

## PRODUCCIÓN DE PLANTA DE *Abies religiosa* (Kunth) Schldl. & Cham. EN VIVERO



Victor Javier Arriola Padilla, Andrés Flores García,  
Adriana Rosalia Gijón Hernández, Tomás Pineda Ojeda  
Virginia Jacob Cervantes y Cecilia Nieto de Pascual Pola

**CENID-COMEF**  
diciembre de 2015

**Folleto Técnico No. 19**

**ISBN 978-607-37-0554-7**

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN**

Ma. José Eduardo Calzada Rovirosa  
Secretario

Lic. Jorge Armando Narváez Narváez  
Subsecretario de Agricultura

MPP. Héctor Velasco Monroy  
Subsecretario de Desarrollo Rural

LDE. Ricardo Aguilar Castillo  
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

Lic. Marcelo López Sánchez  
Oficial Mayor

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS  
Y PECUARIAS**

Dr. Luis Fernando Flores Lui  
Director General

Dr. Raúl Gerardo Obando Rodríguez  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M. C. Jorge Fajardo Guel  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

Mtro. Eduardo Francisco Berterame Barquín  
Coordinador de Administración y Sistemas

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA EN  
CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE ECOSISTEMAS FORESTALES**

Dr. Rogelio Flores Velázquez  
Director

**PRODUCCIÓN DE PLANTA DE *Abies religiosa* (Kunth) Schtdl.  
& Cham. EN VIVERO**

## **Créditos editoriales**

**Edición técnica:** M. en C. Francisco Camacho Morfín y Dr. Vidal Guerra de la Cruz

**Edición:** Dra. Florencia T.A. García Campusano

**Fotografía:** Figura 1, 7: V. Jacob C., Figura 2: C. Nieto de Pascual P.

La cita correcta es: Arriola P., V. J., A. Flores G., A. R. Gijón H., T. Pineda O., V. Jacob C. y C. Nieto de Pascual P. 2015. Producción de planta de *Abies religiosa* (Kunth) Schltl. & Cham. en vivero. Folleto Técnico Núm. 19. CENID-COMEF, INIFAP. México, D.F., México. 68 p.

No se permitirá la reproducción total o parcial de esta obra, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

Derechos reservados © 2015

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina, delegación Coyoacán

C.P. 04010 México D.F.

Teléfono (55) 3626 8700

1000 ejemplares

Impreso en: Servicios Litográficos Trujillo, S.A. de C.V. Rosales Núm. 34, Col. Ex-Ejido de Santa Ursula Coapa C.P. 04650, deleg. Coyoacán, México D.F.

La edición se terminó de imprimir en diciembre de 2015

ISBN 978-607-37-0554-7

**PRODUCCIÓN DE PLANTA DE *Abies religiosa* (Kunth) Schldl.  
& Cham. EN VIVERO**

**Dr. Victor Javier Arriola Padilla**

Investigador Titular. Programa Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales. CENID-COMEF. INIFAP

**Andrés Flores García**

Investigador Titular. Programa Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales. CENID-COMEF. INIFAP

**Adriana Rosalía Gijón Hernández**

Investigador Titular. Programa Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales. CENID-COMEF. INIFAP

**Tomás Pineda Ojeda**

Ex – Investigador del Campo Experimental Valle de México.

**Virginia Jacob Cervantes**

Investigador Titular. Programa Plantaciones y Sistemas Agroforestales. CENID-COMEF. INIFAP

**Cecilia Nieto de Pascual Paola**

Investigador Titular. Programa Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales. CENID-COMEF. INIFAP

## CONTENIDO

1. Introducción.....	1
2. Descripción de la especie.....	3
2.1 Nombre científico.....	3
2.2 Nombre común.....	3
2.3 Familia.....	3
2.4 País de origen.....	3
2.5 Descripción botánica.....	3
2.6 Distribución y datos ecológicos.....	5
2.7 Usos.....	5
3. Tecnología de la semilla.....	6
3.1. Descripción de la semilla.....	6
3.2. Recolección.....	8
3.3. Beneficio.....	10
3.4. Almacenamiento.....	11
3.5. Tratamientos pre-germinativos.....	12
3.6. Análisis.....	12
3.7. Calidad y certificación .....	15
4. Características del vivero.....	17
4.1. Condiciones del sitio.....	17
4.1.1. Factores ambientales.....	17
4.1.2. Factores edáficos.....	18
4.2 Infraestructura.....	19
4.2.1. Viveros bajo sombra.....	19
4.2.2 Viveros en ambiente semi controlado.....	20

5. Tecnología de producción de planta.....	21
5.1. Sustratos.....	21
5.1.1. Características del sustrato.....	21
5.1.2. Preparación del sustrato.....	23
5.2. Envases.....	23
5.3. Siembra.....	26
5.4. Riego.....	26
5.5. Micorrización.....	27
5.6. Fertilización.....	30
5.7. Agentes que causan daño.....	33
5.7.1. Insectos.....	33
5.7.2. Hongos.....	39
5.7.3. Daño por factores mecánicos.....	41
5.7.4. Daño por factores abióticos.....	42
5.8. Medidas preventivas para evitar plagas en vivero.....	45
5.9. Calidad de planta.....	46
5.10. Empacado y transporte.....	48
6. Consideraciones finales.....	52
7. Referencias.....	53





## 1. Introducción

En México, las poblaciones de oyamel o pinabete (*Abies religiosa* (Kunth) Schltl. et Cham.) no cubren superficies amplias pero forman comunidades arbóreas de coníferas que mantienen condiciones ecológicas importantes, en las que además destaca su majestuosidad y belleza. La distribución geográfica de sus bosques es dispersa y localizada. Estos se centran en espacios restringidos en cerros, laderas o cañadas (Rzedowski, 1988).

Los bosques de la especie están deteriorados debido al mal uso y al aprovechamiento irracional del que han sido objeto, en muchas ocasiones por la falta de conocimiento respecto a su biología y ecología. Aunado a lo anterior, la industria forestal emplea al género como materia prima para la producción de pulpa para papel, cajas de empaques, postes, vigas, morillos, pilotes, leña y carbón; lo que ha propiciado la reducción y fragmentación de las superficies boscosas.

La regeneración del oyamel es un proceso lento y en ocasiones difícil, que implica la reproducción sexual para su propagación en condiciones naturales. Una alternativa para la recuperación de áreas donde habita esta especie es la producción de planta de calidad en vivero para el establecimiento exitoso de reforestaciones. Este sistema de producción requiere de tecnologías específicas para garantizar la obtención de árboles de buenas características.

En los viveros de clima templado y frío la producción del pinabete es una actividad que se realiza con eficacia pero no siempre implica que sea efectiva. Es común que los viveristas que inician en su producción empleen las metodologías utilizadas para especies del género *Pinus*, lo cual no garantiza la obtención de planta de calidad.

En este folleto se presenta información que permitirá al viverista comprender el proceso de producción de planta de *Abies religiosa*. Se

presenta información y recomendaciones para llevar a cabo la colecta y el manejo de la semilla, así como para proveer las condiciones favorables para la germinación; finalmente se indican las condiciones de fertilización y riego que son adecuadas para sostener el crecimiento de la plántula además de los cuidados que se deben proporcionar a las plantas en vivero y durante el transporte a su lugar definitivo de plantación. También servirá de guía para hacer más eficiente el uso de los insumos, el manejo del tiempo y de dinero.

## **2. Descripción de la especie**

### **2.1. Nombre científico**

*Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. et Cham.

### **2.2. Nombre común**

Oyamel, Abeto, Pinabete

### **2.3. Familia**

Pinaceae

### **2.4. País de origen**

México

### **2.5. Descripción botánica**

Árbol monoico, perennifolio, de 35 a 40 m de altura, ocasionalmente alcanza los 60 m, tronco recto con diámetro de hasta 1.80 m (Figura 1). Ramas extendidas o ligeramente ascendentes, que forman una copa cónica. Hojas simples, alternas, lineares con ápice agudo y córneo, miden de 15-35 mm de longitud por 1.5 mm de ancho y 0.5 mm de espesor; están dispuestas en espiral; el haz es de color verde oscuro, con una hendidura longitudinal que se desvanece cerca del ápice y el envés tiene dos bandas de color azul claro y presenta una cresta. La corteza se caracteriza por un color grisáceo, es áspera, agrietada y forma placas irregulares, siendo el grosor total entre 18 y 25 mm (Rzedowski, 1988; PROBOSQUE, 2007).

Las estructuras reproductivas se presentan de noviembre a enero. Los estróbilos o conos son cilíndricos, solitarios y resinosos; inmaduros son de color violáceo que al madurar adquieren un color moreno violáceo de 8-16 cm de largo y 4-6 cm de ancho, con pedúnculo de 5-9 mm.

La semilla se caracteriza por ser oblonga, color castaño brillante de 9 a 10 mm de largo y su dispersión ocurre entre marzo y abril. La colecta de la semilla se realiza de diciembre-enero y se registra una viabilidad en almacenamiento de 8 meses hasta 10 años. Es una especie catalogada con ciclo largo de producción (18 a 24 meses). Tiene germinación epigea y las semillas son ortodoxas (CONAFOR, 2013).

El Oyamel forma bosques puros y llega a presentarse en asociación con *Cupressus lindleyi* (Cedro blanco). Sus bosques son Santuarios para la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) en el Estado de México y Michoacán (PROBOSQUE, 2007; Sáenz-Romero *et al.*, 2012).

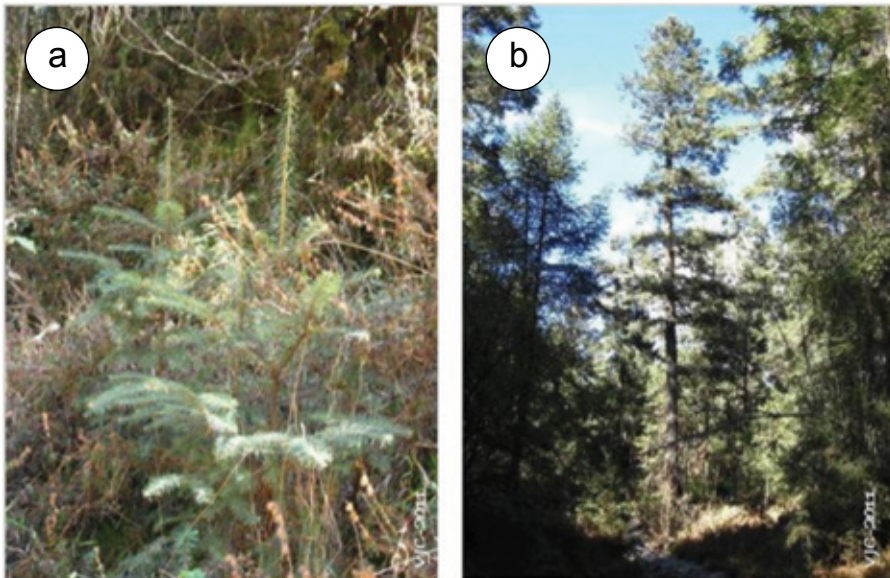


Figura 1. *Abies religiosa*. a) brinzal y b) árbol adulto.

## 2.6. Distribución y datos ecológicos

Este taxa se ubica entre las coordenadas geográficas de los 17°30' a 20°00' de latitud norte y los 98°69' a 103°06' de longitud oeste, en el Estado de México, Morelos, Hidalgo, Puebla, Michoacán, Jalisco, Guerrero, Tlaxcala, Veracruz y Distrito Federal (Madrigal, 1964; Farjon, 1990).

Se distribuye a altitudes de 2,800–3,500 msnm; con clima semifrío y subhúmedo; requiere temperaturas de 7-15 °C; precipitación 1,000 mm y suelos Histosol profundo, Inceptisol, Espodosol, de color oscuro o rojizo, suelos bien drenados y húmedos la mayor parte del año, muy ricos en materia orgánica, hasta un 70 %, con una textura limo-arenosa, arcillo-arenosa, arenosa; presentan pedregosidad de ligera a moderada y estructura granular o en bloques; pH de 5 a 7; La especie crece principalmente en horizontes superficiales (Madrigal, 1964; Farjon, 1990).

## 2.7. Usos

*Abies religiosa* es aprovechada principalmente como árbol de Navidad, además de que sus ramas se utilizan para adornos en la época navideña y ceremonias religiosas. Su madera es de textura mediana, de vetado suave y sin olor ni sabor. El peso específico de la madera verde es de 0.860 g cm<sup>3</sup> y de 0.360 g cm<sup>3</sup> con 12 % de humedad; es ligera y poco durable y se emplea para la producción de pulpa para papel de buena calidad. La madera aserrada se utiliza para fabricar cajas, puertas, marcos y techos interiores; es de color claro y peso ligero. La ausencia de manchas y de resina, así como la carencia de olor la hacen apropiada en la fabricación de empaques para alimentos como pescado y azúcar, entre otros. La trementina

o aceite de abeto tienen usos medicinales como balsámico y en la industria para la fabricación de barnices y otros productos como jabones. La corteza de árboles viejos se utiliza para hacer carbón (Conafor, 2013).

### **3. Tecnología de la semilla**

#### **3.1. Descripción de la semilla**

La semilla de *A. religiosa* es alada; está protegida por vesículas que contienen resina, y se desarrolla dentro de un cono que ha sido descrito por Martínez (1953) como erguido, cilíndrico-oblongo, romo, rara vez cortamente oblongo, resinoso, casi sésil o con pedúnculo de 5 a 9 mm, de color violáceo a moreno-violáceo a medida que madura; estas estructuras miden de 10 a 16 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho y son solitarios (Figura 2). Niembro *et al.* (2004) destacan que consta de un eje leñoso y cilíndrico alrededor del cual se insertan las escamas ovulíferas en una distribución helicoidal, irregularmente obtriangulares, leñoso-coriáceas, con el ápice redondeado y entero, sobre las cuales se encuentran dos semillas. Las escamas miden de 28 a 35 mm de largo por 12 a 28 mm de ancho, con ápice redondeado y entero; bordes laterales eroso-denticulados (Martínez, 1953). Las brácteas son espatuladas, exertas y reflejadas, sobresalen de 8 a 10 mm, son morenas, rasgadas en su parte superior y tiene una punta triangular aguda.



Figura 2. Hojas y cono de *Abies religiosa*. Foto: Cecilia Nieto de Pascual Paola.

Las semillas vienen por pares y por lo general son ambas fértiles; son cuneado oblongas, de color ocre, miden de 9 a 10 mm x 5 mm, y el tamaño del ala es de 22 -25 mm x 10 -15 mm (Figura 3).



Figura 3. Semillas de *Abies religiosa*. a) semillas con ala y b) semillas limpias y desaladas.

La semilla puede presentarse en alguna de las siguientes condiciones (Franklin, 1974):

a) Con la cavidad vacía, lo que implica que no se ha formado ningún embrión; se les denomina “vanas”.

- b) Con la cavidad ocupada, en cuyo caso se ha formado un embrión que ocupa la totalidad de la cavidad del saco embrionario. El embrión presenta tres secciones claramente diferenciadas: radícula, hipocotilo y cotiledones; se les denomina “viables”.
- c) Con la cavidad parcialmente ocupada por un embrión ya sea inmaduro o poco desarrollado; su viabilidad es poco satisfactoria.
- d) Con la cavidad ocupada por huevecillos o estadios de desarrollo variados de insectos (Cibrián *et al.*, 1986); el embrión puede no estar vivo.
- e) Con la cavidad ocupada por un embrión necrosado, lo que procede de una infección causada por microorganismos u hongos; en este estado, la semilla es inservible.

### 3. 2. Recolección

Con esta etapa inicia el proceso de producción masiva de plántulas forestales en vivero. En el caso de las semillas de *Abies*, tienden a registrar porcentajes de viabilidad muy irregulares, desde el 11-15% (Nieto de Pascual, 1995; Nieto de Pascual *et al.*, 2003) hasta superiores a 80% (Camacho, 1996), lo que supone que se puede contar con un material que no garantiza el éxito de producción. Por lo tanto, se deben observar las siguientes consideraciones:

**a) Oportunidad.** Barner y Ditlevsen (1988) refieren que grandes cantidades de semilla se pierden por una mala programación de la recolecta.

El ciclo fenológico de *A. religiosa* es bianual y la presencia de conos se advierte desde finales de octubre, por lo que se recomienda recolectarlos cuando todavía están cerrados, entre enero y febrero. Si se cosechan



conos que no han completado su desarrollo, se obtendrán semillas con embriones inmaduros, lo cual ocasiona que tengan una baja viabilidad; por el contrario, si se recolectan cuando se acerca la primavera, es posible que la liberación de la semilla haya ocurrido y se recupere poco material.

**b) Procedencia.** Este concepto define la fuente geográfica o ubicación de donde son nativas las plantas y dentro de la cual se han desarrollado sus características genéticas por efecto de la selección natural (FAO, 1991). Es un criterio muy importante a considerar al realizar la colecta del material reproductivo, pues determina en buena medida las características del germoplasma. Siempre es recomendable seleccionar sitios de producción conocida. Para *A. religiosa*, el Eje Neovolcánico concentra las mejores procedencias, pues fuera de él se trata de sitios que reúnen condiciones ecológicas extremas y que pueden diferir de las registradas como óptimas para la especie (Madrigal, 1967).

**c) Selección de los lotes.**- El lote se identifica con el árbol del que se tomó el germoplasma. Para efectos de remuestreo, es importante llevar el control de la procedencia a este nivel. *A. religiosa* se caracteriza por desarrollar ejemplares de gran porte, de 35 m de alto en promedio, o incluso de tallas mayores. Para tales alturas, los diámetros a la altura del pecho (DAP) tienden a rebasar los 50 cm y las coberturas los 8 m<sup>2</sup>; ejemplares con dichas dimensiones y un numeroso grupo de conos, son ejemplares atractivos para la recolección.

**d) Obtención de conos.**- Los conos de oyamel se ubican en el primer tercio de la copa del árbol, lo que obliga a subir lo más alto posible para extraerlos. De forma manual o con un gancho cortador deben separarse del pedúnculo o de la rama y guardarse en sacos. Deben seleccionarse los más grandes, pues el tamaño es un indicador de su productividad, es decir, del número de semillas, del tamaño de la misma y de su estado de madurez.

Es importante destacar que la mejor calidad de semillas siempre se ubica en la parte media del cono, lo que sugiere que deben escogerse ejemplares anchos y grandes (Nieto de Pascual, 2004).

**e) Número de semillas.**- La Comisión Nacional Forestal (Conafor, 2013) consigna 26 599 semillas por kilogramo en *A. religiosa*, y Nieto de Pascual *et al.* (2003) calcularon alrededor de 380 semillas en promedio por cono. Ambos datos son indicadores de lo que puede esperarse de una colecta de germoplasma, pero, esta cifra varía en función del sitio, por lo que puede encontrarse hasta más de 550 por cono; de hecho, el porcentaje de viabilidad confirmará el número de semillas útiles para producir la cantidad de plantas necesaria.

### **3.3. Beneficio**

Los conos deben protegerse una vez que han sido extraídos para que no se deterioren por un mal manejo. Deberán sacarse de los sacos utilizados para la recolección y colocarse sobre una superficie en la que la recepción de calor solar se garantice. Si se desea llevar control de la productividad por cono, cada uno deberá guardarse en una bolsa o envoltorio de papel y así mantenerse para que no se pierdan las semillas; de lo contrario, se juntan todos los conos y se dejan secar. El periodo de secado es de alrededor de 50 días, pero esto depende de las características ambientales locales.

La forma de saber si los conos ya están secos consiste en que al tacto se separen las brácteas y sea factible desprender el raquis. Es muy importante llevar el proceso de manejo de los conos y de extracción de semillas con cuidado, pues mucho del germoplasma se destruye o se pierde por falta de conocimiento sobre el procedimiento correcto para la manipulación y almacenamiento del material (Barner y Ditlevsen, 1988).

Las semillas extraídas de los conos se deben desalar y limpiar a fin de contar con una cantidad de semillas suficiente para poder aplicarle las pruebas y tratamientos involucrados en su manejo.

El desalado consiste en remover el ala, lo que puede realizarse de forma manual, y con ello se evita destruir los tegumentos (Niembro, 1980) o bien, mediante tamices metálicos.

Por su parte la limpieza, se puede efectuar con una sopladora para facilitar la separación de semillas viables de la basura y de las semillas vanas (Benavides *et al.*, 2011).

### **3.4. Almacenamiento**

Este aspecto es crucial para la conservación de la calidad del germoplasma, pero es también la fase cuando ocurren daños irreversibles que afectan la germinación de las semillas (Barner y Ditlevsen, 1988).

En general, las semillas del género *Abies* no son de gran longevidad cuando se guardan bajo refrigeración (-5 °C); Harrington (1972) recomienda para *A. grandis* (Dougl.) Lindl., *A. magnifica* A. Murr y *A. nobilis* (Dougl.) Lindl que el almacenamiento se realice de 5 a 8°C con la finalidad de mantener su viabilidad. Camacho y Oliveira (1988) destacaron la pérdida paulatina de viabilidad de la semilla de *A. religiosa* en el término de un año. En contraste, Conafor (2013) establece que estas semillas se pueden almacenar a un contenido de humedad (CH) del 10 % y a una temperatura entre los 4 a 5 °C; en latas metálicas con un CH de 12 % y a 0 °C o en empaques sellados con un CH de 8 % y a -15 °C.

### 3.5. Tratamientos pre-germinativos

La germinación de las semillas de *Abies* es irregular, tanto en porcentaje como en velocidad. Para *A. guatemalensis* Rehder se ha recomendado aplicar a las semillas ácido giberélico (GA3) en 300 partes por (ppm), posteriormente sumergirlas durante 24 horas en agua destilada, luego en el regulador de crecimiento (GA3) por otras 24 horas y finalmente estratificarlas por espacio de 75 días (Ortiz, 2003).

Específicamente para *A. religiosa*, Conafor (2013) indica que las semillas se deben remojar en agua de coco por 7 días o estratificarse a temperaturas de 1 a 5 °C por un período de 14 a 28 días (Patiño *et al.*, 1983), a partir de lo cual se obtiene un 96.8 % de germinación con el primer tratamiento y del 70% en el segundo mientras que las semillas recién colectadas y sin tratar presentan un 45 a 49 %. Los porcentajes de germinación no dependen de los tratamientos sino de la calidad de lote, lo que significa que pueden variar.

### 3.6. Análisis

Es necesario evaluar las características físicas y fisiológicas de la semilla que se pretende utilizar para la producción de plantas en el vivero y su establecimiento posterior en la plantación, por medio de pruebas estandarizadas, pues el éxito del desarrollo de las plantas depende de la condición que guarda el material original (De la Garza, 1994).

En el laboratorio, los análisis se realizan sobre una muestra remitida que contenga al menos 2500 semillas, aunque dicho número está en función del tamaño del lote. Para evitar sesgos, por lo general se acostumbra

formar una muestra global a partir de sub- muestras de diferentes partes del lote (FAO, 1991), que resulta de la mezcla hecha de forma manual o con un divisor de precisión o partidador mecánico.

a) **Pruebas físicas.** Son las determinaciones iniciales que se practican a las semillas forestales para conocer su calidad.

- Análisis de pureza.- El propósito de esta prueba es obtener semillas maduras y sin daños de la especie de interés como materia prima para efectuar otras pruebas tales como el cálculo del peso de la semilla y el ensayo de germinación (De la Garza, 1994). Es común que las semillas de un lote vengan mezcladas con impurezas como alas, grumos de resina, trozos de semillas y de brácteas, además de fracciones de hojas, ramillas y hasta grumos de sustrato; cada uno de estos componentes se separa y se le pesa de forma independiente. Se aplica la fórmula:

$$\text{Porcentaje de pureza} = \frac{\text{peso de la semilla pura}}{\text{peso total de la muestra original}} \times 100$$

Una de las formas para hacer más eficiente el proceso es utilizar un transiluminador o diafanoscopio, que es un instrumento que sirve para la exploración mediante luz de una cavidad orgánica por transparencia.

- Peso de las semillas. Esta característica se refiere a las semillas puras y su utilidad estriba en que permite calcular la cantidad de semilla para siembra en vivero o para plantaciones (De la Garza, 1994). Nieto de Pascual (2004) calculó para 574 semillas de *A. religiosa*, un peso de 35.80 g.

- Contenido de humedad (CH). Esta información es útil para efectos de conservación y almacenamiento a fin de mantener viva a la semillas; la Conafor (2013) incorpora en la ficha técnica de la especie un valor aproximado del 10% como un porcentaje conveniente para su almacenamiento. Sin embargo, Carrillo *et al.* (1980) al evaluar este criterio después de 8 meses bajo refrigeración entre -3 y 3 °C y compararlo con la germinación de varios lotes, concluyeron que semillas de *A. religiosa* con un CH de 11.9% presentaron una germinación de 3.2%.

b) **Pruebas fisiológicas**. Son las determinaciones relativas a la respuesta esperada de las semillas a partir de sus características biológicas inherentes. Incluyen la detección de la viabilidad de las semillas y la germinación:

- Viabilidad. La viabilidad de los embriones, y por lo tanto de la semilla, se determina mediante el uso de cloruro de trifeniltetrazolio (Tz) al 1 % para teñir al menos 25 embriones por cuadruplicado, por lote. Previamente, las semillas de oyamel se deben remojar por un lapso de 18 a 20 h a temperatura ambiente. Posteriormente se diseccionan con un bisturí y se extraen los embriones para ser sumergidos en la solución de tetrazolio por 48 h en oscuridad, por lo que se recomienda utilizar frascos color ámbar y cubrirlos con material plástico oscuro. Al término de esto, los embriones se enjuagan con agua corriente para eliminar el excedente de colorante y se revisan utilizando un microscopio estereoscópico; se separan los teñidos (viables) y los no teñidos (no viables), con lo que finalmente se calcula el porcentaje de viabilidad para cada lote.

- Germinación.- La germinación se define como el surgimiento y desarrollo, a partir del embrión de la semilla, de las estructuras esenciales que indican su capacidad para producir una planta normal en condiciones favorables (Justice, 1972). La germinación se expresa como el porcentaje de semillas puras que produce plántulas normales o como el número de semillas que germinan por unidad de peso de la muestra (FAO, 1991).

Se siguen los protocolos convencionales para pruebas de germinación con papel filtro, humedecido con agua cada 48 h por aspersión y control de temperatura alternante de 20 °C/16 h y 30 °C/8 h (ISTA, 2011). A partir de la siembra, se cuentan 7 días para contabilizar la emergencia de la radícula; la última revisión se hace a los 28 días. La contabilidad implica un muestreo destructivo, ya que la raíz de la planta se deja expuesta y posteriormente no se podrá utilizar.

### 3.7. Calidad y certificación

La **calidad** de la semilla se determinará por sus atributos físicos, fisiológicos, fitosanitarios y genéticos, a los cuales se les otorgará un valor y se espera que el resultado este en función de la calidad de la planta a obtener (Basu, 2015; Sagarpa, 2007).

Se toman en consideración la combinación de los siguientes atributos: como el tamaño, el color, la condición de las cubiertas, la ausencia de daños mecánicos o provocados por microorganismos e insectos, así como la edad, que son factores que puedan influir en la germinación. Las pruebas físicas y fisiológicas arrojan datos que determinan las características de los lotes de semillas, y que están orientadas hacia el desarrollo

de los componentes del porte que sugieren el vigor de los ejemplares forestales; entre ellos destacan el crecimiento rápido, así como la tolerancia y resistencia a plagas y enfermedades, los cuales finalmente redundarán en la diversidad y calidad de los productos maderables y los servicios ecosistémicos (Mbora *et al.*, 2009).

La **certificación** de semillas es una acreditación internacional por medio de la cual se asegura que dicho material reúne una calidad satisfactoria para su comercialización. Esto significa que la información contenida en la etiqueta es veraz y se refiere a que la semilla fue producida, inspeccionada y evaluada de acuerdo estándares universales. Los datos que debe contener un certificado son la información sobre la procedencia, la recolección, los resultados de las pruebas aplicadas al lote y tratamientos pre-germinativos o para la prevención de infecciones durante su almacenamiento. El fin último que pretende la certificación de las semillas es ofrecer germoplasma de gran calidad, para garantizar el origen de poblaciones forestales promisorias (DAFM, 2012).

En México existe el Sistema Nacional de Semillas; lo integran representantes de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) de, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas, y Pecuarias (INIFAP), de productores y comercializadores de semillas, obtentores, fitomejoradores y mantenedores de semillas, Comités Consultivos Regionales y Estatales de Semillas, asociaciones de agricultores, instituciones de enseñanza superior, de investigación y extensión (Sagarpa, 2007).



## **4. Características del vivero**

### **4.1. Condiciones del sitio**

Antes de construir un vivero es importante considerar la selección del lugar, aspecto que debe efectuarse con precaución, ya que su éxito o fracaso se debe tanto a factores ecológicos como económicos del sitio. En este sentido, como requerimiento mínimo, un vivero debe tener suficiente área de trabajo, clima adecuado, fácil acceso para realizar las labores requeridas, agua suficiente y de calidad, así como mano de obra disponible. En caso de que alguno de estos factores no se llegue a cubrir y no exista alguna alternativa económica para remediarlo, entonces el sitio debe considerarse inadecuado (De León-Carmenaty, 2003).

Por otra parte, es necesario considerar que la especie a producir requiere de un ambiente de propagación que se debe proveer en el sitio seleccionado, el cual incluye factores ambientales y edáficos. El componente ambiental se refiere a la luz, temperatura, humedad y dióxido de carbono (factores que son afectados por la ubicación y el tipo de instalaciones); mientras que el edáfico incluye agua y los nutrientes minerales. Este último elemento es independiente del lugar donde es asentado el vivero ya que es regulado en el sustrato y con prácticas culturales (Landis *et al.*, 1994).

#### **4.1.1. Factores ambientales**

Son los de mayor influencia en la germinación y crecimiento de la planta: la temperatura, humedad y radiación solar. Para la temperatura se recomienda tener información de las mínimas y máximas absolutas así

como el promedio. También se sugiere conocer el número de días con heladas y el periodo en el cual se presentan. Con respecto a la humedad es necesario tener presente que las plantas son sensibles a esta variable y que contribuye al crecimiento de las especies. Al determinar el sitio para establecer el vivero se debe contemplar que la exposición influye, ya que en México las laderas orientadas hacia el norte tienen ambientes más húmedos que aquellas que se orientan hacia el sur. Finalmente, la radiación solar es fundamental para el desarrollo y crecimiento óptimo de las plantas, por lo que se sugiere que en los viveros se cuente con infraestructura que permita disminuir la intensidad o bien, emplearla para proveer calor en periodos fríos (Arriaga *et al.*, 1994; Quiroz *et al.*, 2001; Prieto *et al.*, 2009).

#### **4.1.2. Factores edáficos**

Estos tienen que ver con el tipo de sustrato a emplear dependiendo del sistema de producción (tradicional o contenedor); los principales factores son el agua y los nutrientes minerales. Cuando el diseño del vivero está adecuado para la producción en contenedores, estos factores pueden ser controlados completamente por el tipo de contenedor, el sustrato y las prácticas culturales (Landis *et al.*, 1994).

El agua tiene gran importancia en la fisiología del cultivo; además, permite proteger a las plantas de temperaturas extremas. Aspectos como la concentración de sales solubles, la acidez y la conductividad eléctrica son indicadores que se emplean para determinar la calidad de este factor.

Con respecto a los nutrientes, estos son la reserva que se suministra al medio para el crecimiento de las plantas, los cuales pueden ser macro y micro nutrientes. Los macro nutrientes son el nitrógeno (N), fósforo (P)

y potasio (K) y deben ser administrados en mayores cantidades para el desarrollo de las plantas. Los micro nutrientes como Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn) también son importantes pero se requieren en menor concentración.

## **4.2. Infraestructura**

El diseño y distribución del vivero depende del sistema de producción: tradicional o en contenedor. En este documento, se considera aquella que se requiere para la producción de planta en bolsas de polietileno y envases de poliestireno expandido, o tubetes de plástico negro rígido. Por otra parte, la condición de producción puede ser bajo sombra o en ambiente semi controlado (invernadero).

### **4.2.1. Viveros bajo sombra**

Proveen de condiciones de sombreado durante la producción de planta. En *Abies*, las fases de establecimiento, crecimiento y endurecimiento se realizan bajo sombra (media sombra). Para ello, se construyen estructuras de algún material (madera, herrería, carrizo) resistente que permita sostener una malla plástica (Figura 3). Este material debe mantener bajo cobertura al cultivo durante el ciclo de producción. Existen diferentes capacidades de intercepción de luz, pero las más comunes disminuyen la radiación solar de 50-80 %. La altura de la malla al suelo oscila entre 2.5-4.0 m.

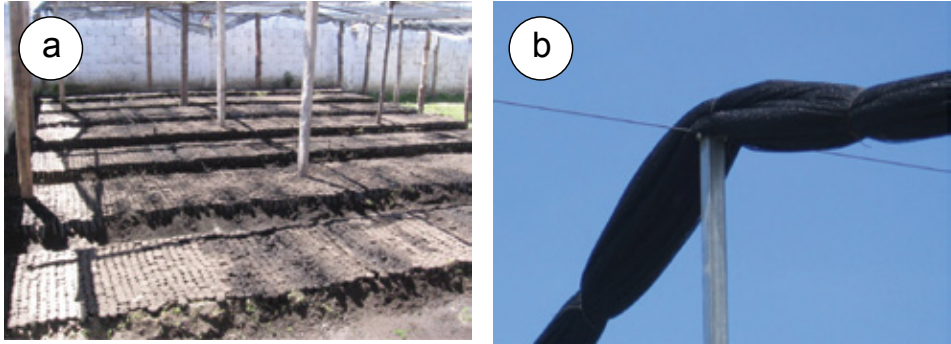


Figura 3. Estructura para sombreado en viveros. a) madera y b) herrería.

#### 4.2.2. Viveros en ambiente semi controlado

Se recomienda en zonas templadas para optimizar el calor por radiación solar, ya que protege al cultivo durante los primeros meses contra fenómenos climatológicos extremos: heladas, precipitación de granizo, ráfagas de viento, alta insolación y sequías (Flores *et al.*, 2011).

La infraestructura que se emplea son los invernaderos, los cuales tienen la capacidad de calentarse en climas cálidos y fríos cuando están expuestos al sol. Estas estructuras generalmente se emplean durante la germinación de semillas y, en algunos casos, durante la primera y segunda fase de crecimiento; sobre todo cuando las condiciones climáticas pueden afectar el desarrollo de las plantas.

## 5. Tecnología de producción de planta

### 5.1. Sustratos

#### 5.1.1. Características del sustrato

Los sustratos artificiales o medios de crecimiento que en adelante se denominarán sustratos, son una parte fundamental en el cultivo y producción de planta a gran escala. Su uso y gran demanda es consecuencia directa de la prohibición en el uso de la tierra de monte, con el fin de revertir la degradación e impacto negativo en las zonas boscosas del país (Figura 4).

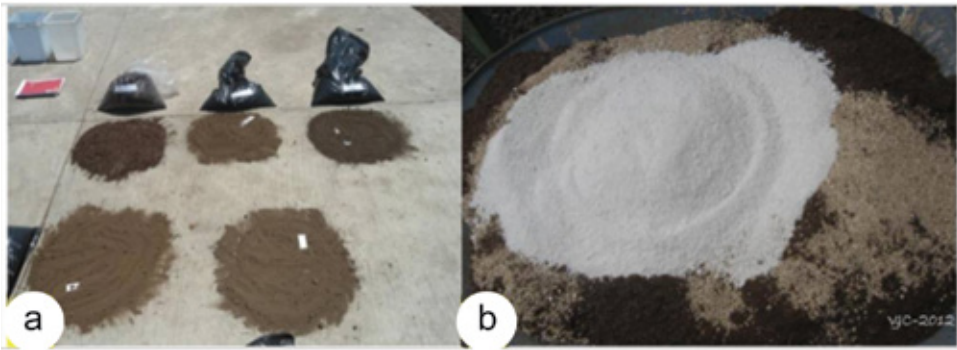


Figura 4. Diferentes tipos de sustratos. a) suelos como tierra de monte y suelo mineral; y b) artificiales mezclados: turba, agrolita y vermiculita. Fuente: Ing. Rubén Argüelles Cervantes (2012).

Un volumen restringido, el uso de contenedores o bolsas para producir la planta, el movimiento limitado del agua dentro del contenedor, un desbalance de microorganismos y la carencia de una estructura -edáfica-, son características importantes que definen las propiedades de los sustratos artificiales y deben de conocerse para el buen manejo de ellos y sus mezclas, a fin de obtener un crecimiento adecuado de las plantas que se van a producir (Landis, 1990).

Para *A. religiosa* se han utilizado los siguientes sustratos y sus combinaciones: 100 % tierra de monte (Cruz, 2003); tierra de monte con aserrín composteado en proporción 3:1 (70 % tierra negra y 30 % de aserrín) previamente harneados (PROBOSQUE, 2007); suelo mineral superficial de un bosque de coníferas dentro del Parque Nacional Zoquiapan (Chávez-Aguilar *et al.*, 2006); 60 % tierra de monte, aserrín y arena en una proporción de 20 % cada uno, así como tierra de monte, arena gruesa y fina, o tierra de monte y arena de río en una proporción de 1:1 en mezcla para almácigos (Espinosa, 2006). Dentro de los sustratos inertes se han utilizado: turba (peat moss) y agrolita para enraizamiento de estacas (Castillo, 2011) y turba (55 %), vermiculita (35 %) y perlita o agrolita (10 %) una mezcla recomendada para obtener buenas condiciones drenaje (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resumen de los sustratos y mezclas utilizadas en diferentes estudios para cultivar *Abies religiosa*.

Sustratos	Porcentajes de las mezclas				
Tierra de monte	100	70	60	50	33
Aserrin composteado		30	20		
Suelo mineral		100			
Arena gruesa			20	50	33
Arena fina					33
Turba (peat moss)					55
Agrolita o perlita					10
Vermiculita					35

Adaptado de Cruz (2003), Chávez (2006), Espinosa (2006), PROBOSQUE (2007) y Castillo (2011).

### **5.1.2. Preparación del sustrato**

Dentro de las prácticas de cultivo específicas para esta especie, el Gobierno del Estado de México junto con otras dependencias (PROBOSQUE, 2007) dan las siguientes recomendaciones:

Con 21 días de antelación a la siembra, los sustratos naturales y el material composteado se debe desinfectar con Busan® 1020 en dosis de 1 L/10 m<sup>3</sup> o Basamit® en dosis de 400-600 g /10 m<sup>3</sup>. Se recomienda agregar 2 kg/ m<sup>3</sup> de insecticida para suelo (Furadán®) en el sustrato para la prevención de plagas. En su aplicación debe tenerse el cuidado de incorporar el producto con azadón y cubrir la mezcla con una cubierta plástica de manera que quede bien sellado. El suelo deberá estar previamente regado y se deja actuar al producto durante 4 días, una vez transcurrido el tiempo se destapa y revuelve para ventilar el sustrato. Se deja descubierto 15 días, después de lo cual la mezcla podrá usarse para el llenado de envases o bolsas.

### **5.2. Envases**

Se pueden utilizar diversos tipos de envase para la producción de planta (Figura 5), entre ellos: bolsa de polietileno negro con fuelle de 10 cm de diámetro y 25 cm de largo, así como de 15 x 20 cm y de 10 x 20 cm. También se pueden utilizar charolas de poliestireno expandido o bien tubetes de polietileno rígido (Flores *et al.*, 2011).

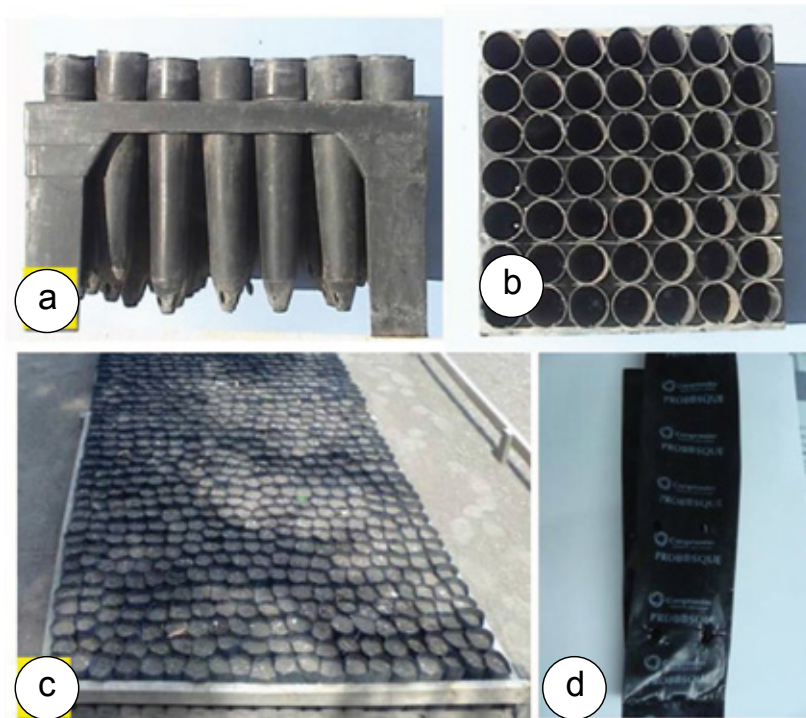


Figura 5. Tipos de envases. a, b) tubetes y charola-soporte de polietileno rígido y de platabanda; c y d) producción de planta en bolsa de polietileno negro Fuente: Ing. Rubén Argüelles Cervantes (2012).

Cuando la producción de planta se realiza en el sistema de contenedores se debe limpiar y desinfectar las charolas para reducir la incidencia de hongos patógenos que puedan ocasionar daños por la presencia de la enfermedad conocida como *damping-off*. Se pueden lavar con una solución de agua y jabón en polvo (2.5 g/L de agua). Si las cavidades están muy sucias se sugiere tallarlas con un cepillo redondo para eliminar completamente residuos de sustratos de la producción anterior. Una vez lavadas, se procede a desinfectarlas utilizando una solución de agua con cloro (Agua 10 % y Cloralex 10 %) (Prieto *et al.*, 2012).



En el caso de utilizar charolas de poliestireno cuando el recubrimiento de cobre se haya perdido o desgastado, por usos anteriores, se les puede aplicar una cubierta de cobre para obtener los beneficios de la poda química de raíz; y así evitar que las raíces penetren en las paredes de la charola o que se enrosquen. Esto se puede hacer utilizando una mezcla compuesta por 40 L de agua limpia, 20 L de sellador Acrition® y 2 kg de Cupravit® (Olivares, H. com. Pers.). Otra mezcla que se puede utilizar es: 40 L de agua limpia, 20 L de pintura vinílica y 2 kg de Cupravit®. La mezcla se coloca en un recipiente de gran tamaño, en la cual se sumergen las charolas para impregnarlas con la solución (Figura 6).

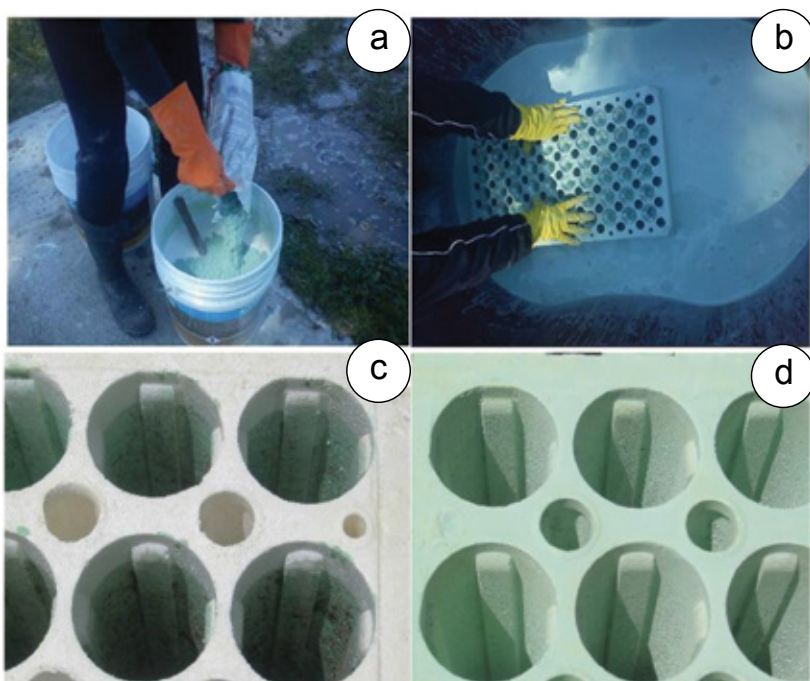


Figura 6. Preparación del recubrimiento de cobre de los envases. a) preparación de mezcla; b) sumergimiento de charola; c) charola sin cobrizar; y d) charola cobrizada.

### **5.3. Siembra**

La siembra es una labor que implica el uso de semillas de calidad y requiere de conocer el porcentaje de germinación. La fecha para realizar esta actividad es en los meses de otoño. La profundidad debe ser dos veces el grosor de la semilla. La cantidad de semilla a sembrar por cavidad depende de su viabilidad, aunque comúnmente se siembran dos semillas para asegurar su germinación y una vez depositada la semilla se cubre con el sustrato. Como tratamiento pregerminativo se sugiere la estratificación de la semilla en un rango de temperaturas de 1-5 °C por un periodo de 14 a 28 días. Previo a la siembra, el sustrato se debe a capacidad de campo. Una vez germinada la semilla, se realiza el repique de plántulas en las cavidades que contienen más de una. La altura de las plántulas debe ser de 3 a 4 cm antes de que aparezcan las acículas primarias (Flores *et al.*, 2011; Conafor, 2013).

### **5.4. Riego**

El agua es un factor que afecta el crecimiento de la planta, por lo que debe ser de buena calidad durante todo el proceso de cultivo. Esta cualidad está determinada por la concentración y composición de sales disueltas, así como por la presencia de hongos fitopatógenos, semillas de maleza, algas y posible contaminación con plaguicidas (Landis *et al.*, 1994).

El pH del agua debe estar entre 5 y 6. Para la aplicación de riegos se debe tener las siguientes consideraciones (Prieto *et al.*, 2009):

- a) La cantidad y periodicidad de los riegos dependen de las condiciones de humedad relativa, temperatura del sitio y fase de crecimiento.

- b) En la etapa de establecimiento regar de forma ligera.
- c) En la etapa de crecimiento rápido aplicar riegos fuertes para que el sustrato se mantenga con humedad suficiente en todo el cepellón.
- d) En etapa de pre-acondicionamiento o endurecimiento aplicar riegos fuertes y más espaciados para provocar tensión hídrica en las plantas.
- e) Nunca dejar que la planta alcance el punto de marchitez permanente.
- f) Los riegos alternados con periodos secos minimizan la proliferación de musgo y algas.
- g) El sustrato debe tener humedad uniforme en todo el contenedor.
- h) La aplicación de riegos depende del contenido de humedad en el sustrato y de las condiciones ambientales existentes.
- i) Antes de fertilizar humedecer el sustrato.
- j) Después de fertilizar, lavar el follaje con agua mediante un riego ligero.
- k) Los sistemas de riego por micro aspersión expanden el agua en forma circular, por ello, monitorear la distribución del riego y complementarlo con las áreas donde sea menor.

## **5.5. Micorrización**

La micorriza se refiere a la simbiosis mutualista que se establece entre un hongo (micobionte) y las raíces de la planta (fitobionte). Se reconocen siete tipos de micorrizas cuya importancia se destaca en el mantenimiento de los ecosistemas y la dependencia de los organismos, los cuales no sobrevivirían sin este mutualismo (Pérez y Read, 2004).

La ectomicorriza (ECM) es uno de los tipos de micorrizas ampliamente distinguido por su valor ecológico y biogeográfico (Pérez y Read, 2004). Las estructuras diagnósticas que la caracterizan incluyen un manto fúngico o manto de hifas compactas que envuelven a las raíces cortas, la red de Hartig que es un complejo sistema intracelular que ocupa los espacios intersticiales de las células corticales de la raíz y el micelio externo vegetativo que emerge de las raíces de la especie infectada (Castellano y Molina, 1989).

En el cuadro 2 se presenta las asociaciones de micorrizas con géneros de plantas de clima templado y zonas boreales, entre ellas las consideradas para *Abies*.

**Cuadro 2. Asociaciones ectomicorrízicas comunes encontradas en zonas templadas y zonas boreales.**

<b>Géneros de especies forestales (Fitobiontes)</b>	<b>Tipo de micorriza y clase (Micobiontes)</b>
<i>Abies, Alnus, Betula, Corylus, Eucalyptus, Fagus, Larix, Picea, Pinus, Populus, Pseudotsuga, Quercus, Salix, Tsuga</i>	<p><b>Tipo de micorriza: Ectomicorriza (ECM)</b></p> <p><b>Clase: Basidiomycotina</b></p> <p><i>Alpoya, Amanita, Astraeus, Boletus, Cantharellus, Cortinarius, Entoloma, Gastroboletus, Gauteria, Gomphidius, Hebeloma, Hygrophorus, Hymenogaster, Hysteragium, Inocybe, Laccaria, Lactarius, Leccinum, Martellia, Paxillus, Pisolithus, Rhizopogon, Rozites, Russula, Scleroderma, Suillus, Tylopilus, Tricholoma, Xerocomus</i></p>
<i>Abies, Betula, Corylus, Eucalyptus, Fagus, Larix, Pinus, Populus, Pseudotsuga, Quercus, Salix, Tsuga</i>	<p><b>Clase: Ascomycotina</b></p> <p><i>Balsamia, Elaphomyces, Genea, Geopora, Helvella, Hydnotrya, Sphaerosporella, Tuber</i></p>
<i>Abies, Larix, Pinus, Polygonum, Pseudotsuga</i>	<p><b>Clase: Deuteromycotina</b></p> <p><i>Cenococcum</i></p>

Modificado de Castellano y Molina (1989) y Pérez y Read (2004)

Entre los múltiples beneficios que aportan las micorrizas al huésped se conoce: la mayor absorción de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio; intercambio de nutrientes, donde el carbono es proporcionado por la especie hospedera y esta a su vez en retribución recibe fósforo y nitrógeno; mayor crecimiento y sobrevivencia; contribución a una mayor exploración de la rizósfera para la movilización de nutrientes y agua, así como protección contra patógenos y condiciones limitantes como sequía, altas temperaturas y pH extremos (Smith y Read, 1997).

En la producción de planta en vivero o invernadero se ha buscado implementar la inoculación a fin de proporcionar el agente simbiótico que le permitirá a la planta establecerse exitosamente en campo. El uso de tierra de monte, por ejemplo, significa una fuente de inóculo natural y local para la micorrización de la planta producida en la misma zona (Flores *et al.*, 2011).

El uso de inóculos y su aplicación de manera controlada, deberá ser una práctica común para la producción de planta en contenedores o en bolsa si se hace uso de sustratos artificiales. Para especies de coníferas, se sugieren dos inoculaciones donde la primera se aplica en estado de plántula (a los dos meses) y la segunda aplicación dos meses antes de llevar la planta a campo. El método de aplicación se describe en el Manual de producción de planta forestal (PROBOSQUE, 2007) y se utiliza a *Pisolithus tinctorius* como fuente de inóculo, el cual se sugiere preparar en una dilución de 200 g del producto en 20 L de agua, con lo que se calcula una inoculación de 10,000 plántulas. Por un kilogramo del producto en polvo, seco, se podrán inocular 50,000 plántulas (PROBOSQUE, 2007).

Sandoval (2010) menciona la inoculación de plántulas de *A. religiosa* con *Suillus brevipes* e *Inocybe splendens* y es una referencia que aporta el uso de diferentes géneros de micobionte para inocular esta especie (Figura 7).

Se ha detectado también la presencia de esporomas de *Laccaria* spp. en *A. religiosa*, lo que es un indicador de la calidad de planta que se está produciendo ya que se presenta la asociación entre la micorriza y la planta (Jacob, V. com. Pers.).



Figura 7. *Abies religiosa*-*Laccaria* spp. Planta producida en contenedores de polietileno rígido. Vivero de San Luis Tlaxialtemalco, Distrito Federal. México.

## 5.6. Fertilización

El crecimiento y desarrollo de las plantas en el vivero se relaciona estrechamente con la cantidad de nutrientes existentes o disponibles en el suelo o en el sustrato utilizado para su producción, además de los factores genéticos y fisiológicos del germoplasma utilizado (Patiño y Marín, 1983).

Una vez que las plántulas han emitido el primer par de hojas verdaderas y que en el sistema radical se han formado las primeras raíces secundarias (las cuales son las más eficientes en la absorción de agua y nutrientes), es el momento adecuado para comenzar la aplicación de las primeras fertilizaciones a las plantas (Escobar, 2007).

Durante la fase de crecimiento de las plantas producidas en vivero, éstas requieren de la aportación de nutrimentos, los cuales son suministrados mediante la aplicación de fertilizantes al sustrato o a través del agua de riego (Prieto *et al.*, 2012). Dependiendo del sistema de producción utilizado, sistema tradicional en bolsa de polietileno o producción en contenedores, se define el régimen de fertilización.

Pimentel (2009), señala que en los viveros tradicionales, la fertilización no se acostumbra de una manera sistemática, pero cuando el viverista percibe que un sustrato carece de materia orgánica o su nivel es bajo, será conveniente aplicar un poco de fertilizante nitrogenado, por lo que es pertinente hacer un análisis del sustrato utilizado antes de su aplicación. Cuando la producción de planta de *A. religiosa* se realiza en bolsa, utilizando como componente del sustrato tierra de monte, Cruz (2003) recomienda la aplicación del fertilizante Bayfolan® (NPK 24-17-13), en una dosis de 5.0 g/planta, cada 30 días.

En el caso del sistema de producción de planta en contenedores, ya sean envases de plástico rígido o charolas de poliestireno, los materiales utilizados en el sustrato tienen un bajo o nulo contenido nutrimental, por lo que la fertilización es una práctica obligada (Pimentel, 2009).

Debido al efecto de la aplicación de fertilizantes en el crecimiento de las plantas, los niveles de nutrientes se ajustan para las diferentes etapas de

crecimiento durante el desarrollo, que son: a) fase de establecimiento, que comprende la germinación y el crecimiento de la plántula a través del estadio cotiledonar; b) fase de rápido crecimiento, cuando el crecimiento de las plantas se da en una tasa exponencial; y c) fase de endurecimiento, que comienza cuando las plantas forman su yema terminal y cesa el crecimiento de la parte aérea, pero el diámetro y la raíz continúan creciendo (Landis *et al.*, 1989).

Prieto *et al.*, (2009) indican las dosis o niveles de fertilización, de acuerdo con la fase de crecimiento en que se encuentre la planta (Cuadro 3).

Cuadro 3. Dosis de aplicación de nutrimentos, según la fase de crecimiento de la planta.

Macronutriente	Establecimiento ppm	Fase de crecimiento	
		Crecimiento rápido	Preacondicionamiento
		ppm	ppm
Nitrógeno (N)	40 a 70	100 a 200	40 a 70
Fosforo (P)	109 a 190	15 a 30	109 a 190
Potasio (K)	290 a 508	79 a 158	290 a 508

Tomado de Prieto *et al.*, 2009.

Para definir la dosis de fertilizante requerido (gramos por litro) hay que considerar la cantidad de macronutrientes y micronutrientes que ya traen los fertilizantes comerciales. Se toma como referencia al nitrógeno para determinar la cantidad de nutrimentos a suministrar, con base en la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de fertilizante (g/L)} = \frac{\text{Partes por millón deseadas}}{\text{Contenido del nutriente (\%)}} \times 0.1$$



La periodicidad de la aplicación del fertilizante está en función de las características de cada especie. Por regla, se recomienda aplicar fertilizante dos o tres veces por semana. Después de aplicar el fertilizante, se debe dar un riego para enjuagar el follaje y evitar quemaduras por las sales y, asimismo, facilitar la penetración del fertilizante en el sustrato.

## **5.7. Agentes que causan daño**

Las plantas que se producen en viveros son susceptibles de ser afectados por una amplia gama de agentes biológicos. Estos incluyen animales (insectos, ácaros, moluscos, nematodos y vertebrados), hongos, bacterias, virus, plantas parásitas y factores abióticos (Hilje *et al.*, 2002)

A continuación se describen algunos de los principales organismos que ocasionan daños a los registrados para oyameles en viveros, sin embargo, se incluyen aquellos que afectan conos y semillas ya que es la materia prima de los productores de planta.

### **5.7.1. Insectos**

Los insectos afectan las estructuras de los árboles en sus diferentes etapas fenológicas, así como en sus diferentes hábitats (viveros, plantaciones, áreas naturales y áreas verdes urbanas).

Una de los aspectos más importantes que el productor tiene que considerar es que no todos los insectos son plagas. Muchos se alimentan de otros y son grandes aliados para el silvicultor, porque le ayudan a manejar la población de insectos dañinos. Se estima que sobre el 90 %

de los insectos existentes son beneficiosos, mientras que el 10 % restante corresponde a las plagas (HELVETAS, 2010).

Pos sus hábitos alimenticios se consideran como: insectos de conos y semillas, defoliadores, chupadores, gusanos cortadores e insectos que se alimentan de la raíz.

### **Insectos de conos y semillas**

#### *Dioryctria pinicollella* Amsel

Son palomillas de hábitos nocturnos; las alas son grises con escamas blanquecinas abundantes. Las larvas son gris oscuro con tonos verdosos o bien violáceos (Cibrián *et al.*, 1995).

La barrenación causa la muerte parcial o total de los conos. Durante el ataque, se presentan cambios de coloración en el cono que se reconocen fácilmente, ya que ésta estructura adquiere tonos rojizos en la parte afectada. Para *A. religiosa* se han detectado que la mortalidad de conos oscila entre 5 y 10 % de la cosecha (Cibrián *et al.*, 1986; Cibrián *et al.*, 1995).

Control. En huertos y áreas semilleras la aplicación de insecticidas a principio de la primavera contribuye a la protección de la cosecha (Cibrián *et al.*, 1995).

#### *Apolycrosis synchysis* Pogue

Los adultos son palomillas de tamaño medio con alas anteriores elongadas, cuyo tercio basal puede ser blanco o café castaño, mientras que los dos tercios restantes son cafés con escamas negras, blancas o grises en

un patrón disperso; al final de cada celda discal se observa una pequeña mancha blanca. Las larvas son café grisáceo pálido (Cibrián *et al.*, 1995).

En conos jóvenes las larvas hacen un túnel que incluye escamas, semillas y eje, por lo que pueden matar al cono. En conos más desarrollados, hacen túneles a través de las escamas entre el borde externo de la semilla y la superficie del cono, causando una resinación intensa que suspende el crecimiento de la semilla. Las infestaciones pueden ser extremadamente altas, matando conos jóvenes y dañando hasta el 90 % de los maduros (Cibrián *et al.*, 1995).

Control. Una nueva tecnología de prevención y control consiste en inyectar insecticidas sistémicos de alta translocación a los árboles semilleros, mediante un equipo de alta presión; uno de los plaguicidas sugeridos es el insecticida Orthene®, que se utiliza a una dosis de 1 cm<sup>3</sup> de la formulación que viene en la botella por cada 10 cm de perímetro del tronco a una altura de 1.5 m.

## **Insectos defoliadores**

### *Lophocampa alternata* (Grote)

Los adultos son palomillas robustas. El ciclo de vida es de una generación al año; las larvas se comportan de forma gregaria y desde el primer instar elaboran una bolsa de seda que se localiza en la punta de los árboles, poco obvia en los primeros instares y más evidente en los intermedios.

En estado de larva, el insecto consume el follaje de árboles pequeños de los géneros *Abies*, *Pinus* y *Pseudotsuga* de 1 a 5 cm de diámetro y con alturas de 0.2 a 2.5 m. Con frecuencia los árboles son defoliados completamente, pero como en la mayoría de los casos la defoliación ocurre antes de que

culmine el crecimiento, hay una recuperación parcial del follaje. En el oyamel las defoliaciones pueden tener consecuencias más serias, ya que el insecto elimina varias generaciones de hojas.

Control. Se recomienda la corta y quema de las ramas que presentan bolsas.

### **Otros insectos defoliadores**

Los chapulines (Orthoptera: Acrididae) se alimentan de follaje; en su cabeza tienen fuertes mandíbulas que les permite cortar las hojas que comen. Las ninfas son similares a los adultos, pero carecen de alas. La mayoría de los chapulines que afectan al vivero y las plantaciones recién establecidas son de vida libre; algunos, como los grillos, pueden pasar parte de su vida enterrados en el suelo. El ciclo de vida de los chapulines es variable y en las condiciones tropicales de México es posible que se tengan varias generaciones por año, pero en las partes altas como en la Mesa Central del país, solo existe una generación por año (Cibrián *et al.*, 2008).

Control. El control de los chapulines en el vivero se logra siguiendo alguna o varias de las siguientes recomendaciones: Mantener limpio de malezas el entorno del vivero, con la pavimentación de calles o cubriendo con arena o grava los caminos. Cortar o tratar con herbicida las malezas que se encuentren en los alrededores del vivero.

Para la supresión de infestaciones severas se puede aplicar insecticida químico, como Carbaril® o Endosulfán®. En las plantaciones se recomienda la eliminación de malezas durante la preparación del terreno.

## **Insectos chupadores**

El pulgón de oyamel del género *Mindarus*, ataca plantas en vivero y se localiza en acículas, brotes e incluso el tallo (Cibrián *et al.*, 2008).

En el vivero se sugiere el uso de insecticidas sistémicos específicos, en especial el uso de Pymetrozine® o Imidacloprid®. La mezcla en aceites parafínicos de petróleo (SAF-T-SIDE) incrementa la eficiencia del control. Otra opción es utilizar hongos entomopatógenos, especialmente con *Verticillium lecani*; este hongo se aplica cuando las condiciones de humedad son altas y existe sombra en el sitio de aplicación del hongo (Cibrián *et al.*, 2008).

## **Gusanos cortadores**

Son lepidópteros de la familia Noctuidae. Los adultos son palomillas de cuerpo robusto, generalmente vuelan en las noches y les atrae la luz; su color varía de café a gris. Las larvas son gusanos grises o cafés, con apariencia terrosa por lo que se confunden fácilmente con el suelo; su cuerpo tiene setas o pelos poco visibles y al ser descubiertos se curvan en forma de "C". Los cortadores tienen ciclos de vida rápidos, con varias generaciones en un año, principalmente en el tiempo de calor. Son de importancia en el vivero, en especial cuando hay planta en germinación. Para su detección se requiere una vigilancia frecuente en el vivero, sobre todo cuando la planta está germinando (Cibrián *et al.*, 2008).

Control. Al reconocer daños se sugiere tratar con deltametrina los pasillos, las hendeduras y el suelo que rodea a las plantas. La aplicación del bioinsecticida, a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner. También es recomendable al reconocer los primeros daños en la planta; la dosis de aplicación es de 100 a 200 cm<sup>3</sup> por cada 200 L de agua. En general,

las recomendaciones de uso de estos productos se basan en evaluaciones realizadas en cultivos agrícolas, por lo que en el caso de árboles se recomienda hacer pruebas experimentales que ayuden a definir la dosis de aplicación. La utilización de plaguicidas por parte de los viveristas debe considerar los factores de seguridad y seguir las instrucciones de la etiqueta (Cibrián *et al.*, 2008).

### **Insectos que se alimentan de la raíz**

#### *Phyllophaga* spp.

Los adultos son escarabajos de forma oval, alargada, que miden en promedio 12 milímetros de longitud; su coloración varía de café rojizo a café oscuro; cuentan con antenas de tipo lamelado con 10 artejos, los últimos 3 aplanados y alargados hacia un lado. Las larvas son escarabeiformes y de color blanco a crema sucio, con la cabeza de color café rojiza; el abdomen dilatado y más oscuro en los últimos dos segmentos; las larvas maduras alcanzan los 30 milímetros de longitud. (Cibrián *et al.*, 2008).

La larva se alimenta generalmente de raíces de distintas plantas. Causa daños importantes principalmente en la fase de vivero y en árboles jóvenes. En vivero se evidencian plantas aisladas que cambian de color, del verde al amarillento y por último marrón; al arrancar la plántula se observa que la raíz principal y las secundarias ha sido afectadas por las mordidas por la larva; en casos extremos puede perderse una buena parte del vivero o la totalidad del mismo (HELVETAS, 2010).

Control. El control de plantabandas infestadas se logra con aplicaciones de insecticidas del tipo clorpirifos en formulación granulada al 5%. También se sugiere el uso de Mocap 15G el cual se debe aplicar de 6- 8 g/m<sup>2</sup> (Cibrián *et al.*, 2008).

En viveros se pueden establecer trampas de luz para el control de adultos de gallina ciega y reducir la población de larvas para el año siguiente. Para ello, se establece un foco sobre un depósito de aceite quemado u otro material viscoso, con una densidad de 6 trampas/ha (HELVETAS, 2010).

## **5.7.2. Hongos**

### **Enfermedades en semillas**

Las semillas presentan una gran cantidad de organismos en su testa, tanto saprófitos como parásitos facultativos, que llegan por el viento o la lluvia. Cuando existen condiciones adecuadas de humedad y temperatura, estos microorganismos se desarrollan, afectan los tejidos muertos de la testa y algunos logran penetrar al embrión, matar al endospermo y los cotiledones antes de la germinación de la plántula; otros alcanzan la plántula cuando esta ya germinó, colonizan el tejido succulento y provocan su muerte (Cibrián *et. al.*, 2007). Los géneros de microorganismos más comunes encontrados en las semillas son *Rhizopus*, *Aspergillus* y *Penicillium*.

### **Enfermedades en plantas en desarrollo**

Enfermedades que podemos mencionar en los viveros sobre plantas en desarrollo, son aquellas ocasionadas por el Moho gris (*Botrytis cinerea* Pers.:Fr.) y las manchas foliares (*Alternaria*, *Mycosphaerella*, *Septoria* y otras); la presencia de éstos depende del tipo de especies que se reproduzcan en los viveros, así como de las condiciones que puedan propiciar su desarrollo.

### ***Damping-off por Pythium spp.***

En los viveros que utilizan suelo de monte de encinos o coníferas, la mayoría de las infecciones de *damping-off* son causadas por *Pythium*. Los síntomas son característicos: la plántula no nace o pocos días después de la germinación, se dobla en la base, en donde se presenta una constricción oscura y generalmente húmeda. Al revisar el tejido carnoso de la radícula o raíz se observan necrosis húmedas bien definidas.

Las condiciones que favorecen la enfermedad son: suelos pesados, con deficiencia de drenaje; alta humedad en el ambiente; temperaturas de medias a altas y sombra continua durante varias horas o días.

Control. Se debe manejar la temperatura e insolación, ya que cubrir de manera continua a la planta puede favorecer a la enfermedad. En infecciones presentes se puede utilizar con buen resultado el fungicida Metalaxil® en dosis de 1 cm<sup>3</sup>/L de agua; la aspersión se debe realizar cada tercer día y al mismo tiempo reducir la frecuencia de riego. Con este fungicida se puede hacer una suspensión del 0.5-1 % de ingrediente activo y aplicar 1 L de suspensión/100 kg de semilla. En pequeños lotes de semilla se utiliza un recipiente cerrado de boca ancha o un tambor con superficie interna lisa.

### ***Pudrición de la raíz por Phytophthora cinnamomi Rands***

Es de importancia en los viveros que utilizan sustratos a base de tierra de monte, con suelos pesados y pocos permeables. Las plantas afectadas varían en edad desde plántulas hasta arbolitos de varios años de edad.



Las plantas afectadas muestran desarrollo lento, los brotes dejan de crecer y pasado un tiempo se doblan, cambian de color y mueren, mientras que las acículas también cambian de color en un patrón descendente. Las raíces de alimentación que están infectadas son de color café negruzco y quebradizas.

Manejo. La prevención de infecciones se logra con un sustrato adecuado, con buen drenaje y, de ser posible, con inoculación del hongo antagonista *Trichoderma*.

En el vivero y en las plantaciones se deben realizar inspecciones periódicas para detectar y remover plantas enfermas. Cualquier herramienta utilizada se debe esterilizar después de trabajar con plantas enfermas.

### **5.7.3. Daño por factores mecánicos**

#### **Raíz torcida**

La raíz torcida como consecuencia de un transplante mal realizado, causa efectos o daños de importancia; también puede ocurrir cuando se utilizan envases inadecuados o si la planta permanece demasiado tiempo dentro de ellos. En ambos casos el resultado es parecido donde se produce una raíz enredada, torcida o como “*cola de cochino*”. El efecto en la planta es devastador, crece lentamente, no muere de inmediato pero se estrangulan varias raíces (Cibrián *et al.*, 2007; Cibrián *et al.*, 2008).

En las plantaciones es frecuente encontrar planta de tamaño bajo y enferma como consecuencia de la pobre estructura de raíz. Es de gran importancia reconocer la relación con patógenos oportunistas, que si bien no afectan la planta que está en buenas condiciones, son capaces

de causar la muerte de árboles debilitados; en particular se menciona el hongo *Botryosphaeria*, que ataca con éxito a este tipo de plantas (Cibrián *et al.*, 2007; Cibrián *et al.*, 2008).

Manejo. El fenómeno de raíz torcida se presenta en todas las especies y en todos los ambientes; se requiere de una intensa capacitación para su corrección. El tipo de envase también se considera de primordial importancia (Cibrián *et al.*, 2007; Cibrián *et al.*, 2008).

#### **5.7.4. Daño por factores abióticos**

##### **Daños por quemaduras de sol**

En el vivero se pueden encontrar lesiones en la base de los árboles, que se observan como áreas de corteza colapsada, provocadas por el calentamiento excesivo del floema; la muerte de células, ocasiona fallas en la conducción de savia elaborada, que viene de las hojas hacia la raíz. Como resultado, se observa un engrosamiento del floema en la porción superior de la lesión, debido a la acumulación de savia que baja pero no puede pasar. En estos sitios existen fracturas que son puerta de entrada para diversos hongos que contribuyen a la muerte de la planta. Para evitar este tipo de daños se sugiere el uso de sombras y la mejor disposición de las plantabandas que evite la insolación directa.

Las lesiones se pueden presentar en plantas de diferentes edades, desde pocas semanas a varios meses. En las plantaciones también se presentan las quemaduras, especialmente durante la primera estación de secas.

## **Daños por heladas**

Las heladas factor de gran importancia en los viveros del altiplano mexicano. Los principales procesos fisiológicos que son alterados son la fotosíntesis, la actividad de las enzimas, la absorción de minerales, así como la división y elongación celular. Las fluctuaciones repentinas de temperaturas altas a bajas son más desfavorables que una caída gradual (Alvarado y García, 2007; Cibrián *et al.*, 2008).

La predisposición de las plantas al ataque de otros agentes es otro de los efectos negativos de las heladas. En los viveros de México este daño es muy común. Los síntomas que más frecuentemente se asocian con las bajas temperaturas son la decoloración, marchitamiento y muerte de tejidos suculentos, en especial los brotes. El daño por temperaturas bajas en árboles se puede presentar en cualquier época del año (Alvarado y García, 2007; Cibrián *et al.*, 2008).

El daño puede observarse cuando la temperatura disminuye por debajo de los 0 °C, aunque la evidencia experimental indica que esta debe caer al menos varios grados abajo del punto de congelamiento antes de que los árboles sean afectados. Su daño se acentúa durante la estación de crecimiento, época en la que los tejidos vivos son más susceptibles, o cuando se realizan actividades de trasplante durante el invierno. Hay una considerable variación de síntomas dependiendo de la época en que el árbol es expuesto a la helada (Alvarado y García, 2007; Cibrián *et al.*, 2008).

En coníferas generalmente se observa el cambio de coloración de las acículas a rojizo o café, el característico enrollamiento de brotes y la muerte de las acículas. Las coníferas, cuyos brotes jóvenes son repetidamente muertos por

heladas tardías, llegan a ser de tamaño bajo y cespitosos. En las latifoliadas las hojas se curvan y se tornan café o negras cuando las heladas son severas. En general, la muerte de brotes jóvenes por heladas tardías, los líderes en especial, da como resultado puntas torcidas, ramificación del tallo principal y retardo en el crecimiento. A menos que el enrojecimiento y caída de hojas se presente de forma constante, muchas de las plántulas con la yema terminal muerta se recuperan (Alvarado y García, 2007; Cibrián *et al.*, 2008).

Manejo. Debido a que el daño es más severo en estadios de plántula y brinjal, la presencia de una cubierta vegetal adquiere importancia. Es importante no establecer viveros con especies susceptibles a heladas, en terrenos para pastizales ni cañadas, porque el número e intensidad de las heladas es mayor que en otros ambientes. La intensidad de las heladas está directamente correlacionada con la topografía. Se recomienda aplicar potasio antes del inicio del período de heladas para promover endurecimiento (Cibrián *et al.*, 2008)

### **Fitotoxicidad por herbicidas y plaguicidas**

El uso intensivo de varios compuestos químicos para el control de plagas y malezas en el vivero puede resultar dañino para las plántulas. El daño varía desde efectos ligeros en su desarrollo hasta la muerte (Alvarado, 2007).

El diagnóstico de la posible presencia de enfermedades también se dificulta cuando no se consideran este tipo de sustancias. Algunos compuestos que se han reportado dañinos en especies forestales son los herbicidas, hormonas, fungicidas e insecticidas, en especial cuando se aplican en concentraciones excesivas o bajo condiciones ambientales desfavorables (Alvarado, 2007).

Manejo. Usar el agroquímico, dosis y equipo apropiado bajo condiciones ambientales favorables. La aplicación de estos productos deberá ser bajo la supervisión de personal debidamente capacitado (Alvarado, 2007).

### **Deficiencias nutrimentales**

Problema frecuente en los viveros forestales. Las deficiencias nutrimentales retrasan el crecimiento de las plántulas alargando su estancia en el vivero; además, reducen su calidad como material para reforestación al afectar el vigor y características morfológicas importantes como la proporción parte aérea/raíz (López, 2007)

Manejo. Las deficiencias nutrimentales se corrigen aplicando el nutriente faltante para promover su disponibilidad. Con frecuencia, valores extremos de pH en el suelo disminuyen la disponibilidad de nutrientes. En tal caso, es necesario corregir el problema usando azufre o cal agrícola para disminuir o aumentar el pH, respectivamente. Si una anomalía en el pH del suelo causa deficiencia de un micronutriente, la aplicación foliar del mismo permite corregir eficiente y rápidamente el problema; no así si se trata de la deficiencia de un macronutriente, en cuyo caso, la manipulación del pH es la mejor vía para corregir la deficiencia (López, 2007).

### **5.8. Medidas preventivas para evitar plagas en vivero**

La desinfección del sustrato se hace para prevenir el ataque de *damping-off* y para eliminar semillas de malas hierbas, larvas y huevos de insectos (Padilla, 1983; Davey, 1984). Una forma de desinfectarlo mediante uso del formol comercial (40 %) diluido al 5 o 10 %; es decir, se agrega de 500 a

1000 mL de formol a una regadera con 10 L de agua limpia. Se aplica de 1 a 3 regaderas por 1 m<sup>3</sup> y se tapa herméticamente con el plástico. Después de 48 horas se destapa para permitir la ventilación, al segundo día se remueve y al final de tres días se puede utilizar (Padilla, 1983).

Últimamente se utiliza el método conocido como la solarización, que consiste en hacer una cama de sustrato no más gruesa de 30 cm, después cubrirla con una lona de polietileno negro de calibre 400 y dejarla durante varios días a los rayos directos del sol, para que la temperatura se eleve hasta 40 o 50 °C, lo cual mata a muchas plagas y enfermedades. Por otra parte, un método rústico para disminuir la incidencia de hongos es lavando la arena y tezontle. En el caso de tezontle, se recomienda usarlo nuevo para evitar que contenga semillas de malas hierbas, hongos y bacterias. Se puede hacer control de hongos con aplicaciones de fungicidas que comercialmente se conocen como Captan® y Arazán®.

## **5.9. Calidad de planta**

Una planta de buena calidad es aquella que una vez establecida en el terreno logra altas tasas de supervivencia y crecimiento inicial (Duryea, 1984; Escobar y Peña, 1985). Se espera que esto suceda aún en sitios no idóneos para el establecimiento de un árbol, aunque también puede suceder que algunas plantas mueran en poco tiempo o simplemente permanezcan latentes. Estas diferencias en comportamiento ante las mismas condiciones ambientales y de manejo reflejan la calidad de planta.

Lo anterior conlleva a que el manejo de la planta en el vivero se realice de acuerdo a las características o factores limitantes que tendrá el sitio de plantación. No obstante, es difícil obtener una planta que sea adecuada

para todos los sitios. Los atributos que determinan mayor o menor calidad entre plantas están referidos a cualidades morfológicas y fisiológicas (García, 2007). Los morfológicos están relacionados a la estructura de la planta, mientras que los fisiológicos a las respuestas que tiene esta al momento de ser plantada.

Los principales atributos morfológicos son la altura de tallo, diámetro de cuello, sistema radicular, relación altura-diámetro, biomasa, área foliar y presencia de micorrizas. En cuanto a los atributos fisiológicos los empleados son la concentración de carbohidratos, estatus nutricional, potencial hídrico, conductividad eléctrica, conductividad estomática, asimilación de CO<sub>2</sub> y fluorescencia de la clorofila (Villar, 2003).

Un trabajo de investigación efectuado por Cruz (2003) cuantificó algunos parámetros de calidad de planta de oyamel a partir de diferentes dosis de fertilización de dos fertilizantes. Al respecto, durante la producción en vivero de esta especie se puede considerar que una planta es de calidad si los valores de los parámetros evaluados se asemejan a los descritos en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Parámetros de calidad de planta de *Abies religiosa* evaluados a los siete meses.

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>
Crecimiento en altura (valor neto)	3.150 cm
Crecimiento en diámetro (valor neto)	0.09250 mm
Volumen aéreo	4.11 mL
Volumen radial	3.08 mL
Biomasa total	0.26427 g
Relación peso seco aéreo/peso seco radical	3.6617

(Adaptado de Cruz, 2003)

## 5.10. Empacado y transporte

Antes de que la planta sea empacada y transportada al sitio de plantación debe ser preparada para que resista el estrés al que puede ser sometida durante su establecimiento en campo. Se debe tener en cuenta que durante la etapa de crecimiento en vivero, a la planta se le proporcionan todas las condiciones ideales para su crecimiento y desarrollo, sin embargo al ser trasplantada en el sitio donde permanecerá puede sufrir un estrés considerable, o incluso morir debido a que enfrenta problemas para adaptarse y establecerse. Con el fin de promover la sobrevivencia de las plantas en campo, éstas son sometidas a un proceso llamado endurecimiento o rustificación.

Landis *et al.* (1989), señalan que el endurecimiento de la planta en vivero tiene cuatro objetivos: a) modificar la morfología de los brinzales e inducir letargo; b) aclimatar o acondicionar los brinzales a las condiciones ambientales del sitio de plantación; c) promover los mecanismos de resistencia de las plantas al estrés; y d) como resultado de los anteriores, mejorar la sobrevivencia y el crecimiento de las plantas en el sitio de plantación.

El último paso de la producción de planta en vivero consiste en su cosecha de las plantas y transporte al sitio de plantación, para lo cual deben prepararse y protegerse previamente. Los principales daños durante esta actividad son los causados por el sol y el viento, que pueden secar los tejidos; así como la manipulación inadecuada, por ejemplo, el rompimiento del tallo o la pérdida de parte del sustrato por daños al cepellón, que afectarán el éxito del establecimiento de la planta en campo.

Si la planta fue producida en contenedores, hay dos opciones para enviarla a campo. La primera es hacerlo en el mismo contenedor o envase



donde fue producida, pero se corre el riesgo de no recuperar los envases o de que regresen dañados o en malas condiciones. La segunda opción es enviar la planta embalada o empaquetada y así el contenedor no sale del vivero.

Una forma de embalar o empaquetar la planta es extrayéndola del contenedor o charola y hacer paquetes de 10, 15 o 21 plantas, acomodándolas como se muestra en el esquema de la Figura 8.

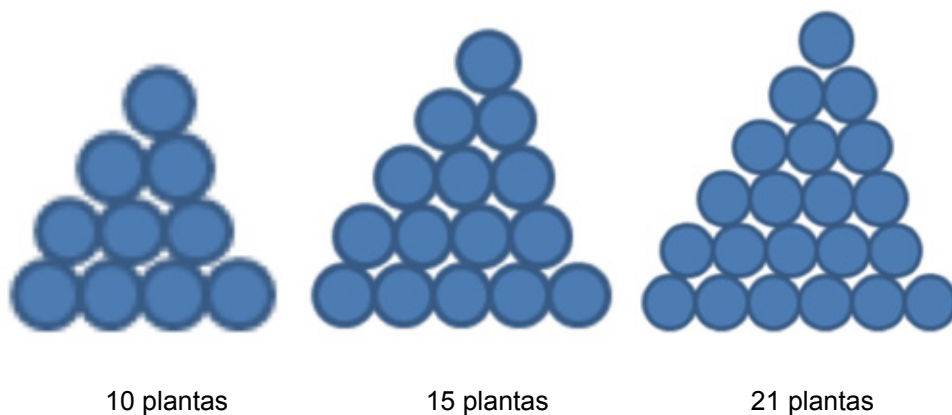


Figura 8. Esquemas de acomodo de la planta en grupos de 10, 15 y 21 plantas.

Los paquetes de plantas se acomodan sobre hojas de periódico y posteriormente con una película de plástico de Vitafilm®, para que se conserve la humedad del cepellón (Figura 9). Hay que cerciorarse que la planta esté bien hidratada y el cepellón bien humedecido. Al momento de realizar el embalaje se puede aplicar un retenedor de agua, previamente hidratado para que sirva de provisión o reservorio de agua para la planta.



Figura 9. Proceso de embalaje de planta para ser enviada a campo.

Una vez cosechadas y adecuadamente embaladas, las plantas deben viajar en vehículos acondicionados para transportar este tipo de producto. Durante el viaje, las plantas no deben quedar directamente expuestas al viento o a la acción del sol, se debe cuidar al máximo el contenido de agua en el sustrato y al interior de las plantas. De igual modo, en el caso de trasladarlas en camiones con repisas, se debe cuidar el espaciamiento entre los pisos, con el fin de evitar daños mecánicos en el follaje y tallo de las plantas.

Se recomienda que el transporte se realice durante la tarde-noche o de madrugada y que se haga en vehículos cerrados o cubiertos con una lona (Figura 10), lo cual evitara que las plantas sufran daños por la deshidratación que ocasiona el viento, provocado por la velocidad del vehículo. En caso de realizar el transporte durante el día, se debe evitar el uso de lonas (para evitar que la planta sufra quemaduras). Como alternativa, se puede cubrir el vehículo con malla sombra para disminuir el efecto de la deshidratación por el efecto del viento y los vehículos deben viajar a una velocidad moderada (Patiño y Marín, 1983; PRODEFO, 2000; Pimentel, 2009).

Los brinzales deben ser plantados inmediatamente, tan pronto como lleguen al sitio de plantación; con frecuencia esto no es posible por diversas causas como: retraso en el traslado, los horarios de los trabajadores y problemas de comunicación entre el viverista y el plantador, por lo que se puede requerir tener un sitio de almacenamiento de planta en campo. La estancia de las plantas en el sitio de almacenamiento debería ser de solo unos cuantos días, pero por problemas con el clima puede llegar a ser de una semana o más.



Figura 10. Ejemplo de vehículos con repisas para colocar varios niveles de plantas durante el traslado del vivero al sitio de plantación.

Lo ideal es siempre planificar y empatar las actividades de plantación con la cantidad de planta que va a salir del vivero; es decir, que solo salga la planta que se va a plantar ese día o al día siguiente para que no haya necesidad de tenerla en el sitio de almacenamiento provisional, y deshidratación son los principales daños que puede sufrir la planta durante el traslado al sitio de plantación y/o durante el almacenamiento en el sitio (Landis *et al.*, 1999).

## **6. Consideraciones finales**

Los sistemas de producción que utilizan los viveristas para las coníferas son similares; sin embargo, se debe considerar que cada especie puede requerir tratamientos diferentes.

VARIABLES como la fecha de recolecta de semilla, la calidad de semilla, la cantidad de nutrientes, el tipo de sustrato, entre otros, son potenciales factores de riesgo, y pueden ser exclusivos para una determinada especie, por lo que antes de iniciar el proceso se debe tener la información suficiente de cada uno de estos aspectos.

Asimismo, se debe tener en consideración el endurecimiento, el empaquetado y el traslado de la planta del vivero al campo ya que favorecerá el éxito durante el establecimiento.

La información presentada en este folleto está encaminada a que sirva de apoyo para la producción de planta de *Abies* por parte de viveristas y técnicos forestales. Debido a que la información para esta especie es escasa, se sugiere dar un seguimiento constante durante el proceso de producción.

## 7. Referencias

- Alvarado R., D. 2007. Fitotoxicidad por herbicidas y plaguicidas/Phytotoxicity from herbicides and pesticides. *In: Enfermedades Forestales en México/ Forest Diseases in Mexico*. Cibrián T., D., D. Alvarado R. y S. E. García D. Universidad Autónoma Chapingo: Conafor-SEMARNAT, México: Forest Service USDA, EUA: NRCAN Forest Service, Canada y Comisión Forestal de América del Norte, COFAM, FAO. Chapingo, México. 587 p.
- Alvarado R., D. y S. E. García D. 2007. Daños por temperaturas bajas/ Damage by low temperatures. *In: Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in Mexico*. Cibrián T., D., D. Alvarado R. y S. E. García D. Universidad Autónoma Chapingo: Conafor-SEMARNAT, México: Forest Service USDA, EUA: NRCAN Forest Service, Canada y Comisión Forestal de América del Norte, COFAM, FAO. Chapingo, México. 587 p.
- Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994. Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas. SEDESOL / INE–Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F. México. 186 p.
- Barner, H. and B. Ditlevsen, 1988. The strategies and procedures of an integrated national tree seed programme for seed procurement, tree improvement and genetic resources. Danida Forest Seed Centre. Humblebæk, Denmark. (Lecture Note A-1). pp. 5-18. <http://www.curis.ku.dk/portal-life/files/20655596/a1.pdf> (22 de agosto de 2013).
- Basu, S. 2015. Seed Quality: Concept and Importance. Division of Seed Science and Technology Indian Agricultural Research Institute. pp. 1-3. <http://proj.iasri.res.in/cbp/Data/Coordinator/463/Manual%20of%20short%20course%20sbasu.pdf> (10 de diciembre de 2015).
- Benavides M., H. M., M. O. Gazca G., S. F. López L., F. Camacho M., D. Young Fernández G., Ma. P. de la Garza López de L. y F. Nepamuceno M. 2011. Variabilidad en el crecimiento de plántulas de ocho procedencias de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schlecht. *et* Cham., en condiciones de vivero. *Madera y Bosques*. 17(3): 83-102.

- Camacho M., F. 1996. Germinación de *Abies religiosa* en condiciones naturales. *In: Memoria de la 1ª. Reunión Científica Forestal y Agropecuaria*. INIFAP. México, D.F. México. pp. 26.
- Camacho M., F. 2011. Dormición de semillas, causas y tratamientos. 2ª. Ed. Trillas. S.A. México, D.F. 232 p.
- Camacho M., F. y A. M. Oliveira. 1988. Pérdida de la viabilidad de semillas almacenadas de oyamel. *In: Memoria de la 1a. Reunión Científica Forestal y Agropecuaria*. INIFAP. México, D.F., México. pp. 26.
- Carrillo S., A., F. Patiño V. e I. Talavera A. 1980. El contenido de humedad de 7 especies de *Pinus* y una de *Abies* bajo almacenamiento y su relación con la germinación. *Rev. Ciencia Forestal*. 5(24): 39-48.
- Castellano, M. A. y R. Molina. 1989. Chapter 2. Mycorrhizae. *In: Landis, T.D., R.W. Tinus, S.E. McDonald, J. P. Barnett. The Container Tree Nursery Manual*. Vol. 5 Agric. Handbk. 674. Washington, DC. USDA-FS. pp. 101-167.
- Castillo F., J. D. I. 2011. Factores de influencia en el enraizamiento de estacas de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham. Tesis. Maestro en Ciencias. Postgrado Forestal. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 58 p.
- Chávez-Aguilar G., M. E., Fenn, A. Gómez-Guerrero, J. Vargas-Hernández y W.R. Horwath 2006. Absorción foliar de Nitrógeno por depósito húmedo simulado en follaje nuevo de *Abies religiosa* (H. B. K.) Schl. et Cham. *Agrociencia* 40(3): 373-381.
- Cibrián T., D., E. Bernard H., H. O. Yates y J.T. Méndez M. 1986. Insectos de conos y semillas de las coníferas de México. Gen. Tech. Rep. SE-40. Southeastern Forest Experimental Station/ Universidad Autónoma Chapingo/ Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/USDA Forest Service. Ashville, NC USA. 110 p.
- Cibrián T., D., J. T. Méndez M., R. Campos B., H. O. Yates I. y J. Flores L. 1995. Insectos Forestales de México/Forest Insects of Mexico. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. México. 453 p.

- Cibrián T., D., D. Alvarado R. y S. E. García D. 2007. Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in Mexico. Universidad Autónoma Chapingo: Conafor-SEMARNAT, México: Forest Service USDA, EUA: NRCAN Forest Service, Canada y Comisión Forestal de América del Norte, COFAM, FAO. Chapingo, México. 587 p.
- Cibrián T., D., S. E. García D. y B. Don Juan M. 2008. Manual de identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales. Comisión Nacional Forestal. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 144 p.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2013. *Abies religiosa* (Kunth) Schltl. et Cham. Conafor/Conabio. SIRE. Serie: Paquetes Tecnológicos. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/1873Abies%20religiosa.pdf> (20 de agosto de 2013).
- Cruz N., J. 2003. Fertilización en plántulas de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham. y *Pinus ayacahuite* Ehren., en vivero. Tesis profesional. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 101 p.
- Department of Agriculture, Fisheries and Marine (DAFM). 2012. Seed Certification. Disponible en: <http://www.agriculture.gov.ie/farmingsectors/crops/seedcertification>. (28 de septiembre de 2012).
- Davey C., B. 1984. Establecimiento y manejo de viveros para pinos en la América tropical. Cooperativa de recursos de coníferas de Centro América y México (CAMCORE) Universidad del Estado de Carolina del Norte. USA. Bol. No. 1. 43 p.
- De la Garza L. de L., Ma. P. 1994. Análisis de semillas. In: Martínez B., A. E. y A. B. Villa S. (Comp.). Semillas Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. División Forestal. Centro de Investigación Disciplinaria en conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Publicación especial No. 2. Coyoacán, México D.F. pp. 103-109.

- De León-Carmenaty, M. 2003. Viveros Forestales, Manual Técnico para las Actividades Agropecuarias y Forestales en las Montañas. Comisión Nacional Plan Turquino-Manatí. Edit. Agrinfor. pp. 1-62.
- Ditlevsen, B. 1998. Almacenamiento de semillas forestales. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal 1. pp. 69-78.
- Duryea, M. 1984. "Nursery cultural practice: Impacts on seedling quality". *In*: Duryea, M. and Landis, T. (eds.). Forest nursery manual. Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/W. Junk. Hague/Boston/Lancaster Org., St., Univ. Corvallis, Oregon, USA, pp. 143-164.
- Escobar R., R. 2007. Manual de viverización. *Eucalyptus globulus* a raíz cubierta. Centro tecnológico de la planta forestal. Instituto Forestal. Innova-Chile. Hualpen, Chile. 222 p.
- Escobar, R. y E. Peña 1985. "Efecto del tamaño de semillas en la velocidad de emergencia y tamaño final de plantas de Pino radiata " *In*: Olivares B. y Morales, E. (eds.) *Pinus radiata*: Investigación en Chile. Univ. Austral de Chile. Valdivia, Chile, pp. 98-104
- Espinosa U., M. Á. 2006. Evaluación del crecimiento de tres especies de árboles de navidad y análisis de sus costos de producción. Tesis. Ingeniero en manejo de recursos forestales. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México 123 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Willan R.L. (Comp.). Centro de semillas forestales de Danida. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/ad232s/ad232s12.htm> (23 de agosto de 2010).
- Farjon, A. 1990. Pinaceae: drawings and descriptions of the genera *Abies*, *Cedrus*, *Pseudolarix*, *Keteleeria*, *Nothotsuga*, *Tsuga*, *Cathaya*, *Pseudotsuga*, *Larix* and *Picea*. Königstein: Koeltz Scientific Books. 330 p.
- Flores G., A., T. Pineda O., J. A. Prieto R., M. A. Velasquez V., J. A. Muñoz V., H. Macías R. y J. A. Cueto W. 2011. Producción de planta en vivero para el estado de Tlaxcala. Folleto Técnico Núm. 6. CENID-COMEF, INIFAP. México, D.F. México. 64 p.



- Franklin, F. F. 1974. *Abies* Mill (Fir). Gen. Tech. Rep. W/N USDA Forest Service. Pacific Northwest Forest and Range Experimental Station. Portland, OR USA. pp. 1-15.
- García D., S. E. 2007. Pudrición de raíz por *Phytophthora*/Root rot by *Phytophthora*. *In*: Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in Mexico. Cibrián T., D., D. Alvarado R. y S. E. García D. Universidad Autónoma Chapingo: Conafor-SEMARNAT, México: Forest Service USDA, EUA: NRCAN Forest Service, Canada y Comisión Forestal de América del Norte, COFAM, FAO. Chapingo, México. 587 p.
- García M. de los A. 2007. Importancia de la calidad del plantín forestal. XXII jornadas forestales de entre Ríos. Área forestal de la EEA Concordia del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina 10 p.
- Harrington, J. F. 1972. Seed storage and longevity. *In*: T.T. Kozlowski (Ed.) Seed Biology. Vol. III. Academic Press, Inc. New York, NY USA. pp. 145-245.
- Hilje Q., L, C. Araya F., F. Scorza R., M. Viquez C. 2002. Forest pests in America Central. Handbook. Technical Series. Technical Manual No. 3. Turrialba, Costa Rica. 179 p.
- HELVETAS. 2010. Manejo silvicultural de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), con énfasis en la producción de plantas. MANUAL II. Instituto Nacional de Bosques. Guatemala. 22 p.
- Instituto de Biología (IB). 2010. *Abies religiosa* (Kunth) Schlttdl. & Cham. Disponible en: Disponible en: <http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:MEXU:PV1140610>. (12 de octubre de 2012).
- International Seed Testing Association (ISTA). 2011. International Rules for Seed Testing. Bassersdorf, Switzerland. Document 05-2010-OM. 53 p. Disponible en: <http://seedtest.org/upload/cms/user/05-2010-OMRulesProposalsfor2011Edition.pdf> (18 de octubre de 2013).
- Justice, O. L. 1972. Essentials of seed testing. *In*: Kozlowski, T.T. (Ed.). Seed biology. Academic Press, Co. New York, NY USA. Vol. 11.pp. 302-370.
- Landis, T. D. 1999. Seedling propagation. The container tree nursery manual Vol. 6. Agricultural Handbook. 674. USDA Forest Service, Washington, DC. 199 p.

- Landis, T. D., R.W. Tinus, and J. P. Barnett, 1989. Seedling Nutrition and Irrigation. The Container Tree Nursery Manual. Volume 4. U. S. Department of Agriculture. Forest Service. Agriculture Handbook 674. USD
- Landis, T. D., R. W. Tinus, S. E. McDonald, and J. P. Barnett. 1994. Nursery Planning, Development, and Management. The Container Tree Nursery Manual V. 1. . Department of Agriculture, Forest Service. Washington, DC., USA. 188 p.
- Landis, T. D. 1990. Containers and growing media. The Container Tree Nursery Manual Vol. 2. Agric. Handbk. 674. Washington, DC. USDA. US. 41-85 p.
- López L., M. A. 2007. Deficiencias nutrimentales/Nutritional deficiencies. *In*: Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in Mexico. Cibrián T., D., D. Alvarado R. y S. E. García D. Universidad Autónoma Chapingo: Conafor-SEMARNAT, México: Forest Service USDA, EUA: NRCAN Forest Service, Canada y Comisión Forestal de América del Norte, COFAM, FAO. Chapingo, México. 587 p.
- Madrigal S., X. 1964. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de Oyamel (*Abies religiosa* H.B.K. Schl. et. Cham.) en el Valle de México. Tesis de Licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México. D.F. 111p.
- Madrigal S., X. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* (HBK) Schl. & Cham.) en el Valle de México. Bol. Téc. No. 18. INIF. México, D.F., México. 94 p.
- Martínez, M. 1953. Las pináceas mexicanas. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F., México. pp. 101-109.
- Mbora A., L. Schmidt, P. Angaine, M. Meso, W. Omondi, J. Ahenda, J. P.Barnekov Lillesø, J.M. Mwanzia, N. A., Mutua, R. Mutua Wangu and R. Jamnadass. 2009. Tree seed quality guide. World Agroforestry Centre. Nairobi, Kenya. 28 p.
- Niembro R., A. 1980. Reproducción sexual en especies forestales. Departamento de Bosques- Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de Méx., México. 75 p.

- Niembro R., A., I. Morato y J. A. Cuevas-Sánchez. 2004. Catálogo de frutos y semillas de árboles y arbustos de valor actual y potencial para el desarrollo forestal de Veracruz y Puebla. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 928 p.
- Nieto de Pascual P., C. 1995. Evaluación de la capacidad germinativa de *Abies religiosa* del C.E.F. San Juan Tetla, Pue. *In: Memoria del II Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales*. Montecillo, Edo. de Méx, México. p. 25.
- Nieto de Pascual P., C. 2004. Regeneración del oyamel (*Abies religiosa* (HBK.) Schltdl. et Cham. bajo condiciones naturales y controladas. Tesis de Doctorado (Biología). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 152 p.
- Nieto de Pascual P., C., M. A. Musálem S. y J. Ortega S. 2003. Estudio de algunas características de conos y semillas de *Abies religiosa*. *Agrociencia*. Sep.-Oct. Vol. 37 (5): 521-531.
- Ortiz Ba, P. C. 2003. Efecto del ácido giberélico, el ácido clorhídrico y la estratificación sobre la germinación de semillas de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala, Guatemala. 67 p.
- Padilla M., S. 1983. Manual del viverista. Línea de capacitación y extensión forestal del CICAFOR. Perú. pp. 83- 150.
- Patiño V., F. y J. Marín C. 1983. Viveros forestales. Planeación, establecimiento y producción de planta. Libro Técnico. Centro de Investigación Regional del Sureste. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Mérida, Yucatán. México. 159 p.
- Patiño, F., P. de la Garza, Y. Villagómez y F. Camacho. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Boletín de Divulgación No. 63. INIF – SARH. México, D.F., México. 164 p.
- Pérez M., J. y D. J. Read. 2004. Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza. *Interciencia*. 29(5): 239 -247.

- Pimentel B., J. L. 2009. Producción de árboles y arbustos de uso múltiple. Mundi prensa México, S. A. de C. V. China. 237 p.
- Prieto R., J. A., J. L. García R., J. C. Monárrez G. y R. E. Madrid A. 2012. Producción de planta del género *Pinus*. Folleto Técnico N° 50. Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Durango, Dgo. México. 44 p.
- Prieto R., J. A., J. L. García R., J. M. Mejía B., A Huchín A. y J. L. Aguilar V. 2009. Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. Publicación especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Dgo. México. 41 p.
- PRODEFO. 2000, Manual de Producción de Plantas Forestales en Contenedores. Guadalajara, Jalisco, México
- Protectora de Bosques (PROBOSQUE). 2007. Manual de producción de planta forestal. Clima templado frío. Gobierno del Estado de México. Metepec, Edo. de Méx., México. 108 p.
- Quiroz M., I., L. Flores M., M. Pincheira B. y A. Villarroel M. 2001. Manual de viverización y plantación de especies nativas. Instituto Forestal. Valdivia, Chile. 160 p.
- Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. Limusa. México, D. F., México. pp. 302-310.
- Sáenz-Romero C., G. E. Rehfeldt, P. Duval, R. A. Linding-Cisneros. 2012. *Abies religiosa* hábitat prediction in climatic change scenarios and implications for monarch butterfly conservation in Mexico. Forest Ecology and Management. 275:98-106.
- Sandoval G., R. S. 2010. Efecto de los hongos ectomicorrizógenos en el crecimiento y supervivencia de plántulas de *Pinus hartwegii* Lindl. y *Abies religiosa* (Kunth Schltld. et Cham.): Un enfoque para la restauración de ambientes deteriorados en la Cuenca del Río Magdalena D. F. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 99 p.

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). 2007. Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas. Diario Oficial de la Federación. 15 de junio de 2007. México, D.F., México. 17 p.
- Smith, S.E. and D. J. Read. 1997. Mycorrhizal symbiosis. 2nd ed. Academic Press. Nueva York, EUA. 605 p.
- Villar S., P. 2003. Capítulo IV Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. *In*: Restauración de Ecosistemas Mediterráneos, Rey-Benayas, J.M., Espigares P., T. y Nicolau I., J.M. (Editores), Universidad de Alcalá / Asociación Española de Ecología Terrestre. España. pp. 68-86.



**COMITÉ EDITORIAL DEL CENID-COMEF**

**Dr. Rogelio Flores Velazquez**

Presidente

**M.C. Tomás Hernández Tejeda**

Secretario Técnico

**Dra. Florencia Tiberia Aucán García Campusano**

**M.C. Marisela C. Zamora Martínez**

**Dra. Cecilia Nieto de Pascual Pola**

Vocales

Toda correspondencia relacionada a esta publicación, favor de dirigirla a:

**Dr. Victor Javier Arriola Padilla**

Av. Progreso No. 5

Barrio de Santa Catarina, delegación Coyoacán

C.P. 04010 México D. F.

Correo-e: [arriola.victor@inifap.gob.mx](mailto:arriola.victor@inifap.gob.mx)

Teléfono 3626 8700 ext. 502

