



# **Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor**

## **Volumen Uno Planeación, Establecimiento y Manejo del Vivero**

### **Introducción**

## Introducción

En este primer volumen del Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor, se provee una guía e información de cómo iniciar el proceso para el establecimiento de un vivero. ¿Cómo construir un vivero desde los cimientos hasta su equipamiento?, ¿Cuáles son los procesos involucrados en el crecimiento de especies forestales producidas en contenedor?, ¿Cómo se debe manejar el proceso y al personal?

**Así que usted quiere construir un vivero.** ¿Realmente requiere producir sus propias plantas?, ¿No sería mejor comprar la planta con alguien más?. En el **capítulo 1**, se analizan algunos conceptos básicos y terminología utilizada en los viveros forestales, y aquellos relacionados con la disponibilidad de planta para la reforestación.

**¡De acuerdo! Usted ha decidido que va a iniciar la instalación de un vivero.** Ahora, ¿Dónde lo va a establecer?. En el **capítulo 2** se comentan las consideraciones y los factores para la selección del sitio.

**Ya que ha encontrado un buen sitio, está listo para planear su vivero.** En el **capítulo 3** se presenta parte de la terminología del diseño estructural para que el diseñador del vivero pueda dialogar inteligentemente con los contratistas y proveedores. Además se presenta, a groso modo, una estimación de costos por tipos de estructuras, referencias de constructores como fuentes viables de información técnica, y se analizan consideraciones del diseño del vivero en el sitio.

**Usted cuenta con el diseño básico del vivero y requiere seleccionar el equipo y suministros para lograr el inicio de su primer cultivo.** En el **capítulo 4** se presentan algunos de los conceptos básicos y terminología sobre el control ambiental y el equipo para la producción de planta, para que pueda establecer buena comunicación con los distribuidores. Posteriormente se presentan estimaciones de costos para este tipo de equipo, así como referencias de los constructores como otra fuente confiable de información técnica.

**Ahora ha construido el vivero e instalado el equipo.** ¿Cómo manejará al personal y el proceso de producción?. En el **capítulo 5** se presentan algunos conceptos básicos para el manejo y operación de un vivero, especialmente lo que lo hace diferente a otro tipo de negocios. De la misma forma se comentan algunos problemas que pueden surgir en los dos primeros años y se proporcionan algunos consejos para su solución.



# **Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor**

## **Volumen Uno**

### **Planeación, Establecimiento y Manejo del Vivero**

## **Capítulo 1**

### **Planeación Inicial y Estudio de Factibilidad**

## Contenido

	<b>Página</b>
<b>1.1.1 Introducción</b>	<b>5</b>
1.1.1.1 Terminología	5
Planta	5
Vivero	10
1.1.1.2 La calidad de la planta es determinada por su desempeño en campo	10
Especificaciones morfológicas	11
El efecto del vivero	11
<b>1.1.2 Fuentes de Abastecimiento de Planta</b>	<b>13</b>
1.1.2.1 Compra de planta	13
Compra de planta en el mercado especulativo	13
Producción bajo contrato	14
1.1.2.2 Estableciendo su propio vivero	14
Viveros a raíz desnuda	14
Viveros en contenedor	14
Eligiendo la mejor alternativa	14
<b>1.1.3 Evaluación del Mercado Actual de Plantas</b>	<b>17</b>
1.1.3.1 Demanda	17
1.1.3.2 Competencia	17
1.1.3.3 Precio	17
<b>1.1.4 Estimación de los Costos de Producción</b>	<b>19</b>
1.1.4.1 Requerimientos para un sistema de producción en contenedor	19
1.1.4.2 Influencia del tamaño del vivero y la utilización del espacio	20
1.1.4.3 Energía y consideraciones de transporte	21
1.1.4.4 Equilibrio entre mano de obra y equipamiento	21
<b>1.1.5 Estudio de Factibilidad y Tácticas para el Establecimiento</b>	<b>23</b>
<b>1.1.6 Resumen</b>	<b>24</b>
<b>1.1.7 Literatura Citada</b>	<b>25</b>

## 1.1.1 Introducción

El presente capítulo fue escrito para todos aquellos que están pensando iniciar el establecimiento de un vivero forestal. Este material introductorio puede ser también de gran utilidad para los forestales y especialistas en recursos naturales, que utilizan o trabajan con especies vegetales. Tanto los constructores de viveros como los usuarios de planta forestal, necesitan entender los conceptos básicos y la terminología sobre viveros. Los diseñadores de viveros deberán analizar cuidadosamente qué es más recomendable, si el establecimiento de un vivero o, simplemente, comprar la planta a alguien más. Si la decisión es la construcción de un nuevo vivero, entonces se vuelve necesario evaluar el mercado actual, hacer algunas estimaciones de los costos de producción y realizar un análisis sistemático.

### 1.1.1.1 Terminología

Tanto los diseñadores de viveros como los usuarios de planta forestal deberán estar familiarizados con la terminología de viveros. Una gran cantidad de estos términos han sido tomados de la horticultura, pero otros se han desarrollado dentro de la industria de los viveros forestales.

**Plántula.** Una plántula es un individuo que ha sido desarrollado a partir de una semilla. Sin embargo, el término es comúnmente utilizado en forma relajada, cuando se hace referencia a otros tipos de productos del mismo vivero, como son los trasplantes, las estacas enraizadas e incluso “los callos” (los cuales son producidos a través de micropropagación).

**Tipo de producción.** Las especies forestales, tradicionalmente han sido divididas en dos diferentes tipos de producción – plántulas a raíz desnuda y plántulas en contenedor – lo que describe cómo fueron producidas. La **producción a raíz desnuda** es obtenida de suelos naturales, a campo abierto (fig. 1.1.1A) y las plantas son removidas del suelo durante la cosecha (fig 1.1.1B). La **producción en contenedor** se cultiva en sustrato artificial (fig. 1.1.2A), bajo condiciones ambientales controladas, como es un invernadero, donde los factores limitativos pueden ser manipulados (fig. 1.1.2B). Debido a que el volumen del sustrato es relativamente pequeño, las raíces se aglutinan en el sustrato, conformando un **cepellón** uniforme al momento de ser cultivada (fig. 1.1.2C). Aunque las plántulas son comúnmente llamadas “plantas en contenedor”, “plantas cultivadas en contenedor” o “plantas con cepellón”,

aquí se hará referencia al término **planta en contenedor** debido a que es simple y definitivo.



A



B

**Figura 1.1.1** Las plantas producidas a raíz desnuda son cultivadas en camas de suelo natural a cielo abierto, y están expuestas a las condiciones ambientales locales (A). Después de la cosecha, éstas son almacenadas y empacadas para su plantación, removiendo el suelo alrededor del sistema radical (B).

Otro tipo de sistema de producción es el **trasplante**, que es una planta que ha sido removida de la cama de crecimiento, o del contenedor, y es replantada en otro sitio para continuar su crecimiento. Tradicionalmente, la mayoría de este tipo de producción han sido plantas producidas a raíz desnuda que se han cultivadas por uno o dos años, y han sido replantadas en una cama para trasplantes a efecto de continuar con su crecimiento durante uno o dos años más. Los trasplantes producen mayores diámetro de tallo y crecimiento radical, comparados con las plantas producidas en contenedor, y aunque son más costosos, los trasplantes son utilizados en sitios de plantación difíciles, especialmente cuando la competencia con otras especies es un problema. Los **trasplantes en contenedor** (fig. 1.1.2D) son una reciente innovación, en la cual las plantas producidas en contenedor son replantadas en camas a raíz desnuda para un periodo adicional de crecimiento (Hahn,1984). Los **minicepellones** se desarrollan en contenedores de volúmenes muy pequeños y son cultivados específicamente para trasplantarse (Hahn,1990). Aunque éstos son comúnmente trasplantados dentro de camas a raíz desnuda, los minicepellones pueden ser fácilmente trasplantados en contenedores de mayor volumen



A



B



C

**Figura 1.1.2** Las plantas en contenedor son cultivadas en un volumen relativamente pequeño de sustrato artificial (A), en un ambiente de propagación diseñado para minimizar los factores que son potencialmente limitantes para el desarrollo de la planta (B). Al final del cultivo, las plantas en contenedor son cosechadas con el sistema radical y sustrato formando un “cepellón” (C). Las plantas Cepellón + 1 son desarrolladas inicialmente en un contenedor pequeño, para posteriormente ser trasplantadas en camas a raíz desnuda en vivero, para mantener su crecimiento durante una temporada más (D).



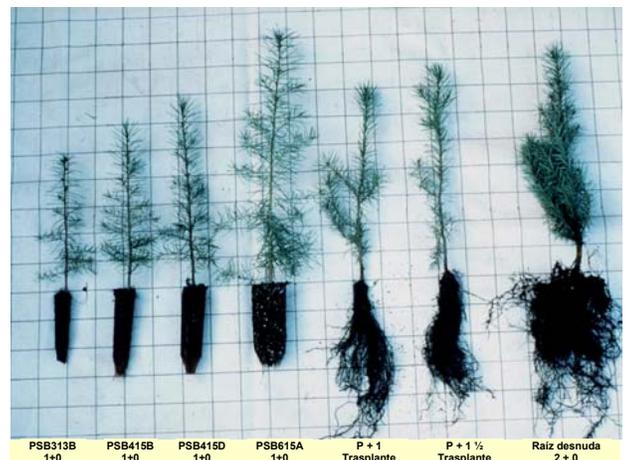
D

El nombre del **tipo de producción** es un método fácil y una forma rápida para describir la morfología de la planta (Scagel et al.,1993). Históricamente, se ha usado una designación numérica para describir tanto plántulas como trasplantes. El primer número corresponde al número de años en la cama de crecimiento o en el contenedor desde su siembra, y el segundo número se refiere al número de años en la nueva cama de crecimiento o en otro contenedor, una vez trasplantada. Las plantas a raíz desnuda son producidas generalmente en uno a tres años (1+0 a 3+0) y los trasplantes (por ejemplo, 1+1 o 2+1) pueden variar en forma considerable, dependiendo de las especies, condiciones climáticas y del mismo sistema de producción. La suma de estos dos números nos da el número de años requeridos para producir una especie bajo un determinado tipo de producción.

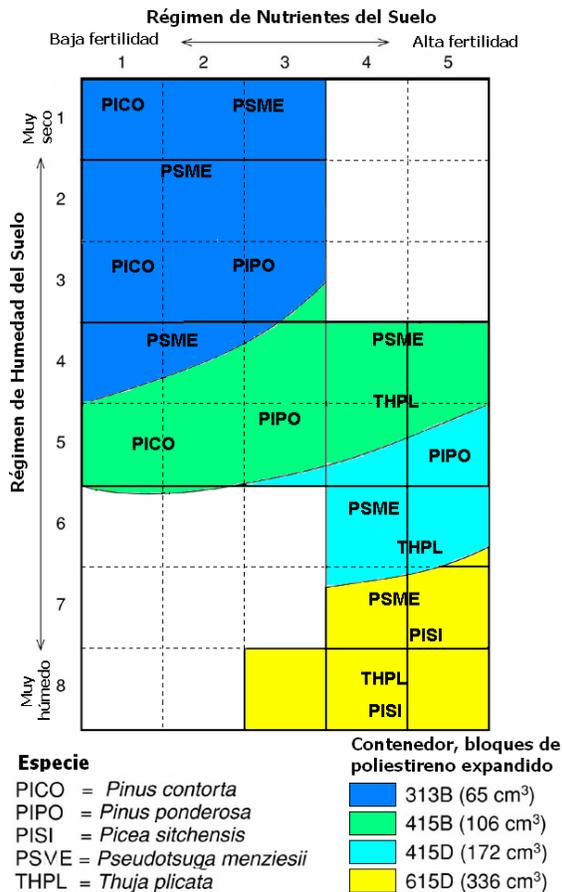
No existe una nomenclatura estándar para describir la producción en contenedor. Debido a que una gran cantidad de árboles producidos en contenedor son desarrollados en una estación de crecimiento, o incluso menos, este tipo de producción generalmente es definido por el tipo y volumen de los mismos contenedores. Por ejemplo, un “Styro 4” se refiere a plantas que están en un contenedor de poliestireno expandido (Styrofoam® block), con cavidades cuyo volumen aproximado es de 65 cm<sup>3</sup> (4 pulgadas cúbicas). Otras regiones usan diferente terminología. En la Columbia Británica (Canadá), algunos tipos de producción en contenedor son cultivados en un periodo mayor a un año, por lo cual sus nombres incluyen el tipo y tamaño del contenedor y la longitud del período de crecimiento. Por ejemplo, una planta PSB 313B 1+0 fue cultivada por un año en un contenedor de bloque de poliestireno cuyas cavidades tienen 3 cm de ancho (1.2 pulgadas) y 13 cm de profundidad (5.1 pulgadas) (Scagel et al., 1993). Para el caso de los trasplantes en

contenedor, se describen por el número de años en el vivero a raíz desnuda, por ejemplo, un trasplante de cepellón más uno (P+1).

Los consumidores de planta forestal producida en contenedor deben darse cuenta de que cuando ordenen un pedido de plantas, el tipo de producción debe ser considerado, así como la especie y la fuente de germoplasma. Debido a que existe un gran número de tamaños de contenedor y opciones culturales, hay una gran variedad de tipos de producción de las cuales se puede elegir (fig. 1.1.3A). Cada tipo de producción tiene características biológicas únicas que afectan la sobrevivencia de las plantas y su crecimiento después de la plantación en campo. Los costos de producción también varían con el tipo de producción, y la mejor elección deberá equilibrar el costo y el éxito de la plantación. Varias publicaciones tratan sobre los diferentes tipos de producción a raíz desnuda y cómo deberán ser usados en la reforestación (Iverson,1984), mientras que otros autores han abordado el tipo de producción en contenedor a escala regional (Brissette et al.,1991). Scagel et al. (1993) proporciona una excelente discusión sobre los factores que deben ser considerados en la selección del tipo de producción, para sitios de plantación en la Columbia Británica. Por ejemplo, debido a que se requiere de plantas de porte grande para competir con la maleza y resistir el ramoneo de los animales, en sitios adecuados para la plantación, la utilización de contenedores de gran volumen debe de ser especificado en el contrato de producción de planta (fig. 1.1.3B). Un compendio más amplio sobre los tipos de producción serán abordados en el volumen seis, mientras que su conveniencia para los diferentes sitios de plantación será abordada en el volumen siete.



A



**B**

**Figura 1.1.3** La calidad de la planta es determinada por las condiciones del sitio de plantación, por lo que están disponibles una amplia variedad de tipos de contenedor (A). Conforme se incrementa la calidad del sitio (alto contenido de humedad y fertilidad de los suelos) en esta área de la Columbia Británica, se requieren contenedores mas grandes para producir plantas de mayor tamaño (B) (modificado de Scagel et al., 1993).

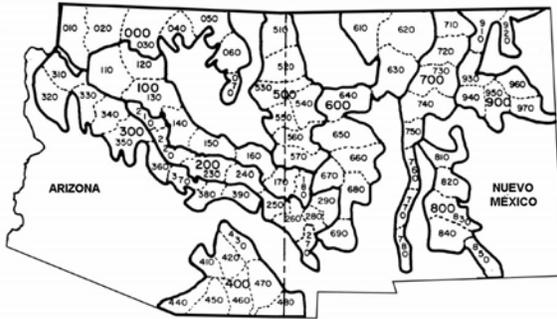
**Fuente de germoplasma.** Uno de los aspectos más importantes para los viveros que producen especies forestales, es que tengan siempre identificada la procedencia de la semilla, con datos tanto de la ubicación geográfica (a nivel de municipio o coordenadas geográficas) como de su altitud. Un **área semillera** es una superficie geográfica que es relativamente muy similar en clima y tipo de suelo, la cual es descrita mediante un código numérico. Por ejemplo, las áreas forestales de Arizona y Nuevo México han sido divididas en 10 regiones fisiográfico-climáticas, las cuales a su vez han sido subdivididas en áreas de recolecta de cerca de 80 km (50 millas) de ancho (fig. 1.1.4A). Estas áreas también están estratificadas en forma vertical por incrementos en altura de 150 m (500 pies). Un Estado con diversidad geográfica como California puede tener

una cantidad superior a 80 diferentes zonas semilleras, con una gran variedad de franjas de altitud en cada zona. Todo el germoplasma que es recolectado en un área en particular es etiquetado con los códigos del área semillera (fig. 1.1.4B).

A menos que las pruebas de progenie indiquen lo contrario, es mejor reintroducir las plantas en su región de origen. En este sentido, muchas de las órdenes de planta para propósitos forestales y de conservación son por especie, sistema de producción y fuente de germoplasma. Por ejemplo, las plantas de *Pseudotsuga menziesii* (Douglas – fir) de las Montañas Cascada al este de Portland, Óregon, E.U.A., pueden ser solicitadas para un sitio a 600 m.s.n.m. (2,000 pies) en la zona semillera 452. Cuando esta semilla se siembra en el vivero, la información de especie, área semillera y altitud sobre el nivel del mar se incluye como el **número de identificación del lote de semilla** (fig. 1.1.4C). Tal número identifica a este grupo de plantas del resto en el vivero, y es etiquetado en el contenedor de embarque luego de la cosecha para su plantación (fig. 1.1.4D). El proceso finaliza cuando la planta es establecida en una determinada región, bajo condiciones climáticas similares al área de donde fue recolectada la semilla. La importancia de contar con la identificación de la procedencia del germoplasma no debe ser minimizada. Las plantas se desarrollan mejor cuando se plantan en su misma zona de recolección, y muchas plantaciones han fallado debido al bajo nivel de adaptación de las plantas en otros ambientes. Si en un lote de plantas se pierde el registro de la fuente del germoplasma, los viveristas comúnmente los desechan antes de que sea enviado a un sitio de plantación equivocado.

Para los propósitos del presente manual, con el término **vivero de contenedores** se hará referencia a cualquier operación que haga posible el cultivo de plantas en contenedor, bajo cualquier tipo de ambiente de propagación modificado. El contenedor por sí mismo genera un ambiente edáfico único, y la mayoría de estos viveros usan algún tipo de sustrato artificial (refiérase al volumen dos de esta serie). El grado de modificación del ambiente de crecimiento varía considerablemente, desde aquellas estructuras de producción a cielo abierto que carecen de control sobre las condiciones ambientales (excepto por los inyectores para el riego y la fertilización), hasta aquellos con una gran variedad de estructuras de propagación (McDonald, 1982). Los invernaderos completamente cerrados, con equipo moderno para el control ambiental, pueden maximizar los niveles de crecimiento de las plantas, dado que son capaces de crear un ambiente de crecimiento ideal

con pocos factores limitantes. No existe un tipo ideal de vivero de contenedores; en cambio, los viveros reflejan el ambiente local así como la experiencia de los propietarios y la disponibilidad de recursos económicos. (Un análisis completo sobre los ambientes y las estructuras de propagación son proporcionados en el capítulo 3 de este volumen).



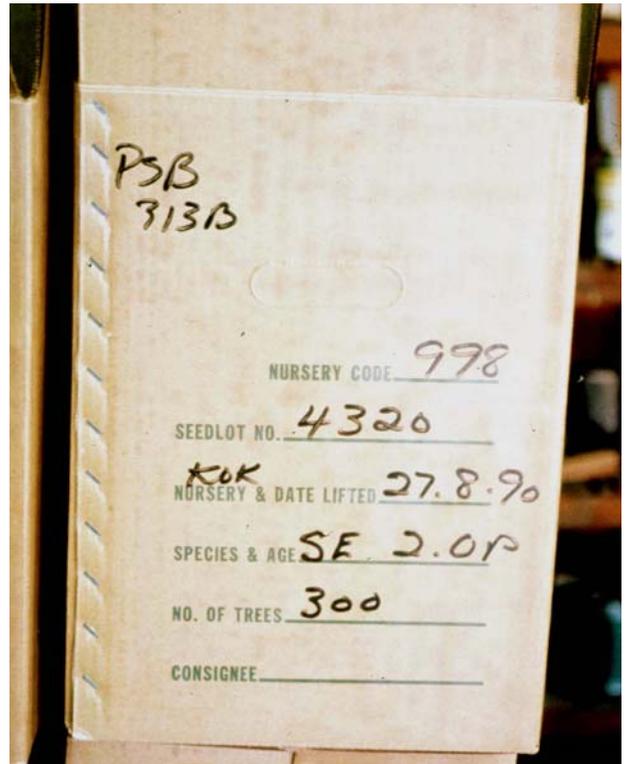
A



B



C



D

**Figura 1.1.4** El origen de la semilla de especies forestales es registrado con el número de la zona semillera, tal y como se ilustra en el mapa de fuentes de germoplasma de los estados de Arizona y Nuevo México, E.U.A. Las áreas en blanco y sin código corresponden a superficie agrícola, pastizal o desierto e incluye bosque no nativo (A). Una "fuente identificada" de semilla (B) garantiza el origen de la semilla y asegura que la planta podrá aclimatizarse a los sitios de plantación. La identificación de diferentes lotes de semillas debe mantenerse durante todo el periodo de producción en el vivero (C) y también, cuando la planta es empacada para ser llevada a campo (D).

Un **vivero forestal de contenedores** está especializado en la producción de especies nativas o introducidas para plantaciones forestales. Tradicionalmente estos viveros han producido especies forestales con fines comerciales, sin embargo, en los últimos años se han venido produciendo una mayor variedad de especies, dentro de los cuales se incluyen a los arbustos y pastos (Landis et al.,1993). Un vivero forestal de contenedores bien diseñado consiste de áreas de producción e instalaciones de servicio, tales como el área principal de operaciones, oficinas, almacén y construcciones administrativas. Todas las áreas están interconectadas mediante un sistema de transporte, conformado por caminos y bandas transportadoras, que permiten facilitar el movimiento de plantas e insumos para la producción. Las instalaciones del vivero representan un término amplio que describe el sitio total del vivero, incluyendo las áreas de producción y las construcciones de apoyo. Algunos viveros forestales tienen tanto instalaciones para la producción bajo el sistema de contenedores, como terrenos para la producción de plantas a raíz desnuda y trasplantes (los ambientes de propagación en el vivero son comentados en el Capítulo 3, y la producción de plantas, así como el equipo para el control del ambiente, se analizan en el Capítulo 4 de este volumen).

#### 1.1.1.2 La calidad de planta es determinada por su desempeño en campo.

Una de las principales características de los viveros forestales, es que las plantas son comúnmente establecidas en ambientes relativamente difíciles, carentes de riego o cualquier cuidado posterior (fig. 1.1.5A). En contraste, las plantas producidas en viveros con fines ornamentales son establecidas en condiciones mucho más favorables, donde es muy común que se les apliquen en forma periódica riego y fertilización (fig. 1.1.5B). Esta diferencia es significativa, debido a que la medida de la calidad de la planta depende del cómo serán utilizadas las plantas –“aptitud para el propósito” (Ritchie, 1984). Esto significa que, aunque la calidad de la planta es descrita en el vivero, ésta sólo puede ser probada en campo. Por esto mismo, no existe una planta que pueda ser catalogada para “todo propósito”. Una planta que luce “vigorosa y bonita” en el vivero, no sobrevivirá ni crecerá bien en todos los sitios.



A

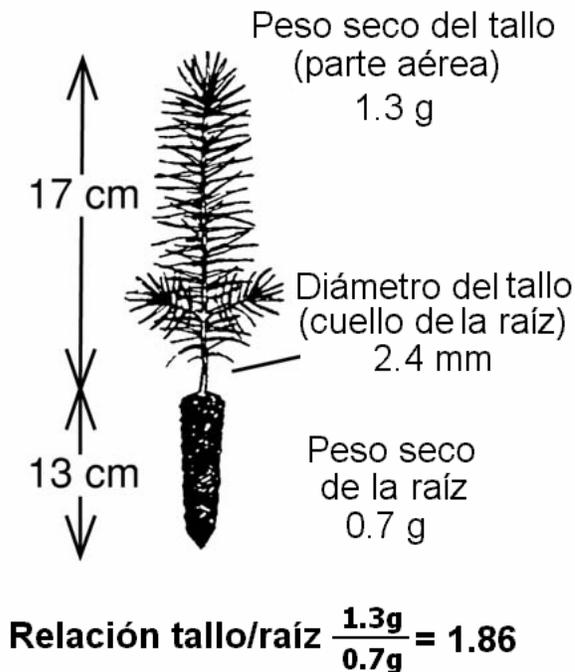


B

**Figura 1.1.5.** Las plantas establecidas en el bosque deben ser capaces de sobrevivir y tener buenos crecimientos sin un mantenimiento posterior (A). Esto contrasta claramente con las plantas con fines ornamentales y escénicos, las cuales reciben mantenimiento regular, incluyendo riego y fertilización (B).

**Especificaciones morfológicas.** Las plantas para plantaciones forestales son descritas por dimensiones morfológicas tradicionales (fig. 1.1.6A), y estos términos son utilizados por los viveristas y usuarios. Las dimensiones más comunes son la altura del tallo y su diámetro en la base. La **altura del tallo** es la distancia vertical desde el sustrato hasta el meristemo terminal o yema. El **diámetro del tallo**, comúnmente llamado “calibre” o “diámetro del cuello de la raíz”, es el diámetro de la base del tallo principal.

Dado que su medición se hace en milímetros, el diámetro del tallo puede variar significativamente, dependiendo de dónde se realice la medición. Por lo tanto, muchos viveristas miden el tallo en una ubicación estándar, a 1 cm (0.4 pulgadas) sobre el sustrato. Todos los aspectos de la morfología de la planta varían considerablemente entre diferentes medidas de contenedores, particularmente cuando se varía el volumen del contenedor y la densidad de crecimiento (fig. 1.1.6B).



A

**Figura 1.1.6** Las especificaciones para plantas producidas en contenedor incluyen mediciones morfológicas, tradicionalmente la altura y el diámetro del tallo (A). El tamaño de la planta y su calidad son fuertemente afectados por el ambiente del vivero y las prácticas culturales; por ejemplo, los contenedores con grandes volúmenes y baja densidad de crecimiento producen plantas de pino ponderosa con un mucho mayor diámetro del tallo (B). (Modificado de Scagel *et al.*, 1993).

Otras especificaciones morfológicas de las plantas incluyen la longitud de la raíz, el peso seco (PS) y la relación tallo-raíz (T:R) (fig. 1.1.6A). Aunque implican la destrucción de muestras, los pesos secos son indicadores útiles del desarrollo del cultivo. La relación T:R es una comparación relativa del tamaño de la parte aérea y el sistema radical y es, algunas veces, un requerimiento del usuario para acoplar el tipo de producción con las características del sitio por plantar.



Volumen del Contenedor (cm <sup>3</sup> )	65	106
Densidad de Crecimiento (plantas/m <sup>2</sup> )	764	527

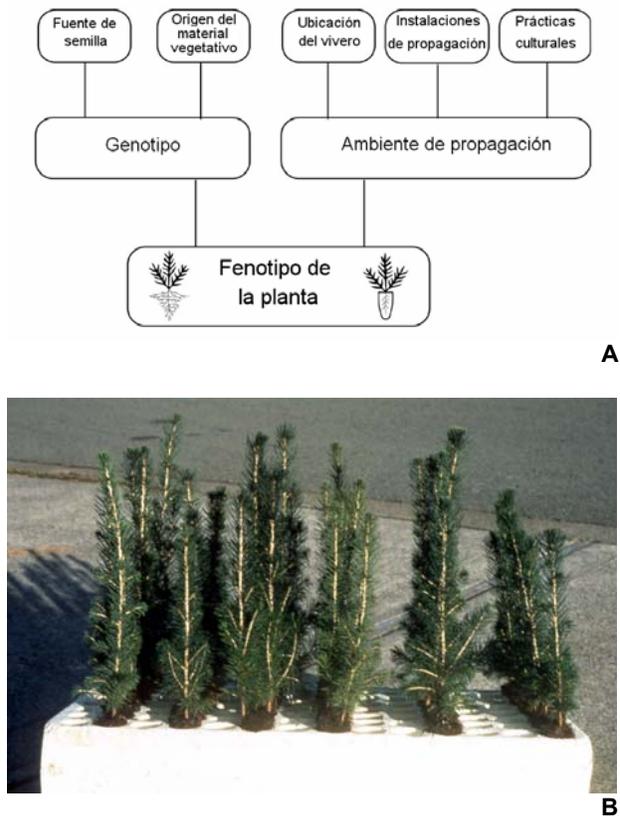
B

**El efecto del vivero.** La apariencia física de cualquier organismo (su fenotipo) es el resultado de su composición genética (su genotipo), influenciada por el ambiente en el cual creció.

**Fenotipo = genotipo + ambiente**

En los viveros forestales, el fenotipo de una planta está en función del genotipo (fuente de semilla, origen de la estaca o cultivar) y el ambiente del vivero en el cual se desarrolló. En nuestros días, el ambiente de un vivero es la composición de su ubicación geográfica, del tipo de instalaciones para la propagación, y de las prácticas culturales

utilizadas para producir las plantas (fig. 1.1.7A). Cuando un mismo lote de semillas es cultivado en diferentes viveros, aún en la misma área geográfica, la morfología de la planta puede ser visiblemente diferente (fig. 1.1.7B).



**Figura 1.1.7** La apariencia física de una planta producida en contenedor (fenotipo), está en función de su composición genética (genotipo) y del ambiente de propagación (A). Cuando el mismo lote de semilla de picea del interior (*Picea glauca* x *P. engelmannii*) fue sembrada en 6 diferentes viveros, la planta mostró una obvia variación en altura, color del follaje y grado de ramificación lateral (B). (B de Scagel *et al.*, 1993).

Las plantas producidas en contenedor en diferentes viveros, incluso pueden ser fisiológicamente diferentes. Esta respuesta ha sido denominada **efecto del vivero**, y es un ejemplo de cómo influye el ambiente en las plantas, a través de las condiciones del sitio o las prácticas culturales. Esta influencia es evidente en las actividades cotidianas del vivero y en las actividades de reforestación. Los forestales que han establecido plantas de una misma fuente de semilla y que fueron cultivadas en diferentes viveros, han notado diferencias en su supervivencia y crecimiento. Un estudio realizado en Alaska, comparó plantas de *Picea sitchensis* (Sitka spruce) producidas en un vivero local, con otras plantas, producidas de la misma fuente de semilla, pero cultivadas en un vivero de Idaho

(Zasada *et al.*, 1990). Las plantas producidas en Idaho, tuvieron un daño más significativo por el ramoneo de los animales y por bajas temperaturas, durante la primera estación de crecimiento, comparado con aquellas que fueron producidas en el vivero local. En otro estudio realizado con *Pinus contorta* (Lodgepole pine), Ying *et al.* (1989) observó diferencias significativas en el comportamiento de la especie después de la plantación, cuando provenía de diferentes viveros, pero concluyeron que el efecto es relativamente breve (aproximadamente 15 años). De cualquier forma, esta diferencia puede ser suficiente para afectar el establecimiento de la plantación.

Los constructores de viveros y los usuarios de planta forestal deben considerar todos estos efectos cuando planeen el establecimiento de un nuevo vivero, o para decidir qué tipo de planta deben comprar (tabla 1.1.1). La mejor planta para un proyecto en particular dependerá de muchos factores: fuente de la semilla, prácticas culturales del vivero, manejo de la planta y de las instalaciones para su almacenamiento, equipos de plantación así como de las condiciones ambientales del área a plantar. Sin embargo, investigaciones y experiencias han mostrado que ciertos tamaños y tipos de planta se desarrollan mejor en algunos lugares que en otros. La calidad de la planta será discutida con más detalle en el volumen seis de esta serie.

**Tabla 1.1.1** La gente que requiere un suministro constante de plantas forestales deberá considerar tanto los factores biológicos y económicos.

<b>Factores biológicos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Hay disponibilidad de especies apropiadas?</li> <li>• ¿Puede encontrarse una fuente local de semillas de una determinada especie?</li> <li>• ¿Qué tipo de planta requiere?</li> <li>• ¿Existe disponibilidad de planta durante la época de plantación?</li> <li>• ¿La calidad de la planta es alta en forma consistente?</li> <li>• ¿Otros?</li> </ul>
<b>Factores económicos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Existe disponibilidad de planta a un costo razonable?</li> <li>• ¿Que tan cercano se encuentra el vivero al sitio de plantación?</li> <li>• ¿Los viveros locales son confiables?</li> <li>• ¿Qué hay acerca de las consideraciones políticas?</li> <li>• ¿Otros?</li> </ul>

## 1.1.2 Fuentes de Abastecimiento de Planta

Cuando existe una buena demanda de planta de especies forestales, mucha gente piensa en la posibilidad de establecer su propio vivero. Sin embargo, el cultivo de especies forestales requiere de esfuerzos concertados y constantes, por lo que todas las ventajas y desventajas para el establecimiento de un vivero deben de ser consideradas (tabla 1.1.2). El beneficio principal de contar con un vivero propio es que la cantidad, calidad y disponibilidad de la planta pueden ser

controladas. No obstante, se debe dedicar mucho tiempo para el desarrollo de un vivero, además de la considerable inversión económica. El proyecto requiere que el vivero produzca durante un buen período para poder amortizar la inversión. Por lo tanto, tanto individuos como organizaciones que tengan la necesidad de contar con un suministro constante de plantas, deberán considerar primero su compra.

**Tabla 1.1.2** La decisión de comprar plantas o iniciar un nuevo vivero requiere de un análisis minucioso.

Compra de plantas	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se dispone de tiempo y capital para otros usos</li> <li>• No se requiere contratación de personal para el vivero</li> <li>• Mayor flexibilidad a largo plazo</li> <li>• ¿Otras?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe control sobre el proceso de desarrollo</li> <li>• Comúnmente se requiere aceptar bajas ofertas</li> <li>• Menor control sobre la cantidad y disponibilidad de la planta</li> <li>• Las plantas pueden no adaptarse a las condiciones ambientales locales</li> <li>• ¿Otras?</li> </ul>
Inicio de un vivero propio	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tiene un mayor control sobre la calidad y disponibilidad de la planta</li> <li>• Es posible desarrollar experiencia local para el cultivo y manejo de las plantas</li> <li>• Las plantas se adaptan mejor a las condiciones ambientales locales</li> <li>• No depende de otras organizaciones o individuos</li> <li>• Crea fuentes de trabajo</li> <li>• ¿Otras?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere invertir fuertes cantidades de dinero y tiempo</li> <li>• Existe un compromiso profesional y económico a largo plazo</li> <li>• Requiere contratar y mantener a un grupo de apoyo</li> <li>• El mercado de planta forestal es muy cambiante año con año</li> <li>• Pueden gestarse situaciones de competencia no deseadas</li> <li>• ¿Otras?</li> </ul>

### 1.1.2.1 Compra de planta

Existen muchas ventajas en comprar plantas forestales antes de establecer un nuevo vivero. En principio y ante todo, el tiempo y capital pueden ser destinados para otros usos (tabla 1.1.2). La producción de árboles puede llegar a ser un negocio riesgoso, y la compra de planta proveniente de otros viveros implica que muchos de los riesgos cotidianos asociados con el cultivo pueden ser evitados. Los constructores potenciales de viveros deben observar cuidadosamente otras operaciones existentes en este negocio, y decidir si las ventajas de iniciar un nuevo vivero son mayores que las desventajas.

Existen dos formas básicas para la compra de planta forestal: en el mercado y la adquisición de planta bajo un contrato.

**Compra de planta en el mercado.** Algunos viveros siembran un porcentaje determinado de su

producción anual específicamente para el mercado. De forma usual, estas son especies y fuentes de semillas que pueden estar adaptadas a una amplia área geográfica o que se ha comprobado que tuvieron una buena demanda en el pasado. Los excedentes de plantas son también vendidas en el mercado bajo el sistema especulativo. Debido a pérdidas anticipadas, muchos viveristas sobresiembran sus órdenes de plantas y, por lo tanto, tienen más disponibilidad cada año para su venta en el mercado libre. La cantidad y la fuente de semilla de este excedente varían año con año; sin embargo, los demandantes de planta realizan contactos con diferentes viveros en cada estación de crecimiento, con la finalidad de conocer qué especies y procedencias están disponibles. Los cultivos bajo este sistema de especulación rara vez empatan fuente de semilla apropiada con zonas de altitud, por lo tanto, son comúnmente plantados en sitios cuyas características no son las más óptimas.

**Producción bajo contrato.** Dado que las plantas forestales son un producto perecedero y la demanda es muy cambiante, las cuestiones económicas dictan que la mayoría de los viveros deberán cultivar sus grandes producciones bajo contrato. Como fue considerado anteriormente, las plantas de viveros forestales son muy diferentes de aquellas con fines ornamentales, en que muchos lotes de semilla son adecuados biológicamente sólo para pocos sitios de plantación. Por lo tanto, los forestales y los demandantes de planta forestal procuran producir su planta bajo contrato, especificando las especies apropiadas y la fuente de semilla.

Una opción intermedia es la compra de algunos árboles de fuentes externas y producir la diferencia en viveros de pequeña escala (ver sección 1.1.5 para mayor detalle).

### 1.1.2.2 Estableciendo su propio vivero

Una vez que se ha tomado la decisión de iniciar un nuevo vivero, la siguiente pregunta es el tipo de sistema de producción a utilizar, si a raíz desnuda o en contenedor.

**Viveros a raíz desnuda.** Las plantas a raíz desnuda son cultivadas a campo abierto, en suelos naturales y consecuentemente el suelo, el suministro de agua y el clima del sitio donde se encuentra el vivero deben de ser adecuados para el crecimiento de árboles. La tasa de crecimiento de las plantas y la longitud de la estación de crecimiento son fuertemente controladas por el clima donde se encuentra el vivero. Los sitios de calidad son difíciles de encontrar en ubicaciones convenientes, y los buenos terrenos agrícolas son normalmente caros. Generalmente se requiere de una inversión económica considerable para desarrollar un vivero a raíz desnuda, independientemente de su tamaño. Los viveros bajo este sistema de producción son también muy sensibles a las economías de escala. Una vez que el vivero se ha establecido y las operaciones se han iniciado, es muy importante operar bajo niveles cercanos a su capacidad instalada, para lograr costos unitarios de producción razonables. Comparados con los viveros que producen en contenedor, los requerimientos de energía y los gastos asociados son relativamente bajos. Una discusión más amplia de los factores para la selección del sitio, que deben de ser evaluados cuando se va a establecer un vivero a raíz desnuda, es presentada por Morby (1984).

**Viveros en contenedor.** Los viveros que producen en contenedor pueden ser establecidos en áreas

agrícolas con bajo valor comercial, las cuales serían inapropiadas para el sistema de producción a raíz desnuda. La inversión económica requerida varía dependiendo del tipo de infraestructura e instalaciones. Los invernaderos completamente automatizados demandan estructuras y controles ambientales costosos, pero una estructura abierta es más barata. Dado que las plantas producidas en contenedor crecen a mayores densidades, la cantidad de terreno requerido es menor, en comparación con el sistema de producción a raíz desnuda. Los viveros de contenedor son menos sensibles a las economías de escala y, bajo situaciones extremas, parte o todo el vivero puede ser cerrado para reducir costos de operación. Este tipo de viveros tiene altas tasas de crecimiento, especialmente bajo condiciones ambientales controladas, por lo que los cultivos pueden ser producidos en una sola estación de crecimiento. Desde un punto de vista de negocio, esto significa que los gerentes de los viveros pueden responder rápidamente a los cambios en el mercado. Los cultivos en invernaderos son más confiables de aquellos que se producen a cielo abierto, pero a expensas del consumo de grandes cantidades de energía (los factores biológicos y económicos a considerar cuando se instala un vivero de contenedores son presentados en el Capítulo 2 de este volumen).

**Eligiendo la mejor alternativa.** La decisión de si iniciar un vivero de contenedores o a raíz desnuda debe ser pensada muy cuidadosamente, ya que existen muchas cosas por considerar. Es sumamente útil hacer una lista con las diferentes consideraciones para facilitar la comparación (tabla 1.1.3).

Las consideraciones biológicas son de importancia fundamental para la selección entre un vivero a raíz desnuda o de contenedores, y comúnmente la falta de un sitio adecuado para la producción a raíz desnuda es un factor de decisión. El clima en general también es crítico, dado que los viveros de contenedor son comúnmente favorecidos a grandes latitudes y elevaciones, donde una estación de crecimiento extremadamente corta, hace que la producción a raíz desnuda sea impráctica. Los requerimientos de los consumidores, el manejo de la planta, los sistemas de transporte y el ambiente del sitio de plantación, deberán también ser evaluados. Debido a que son generalmente más tolerantes al estrés, como la deshidratación, las plantas en contenedor son también la mejor opción para sitios de plantación con condiciones difíciles o cuando los plantadores carecen de experiencia.

Los aspectos económicos también deben ser cuidadosamente estudiados, por lo que el análisis de mercado invariablemente deberá llevarse a cabo (ver sección 1.1.3). La proyección de los niveles de producción, acoplada con la inversión inicial y los costos de operación, podrán indicar el tipo de vivero más factible económicamente a diferentes volúmenes de producción. Las fuentes de energía y su costo son factores clave que tienen una influencia significativa para elegir entre un vivero de contenedores o a raíz desnuda.

Los aspectos económicos también deben ser cuidadosamente analizados, y el análisis de mercado invariablemente deberá de llevarse a cabo (ver sección 1.1.3). La proyección de los niveles de producción, acoplada con la inversión inicial y los costos de operación, podrán indicar el tipo de vivero más factible económicamente a diferentes volúmenes de producción. Las fuentes de energía y su costo son factores clave que tienen una influencia significativa para elegir entre un vivero de contenedores o a raíz desnuda.

Finalmente, también es necesario considerar la experiencia técnica, dado que la disponibilidad de un viverista hábil puede influenciar la selección del tipo de vivero. Existen pocos programas formales de capacitación sobre manejo de viveros forestales. Sin embargo, existen varios y buenos programas en universidades sobre el manejo de invernaderos

u horticultura ornamental, y la capacitación en horticultura puede asistir en el manejo de un vivero forestal que produce en contenedores.

Bajo algunas circunstancias, la instalación de un vivero que produzca tanto en contenedores como a raíz desnuda puede ser lo más apropiado. Los viveros de contenedores son comúnmente utilizados para cultivar plantas de semillas cuya procedencia es de un alto valor genético, mientras que la producción de especies “normales” se lleva a cabo en camas expuestas. En lugares donde el suelo del vivero es más adecuado para la producción de especies latifoliadas, las plantas de coníferas deberán ser desarrolladas en contenedores. En otro escenario, la cantidad de tierra arable en un vivero a raíz desnuda puede llegar a ser insuficiente cuando se requiere incrementar la producción de planta, y así el invernadero puede sumarse para complementar la producción. La combinación de un vivero de contenedores y a raíz desnuda es además más flexible a los cambios en el mercado, y puede ofertar un rango muy variado de los tipos de plantas, incluyendo los trasplantes en contenedor.

El resto de este manual asume que la decisión fue la de establecer un vivero de contenedores. Existe información sobre el desarrollo y la operación de viveros a raíz desnuda en Duryea y Landis (1984).

**Tabla 1.1.3** Factores a considerar cuando se evalúa el establecimiento de un vivero de contenedores o a raíz desnuda.

Consideraciones	Vivero de contenedores	Vivero a raíz desnuda
1. Latitud/altitud - Longitud de la estación de crecimiento	1. Mejor para áreas con estaciones de crecimiento cortas: alta elevación o elevada latitud	1. Mejor para áreas con largas estaciones de crecimiento: bajas latitudes o bajas elevaciones
2. Inversión inicial de capital	2. Bajos costos de terreno, pero las estructuras y el equipamiento pueden ser caros; mínima preparación de la tierra	2. Los costos del terreno pueden ser significativos y la preparación puede ser costosa; los costos del equipo varían en función del grado de mecanización
3. Requerimiento de terrenos	3. Menor área requerida debido a las altas densidades de cultivo; las bajas tasas de eliminación producen altas cosechas	3. Mayor demanda de terreno debido a las bajas densidades; grandes tasas de eliminación producen bajas cosechas.
4. Calidad del suelo	4. Si se hace uso de sustratos artificiales no es de importancia	4. Crítico – los factores químicos y físicos deben ser medidos
5. Cantidad de agua	5. Se requieren menores cantidades	5. Se requieren grandes cantidades
6. Calidad del agua	6. Es deseable una buena calidad de agua, sin embargo, el agua de menor calidad puede ser tratada químicamente	6. Es necesaria una buena calidad de agua
7. Mano de obra	7. Sólo se requiere de pocos trabajadores altamente capacitados, excepto durante la siembra, la cosecha y el empaquetado	7. Una gran cantidad de personal es requerida durante la época de cosecha y empaquetado
8. Instalaciones y equipamiento	8. Variable, desde áreas de cultivo abiertas hasta estructuras muy sofisticadas	8. Variable, desde trabajos manuales hasta operaciones de alta mecanización
9. Calidad del germoplasma	9. Son requeridos altos niveles de eficiencia, mejor para semillas de alto valor genético.	9. Cosechas pobres por cantidad de semilla
10. Duración de rotación del cultivo	10. De 3 a 18 meses	10. De 1 a 4 años

**Tabla 1.1.3 (continuación)** Factores que deben considerarse cuando se evalúa el establecimiento de un vivero de contenedores o a raíz desnuda.

<b>Consideraciones</b>	<b>Vivero de contenedores</b>	<b>Vivero a raíz desnuda</b>
11. Características del cultivo	11. Algunas especies crecen mejor en contenedores: aquellas de semilla pequeña, baja germinación, especies de lento crecimiento y aquellas con raíces principales dominantes	11. Algunas especies crecen mejor bajo este sistema, como las latifoliadas de madera dura, que demandan más espacio de crecimiento
12. Enfermedades	12. Pocas enfermedades con sustratos artificiales estériles y menor riesgo de daños abióticos en estructuras cubiertas	12. Son más comunes los daños abióticos ocasionados por patógenos del suelo
13. Hongos micorrízicos y otros microorganismos benéficos	13. Deben ser agregados al sustrato artificial	13. Se encuentran normalmente en el suelo
14. Almacenamiento de plantas	14. Mayor volumen de almacenamiento. El almacenaje bajo sombra para las plantas que serán embarcadas en los contenedores es posible; necesario contar con una cámara fría para almacenar la planta que sea extraída del contenedor	14. Demanda menor volumen de almacenamiento. Un almacén frío es necesario a menos que las plántulas pueden ser establecidas en campo de forma inmediata
15. Manejo de plantas	15. Las plantas son más tolerantes al daño físico o exposición	15. Las plantas son menos tolerantes al daño físico o a la exposición
16. Transporte al sitio de plantación	16. Las plantas en contenedor son voluminosas y pesadas, pero no requieren ser almacenadas en cuartos fríos por períodos cortos	16. Las plantas son más ligeras y pueden ser empacadas de manera compacta, pero requieren ser mantenidas a bajas temperaturas
17. Condiciones del sitio de plantación	17. Las plantas en contenedor resienten menos el estrés por el trasplante y son superiores para sitios difíciles	17. Estas plantas sufren más el estrés por trasplante, y son mejores en sitios de calidad buena o regular
18. Longitud de la época de plantación	18. Período de plantación amplio	18. Período de plantación corto

### 1.1.3. Evaluación del Mercado Actual de Plantas

Los constructores de viveros deberán ser muy realistas sobre el mercado de plantas que están planeando abastecer. Un análisis de mercado deberá determinar la demanda, la competencia y los precios.

#### 1.1.3.1 Demanda

Para los viveros que han sido establecidos a efecto de abastecer necesidades locales de planta, normalmente la demanda es conocida. Pero para aquellos viveros que planean abastecer otros tipos de mercados o usuarios, los compradores potenciales deberán ser encuestados, obteniendo información detallada con la finalidad de responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué especies, cantidad y tamaño de árboles se requieren?
- ¿Cuándo y dónde serán plantados estos árboles?
- ¿Por cuánto tiempo persistirán tales necesidades y cambiarán con el tiempo?

En particular, los diseñadores y constructores de viveros para el desarrollo de proyectos gubernamentales de reforestación, deberán estar conscientes de que muchos contratos son entregados con base en una oferta mínima, y en este sentido los márgenes de ganancia son pequeños. La demanda de planta por parte de las agencias gubernamentales puede variar considerablemente de un año a otro. Por ejemplo, los proyectos de restauración de áreas incendiadas comúnmente crean una demanda para uno o dos años, pero ésta puede reducirse drásticamente en los años subsecuentes, cuando se presentan pocos incendios. Los proyectos de reforestación después del aprovechamiento forestal (cosecha de madera), tienen una demanda de planta relativamente estable en la Costa Noroeste del Pacífico de los Estados Unidos, sin embargo y debido a cambios recientes en la normatividad sobre el uso de los terrenos, se ha reducido esta demanda en forma significativa. Por lo tanto, los desarrolladores potenciales de viveros deben analizar cuidadosamente su demanda de mercado y contar con la certeza de que ésta existe en forma permanente, antes de realizar una fuerte inversión en un vivero.

#### 1.1.3.2 Competencia

Además de evaluar el mercado, los planeadores deben analizar cuidadosamente la competencia. En los Estados Unidos de América, los viveros

forestales están clasificados como industriales, gubernamentales y privados. Un gran porcentaje de la superficie forestal y de praderas en dicho país es manejada por agencias gubernamentales federales, estatales y locales. Algunas dependencias como el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y el Buró de Asuntos Indígenas del Departamento del Interior, tienen sus propios viveros para producir planta y satisfacer sus necesidades; otros, como el Departamento de Manejo de Tierras, se abastecen de planta de viveros del gobierno federal o privados. Muchos estados y algunas entidades gubernamentales locales cuentan también con sus propios viveros. Aunque los viveros estatales proveen de planta a pequeños propietarios de terrenos, éstos no entran en competencia directa con los viveros privados. Los viveros de la industria forestal producen planta para sus propios terrenos, pero es común que establezcan contratos para la producción de planta con otros compradores. Una gran cantidad de viveros privados también producen planta para su venta bajo algún contrato o para el mercado.

Los desarrolladores de viveros en contenedor llegan a entrar en competencia con los viveros a raíz desnuda o en contenedor ya establecidos, y por lo tanto deben informarse sobre la ubicación, capacidades y eficiencia de sus competidores potenciales. El directorio nacional de viveros (Okholm y Abriel, 1994a) y el regional (Okholm y Abriel, 1994b) están disponibles para auxiliar a los constructores en el análisis de competencia. Los viveros privados han trabajado muy fuerte para desarrollar su propio negocio y, por lo tanto, no espere que ellos compartan todos sus secretos. Debido a esta postura para evitar la competencia, los viveros gubernamentales pueden ser una buena fuente de información sobre el mercado local.

Después de que se haya recopilado la información acerca del número de viveros, su capacidad y demanda, es necesario comparar esta información con las propias proyecciones, para así tener la capacidad de decidir si el establecer un nuevo vivero está económicamente justificado.

#### 1.1.3.3 Precio

Los planeadores de viveros deberán conocer los precios de la planta forestal en el mercado local y tratar de determinar las tendencias de los precios actuales. Muchos factores económicos, políticos y biológicos afectan el precio de la planta año con año. Debe estar consciente que los precios

generalmente incrementan con el tamaño del contenedor (volumen), debido a que las plantas de porte grande requieren más espacio de crecimiento (tabla 1.1.4). Las plantas de especies forestales tradicionalmente son vendidas por millares, sin embargo, muchos viveros establecen como orden mínima 50 O 100 plantas. Dado que en ocasiones la producción se vende con todo y el contenedor donde se ha desarrollado la planta, algunos viveros valúan su planta haciendo el ajuste correspondiente. Sin embargo y para propósitos de comparación, los precios de las plantas son manejados con base en millares.

Muchos productores estarán dispuestos a proporcionar presupuestos del precio de la planta vía telefónica. Algunas organizaciones forestales estatales realizan en forma regular una encuesta sobre los precios de las plantas y de esta forma pueden proporcionar una lista detallada. Los precios pueden variar en forma significativa año con año, sin embargo, éstos de alguna manera

reflejan las tendencias del mercado. Debido a los riesgos asociados, cuando se realiza un contrato, los precios de las plantas son generalmente diferentes a aquellos de plantas que se han desarrollado para el mercado especulativo. Algunas veces los precios que se establecen bajo contrato son reducidos en forma artificial, debido a que los productores “rebajan” los precios del mercado para asegurarse que su vivero se encuentre produciendo a máxima capacidad. Por otra parte, las plantas producidas para el mercado especulativo con frecuencia serán vendidas a un precio muy bajo, cuando son excedentes, pues pueden mantenerse durante otra estación de crecimiento.

El siguiente paso es el de estimar el costo potencial del vivero para producir un determinado cultivo, y posteriormente comparar estos costos con los precios del mercado existente.

**Tabla 1.1.4.** Los costos de producción de plantas en contenedor son influenciados significativamente por el tamaño y espaciamiento del contenedor.

Tipo de Contenedor	Volumen de la cavidad		Espaciamiento de las cavidades		Costo/1,000 *
	cm <sup>3</sup>	pulgadas <sup>3</sup>	cavidades/m <sup>2</sup>	cavidades/pie <sup>2</sup>	
Ray Leach Fir Cells	49	3.0	1,076	100	\$ 160.00
Ray Leach Pine Cells	65	4.0	1,076	100	\$ 164.00
Styroblock 7	121	7.4	764	71	\$ 240.00
Ray Leach Super Cells	164	10.0	527	49	\$ 307.00

\* Estos costos están referidos en dólares para el año de 1992. Fuente: Myers (1992)

## 1.1.4 Estimación de los Costos de Producción

Los constructores de viveros deben calcular los costos de producción estimados, para tener la seguridad de que su planta podrá ser competitiva en el mercado local. Sin embargo, una buena estimación de costos puede llevar mucho tiempo, ya que se requiere una cantidad de información considerable sobre las estructuras, equipo, mano de obra, combustibles, terrenos, mantenimiento y transporte. Después de obtener y organizar esta información, el futuro viverista deberá analizar también cómo estos costos estarán afectando el costo final por planta producida, bajo diferentes ubicaciones del vivero, tipos de instalaciones y niveles de producción. Un buen ejemplo de este proceso fue reportado por Guldin (1983), quien analizó los costos de producción de plantas en contenedor en el sureste de los Estados Unidos, utilizando cuatro diferentes tipos de contenedores y cuatro diferentes estructuras de cultivo. Esta información económica fue entonces analizada en forma comparativa con datos para un vivero de producción a raíz desnuda.

### 1.1.4.1 Requerimientos para un sistema de producción en contenedor

El primer paso en el análisis de costos, es identificar todas las cosas que son requeridas para la operación de un vivero. Los planeadores inexpertos comúnmente asumen que existe un sistema estándar para cultivar plantas en contenedor, pero en realidad nada de esto es cierto. Cada especie tiene su propio nivel óptimo de requerimientos ambientales, y cada ubicación potencial del vivero tiene un clima único. Tanto las organizaciones como los individuos, tienen también sus propias metas y restricciones que afectarán las decisiones para el establecimiento. Por lo tanto, los diseñadores de viveros deben considerar que las instalaciones de un vivero de contenedor deben ser cuidadosamente diseñadas, para acoplar objetivos específicos (Ekblad,1973).

Para asegurarse que todos los factores son considerados, se puede utilizar un sistema sencillo de análisis de aproximación. Un **sistema de producción** en contenedor consiste de una serie de procesos (Furuta,1978). Un proceso específico, tal como la siembra de semilla, involucra una serie de **operaciones secuenciales** tales como el llenado del contenedor con sustrato y la siembra de un determinado número de semillas por cavidad. Cada proceso y operación en el sistema tiene **requerimientos** específicos, incluyendo estructuras, equipo, suministros y mano de obra (tabla 1.1.5).

El objetivo durante la fase de establecimiento del vivero, es entender el sistema y sus procesos lo suficientemente bien como para identificar los requerimientos y estimar sus costos asociados. Algunos requerimientos serán comunes para todos los tipos de viveros, pero otros podrán variar. Por ejemplo, un vivero que ha sido diseñado para propagar plantas en forma vegetativa (reproducción asexual), tendrá ligeras diferencias en el proceso y operaciones y, por lo tanto, diferentes equipamientos en comparación con aquél que ha sido diseñado para producir plantas a partir de semilla (reproducción sexual). Otros requerimientos del vivero – tales como mantenimiento, confiabilidad y seguridad– no son tan importantes para el diseñador y planeador, sin embargo deberán también ser considerados (Ekblad,1973). Los requerimientos en cuanto a mantenimiento, son aquellos asociados con mantener el sistema del vivero operando eficientemente, mientras que los requerimientos de confiabilidad son aquellos que mantienen el vivero funcionando sin fallas catastróficas, mediante la utilización de controles ambientales, fuentes alternas de energía y sistemas de alarma. Los requerimientos de seguridad también deben ser observados, ya que aún la operación mecánica más eficiente no debe involucrar riesgos inaceptables para los trabajadores del vivero.

**Tabla 1.1.5** Un vivero forestal de contenedores puede ser descrito como un sistema que consiste en una serie de procesos compuesto de operaciones secuenciadas con requerimientos específicos.

**SISTEMA:** Vivero de contenedor para la producción de especies forestales

**PROCESO:** Siembra de semillas

**OPERACIÓN:** Colocación de un número específico de semillas por contenedor

**REQUERIMIENTOS:**

**Estructura** – Área principal de operaciones

**Equipo** – Máquina sembradora

**Mano de obra** – Trabajadores hábiles y con experiencia

**Insumos** – Semillas y electricidad

Para tener la seguridad que toda la variedad de los requerimientos han sido considerados, es muy útil visualizar el sistema del vivero, sus procesos y operaciones mediante un diagrama de flujo (ver figura 1.4.11). Tal representación visual es una excelente forma de mostrar el cómo las diferentes etapas, en una producción exitosa de plantas en contenedor, se encuentran relacionadas tanto en un contexto espacial, como temporal. Dado que no es razonable esperar que un planeador de viveros novato cuente con todos los elementos que se requieren para un vivero exitoso, los autores recomiendan visitar un vivero ya establecido. Además, existen varias y buenas referencias que tratan sobre el establecimiento de un vivero. Matthews (1983) enlistó los factores que deben ser considerados para el establecimiento de un vivero forestal de contenedores en la Columbia Británica (Canadá), y Hanan et al. (1978), discutieron las consideraciones económicas asociadas con el establecimiento de un vivero ornamental con producción en contenedor.

Una vez que se han considerado los requerimientos dentro del sistema del vivero, es necesario estimar los costos fijos y variables. En forma adicional a los gastos iniciales, también deben tomarse en cuenta los costos fijos por depreciación anual, renta, seguro e impuestos. El obtener costos realistas para iniciar la operación de un nuevo vivero puede dificultarse, especialmente para los novatos o inexpertos, sin embargo, este ejercicio es absolutamente necesario para el establecimiento exitoso de un vivero. Los viveros gubernamentales pueden ser muy útiles al respecto, dado que sus costos de producción son información pública (vea como ejemplo la tabla 1.5.1 en el Capítulo 5 de este volumen).

#### **1.1.4.2. Influencia del tamaño del vivero y la utilización del espacio**

La capacidad de producción del vivero propuesto obviamente es un factor importante que afectará los costos estimados de producción. Las instalaciones grandes son más eficientes, debido a las economías de escala, pero también son más caras de establecer. Van Eerden (1982) encontró que del 30 al 40% de los costos de producción de los viveros en la Columbia Británica (Canadá), se debieron al interés generado sobre inversión y capital de trabajo. Como consecuencia, es muy prudente establecer instalaciones de cultivo tan pequeñas como sea posible al inicio, e incrementar gradualmente las instalaciones, a medida que la demanda vaya aumentando y los recursos económicos estén disponibles.

En forma adicional al tamaño del vivero, la capacidad de producción de planta está en función de varios factores:

1. **Uso eficiente del espacio.** Es el espacio neto utilizable para la producción que puede ser alcanzado en cada área de crecimiento. Las especies forestales comúnmente son cultivadas en plataformas o en mesas elevadas, además de que su arreglo y la utilización eficiente del espacio pueden controlar el máximo número de plantas que pueden ser cultivadas por unidad de área. Comúnmente, el intervalo de eficiencia global de los invernaderos varía de 65 a 70 %, pero puede ser tan alto como 85%.
2. **Tamaño del contenedor y arreglo.** Las dimensiones laterales, la densidad de cavidades por contenedor y el número de contenedores que pueden ser colocados en el área de crecimiento.
3. **Eficiencia de producción.** La proporción de plantas cosechables que pueden ser producidas por cultivo, y el número de cultivos que pueden ser obtenidos por año.

(Para mayor información vea el capítulo 3 de este volumen).

Los cultivos múltiples son otra forma de incrementar la producción de plantas por unidad de superficie. En algunas partes de los Estados Unidos, especialmente al sur, es posible obtener más de un cultivo por año en un vivero que produce en contenedor (Guldin, 1983). Por ejemplo, algunos productores usan el invernadero para iniciar la producción. Una vez que las plantas se han establecido, éstas son movidas a otra área, ya sea a cielo abierto o en instalaciones de malla con media sombra, para finalizar su crecimiento. Un segundo cultivo, por tanto, puede ser sembrado y finalizado su crecimiento en el mismo invernadero. Obviamente, este sistema de producción es dependiente del tipo de instalaciones y de las condiciones climáticas. Los cultivos producidos durante el invierno son siempre más caros que aquellos producidos en verano, debido al incremento de los costos para el calentamiento y al mayor tiempo requerido para lograr la calidad de planta deseada (ver comparación de los costos de producción en la tabla 1.5.1 en el Capítulo 5 de este volumen). En climas muy fríos, los costos por combustibles pueden ser tan altos que sólo las operaciones del invernadero durante el verano resultan ser económicas. (La programación del cultivo es discutida posteriormente en el volumen 6 de este manual).

#### 1.1.4.3 Energía y consideraciones de transporte.

Desde la crisis energética en los inicios de los años 70's, la preocupación sobre el uso de la energía ha cambiado fuertemente los aspectos económicos de las operaciones de un vivero que produce en contenedor. La mayoría de estos viveros, especialmente los invernaderos completamente automatizados, usa grandes cantidades de energía, por lo que el uso potencial de la misma, así como los costos asociados deben ser cuidadosamente analizados. En efecto, las consideraciones energéticas son uno de los factores más importantes a ser tomados en cuenta cuando se evalúa la ubicación potencial de un vivero. Los tipos y cantidades de energía que se pueden utilizar variarán de acuerdo al diseño y su operación. Cameron (1982) muestra un modelo por computadora disponible para predecir los requerimientos de energía en un invernadero, haciendo variar su estructura o las técnicas de producción en un sitio determinado.

Dado que las plantas forestales comúnmente son establecidas en lugares alejados, el transporte de la planta puede ser una consideración económica significativa. Originalmente, debido a los problemas asociados con el almacenamiento de la planta y su transporte, los viveros a raíz desnuda fueron ubicados lo más cercano posible a los sitios de plantación. Sin embargo, con la llegada de los camiones de carga refrigerados y las instalaciones de almacenamiento, ha sido económica y biológicamente factible el empaque y traslado de planta desde lugares muy lejanos. Esto ha dado una ventaja a la tendencia de ubicar los viveros en climas templados, donde el costo de operación del vivero resulta menor. Por ejemplo, la Columbia Británica en Canadá tiene un clima moderado en las partes bajas del Valle del Río Fraser, pero estaciones de crecimiento cortas e inviernos muy fríos en el interior de la provincia. Por lo tanto, una gran cantidad de plantas para la reforestación de la provincia, es cultivada cerca de Vancouver y enviada al interior para su plantación (Van Eerden, 1982). El diseñador y constructor de viveros deberá poner fuerte énfasis en colocar la operación en un clima moderado, aún y cuando la planta deba ser entregada a grandes distancias. Esta aseveración implica que las instalaciones del vivero deban ser diseñadas a fin de que las plantas puedan ser condicionadas adecuadamente, antes de su empaque y almacenamiento. En áreas que no dispongan de un almacenamiento refrigerado, los viveros deben ser ubicados lo más cerca posible de los sitios de plantación, a fin de reducir el tiempo de empaque y los costos de manejo.

#### 1.1.4.4 Equilibrio entre mano de obra y equipamiento.

Es posible realizar manualmente todas las operaciones de un vivero que produce en contenedor, y ésta es la mejor opción donde el costo de la mano de obra es muy barata, donde crear empleos sea uno de los objetivos, o cuando la tecnología tenga un costo prohibitivo o incluso no está disponible. La mayoría de los viveros usan equipo especializado para incrementar su eficiencia y para reducir los costos de la mano de obra. Sin embargo, los constructores de viveros no deberán preocuparse sólo de los aspectos mecánicos y de ingeniería de las diferentes tareas, también han de considerar los factores biológicos y económicos. Los costos de la mano de obra pueden ser altos durante una época específica en el vivero, tal como el llenado de envases y la siembra, así como en la cosecha y el empaque. Fuera de estos períodos, el vivero podrá operar sólo con algunos trabajadores habilidosos.

Cuando se evalúa la necesidad de alguna pieza de equipo, el constructor debería tener en cuenta las siguientes preguntas:

1. ¿Es esta parte del equipo necesaria para satisfacer las necesidades biológicas de las plantas?
2. ¿Cuánto será el ahorro en tiempo que esta pieza proporcionará, comparado con el ahorro en mano de obra?
3. ¿Qué tan favorable es realizar la mecanización?
4. ¿Es el tiempo para finalizar la operación una consideración de importancia?
5. ¿El equipo solamente podrá ser usado por un corto tiempo cada año?
6. ¿Es posible que el equipo pueda ser rentado o pedirse prestado de otros viveros locales o de otro tipo de negocios?

La consideración primaria en la decisión de mecanizar siempre puede tener un efecto sobre la calidad de la planta, por lo que cada proceso de producción deberá ser evaluado acorde a este criterio. La intensa actividad durante los períodos de trabajo máximo puede fácilmente hacer deseable la mecanización, pero el viverista deberá mantener en mente que una actividad que dura un corto tiempo, puede ser realizada más eficientemente mediante el uso intensivo de mano de obra. Algunos procesos, tal como la clasificación de planta requieren de una persona con una visión y movimiento de manos bien entrenados, por lo cual, se vuelve más difícil su automatización. Otras actividades, como el llenado de envases y la

siembra de los contenedores, deben realizarse en un tiempo muy corto, por lo que normalmente se justifica la inversión financiera en equipamiento para acelerar los procesos (Van Eerden,1982).

La mecanización tiende a ser más factible económicamente con el incremento en tamaño y sofisticación del vivero, y conforme los costos de la mano de obra eventual incrementan. Sin embargo, la compra de una nueva pieza de equipo demanda capital y el uso de ésta deberá ser frecuente para justificar dicho gasto. El equipo innovador “hecho en casa” y de bajo costo, puede ser muy eficiente. Por lo tanto, cada caso debe ser analizado en forma separada.

### 1.1.5 Estudio de Factibilidad y Tácticas para el Establecimiento

La etapa final consiste en realizar un estudio de factibilidad, el cual es simplemente un análisis pragmático de la situación. Compare los costos de su proyecto de producción con los costos estimados y valore éstos contra los riesgos y los beneficios potenciales asociados con la empresa. El análisis resultante deberá incorporar una gama de diseños, tamaños y ubicaciones, a fin de que el diseñador y constructor de viveros pueda tener la capacidad de identificar las mejores instalaciones, acorde con las necesidades proyectadas de planta. En este punto, puede ser que el análisis nos indique como mejor opción, la compra de la planta de un vivero ya existente.

Si el análisis determina que el establecimiento de un vivero es aún la mejor opción, entonces la programación en tiempo y el grado de desarrollo deben ser considerados. Las tácticas para el establecimiento del vivero dependen del nivel de riesgo que puede ser asumido y de la urgencia con que se requieran las plantas. Puede ser prudente iniciar con un pequeño vivero piloto, y no con uno de gran tamaño. Los viveros de contenedor son ideales para este propósito, dado que se pueden enfocar hacia el cultivo de especies críticas que demandan requerimientos ambientales únicos, mientras que la producción de las plantas más comunes se puede canalizar a otros viveros. El producir sólo parte de los requerimientos de plantas le proporciona alguna seguridad del suministro y establece la capacidad técnica para producir la demanda completa si fuese necesario.

No obstante toda la discusión acerca de la evaluación y análisis, la decisión final en cuanto a iniciar un vivero para la producción en contenedor, comúnmente se apoya la filosofía de la organización y en un constructor en particular. Muchos viveros han sido construidos para satisfacer requerimientos específicos deseados.

## 1.1.6 Resumen

La persona que esté considerando el establecimiento de un vivero forestal, debe estar familiarizada con la terminología y características específicas de las plantas que son utilizadas con fines de reforestación y conservación. A diferencia de muchos otros cultivos, las plantas procedentes de viveros forestales son establecidas en sitios difíciles, sin el subsecuente cuidado. Esta diferencia es significativa porque implica que la calidad de la planta es definida por las condiciones ambientales en el sitio de plantación. No existe una planta forestal que pueda ser considerada para “todo propósito”. Ante la demanda de plantas de especies forestales, mucha gente u organizaciones piensan que necesitan establecer su propio vivero, pero primero deberían considerar la compra de planta en un vivero ya establecido. Si se decide en establecer un nuevo vivero, la próxima decisión será si éste deberá producir en contenedor o a raíz desnuda. Existen muchos factores a considerar para la elección del mejor tipo de infraestructura. Los diseñadores y constructores de viveros han de estar conscientes del mercado que están pensando satisfacer, por lo que deberá realizarse un análisis para obtener información sobre la demanda, competencia y precios de mercado. Asimismo, habrá que estimar los costos de producción para determinar si sus plantas podrán ser competitivas en el mercado. El paso final es hacer un estudio de factibilidad, en el cual sean estimados los precios de las plantas y sus respectivos costos de producción, y comparados con los riesgos y la ganancia económica esperada. Si la decisión es la de construir un nuevo vivero, entonces se debe seleccionar un sitio adecuado. Todo lo relacionado con este último punto, es discutido en el Capítulo 2 del presente volumen.

### 1.1.7 Literatura Citada

- Brissette, J.C.; Barnett, J.P.; Landis, T.D. 1991. Container seedlings. In: Duryea, M.L.; Dougherty, P.M., eds. Forest regeneration manual. Boston: Kluwer Academic Publishers: 117-141.
- Cameron, S.I. 1982. Conserving energy in container greenhouses. In: Scarratt, J.B.; Glerum, C.; Plexman, C.A., eds. Proceedings, Canadian Containerized Tree Seedling Symposium; 1981, September 14-16; Toronto, ON. COJFRC Symp. Proc. O-P-10. Sault Ste. Marie, ON: Canadian Forestry Service, Great Lakes Forest Research Center: 91-109.
- Duryea, M.L.; Landis, T.D. eds. 1984. Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Boston: Kluwer Academic Publishers. 385 p.
- Ekblad, R.B. 1973. Greenhouses: a survey of design and equipment. Missoula, MT: USDA Forest Service, Missoula Technology and Development Center. 70 p.
- Furuta, T. 1978. Environmental plant production and marketing. Arcadia, CA: Cox Publishing Co. 232 p.
- Guldin, R.W. 1983. Regeneration costs using container – grown southern pine seedlings. Res. Pap. SO-187. New Orleans: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 29 p.
- Hahn, P.F. 1990. The use of Styroblock 1 & 2 containers for P+1 transplant stock production. In: Rose, R.; Campbell, S.J.; Landis, T.D., eds. Target seedling symposium: Proceedings, combined meeting of the Western Forest Nursery Associations; 1990, August 13-17; Roseburg, OR. Gen. Tech. Rep. RM-200. Ft. Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 223-230.
- Hahn, P.F. 1984. Plug+1 seedling production. In: Duryea, M.L.; Landis, T.D., eds. 1984. Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. Boston: Kluwer Academic Publishers: 165-181.
- Hanan, J.J.; Holley, W.D.; Goldsberry, K.L. 1978. Greenhouse management. New York: Springer-Verlag. 530 p.
- Iverson, R.D. 1984. Planting-stock selection : meeting biological needs and operational realities. In: Duryea, M.L.; Landis, T.D., eds. Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. Boston: Kluwer Academic Publishers: 261-266.
- Landis, T.D.; Lippitt, L.A.; Evans, J.M. 1993. Biodiversity and ecosystem management: the role of forest and conservation nurseries. In: Landis, T.D., tech. coord. Proceedings, Western Forest Nursery Association; 1992, September 14-18; Fallen Leaf Lake, CA. Gen. Tech. Rep. RM-221. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 1-17.
- Matthews, R.G. 1983. Seedling production for crown lands in British Columbia: guidelines for commercial container nurseries. Victoria: BC: British Columbia Ministry of Forests, Silviculture Branch. 45 p.
- McDonald, S.E. 1982. Fully controlled or semi-controlled environment greenhouses-which is best? In: Guldin, R.W.; Barnett, J.P., eds. Proceedings Southern Containerized Forest Tree Seedling Conference; 1981, August 25-27; Savannah, Ga. Gen. Tech. Rep. SO-37. New Orleans: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station: 81-85.
- Morby, F.E. 1984. Nursery site selection, layout, and development. In: Duryea, M.L.; Landis, T.D., eds. Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. Boston: Kluwer Academic Publishers: 9-15.
- Myers, J. 1992. Personal communication. Cœur d'Alene, ID: USDA Forest Service, Cœur d'Alene Nursery.
- Okholm, D.; Abriel, R. 1994a. National Nursery Directory. Portland, OR; USDA Forest Service, Pacific Northwest Region, State and Private Forestry.
- Okholm, D.; Abriel, R. 1994b. Pacific Northwest nursery directory and report. Portland, OR: USDA Forest Service. Pacific Northwest Region, State and private Forestry.

- Ritchie, G.A. 1984. Assessing seedling quality. In: Duryea, M.L.; Landis, T.D., eds. Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. Boston: Kluwer Academic Publishers: 243-259.
- Scagel, R.; Bowden, R.; Madill, M.; Kooistra, C. 1993. Provincial seedling stock type selection and ordering guidelines. Victoria, BC: British Columbia Ministry of Forests, Silviculture Branch. 75 p.
- Van Erden, E. 1982. The fundamentals of container seedling production. In: Scarratt, J.B.; Glerum, C.; Plexman, C.A., eds. Proceedings, Canadian Containerized Tree Seedling Symposium ; 1981, September 14-16; Toronto, ON. COJFRC Symp. Proc. O-P-10. Sault Ste. Marie, ON: Canadian Forestry Service, Great Lakes Forest Research Centre: 83-90.
- Ying, C.C.; Thompson, C.; Herring, L. 1989. Geographic variation, nursery effect, and early selection in lodgepole pine. Canadian Journal of Forest Research 19(7): 832-841.
- Zasada, J.C.; Owston, P.W.; Murphy, D. 1990. Field performance in Southeast Alaska of Sitka spruce seedlings produced at two nurseries. Research Note PNW-RN-494. Corvallis, OR: USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 11 p.