o ligeramente, abajo del nivel del suelo y trae como resultado la presencia de áreas acuosas y decoloradas (en ocasiones cafés) que se hundan o constriñen. Por último, las plántulas caen y mantienen una apariencia sana en la parte distal hasta que se secan. Los patógenos involucrados en el "damping off" no pueden determinarse tomando en cuenta sólo los síntomas. Para su identificación, por lo general, se requiere cultivar los tejidos infectados. Esta identificación es necesaria antes de hacer recomendaciones

específicas de control. En pináceas, los síntomas son más difíciles de detectar a nivel de campo, mientras que, en especies de hojosas, el ataque por "damping off" inmediatamente se manifiesta en la parte aérea de la planta. Para el caso de pinos, cuando el problema se manifiesta de manera visible, la planta tiene pocas posibilidades de recuperación.

**Ciclo de la enfermedad.** Muchos de los hongos que causan la secadera sobreviven en el suelo o en desperdicios vegetales en forma de esporas en reposo que resisten condiciones ambientales adversas. Estos hongos tienden a incrementar su población cuando las camas de siembra o sustrato se usan continuamente. Estos microorganismos pueden estar de manera endémica en el vivero, sin causar daño alguno, pero cuando las condiciones son favorables para su desarrollo, pueden causar serios problemas. Las principales condiciones ambientales que influyen el desarrollo de la enfermedad son el pH, la humedad y la temperatura; el efecto de estos factores varía de acuerdo con el patógeno y la especie hospedante. Algunos de los patógenos que ocasionan la secadera crecen y se reproducen mejor cuando el pH del suelo o sustrato de crecimiento está por arriba del óptimo requerido para el desarrollo de las plántulas (pH de 5.2 a 5.8), por ejemplo, *Pythium* y *Phytophthora*. Los suelos húmedos, la pobre aireación, el deficiente tratamiento pregerminativo a la semilla y las bajas temperaturas retardan la germinación y prolongan el tiempo para que las semillas y plántulas que están germinando estén expuestas a patógenos causantes del "damping off". Los suelos con un alto contenido de materia orgánica, arcilla, textura fina y altos contenidos de ciertos elementos, como el nitrógeno que se aplica cuando las plántulas están emergiendo, pueden favorecer la presencia de la secadera.

**Manejo.** Los principales problemas que origina el "damping off" pueden manejarse a través de cambios en las prácticas culturales. En el vivero

SLTLAX se han utilizado las siguientes actividades con éxito: a) para el "damping off" preemergente, se da un tratamiento de desinfección a la semilla y a la maquinaria antes de la siembra; b) se protege la semilla con el hongo *Trichoderma*; c) se usan tratamientos pregerminativos con el fin de acelerar la emergencia de la plántula; y d) para ambos tipos de "damping off", se controla el número y la frecuencia del riego. Cuando el riego es excesivo o las lluvias son abundantes, se retiran las mallas para controlar los niveles de humedad, lo cual ha dado excelentes resultados; e) el monitoreo constante permite detectar plantas enfermas las cuales se extraen de inmediato y los materiales utilizados para esta actividad se desinfectan enseguida; f) antes de utilizar los "contenedores" se lavan con jabón dentro de una lavadora automática, donde se usa agua a alta presión y temperatura de 60 a 70 °C. Los "contenedores" permanecen dentro del edificio de lavado y, en su momento, se pasan directamente a siembra; g) desinfección constante de la ropa y el equipo que utiliza el personal de campo. Se ha comprobado que éstos son un medio de diseminación de hongos dentro del vivero; si una persona trabaja un área contaminada, su trabajo se restringe a esa área con el fin de evitar la dispersión de patógenos a otras secciones; y g) con fines preventivos, después de la siembra o trasplante, se hacen dos aplicaciones (cada 7 días) de Derosal

---

**Lámina 6. A. Pobre germinación debido al "damping off" preemergente. B. Caída de plántulas debido a la presencia del hongo *Pythium*. Note la constricción en la base del cuello. C. Plántula con coloración amarillenta debido a la infección de un hongo causante de "damping off". D. Secuencia que ilustra los síntomas típicos del "damping-off". E. Personal que retira la malla aluminizada para controlar posibles excesos de humedad, los cuales favorecen la secadera.**



(Carbendazim) y Previcur (Propamocarb-clorhidrato) mezclados.

Se sugiere tomar en cuenta las siguientes actividades durante el proceso de preparación de la semilla para la siembra, esto contribuirá a reducir la micoflora asociada a la semilla y, en consecuencia, que los problemas de enfermedades sean mínimos dentro de las camas:

- Elimine la semilla vana y contaminada, ya que ésta actúa como una fuente de inóculo que infecta a otras semillas.
- Elimine la semilla con radícula que presente áreas necróticas. No siembre semillas con radícula muy desarrollada o con daños mecánicos.
- Lleve a cabo ensayos con fungicidas sistémicos que penetren al embrión y no lo dañen, debido a que los síntomas iniciales que presentan las plántulas indican que un gran porcentaje de inóculo viene en el interior de la semilla.
- En caso de imbibir las semillas en agua, incremente el tiempo de escurrimiento, con esto, el contenido de humedad será menor y, como consecuencia, el ambiente será menos favorable para el desarrollo de hongos.

## La Pudrición de Raíz por Fusarium

**Agente causal.** La pudrición de raíz en plántulas por *Fusarium*, también conocida como "damping off" tardío, puede ser causada por varias especies, incluyendo *F. roseum*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme* y *F. subglutinans*. En el vivero SLTLAX se han identificado las siguientes especies: *F. oxysporum*, *F. moniliforme* y *F. lateritium*.

**Hospedantes.** En el vivero SLTLAX se ha observado que hay diferencias en susceptibilidad entre las especies de pino y oyamel que se producen. Las que se han identificado como las más susceptibles son *Pinus montezumae*, *P. hartwegii* y *P. rudis*; entre las intermedias están *P. leiophylla*, *P. teocote*, *P. pseudostrobus*, *P. patula* y *A. religiosa*. La que ha mostrado ser menos susceptible es *P. ayacahuite*.

**Importancia.** En varios viveros forestales, sin importar el sistema de producción, puede llegar a ser el problema patológico más importante y causar una mortalidad que oscila entre 5 y 10%. En el vivero SLTLAX, las pérdidas ocasionadas por este patógeno son de las más importantes, desde el punto de vista económico, al alcanzar pérdidas de hasta 20% en especies como *P. montezumae* y *P. hartwegii*.

**Diagnosis.** La pudrición de raíz por *Fusarium* puede presentarse en plantas de hasta 18 meses de edad. Los síntomas iniciales consisten de una pérdida de turgencia en la parte aérea, lo cual provoca que el follaje se haga flácido, de tal forma que al pasar la palma de la mano sobre las plantas infectadas, éstas oponen poca resistencia. Enseguida las plantas adquieren una coloración verde pálido, pajiza, amarillenta o púrpura. Finalmente la parte aérea se marchita. Las acículas

se tornan café y la plántula se seca, semejando un daño por sequía. Al observar con detenimiento, se puede notar la presencia de una constricción y necrosis en la base del tallo, pero las plántulas permanecen erectas. En esta zona también puede observarse crecimiento micelial y esporulación del hongo. El sistema radical de las plántulas enfermas presenta pocas raíces laterales y las que quedan son de color oscuro, hinchadas y con ausencia de crecimiento apical. En casos excepcionales, el hongo sólo destruye la raíz primaria, lo que trae como resultado plántulas con sistemas radiculares deformes y crecimiento achaparrado. Un síntoma típico de esta enfermedad es que la corteza de la raíz se puede desprender con facilidad del cambium y, generalmente, se observa una oxidación de la parte dañada, la cual presenta una coloración rojiza o café rojiza. Un lento crecimiento es otro de los síntomas de esta enfermedad. La enfermedad se distribuye en manchones, aunque también puede llegar a presentarse de manera dispersa.

En algunas ocasiones, los síntomas iniciales se presentan en la base de las acículas; éstos consisten de una coloración blanquecina, en forma de bandas que corresponden a un tejido acuoso que provocan que la acícula se doble, dando la apariencia de un típico síntoma de "damping off". Enseguida, las hojas toman una coloración más oscura.

En el caso del tallo, los síntomas pueden manifestarse en la punta de las hojas, mediante un cambio de coloración a rojo púrpura oscuro; debe tenerse cuidado de no confundirlo con un cambio de coloración como consecuencia de la época del año (invierno). Otra de las posibles confusiones es con la presencia de heladas tardías.

En cultivo, el micelio de *Fusarium* es extensivo, con frecuencia con un tinte rosado, morado, naranja o amarillento, el cual es más visible en la base de la caja petri. Los conidióforos son alargados, en forma de botella, con ramas a intervalos regulares o verticiladas, septados, individuales o agrupados en esporodoquios; presentan conidios de dos tipos: 1) microconidios elípticos o piriformes, unicelulares o bicelulares, no curvados, en cabezuelas o en cadenas; 2) macroconidios falcados, en forma de media luna o elípticos, dos a nueve septas, ápice puntiagudo, roma o en forma de gotero, base puntiaguda, roma o en forma de pie; clamidosporas, si se producen, globosas, ovales o piriformes, individuales o en grupos, intercalares o terminales, uni o bicelulares, lisas o rugosas y, generalmente, de color café.

**Ciclo de la enfermedad.** En ausencia de hospedantes, muchas especies de *Fusarium* permanecen en estado de reposo, en forma de clamidosporas, ya sea en el suelo o en los tejidos de plántulas muertas. Por esto, la población se incrementa cuando los desperdicios de plántulas se incorporan al suelo para el siguiente ciclo o cuando la desinfección de maquinaria y "contenedores" no es adecuada. Las clamidosporas germinan cuando se presentan exudados radiculares y la temperatura del suelo es fresca. Bajo estas condiciones, el hongo crece sobre la superficie de la raíz, penetra la epidermis y se dispersa a través de la corteza y el xilema de las raíces infectadas, dando como resultado la muerte y pudrición de los tejidos. La materia orgánica, como es el abono de caballo y algunas cubiertas vegetales, contribuye a que la población del hongo se incremente.

**Manejo.** Con esta enfermedad, se ilustra la importancia que tiene el manejo integrado en la reducción de pérdidas. Las actividades que se han utilizado con éxito son las siguientes: a) uso de semilla libre de patógenos; no use sustrato contaminado para los "contenedores" y evite

cualquier estrés de humedad y temperatura durante el desarrollo de las plántulas; b) revise las camas con el fin de determinar donde se localiza el daño (cuello, punta de raíz o parte media) y enseguida defina el tratamiento más apropiado; c) dentro del vivero SLTLAX, se realiza la extracción de plántula enferma, la cual se entierra y cubre con cal. Dicha actividad ha contribuido a reducir el inóculo del patógeno; d) desinfección de equipo y herramientas; e) manejo de la aireación; f) control de la frecuencia e intensidad del riego; g) manejo de la fertilización (menos nitrógeno y más fósforo, potasio y calcio); h) el uso de productos biológicos como *Trichoderma* y *Bacillus subtilis*, es otra de las actividades que en el vivero SLTLAX se ha promovido para reducir la incidencia de la enfermedad y se aplican por lo menos cada dos meses, a través del sistema de riego, en concentraciones de  $1.2 \times 10^9$  esporas/mL) y i) El uso de químicos se justifica para prevenir daños cuando se observa que las condiciones ambientales son favorables para la presencia de la enfermedad; en especial, cuando la incidencia de vientos (mediados de enero a mediados de abril) aumenta y la humedad relativa (cuando hay lluvia) también.

Para este caso se han utilizado con éxito los siguientes productos: Velonil (Clorotalonil), Mancozeb, Intercaptan (Captán) y Alliete (Fosetil-Al), en dosis de 0.6 a 1 g/L. Una justificación para el uso de químicos es cuando la enfermedad ya está presente, aunque, en estos casos, se sugiere que las aplicaciones sean dirigidas. Los productos que se han usado son los siguientes: Benlate (Benomyl), Derosal (Carbendazim), Cercobín (Tiophanato metílico) y Tecto 60 (Tiabendazol). Se recomienda utilizar concentraciones bajas 0.6 a 1 g o mL/L. La aplicación se debe hacer con base en monitoreos continuos. En el vivero SLTLAX periódicamente se envían muestras a laboratorio, con el fin de confirmar la presencia del patógeno, ya que en algunas ocasiones se puede confundir con otro tipo de daños.

## La Pudrición de Raíz por *Fusarium*

Para asegurar que la mayor parte del producto llegue a la zona radicular, se recomienda que, en el momento de la aspersión se elimine o afloje la boquilla de la bomba (en aplicaciones dirigidas) con el fin de incrementar la presión y que sólo un mínimo del producto sea interceptado por el follaje. Para el caso de sistemas de riego automatizado, se sugiere un riego pesado después de la aplicación del fungicida.

---

**Lámina 7. A. Manchones de planta muerta ocasionada por la pudrición de raíz por *Fusarium*. B. «contenedor» que ilustra el riesgo que se corre cuando no se realizan actividades de manejo. C. Planta muerta por el hongo. D. Secuencia de síntomas. E. Necrosis en el cuello. Note la facilidad con que se desprende la corteza de la raíz. F. Esporulación del hongo. G. Extracción de planta enferma.**



## El Moho o Telaraña Gris

**Agente causal.** *Botrytis cinerea*.

**Hospedantes.** Casi todas las especies forestales en su estado de plántula son susceptibles, de alguna manera. En el vivero SLTLAX, esta enfermedad se ha encontrado causando canchales en el tallo de plántulas de oyamel (*Abies religiosa*) de 12 meses y de aile (*Alnus jorullensis*) de 18 meses de edad. El hongo también se ha encontrado infectando ramillas jóvenes en *Cupressus lusitanica*, *Pinus ayacahuite*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus* y *Arbutus xalapensis*.

**Importancia.** La enfermedad se presenta de manera esporádica en los invernaderos y camas de siembra. En especies muy susceptibles, es capaz de ocasionar una alta tasa de mortalidad. En el vivero SLTLAX se ha llegado a estimar una incidencia de hasta 40% en camas de aile.

**Diagnóstico.** Por lo general, el hongo infecta ramillas jóvenes, en especial las inferiores y sombreadas. Una vez establecido en una rama, se mueve hacia el tallo y mata al tejido infectado. Para plantas de un año, aproximadamente, se debe buscar la presencia de canchales hundidos, los cuales se encuentran en el tallo principal.

Al inicio, las plantas infectadas, muestran una mancha café-rojiza en el tallo, la cual después se torna de color negro. Con humedad excesiva, el hongo se observa como una masa gris de micelio en las partes infectadas. Ramilletes de conidióforos de color negro crecen de este micelio. Los conidióforos producen conglomerados de esporas. Si no están presentes, al colocar el tejido dentro de una cámara húmeda o en medio de cultivo, éstos aparecerán. En medio de cultivo, el micelio del hongo, al inicio presenta una colo-

ración blanquecina, pero con el tiempo se oscurece. Las esporas son negras, de elipsoides a ovales y de un tamaño que varía de 6-18 de largo a 4-11  $\mu\text{m}$  de ancho. El hongo también produce pequeños esclerocios color negro, los cuales le ayudan a sobrevivir cuando las condiciones ambientales son adversas.

**Ciclo de la enfermedad.** Las esporas diseminadas por el aire y el salpicado de agua son los principales medios por los cuales el inóculo del hongo se dispersa.

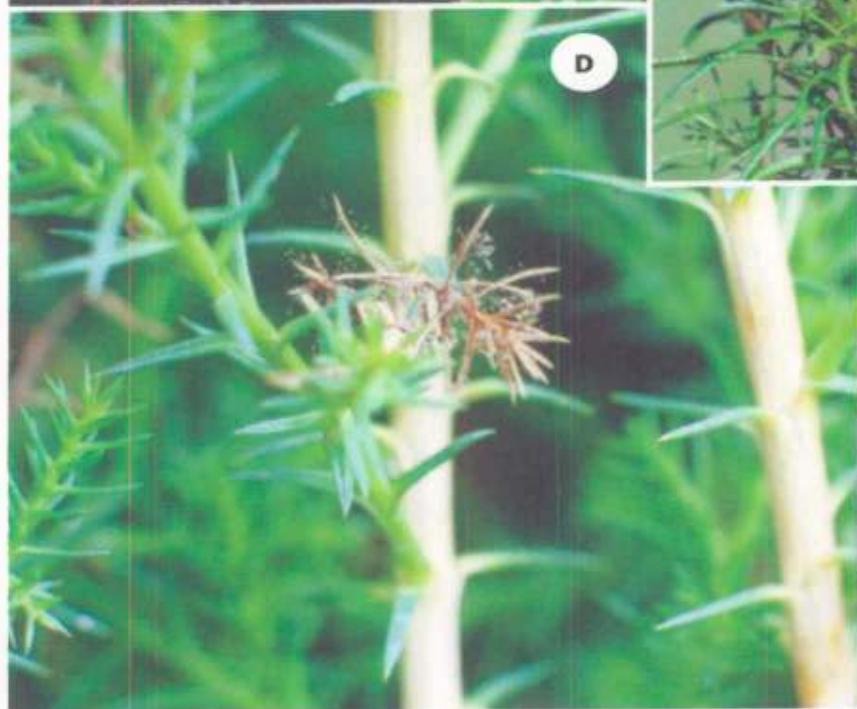
El hongo puede crecer en una temperatura de 28 a 32 °C. Sin embargo, crece mejor entre 21 y 25 °C. La ausencia de humedad es el factor limitante para el desarrollo de la enfermedad, ya que las esporas requieren de agua libre para germinar.

La enfermedad también se favorece por las prácticas culturales, como la alta densidad de plántulas o el sombreado, lo cual limita el movimiento del aire e incrementa la humedad alrededor de las plántulas.

---

**Lámina 8. A. Cancro de tallo en aile causado por *Botrytis*. B. Acercamiento del cancro. C. Cancro de tallo en oyamel. D. El hongo esporulando en follaje de cedro blanco. E. La poda basal incrementa la aireación y reduce su incidencia.**





**Manejo.** Entre las actividades culturales que se han llevado a cabo en el vivero SLTLAX destacan las siguientes: a) eliminación de plantas y poda de ramas enfermas y ramas laterales de la parte inferior del tallo, con el fin de reducir la fuente de inóculo y proporcionar mejor aireación. La poda debe hacerse 2 cm por debajo del margen inferior del cancro, para evitar que queden remanentes del hongo en la planta. Las herramientas usadas se deben desinfectar antes de cada corte; b) evitar al máximo o, en todo caso, proteger las heridas provocadas durante las diversas actividades culturales, como las podas, por ejemplo, ya que éstas son un punto importante de entrada para el patógeno causante de la enfermedad y otros hongos que se diseminan vía aire o salpicado de agua; c) evitar que el follaje permanezca húmedo por mucho tiempo, mediante riegos con manguera para que el tamaño de gota sea más grande y de esta forma penetre más fácilmente el sustrato; y d) uso de químicos, para finalizar el control o asegurar la eliminación. Uno de los que ha mostrado ser efectivo es el Rovral (Iprodion).

## La Cenicilla del Encino

**Agente causal.** Las cenicillas son causadas por varios géneros de hongos del orden Erysiphales, de la clase Ascomycota. Los hongos causantes de las cenicillas tienen dos estados: el sexual y el asexual. En muchos de los casos, sólo es posible encontrar la fase asexual, representada por el género *Oidium* sp.

**Hospedantes.** Varias especies de latifoliadas son susceptibles de ser infectadas. En el vivero SLTLAX, sólo se le ha encontrado en *Quercus rugosa*.

**Daño.** Reduce la capacidad fotosintética de las plantas infectadas, pero no las mata.

**Importancia.** En el vivero SLTLAX, se han estimado incidencias de hasta 10% en algunas camas. Las cenicillas no llegan a matar a la planta pero reducen su crecimiento y calidad, lo cual provoca que no puedan enviarse a plantación.

**Diagnóstico.** En el haz de las hojas se observan manchas de material gris-blanquizco que semejan talco o polvo (conidios). Estas manchas se agrandan y, por lo general, cubren la superficie de la hoja entera. Las manchas son más abundantes y se desarrollan más rápidamente en hojas de las ramas inferiores y muy sombreadas. El follaje con severa infección se decolora, distorsiona o detiene su crecimiento. Las hojas ligeramente infectadas pueden parecer normales, sin embargo, durante el otoño, pueden aparecer pequeños cuerpos fructíferos de color café a negro, llamados cleistotecios, dentro de las áreas gris-blanquizcas. Con frecuencia, estos puntos semejan pimienta negra en el polvo blanco de la hoja. Sin embargo, en muchos hospedantes, las cenicillas no producen estas estructuras negras,

sino hasta que las hojas caen. Infecciones perennes y severas de cenicillas pueden causar muerte regresiva y retardar el crecimiento, pero muchos de los árboles no son dañados por la enfermedad.

**Ciclo de la enfermedad.** El patógeno inverna en las estructuras negras, los cleistotecios, o como micelio vegetativo, en yemas y ramillas. En la primavera, las esporas son liberadas de los cuerpos fructíferos y transportados por el viento o salpicadas hacia el follaje de árboles susceptibles. El patógeno penetra la epidermis de la hoja e inserta, dentro del mesófilo esponjoso o células de empalizada, un órgano de absorción especializado llamado haustorio. El hongo no crece más hacia el interior de la hoja, pero obtiene sus nutrimentos de la hoja a través de este órgano. Esta estructura no mata a la célula y el hongo puede vivir sólo hasta que la célula penetrada permanece viva. Conforme el hongo crece en la superficie de la hoja, aparece la coloración gris-blanquizca. Una vez que el hongo se extiende sobre la superficie de la hoja, éste comienza a producir cadenas largas de esporas (conidios), las cuales son dispersadas por el viento. Ésta es la fase asexual. Estas esporas secundarias, algunas veces llamadas esporas de verano, crean nuevas infecciones, desde fines de primavera y durante el verano. El mejor desarrollo del patógeno se presenta en tiempo fresco y húmedo. Cuando el tiempo frío se presenta, a principios de otoño, la producción de las esporas de verano cesa y los cuerpos fructíferos del estado de dormancia (cleistotecios) comienzan a formarse en la punta de la hoja. Los cuerpos fructíferos maduran en las hojas muertas durante el invierno.

**Manejo.** Cuando la incidencia es baja, en el vi-

vero SLTLAX se llevan a cabo las siguientes medidas: a) un control manual (eliminar y quemar hojas infectadas); b) la aplicación de azufre en polvo a las hojas, ya que debido a que el hongo crece en la superficie de las mismas, es fácil de matar, sin embargo, se debe tener precaución de realizar una aplicación uniforme, especialmente en el envés de la hoja. Los mejores resultados se han conseguido al sumergir la parte aérea de la planta en una solución de azufre. Los fungicidas se aplican a intervalos de 1 a 2 semanas después de que los síntomas se observan, dependiendo de la severidad del problema. Cuando el fungicida es efectivo, las manchas blanquecinas cambian a un color café, y c) proporcionar adecuada luz solar y circulación de aire alrededor de las plantas, en vivero o invernadero.

---

**Lámina 9. A. Planta de encino enferma. Observe áreas necróticas. B. Hoja de encino con cenicilla. C. Áreas necróticas en el follaje después de aplicar azufre. D. Estructuras de color negro sobre el envés de una hoja infectada por cenicilla (cleistotecios). E. La poda basal reduce la incidencia del hongo debido al incremento en la aireación y a la reducción de la humedad.**



## La Antracnosis del Capulín

**Agente causal.** *Colletotrichum* sp.

**Hospedantes.** Se ha observado, en hojas de *Prunus serotina* var. *capuli*, aunque también se logró aislar de tejidos de *Salix bonplandiana* y *Senna multiglandulosa* (antes *Cassia*).

**Daño.** Reduce la capacidad fotosintética, pero no las mata.

**Importancia.** En el vivero SLTLAX se han estimado incidencias de 50% en algunas camas de capulín y, cuando las condiciones ambientales son favorables, este porcentaje puede ser mayor.

**Diagnóstico.** En las hojas infectadas se observan áreas muertas y secas de tejido infectado con pequeños acérvulos de color negro, producidos en círculos concéntricos en las áreas muertas. Cuando la infección es severa, se puede presentar una defoliación. El hongo produce conidios dentro de los acérvulos. Los conidios son hialinos, de una célula, ovoides, cilíndricos y, algunas veces, curvos. Las masas de conidios parecen de color rosa o salmón. Los acérvulos son subepidérmicos y rompen a través de la superficie del tejido foliar de la planta; presentan forma de disco o cojín ceroso, con conidióforos simples cortos y erectos. Algunas especies de *Colletotrichum* se distinguen por presentar setas oscuras y largas, o hifas estériles parecidas a pelos.

**Ciclo de la enfermedad.** El hongo es favorecido por la presencia de altas temperaturas y humedad. Los conidios son liberados y dispersados por salpicado, lluvia y viento, o mediante el contacto con insectos, otros animales, herramientas, etc. Los conidios germinan sólo si hay presencia de agua. Después de la germinación, producen un

apresorio e hifa que penetra el tejido del hospedante directamente.

**Manejo.** En el vivero SLTLAX, la enfermedad se ha controlado mediante actividades como: a) extracción de planta muerta; b) control de la humedad; c) poda aérea y lateral; y e) uso de químicos, entre ellos Tecto 60 (Thiabendazol) y Promyl (Benomyl).

---

**Lámina 10. A. Hojas de capulín infectadas por *Colletotrichum* sp. B,C y D. Acercamiento de áreas necróticas en hojas de distintas edades.**



## La Roya del Ahuejote

**Agente causal.** *Melampsora medusae*.

**Hospedantes y distribución.** Dentro del vivero SLTLAX, la roya se ha encontrado en sauce (*Salix bonplandiana*).

**Importancia.** En sauces, el efecto primario de la roya es la caída prematura de hojas, con la consecuente pérdida de vigor. Es muy probable que la pérdida temprana de hojas reduzca la tasa de crecimiento e incremente la susceptibilidad del árbol al ataque de otros agentes, en especial, si se presentan infecciones sucesivas. Para el caso del vivero SLTLAX, la incidencia ha sido baja.

**Diagnosis.** El indicador más obvio de esta enfermedad son las pústulas (uredios) sobre la superficie de las hojas. Estos uredios son conspicuos, debido a las masas polvorientas de urediosporas amarillo-naranja que se encuentran en su interior. Los árboles susceptibles pueden sufrir una caída prematura de hojas, en particular después de un ataque severo. Después, en las hojas caídas se forman las telias. Éstas parecen como costras cerosas de color naranja a café.

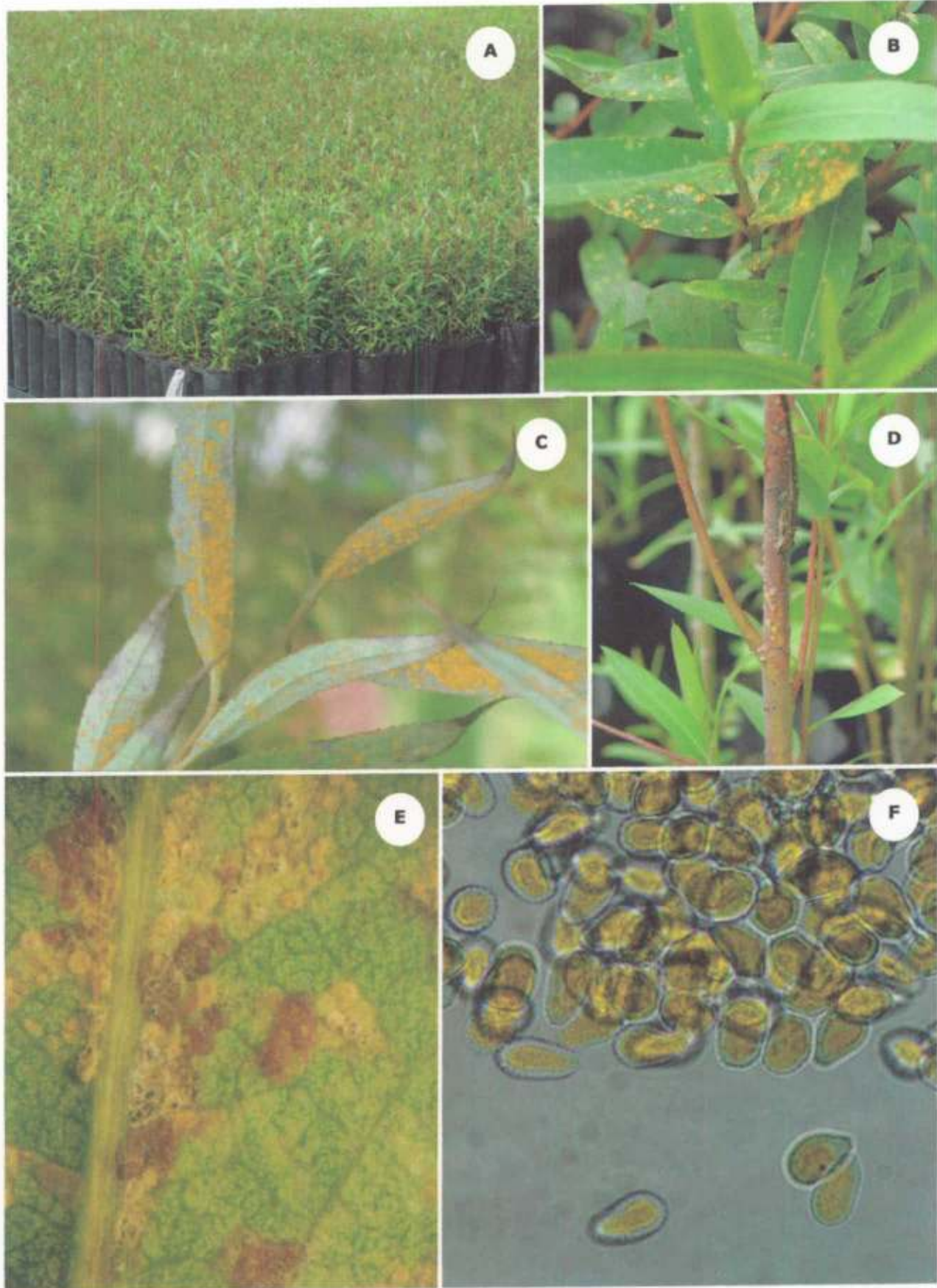
**Ciclo de la enfermedad.** *Melampsora* requiere de dos hospedantes para completar su ciclo de vida. Las acículas recién emergidas de algunas coníferas son infectadas por basidiosporas, las cuales se producen en primavera, en las hojas caídas de sauces y álamos en el invierno. Enseguida aparecen los espermogonios y las ecias, dos semanas después de la infección. Las eciosporas infectan sauces y álamos durante la primavera y el verano. Sobre el follaje de los árboles infectados se producen las urediosporas, las cuales pueden reinfectar al mismo hospedante.

Las telias se producen en hojas de sauce y álamo, en el otoño, e invernan en hojas caídas. En la primavera, éstas germinan y producen basidios y basidiosporas en hospedantes alternos. La ausencia de estos últimos sugiere que la infección de los sauces es producto de una dispersión a grandes distancias, tal vez por viento. Posiblemente, en algunas áreas, los uredios en sauces y álamos pueden sobrevivir a lo largo del invierno y reinfectar en la siguiente estación de crecimiento.

**Manejo.** El impacto de esta enfermedad puede reducirse mediante el uso de clones resistentes. La facilidad con que se reproduce vegetativamente el sauce lo convierte en una solución práctica. El hongo también puede controlarse con aplicaciones de fungicidas (cada dos semanas), en particular, antes que se de la infección (primavera). Uno de los químicos utilizados es el Tilt (Tebuconazol).

---

**Lámina 11. A. Planta de *Salix bonplandiana* infectada con la roya *Melampsora medusae*. B,C. Masa de urediosporas en el haz y el envés, de hojas de sauce, respectivamente D. La roya en tallo. E. Aparición de la fase telial (costras café). F. Urediosporas de *Melampsora medusae*.**



## El Cancro por *Cytospora*

**Agente causal.** *Cytospora chrysosperma*.

**Hospedantes.** Dentro del vivero SLTLAX, el hongo se ha encontrado afectando al sauce (*Salix bonplandiana*).

**Importancia.** A pesar de ser un hongo considerado saprófito, su incidencia puede alcanzar altos porcentajes, dependiendo del origen de las estacas (si todas provienen de ramas infectadas, algunas camas alcanzan hasta 50%). El hongo estrangula el tallo principal y causa la muerte de la parte aérea.

**Diagnosis.** Se caracteriza por la presencia de canchales hundidos y elongados en el tronco o ramas, generalmente, al comienzo de aquellas que están quebradas o heridas. Esto provoca un marchitamiento en ramas pequeñas, debido al estrangulamiento. En ramas grandes y el tallo principal, toma más tiempo para que esto suceda. La corteza de la cara del cancro se raja, se decolora y se observa una callosidad en el margen. Pequeñas erupciones (picnidios) de color negro aparecen en la corteza muerta del cancro. Durante períodos de alta humedad, estas erupciones exudan una especie de hilos delgados de color naranja.

**Ciclo de la enfermedad.** El hongo pasa el invierno en forma de cuerpos fructíferos, en la corteza, y como micelio, en los canchales. Durante los períodos húmedos de primavera los cuerpos fructíferos (pequeñas erupciones negras) exudan hilos delgados de esporas ("cirros") las cuales se lavan a otras ramas por salpicado de lluvia. Estas esporas también pueden ser transportadas por insectos, herramientas de poda y la misma ropa. Si las esporas aterrizan en una herida, pueden causar

infección. Un cancro se desarrollará conforme el hongo invade la corteza sana. Los cuerpos fructíferos se formarán en la corteza muerta de la cara del cancro y también en ramas estranguladas. Los nuevos cuerpos fructíferos exudarán esporas durante períodos húmedos, a fines de otoño.

**Manejo.** La incidencia del cancro producido por *Cytospora* se puede reducir promoviendo el vigor de plantas susceptibles, dado que esta enfermedad es más severa en las plantas de bajo vigor. En el vivero se han realizado las siguientes actividades culturales: a) poda de ramillas o tallos muertos y moribundos, la cual debe hacerse al menos 5 cm más allá del margen del cancro y las herramientas se deben desinfectar después de cada corte. El material enfermo se quema; b) evitar hacer heridas. La aplicación de fungicidas protectivos se recomienda ocasionalmente, después de la remoción de los canchales; sin embargo, no hay evidencia de que proporcionen alguna protección contra futuras infecciones; y c) debido a que en el vivero SLTLAX la enfermedad se ha observado sólo en plantas provenientes de estacas, se consideró conveniente capacitar al personal encargado de la colecta de las mismas, para que en el futuro eviten coleccionar material vegetativo enfermo. Además, se desarrolló la metodología para producir *Salix bonplandiana* por medio de semilla.

**Lámina 12. A. Estacas de sauce (*Salix bonplandiana*) infectadas por *Cytospora chrysosperma*. B y C. Vista de los picnidios cerrados y abiertos, respectivamente. D. Acercamiento de los «cirros» de esporas. E. Poda y protección de estacas enfermas.**



## La Cúscuta

**Agente causal.** *Cuscuta* sp.

**Hospedantes.** Dentro del vivero, sólo se ha encontrado en plantas de aile (*Alnus jorullensis*) y retama (*Senna multiglandulosa*).

**Importancia.** Puede afectar el crecimiento de la planta y reducir su calidad; en caso de perder el control, puede afectar a un gran número de plantas. La cúscuta también sirve como un puente de transmisión de virus de plantas infectadas con virus a plantas libres de estos cuando ambas están infectadas por la misma planta de cúscuta.

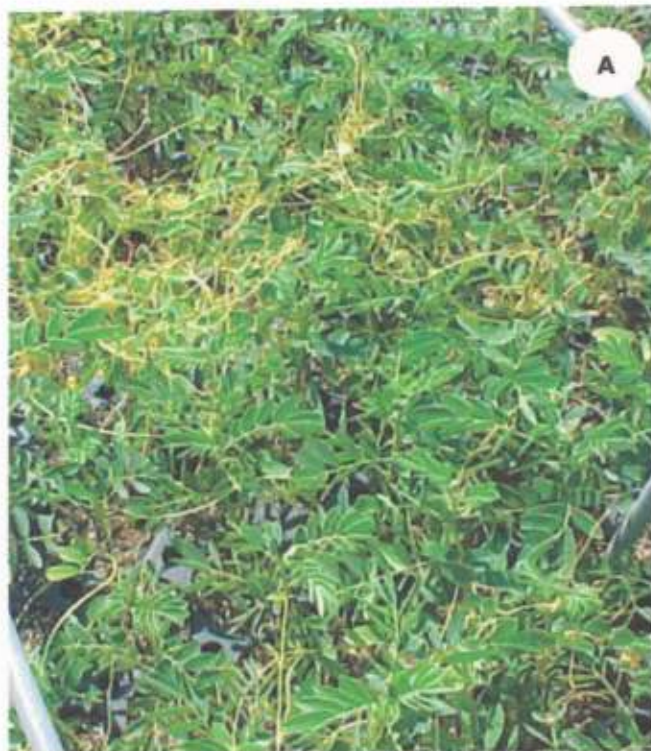
**Diagnosís.** Fideos de color naranja o amarillento crecen y se entretrejen alrededor de los tallos y otras partes aéreas de las plantas. La cúscuta forma una especie de telaraña sobre la copa de las plantas. Las puntas en crecimiento van infectando plantas adyacentes, hasta que poco a poco, se observa un área circular infectada. Las áreas infectadas por la cúscuta aparecen como manchones dentro de las camas del vivero, las cuales continúan agrandándose si las condiciones ambientales son favorables. Las plantas infectadas llegan a debilitarse por el parásito, su vigor declina y, en algunos casos, mueren.

**Biología.** Al igual que la mayoría de las plantas parásitas, la cúscuta se disemina por semilla, principalmente. Ésta es de un color gris a café-rojizo. El viento es un factor que favorece este proceso. La planta produce masas de flores color blanco, rosa o amarillento, las cuales pronto forman la semilla. Esto, generalmente, se presenta en primavera y verano. La semilla pasa el invierno en campos infestados o mezclada con la semilla de la especie de interés. En el período de crecimiento, la semilla germina y produce un brote

ramificado amarillento pero sin raíces. Este brote, carente de hojas, gira como una cuerda en busca de un hospedante. Si no hay contacto con un hospedante susceptible, el tallo cae al suelo donde permanece latente por algunas semanas y enseguida muere. Por otra parte, si encuentra un hospedante susceptible, el tallo inmediatamente lo enreda, produce haustorios y comienza a invadirlo. Los haustorios penetran el tallo u hojas para llegar a los tejidos vasculares. El haustorio absorbe carbohidratos y agua, y los transporta al tallo de la cúscuta, donde se utilizan para el crecimiento y reproducción. Una vez que la cúscuta hace contacto con el hospedante, la base de la planta parásita se enrosca y se seca, perdiendo todo contacto con el suelo, en este momento, depende en su totalidad, de su hospedante para obtener agua y nutrimentos.

**Manejo.** La cúscuta se controla mejor por prevención, mediante el uso de semilla no contaminada y la aplicación de herbicidas al chayotillo que crece en áreas aledañas, para eliminar los focos de infección. Si la planta ya se encuentra en las camas, una opción es podar o eliminar las plantas infectadas. La idea es evitar que la cúscuta se disemine o produzca semilla.

**Lámina 13. A y B. Panorámica del follaje de retama (*Senna multiglandulosa*) y piracanto (*Pyracantha* sp.) invadidos por cúscuta. C y D. Acercamiento de la planta parásita.**



# Agentes Abióticos Causantes de Estrés

## Heladas

Las especies no nativas del área donde se encuentra el vivero son especialmente susceptibles a este tipo de daño. Con la experiencia acumulada a lo largo de los últimos años, las especies que aquí se producen se han clasificado como resistentes, moderadamente resistentes y susceptibles (Cuadro 3), esto con base en los síntomas observados después de que se presentaron episodios de bajas temperaturas, del orden de  $-7^{\circ}\text{C}$ .

**Cuadro 3. Susceptibilidad del daño a heladas de las 33 especies producidas en el vivero SLTLAX.**

Resistentes	Moderadamente resistentes	Susceptibles
<i>Agave salmiana</i>	<i>Arbutus xalapensis</i>	<i>Abies religiosa</i>
<i>Baccharis conferta</i>	<i>Crataegus mexicana</i>	<i>Alnus jorullensis</i>
<i>Nolina parvifolia</i>	<i>Cupressus lusitanica</i>	<i>Brongniartia intermedia</i>
<i>Pinus cembroides</i>	<i>Mimosa acuelaticarpa</i> var. <i>biuncifera</i>	<i>Buddleia cordata</i>
<i>Pinus hartwegii</i>	<i>Prunus serotina</i> var. <i>capuli</i>	<i>Calliandra grandiflora</i>
<i>Pinus montezumae</i>	<i>Quercus</i> spp.	<i>Dodonaea viscosa</i>
<i>Pinus rudis</i>	<i>Salix bonplandiana</i>	<i>Eysenhardtia polystachya</i>
	<i>Pinus greggii</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>
	<i>Pinus leiophylla</i>	<i>Pinus ayacahuite</i>
	<i>Pinus michoacana</i>	<i>Pinus pseudostrobus</i>
	<i>Pinus patula</i>	<i>Senecio praecox</i>
	<i>Pinus teocote</i>	<i>Senna multigandulosa</i>
		<i>Tecoma stans</i>

La clasificación puede variar en otras condiciones de manejo y cultivo de la planta.

En el vivero SLTLAX se cuenta con una estación meteorológica que registra la frecuencia de heladas desde 1999 hasta el 2003 (Cuadro 4); el inicio y término de heladas se ha presentado en el periodo del 20 de octubre, la más temprana, y la más tardía, el 21 de marzo.

Debido a que la temperatura varía en las unidades de producción, se colocaron termómetros de máximas y mínimas en cada una de ellas a la altura de los "contenedores" (40 cm). Como ejemplo se presenta el comportamiento de la helada ocurrida el 22 de diciembre de 2003, en la parcela 42 (Figura 1).

**Importancia.** En función de la especie, la edad y la época en la que se presenten las heladas, tempranas o tardías (Cuadro 4), pueden ocasionar la muerte de las plantas. Las pérdidas anuales dentro del vivero SLTLAX han alcanzado hasta 5% en *Pinus ayacahuite*, además de que las plántulas quedan predisuestas al ataque de otros agentes. Otro de los efectos es un lento crecimiento, aunque, en ocasiones, las heladas son benéficas, ya que al hacer más lento el creci-

miento durante el invierno, actúan como una forma de poda natural.

**Diagnóstico.** Días después de que se presenta una helada, en las coníferas se observa un enrojecimiento o un color café y una muerte de acículas, con un característico enrollamiento de brotes. En el caso de las latifoliadas, las hojas se curvan y se tornan cafés o negras. Muchas de las veces, la yema terminal muere. Sin embargo, si se observa la zona de transición (base de la yema muerta), se notará la ausencia de una zona necrótica progresiva, el cambio es abrupto. En las parcelas, el daño se observa en forma de

manchones irregulares, debido a que la helada se distribuye de la misma forma por la acción del viento. Finalmente, muchas de las plántulas con la yema terminal muerta, emiten nuevas yemas laterales.

**Mecanismo de Daño.** El daño a las células vivas no es precisamente por el frío, sino por la formación de hielo en las células. El hielo se puede formar dentro de las células (intracelular) o fuera de las mismas (extracelular). Para los tejidos suculentos, el agua entre las células tiene una baja concentración de solutos y tiende a congelarse a temperaturas de 0 °C, sin embargo, en las vacuolas existe mayor concentración de solutos y, por lo tanto, su punto de congelación se encuentra por debajo de los 0 °C. Si la temperatura del aire cae de manera gradual, abajo de los 0°C; al inicio, se formarán cristales de hielo en los espacios intercelulares y el agua del interior se difundirá hacia el exterior de las células, donde se congelará; con esto, la concentración de solutos se incrementará dentro de las células, además de bajar el punto de congelación. Si esta caída gradual de temperatura se mantiene por largos períodos y la temperatura se eleva lentamente por arriba del punto de congelación, el daño no será muy severo. Por otro lado, con una caída abrupta de la temperatura por abajo del punto de congelación, el agua se moverá lentamente hacia fuera de las células, por lo tanto, se formarán cristales de hielo en las vacuolas de las células, mismos que romperán las membranas

celulares y los tejidos vegetales afectados morirán.

**Manejo.** Para reducir los efectos negativos de las bajas temperaturas, en el vivero SLTLAX se realizan las siguientes actividades: a) protección con doble malla media sombra a 35% aluminizada y con plástico a las especies más susceptibles; b) riegos por las mañanas. Se ha registrado que las heladas más severas se presentan de 6:30 a 7 a.m. Por ello se recomienda realizar el riego a las 6:30, en las especies que no están cubiertas por malla. Evitar, en lo posible, cavidades secas en el sustrato o que el mismo esté muy saturado de agua; c) reducción de la aplicación de nitrógeno (para evitar más producción de tejido suculento). Por otro lado, incrementar la fertilización de calcio, fósforo y potasio; d) podar tejidos muertos por la helada, a principios de primavera, se eliminan yemas; e) modificar las fechas de siembra, en algunos casos se adelantan. Por

**Lámina 14. A. Panorámica de una parcela dañada por heladas. B. Acercamiento del área dañada. C y D. Muerte de puntas en *Pinus ayacahuite* (2 años y 5 meses, respectivamente). E. Daño inicial y F. Fase de recuperación en plántulas de oyamel (*Abies religiosa*).**

**Cuadro 4. Fecha de la primera y última helada, y frecuencia de las mismas por ciclo de producción**

Ciclo de Producción	Helada		Frecuencia
	Primera	Última	
1997-1998	Nov-14	Mar-23	51
1998-1999	Dic-02	Mar-15	36
1999-2000	Oct-22	Mar-17	31
2000-2001	Oct-30	Abr-01	59
2001-2002	Oct-21	Feb-24	25
2002-2003	Nov-18	Mar-26	66



## Heladas

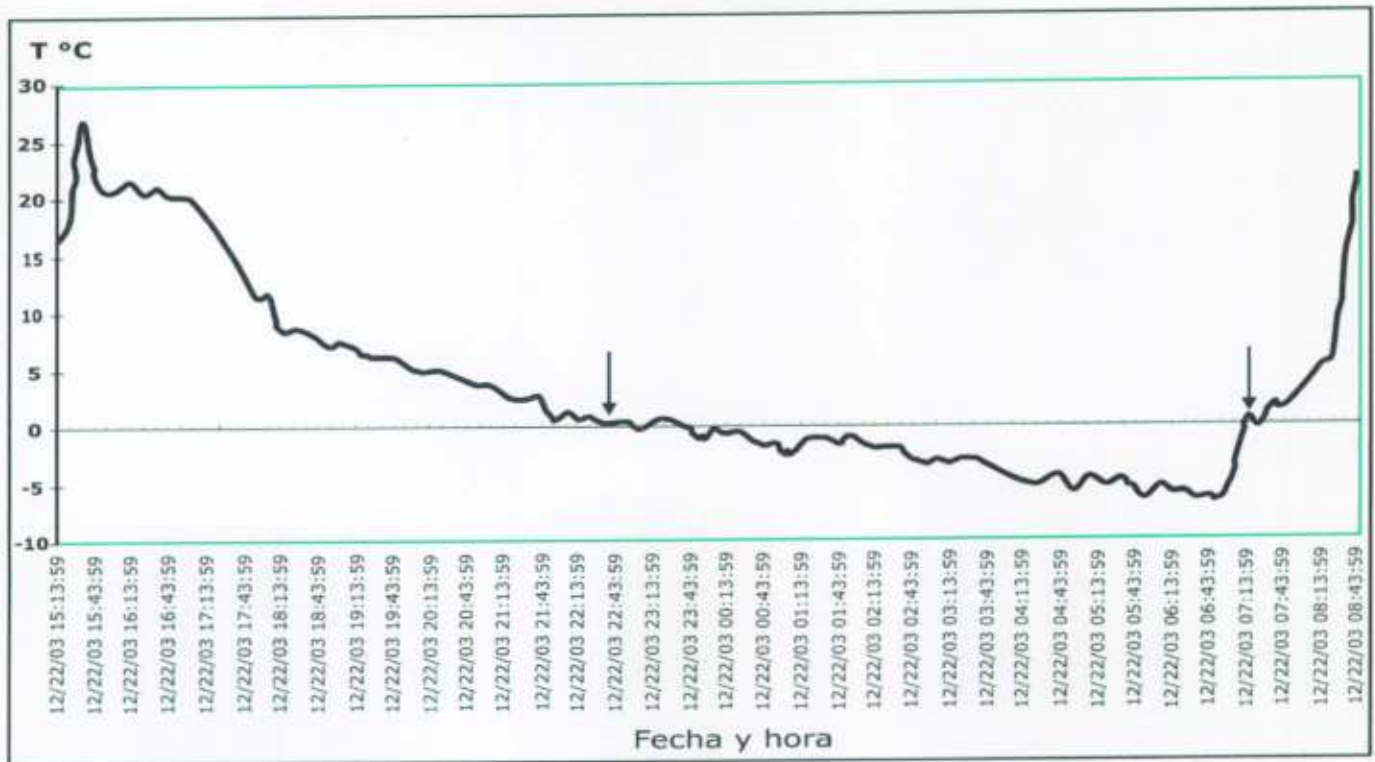
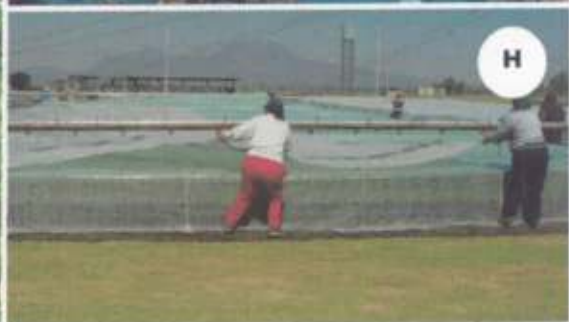


Figura 1. Comportamiento de la helada ocurrida el 22 de diciembre del 2003 en la parcela 42. Observe el área entre las flechas...

ejemplo, el oyamel (*Abies religiosa*) se siembra en mayo o junio, de esta forma, cuando llegan las heladas la planta ya está vigorosa; f) se monitorea la presencia de bajas temperaturas, con apoyo de la estación meteorológica del vivero y de una página web ([www. weather.com.mx.](http://www.weather.com.mx)), y g) se recomienda usar semilla procedente de lugares fríos.

Lámina 15. A,C,E,y,F, Panorámica de daño por heladas en aile (*Alnus jorullensis*), encino (*Quercus sp.*), sauce (*Salix bonplandiana*) y retama (*Senna multiglandulosa*) respectivamente. B y D. Acercamiento de los daños en aile y encino. F. Planta de *Tecoma stans* con daño severo por heladas. G. El uso de mallas aluminizadas contrarresta el daños por heladas.





## Falta de Agua y Cambios de Temperatura

Todas las especies son susceptibles, en especial, en el estado de plántula. En el vivero SLTLAX, con la experiencia acumulada a lo largo de los años, se ha generado la siguiente información en la cual se observan las necesidades de agua de algunas especies (Cuadro 5).

**Importancia.** Estos agentes son responsables de pérdidas considerables en algunos viveros. De manera similar a las heladas, pueden ocasionar la muerte de plantas, como en el caso del oyamel (*Abies religiosa*), especie que se ha visto seriamente afectada en la etapa de emergencia cuando se expone a las temperaturas del verano. Sin embargo, su importancia radica en que predispone a las plantas al ataque de otros agentes.

**Diagnóstico.** En la mayoría de los casos, las plantas con daño se localizan en los bordes de las camas expuestas al sol, aunque también pueden presentarse dentro de éstas. A simple vista, puede confundirse con el «damping off», pero tanto en coníferas como en latifoliadas, no hay una zona necrótica de transición entre el tejido sano y el enfermo. En plántulas, la lesión se localiza en el cuello de la raíz. En un inicio, las coníferas muestran una coloración grisácea en el follaje y un marchitamiento de los nuevos brotes, los cuales finalmente se secan. En latifoliadas como el aile, es común observar una necrosis intervenal en las hojas más viejas, aunque, el síntoma más típico es una necrosis apical. El sistema radical de las plantas más afectadas es pobre, en especial, las raíces absorbentes.

Algunas especies de hojosas manifiestan el síntoma de punta doblada, entre éstas el sabino (*Taxodium mucronatum*), el aile (*Alnus*

*gorullensis*), el sauce (*Salix bonplandiana*), el madroño (*Arbutus xalapensis*), la tronadora (*Tecoma stans*) y el capulín (*Prunus serotina* var. *capuli*). Un caso especial es el del oyamel; en esta especie, las plántulas afectadas presentan una necrosis en el cuello de la raíz. No hay una zona de transición y es notorio un abultamiento al final del tejido sano. Las plántulas se doblan y caen al suelo, pero conservan su color normal. La altura a la cual se presenta es variable, dependiendo de la profundidad a la que se enterró la semilla. En algunas ocasiones, el daño por temperatura también se presenta en combinación con hongos de la semilla.

Los síntomas son más obvios cuando el estrés por humedad ha sido superado en el resto de las plántulas adyacentes a las afectadas.

**Manejo.** Con el fin de reducir los efectos negativos de la falta de agua y cambios en temperatura, se recomienda: a) considerar los requerimientos de agua y temperatura de cada especie, de acuerdo

---

**Lámina 16. A. Manchón con cavidades vacías (derecha) por la muerte de plántulas debido a cambios de temperatura. El color del tezontle tiene una gran influencia. B. Estrangulamiento en el cuello por las variaciones de temperatura. C, D. Secuencia de síntomas ocasionados por la falta de agua. E. El uso de mallas como alternativa para contrarrestar este daño.**





Cuadro 5. Susceptibilidad del daño por falta de agua y cambios de temperatura en las 33 especies producidas en el vivero SLTLAX\*.

Resistentes	Moderadamente resistentes	Susceptibles
<i>Agave salmiana</i>	<i>Brongniartia intermedia</i>	<i>Abies religiosa</i>
<i>Baccharis conferta</i>	<i>Calliandra grandiflora</i>	<i>Alnus jorullensis</i>
<i>Buddleia cordata</i>	<i>Crataegus mexicana</i>	<i>Arbus xalapensis</i>
<i>Eysenhartia polystachya</i>	<i>Cupressus lusitanica</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>
<i>Mimosa acuelaticarpa</i> var. <i>biuncifera</i>	<i>Dodonea viscosa</i>	<i>Prunus serotina</i> var. <i>capuli</i>
<i>Nolina parviflora</i>	<i>Pinus ayacahuite</i>	<i>Salix bonplandiana</i>
<i>Pinus cembroides</i>	<i>Pinus greggii</i>	<i>Taxodium mucronatum</i>
<i>Senecio praecox</i>	<i>Pinus hartwegii</i>	<i>Pinus ayacahuite</i>
	<i>Pinus leiophylla</i>	<i>Pinus pseudostrobus</i>
	<i>Pinus michoacana</i>	<i>Senecio praecox</i>
	<i>Pinus montezumae</i>	<i>Senna multiglandulosa</i>
	<i>Pinus patula</i>	<i>Tecoma stans</i>
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	
	<i>Pinus rudis</i>	
	<i>Pinus teocote</i>	
	<i>Quercus</i> spp.	
	<i>Senna multiglandulosa</i>	

\* La clasificación puede variar en otras condiciones de manejo y cultivo de la planta.

con su edad; b) prestar atención a las necesidades de agua de las plántulas localizadas en los bordes de las camas que tienen mayor exposición al sol; c) en el vivero SLTLAX se ha utilizado el tepojal (material grisáceo) y el sombreado para el caso del oyamel; y d) usar mallas en buenas condiciones es vital.

Lámina 17. A y C. Necrosis apical en el follaje de plantas de encino por falta de agua. B. Muerte de raíces laterales de encino en plantas afectadas por la falta de agua. D. Necrosis marginal en aile, otro de los síntomas ocasionados por la falta de agua y cambios de temperatura. E. Necrosis apical en el follaje de sauce por falta de agua.





## Fitotoxicidad

Se puede presentar en todas las especies. En el vivero SLTLAX, estos efectos se han observado en *Pinus hartwegii* y *Pinus montezumae* pero han ocurrido en forma esporádica y en casos aislados, debido al acarreo del viento de los herbicidas, o bien, cuando se han aplicado nuevos productos no probados para especies forestales.

**Importancia.** En la actualidad, el uso intensivo de varios compuestos químicos para el control de plagas y malezas ha resultado, en algunos casos, dañino a las plántulas, ya que se han probado en la agricultura, pero no para especies forestales. El daño incluye efectos ligeros en el desarrollo de las plántulas e inclusive la muerte. El diagnóstico de enfermedades también se dificulta cuando no se consideran este tipo de situaciones. Algunos compuestos que se han reportado dañinos en especies forestales son los herbicidas, las fitohormonas, los fungicidas y los insecticidas, en especial cuando se aplican en concentraciones excesivas o bajo condiciones ambientales desfavorables.

**Diagnóstico.** En el caso de los herbicidas, el síntoma dominante es una necrosis rápida de las partes expuestas. Para el caso de los fungicidas e insecticidas, éstos causan necrosis y deformaciones de las partes expuestas, el daño se observa en manchones. Los fungicidas que contienen cobre o polisulfatos son de los que causan más fitotoxicidad. Es importante tomar en cuenta almácigos o camas de siembra no tratados con los productos mencionados, con el fin de comparar los síntomas que muestra una planta enferma con una sana.

**Manejo.** Para reducir el efecto de este factor, se recomiendan las siguientes actividades: aplicar

la dosis apropiada bajo condiciones ambientales favorables. Para reducir el riesgo de este tipo de daño, se recomienda realizar pequeñas pruebas de campo antes de su aplicación, especialmente, cuando se utilizan productos nuevos o productos que no se hayan aplicado con anterioridad en la especie de interés. De ser posible, utilice un equipo para cada tipo de químico, es decir, uno para fungicida e insecticida y uno diferente para herbicidas; en caso de no tener la posibilidad de asignar un equipo por tipo de producto, se puede usar un solo equipo para todo, pero con un estricto programa de limpieza, antes y después de usarse. También es importante evitar al máximo la aplicación de químicos con toxicidad conocida a las plántulas. Se recomienda que la aplicación de productos químicos se realice por la mañana, antes de las 11 a.m., para evitar que el viento los transporte o que las altas temperaturas de medio día promuevan su volatilización. En caso de haber viento, haga las aplicaciones a favor del mismo. No aplique herbicidas hormonales que sean muy volátiles.

---

**Lámina 18. A. Panorámica de una cama de *Pinus montezumae* afectada por fitotoxicidad. B y C. Acercamiento del follaje de plantas dañadas por aplicación de un producto nuevo para especies forestales. D. Daño por fitotoxicidad en aile (*Alnus jorullensis*).**



## Falta de Nutrientos

Todas las especies son susceptibles. En el vivero SLTLAX, los síntomas se han observado en unas cuantas especies y en un corto periodo de su desarrollo. Las especies que se han encontrado afectadas son: *Pinus montezumae*, oyamel (*Abies religiosa*) y retama (*Senna multiglandulosa*).

**Importancia.** Las plantas afectadas reducen su capacidad fotosintética y son más propensas al ataque de otros agentes. Las plantas con síntomas en el vivero se distribuyen, generalmente, al azar dentro de las camas y a muy baja escala.

**Diagnóstico.** Las plantas afectadas muestran una coloración amarillenta, distorsión de hojas, menor crecimiento y desarrollo radical cuando se les compara con plantas sanas.

**Manejo.** Se sugiere conocer la lista total de elementos esenciales para la especie en producción y asegurarse que se encuentren en las proporciones adecuadas en las fórmulas del fertilizante que se esté usando y su concentración en el tejido vegetal. Se debe poner atención especial a la frecuencia y dosis de fertilización, también se sugiere utilizar el tamaño de envase apropiado a la especie que se está produciendo. Como recomendación final se deben enviar muestras para su análisis a laboratorios certificados, sobre todo en las etapas críticas. También es recomendable establecer un programa permanente de monitoreo del lixiviado del sustrato, para determinar su pH y conductividad eléctrica, así como la eficiencia de las aplicaciones.

En el vivero SLTLAX se llevan a cabo las siguientes actividades, motivo por el cual se sospecha que los problemas de este tipo son insignificantes: a) se han realizado análisis de nutrientes de cada

especie que se produce; b) la fertilización se monitorea con base en la conductividad eléctrica y el pH de la solución madre aplicada; y c) después de cada aplicación (hora y media después), se analiza el lixiviado del sustrato.

---

**Lámina 19. Deficiencia de nitrógeno en latifoliadas y coníferas. A. Panorámica de plantas de aile (*Alnus jorullensis*). Note la típica coloración amarillenta. B. Plantas de *Pinus montezumae* de seis meses de edad con los mismos síntomas. C. Efecto en el sistema radicular de una planta de *P. montezumae* con deficiencia (izquierda).**



# Otros Agentes de Estrés de Origen Desconocido



## Quemadura de Corteza

**Agente causal.** Se sospecha que la causa es una combinación de factores, entre éstos: la poda realizada al final del invierno, período en el cual la planta todavía se encuentra en pleno desarrollo, la excesiva pérdida de agua y las bajas temperaturas.

**Hospedantes.** Sólo se ha detectado en aile (*Alnus jorullensis*).

**Importancia.** Se ha estimado una incidencia de 2% en algunas camas de aile.

**Diagnosís.** Al inicio, la corteza de las plantas afectadas adquiere una coloración café y, luego,

se pone negra. La parte apical de las plantas va muriendo en forma descendente. Al levantar la corteza en el frente del daño, ésta se observa saludable e incluso algunos brotes comienzan a desarrollarse.

**Biología.** Una combinación de bajas temperaturas y deshidratación se sospecha que son la causa de esta anomalía.

**Manejo.** En el vivero SLTLAX, se ha decidido realizar podas tempranas en invierno o esperar a los inicios de la primavera. Una vez que el daño está presente, se recomienda la poda de los tejidos muertos con el fin de estimular el desarrollo de nuevos brotes.

## Quebradura de Tallo en Pinos

**Agente causal.** Se sospecha que la causa es de origen genético.

**Hospedantes.** Este caso sólo se ha observado en *Pinus patula* y en menor grado en *P. rudis*.

**Importancia.** Su incidencia es baja, pero podría ser punto de entrada de patógenos y responsable de la muerte de las plántulas. Se observó que la herida ocasionada por el tipo de cubierta era una vía de entrada para otros agentes, en especial el hongo *Fusarium*.

**Diagnosís.** Al inicio, las plántulas afectadas muestran un desprendimiento de corteza en el tallo y después se observan rajaduras. Por último,

al menor contacto o sin éste, el tallo se quiebra en el lugar donde se presentan las rajaduras.

**Manejo.** Se sugiere tener más cuidado con las actividades de cultivo, en especial, durante el trasplante.

**Lámina 20. A.** Planta (centro de la foto) que muestra los síntomas de quemadura de tallo. **B y C.** Acercamiento de la quemadura. **D.** Poda de plantas afectadas.



## Coloración Púrpura de Acículas y Muerte de Brotes en Pinos

**Agente causal.** Aparentemente tiene su origen en las bajas temperaturas que se presentan en el invierno, en combinación con una falta de nutrimentos, especialmente, fósforo. En los aislamientos realizados, sólo se han encontrado bacterias y hongos saprófitos.

**Hospedantes.** El síntoma es dominante en las siguientes especies: *Pinus leiophylla*, *P. teocote*, *P. rudis*, *P. montezumae*, *P. hartwegii* y *P. pseudostrobus*.

**Importancia.** Las plántulas con síntomas dentro de algunas camas, alcanzan 20%. Uno de los principales efectos es la reducción en la actividad fotosintética de las plántulas con la coloración. En algunos casos, el brote terminal muere, pero, por lo general, la planta se recupera.

**Diagnóstico.** Las puntas de las acículas toman una coloración púrpura y, en algunos casos, el brote terminal muere.

No confundir con el daño por *Fusarium*. La raíz de estas plantas no presenta daños visibles, pero la cantidad de raíz es menor en las que están severamente afectadas. Sin embargo, una vez que comienzan a recuperarse, la cantidad de raíces tiende a ser normal.

**Biología.** No se conoce aspecto alguno de su biología, pero el problema es muy evidente en el período de invierno y principios de primavera.

**Manejo.** En el vivero SLTLAX, con base en la experiencia acumulada por el personal técnico, se ha encontrado que las siguientes actividades han contribuido a una reducción considerable del problema: a) aplicación de calcio, fósforo y potasio

durante el invierno, para endurecer los tejidos de las plántulas, en especial la lámina media de las células; b) la aplicación de micorrizas, una vez que aparecen las primeras raíces secundarias; c) una vez que el daño está presente, se recomienda la poda de brotes muertos y una aplicación de cobre; y d) uso de cubiertas con malla aluminizada a 35% de sombra.

**Lámina 21. A. Planta de pino con el síntoma de quebradura de tallo. B. Panorámica de plantas con el síntoma de coloración púrpura. C. Muerte de brotes y reducción de biomasa radical. D y E. Acercamiento de los inicios de la coloración púrpura en las acículas.**



## Literatura Consultada

- Agrios, G.N. 1988. Plant pathology. Third ed. Academic Press, Inc. San Diego, CA. 803 p.
- Cordell, C.E, Anderson R.L., Hoffard, W.H., Landis, T.D., Smith, Jr. R.S., and Toko, H.V. 1989. Forest nursery pests. U.S. Department of Agriculture. Agric. Hand. No. 680.
- Hällgren, J. and G. Öquist. 1990. Adaptations to low temperatures. In: Stress responses in plants. Plant Biology. Wiley-Liss. Volume 12. United States. Pp. 265-293.
- Manion, P.D. 1991. Tree disease concepts. 2nd ed. Prentice Hall, Inc. 402 p.
- Smith, W.H. 1970. Tree Pathology: a short introduction. Academic Press, Inc. 309 p.
- Tainter, F.H. and Baxter F.A. 1996. Principles of Forest Pathology. John Wiley and Sons, Inc. 805 p.
- ([www. weather.com.mx.](http://www.weather.com.mx))

## Glosario

**Acérvulo.** Agregación pseudoparenquimatosa de hifas, a manera de colchoncillo, sobre la que se forman conidióforos cortos estrechamente unidos y cubiertos por tejido del hospedante.

**Basidiosporas.** Espora asexual producida sobre un basidio.

**Hospedante alterno.** Uno de los dos tipos de planta sobre las cuales un hongo parásito (p.e. las royas) debe desarrollarse para completar su ciclo de vida.

**Control biológico.** Destrucción parcial o total de poblaciones de patógenos mediante otros microorganismos.

**Antracnosis.** Manchas foliares irregulares incluyendo las venas, en las que existe un cambio de color en el margen.

**Cancro.** Particularmente en plantas leñosas, resulta de la contracción y muerte de los tejidos, los cuales se fracturan exponiendo la madera de las capas inferiores. Tejido muerto que se localiza en ramas y tronco, con frecuencia encogido y decolorado que parte de una lesión a nivel floema y del cambium, y que avanza de afuera hacia adentro.

**Clorosis.** Amarillamiento de tejidos normalmente verdes debido a la destrucción de clorofila o por falta de formación de este pigmento.

**Damping off.** Estrangulamiento de plántulas cerca del nivel del suelo, dando como resultado que las plántulas caigan al suelo.

**Enfermedad.** Es el resultado de una interrelación dinámica y detrimental entre un organismo que parásita o interfiere con los procesos normales de las células o tejidos, o ambos de la planta.

**Ciclo de vida.** El estado o estados sucesivos en el crecimiento y desarrollo de un organismo que se presenta entre la aparición y reaparición del mismo estado (p.e. espora) del organismo.

**Ciclo de la enfermedad.** Cadena de eventos involucrados en el desarrollo de la enfermedad, incluyendo los estados de desarrollo del patógeno y el efecto de la enfermedad en el hospedante.

**Conidio.** Espora de un hongo asexual que se forma sobre un conidióforo.

**Cuerpo fructífero.** Estructura fungosa compleja que contiene las esporas.

**Eciosporas.** Espora dicariótica de las royas producida en un ecio.

**Fungicida.** Compuesto tóxico a los hongos.

**Hospedante.** Una planta que es invadida por un parásito y de la cual obtiene sus nutrimentos.

**Hifa.** Una sola rama de un micelio.

**Micelio.** Las hifas o masa de hifas que constituyen el cuerpo del hongo.

**Herida.** Daño a una planta por animales o agentes físicos y químicos.

**Inóculo.** El patógeno o sus partes capaces de causar infección

**Parásito obligado.** Un parásito que en la naturaleza puede crecer y multiplicarse solo sobre o dentro de organismos vivos.

**Parásito.** Un organismo que vive sobre o dentro de otro organismo vivo (hospedante) y obtiene su alimento de este último.

**Pústula.** Pequeña ámpula en la epidermis originada por la formación de esporas que empujan hacia arriba.

**Roya.** Una enfermedad que da una apariencia oxidada a una planta y causada por el orden Uredinales.

**Signo.** El patógeno o sus partes o productos que se observan sobre una planta hospedante.

**Síntoma.** Reacciones externas e internas o alteraciones de una planta como resultado de una condición enferma.

**Telio.** La estructura fructífera en la cual se producen las teliosporas de una roya.

**Tóxico.** Capacidad de un compuesto para producir daño.

**Uredio.** Estructura fructífera de los hongos que causan royas dentro de la cual se producen las urediosporas.

**Urediospora.** Espora dicariótica y repetitiva de los hongos causantes de royas.

**Marchitamiento.** Pérdida de rigidez y caída de algunas partes de la planta ocasionada por lo general debido a la falta de agua dentro de la planta.

**Condición fitosanitaria.** Criterios que se siguen

para evaluar la salud del arbolado, por la presencia o ausencia de daños en hojas, tronco, ramas y raíz.

**Conidio.** Espora asexual, no móvil, generalmente formada en el ápice o en un lado de una célula esporógena especializada. Los conidios pueden ser uni, bi o pluricelulares, y secos o mucosos. Los conidios son las esporas asexuales de los deuteromicetes, ascomicetes y basidiomicetes.

**Diagnosís.** Determinación de la o las causas de la enfermedad, que bien puede ser originada por patógenos o por algún factor ambiental.

**Hipertrofia.** Crecimiento anormal de tejidos.

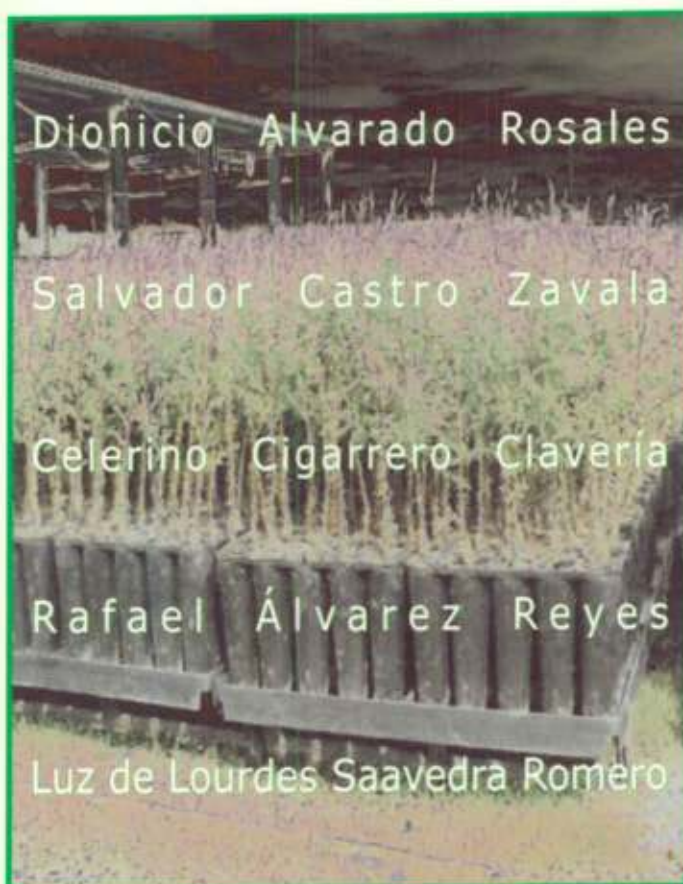
**Manejo.** Alternativas que se proponen para minimizar los daños originados en las plantas por patógenos o por algún factor abiótico.

**Necrosis.** Muerte de una porción localizada de un tejido.

**Patógeno.** Agente causal de una enfermedad.

**Picnidio.** Cuerpo fructífero asexual, generalmente de forma esférica o de botella, hueco, forrado internamente con conidióforos; característicos de los hongos del orden Sphaeropsidales.

**Tizón.** Muerte regresiva de porciones grandes de tejido, en especial de tejidos jóvenes en crecimiento.



Dionicio Alvarado Rosales

Salvador Castro Zavala

Celerino Cigarrero Clavería

Rafael Álvarez Reyes

Luz de Lourdes Saavedra Romero