

**MANUAL DE VIVEROS PARA LA
PRODUCCIÓN DE ESPECIES
FORESTALES EN CONTENEDOR**

VOLUMEN 6

**Propagación de Plantas
Capítulo 1**

Planeación del Cultivo

Contenido

6.1.1 Introducción.....	3
6.1.1.1 Métodos de propagación.....	3
Propagación por semilla.....	5
Propagación vegetativa.....	5
6.1.1.2 Tipos de producción y la planta objetivo	7
6.1.2 Crecimiento y desarrollo de la planta.....	11
6.1.2.1 Germinación y emergencia de la semilla.....	11
6.1.2.2 Patrones de crecimiento del brote.....	12
Primera estación de desarrollo del brote	12
Segunda estación de desarrollo del brote	13
6.1.2.3 Ciclos de crecimiento anual	13
6.1.2.4 Fases de crecimiento en vivero	15
Fase de establecimiento.....	16
Fase de rápido crecimiento	16
Fase de endurecimiento.....	16
6.1.3 Construcción del protocolo de propagación	19
6.1.3.1 Fuentes de información de propagación.....	19
Búsqueda sistemática de literatura publicada	19
Comparación de los métodos de propagación de especies relacionadas.....	19
Estudio del ambiente nativo y hábito natural de crecimiento natural de la planta.....	19
Consulta con otros viveros que producen las mismas especies o similares	20
6.1.3.2 Programación de la producción	22
Programación de la producción del cultivo.....	23
Programación de las instalaciones	24
Programación cultural.....	25
6.1.3.3 Recolección y preparación de los propágulos.....	26
6.1.3.4 Programación de las fases de crecimiento de la planta	27
6.1.3.5 Prueba y ajuste de protocolos.....	29
6.1.4 Resumen	32
6.1.5 Referencias.....	33
6.1.5.1 Literatura citada.....	33
6.1.5.2 Referencias generales de propagación.....	34
Apéndice A. Forma del protocolo de propagación.....	36
Apéndice B. Forma para la planeación de la producción del cultivo	37
Apéndice C. Forma para la programación de las instalaciones.....	38
Apéndice D. Forma para la programación cultural	39

6.1.1 Introducción

La propagación de plantas es tanto un arte como una ciencia. En el presente capítulo se discutirá la ciencia de la propagación de plantas, lo cual demanda un conocimiento de la fisiología de la planta, las prácticas culturales en el vivero y las características particulares de la planta que se quiere producir. Sin embargo, el arte de la propagación de plantas no se puede enseñar con un libro o en el salón de clases, ya que se trata de conocimientos técnicos específicos que deben ser adquiridos a través de experiencia o habilidad innata, y a veces requiere un cierto “tacto”. Se dice que los buenos propagadores de planta cuentan con “manos de jardinero”. Los productores exitosos deben ser capaces de reproducir el cultivo con las especies deseadas, tanto de forma consistente como económica. Aunque los viveristas pueden siempre contratar productores o propagadores con estas habilidades, ellos también deberán estar familiarizados con la terminología básica y las técnicas de propagación de plantas.

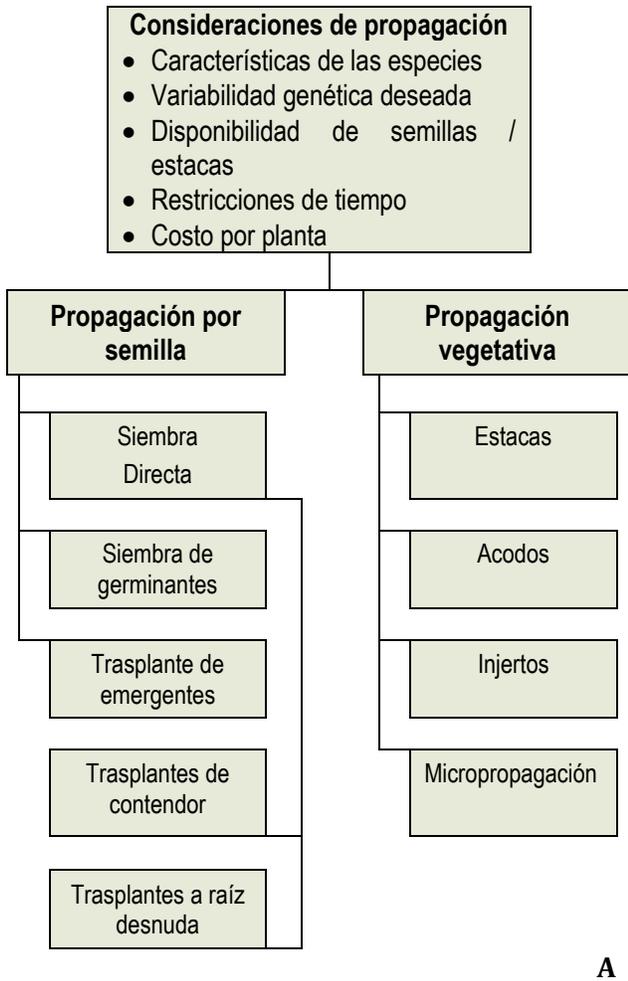
Los cinco volúmenes previos de esta serie muestran cómo construir las instalaciones de propagación y reunir los insumos para el crecimiento del primer cultivo. En este volumen se revisa la secuencia de los procesos y operaciones usadas para propagar plantas en contenedor. El manejo de un vivero exitoso comienza con la planeación. La planeación del cultivo es uno de los aspectos más importantes, y en ocasiones descuidado, en la cultura de las plantas. En este capítulo se discuten los factores que deben ser considerados durante la planeación del cultivo e introduce conceptos de protocolos de propagación y una planeación calendarizada, denominados programación de la producción.

6.1.1.1 Métodos de propagación

La primera fase del proceso de planeación es determinar que tipo de método de propagación será más efectivo y económico para el cultivo de especies. Deben ser consideradas tanto la biología de las especies como los objetivos del proyecto de plantación (Figura 6.1.1A). La

mayoría de las especies de árboles con importancia comercial utilizadas en la reforestación, pueden ser producidas de semillas, aunque algunas especies con importancia ecológica deben ser producidas vegetativamente. Algunos árboles utilizados para producir madera o fibra son propagados vegetativamente a gran escala para multiplicar “clones” que se han seleccionado por características específicas, como un rápido crecimiento. En la década pasada, se ha incrementado cada vez más el interés por la propagación de plantas nativas no comerciales. Uno de los aspectos fascinantes de trabajar en los viveros forestales y de conservación, es que algunas plantas nativas representan desafíos inusuales de propagación (Figura 6.1.1B).

Si es posible propagar una planta, ya sea por semilla o vegetativamente, entonces debe considerarse la cantidad de variabilidad genética que se desea en el cultivo (Figura 6.1.1A). La reproducción sexual da como resultado una mezcla de características genéticas en la descendencia, por lo cual cada planta diferirá ligeramente de sus progenitores y entre sí (Figura 6.1.2). Dado que es muy importante el mantenimiento de la diversidad genética en el manejo de los ecosistemas, la propagación por semilla debe ser preferida siempre que sea posible, dado que es más fácil obtener y mantener la biodiversidad con las semillas, que con la propagación vegetativa. En la actualidad, la mayoría de las especies arbóreas de importancia comercial utilizadas en la reforestación son producidas a partir de semilla, debido a la dificultad de propagarlas de manera vegetativa.



B

Figura 6.1.1 Antes de decidir el sistema de propagación deben ser considerados muchos factores (A). Para plantas como el roble venenoso (*Rhus diversiloba*), la opción de propagación es obvia – por semilla será mucho más seguro que por estacas (B).

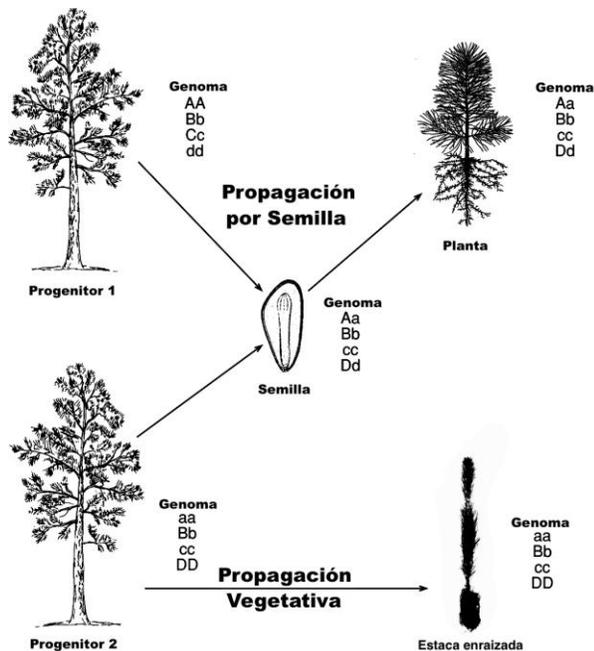


Figura 6.1.2 Las plantas propagadas por semilla lucen diferencias tanto de sus progenitores como de cualquier otra, ya que contienen una mezcla de características genéticas de sus progenitores, mientras que en la propagación vegetativa se producen individuos duplicados de forma exacta a sus progenitores.

La disponibilidad del material de propagación debe considerar las restricciones económicas y en tiempo (Figura 6.1.1A). Algunas especies – como el *Larix occidentalis* – producen cosechas abundantes de semilla, aunque de forma irregular, por lo cual puede ser imposible obtener en tiempo suficiente semilla para un proyecto de plantación. Esto es especialmente cierto para proyectos urgentes, como la rehabilitación de sitios incendiados, cuando los cultivos deben ser producidos en un corto periodo de tiempo. La propagación por semilla casi siempre es más barata que la propagación vegetativa, ya que todas las técnicas de éste último método implican una mayor mano de obra, comparado con la propagación por semilla, y muchas requieren de equipo e instalaciones especiales.

Propagación por semilla. Existen diferentes opciones cuando se selecciona la propagación por semilla (Figura 6.1.1A). La **siembra directa** es el método tradicional y consiste en colocar semillas directamente en el sustrato de

un contenedor, permitiendo que germinen en su lugar (Hartmann *et al.*, 1997). Las plantas se pueden dejar crecer en el mismo envase hasta un tamaño entregable, o pueden ser trasplantadas a contenedores de mayor tamaño (**trasplantes de contenedor**), o colocadas en camas de crecimiento en viveros a raíz desnuda (**trasplantes de cepellón**). Una segunda opción consiste en sembrar semillas en charolas poco profundas, manteniéndolas húmedas y después plantar los **germinantes** (semillas germinadas) en contenedores para su crecimiento. El **trasplante de emergentes** consiste en sembrar semillas en charolas poco profundas y permitir que éstas germinen y las plantas emerjan. Los “emergentes” jóvenes son trasplantados en el contenedor para su crecimiento y finalizar su desarrollo.

Cada una de estas técnicas de propagación de semillas serán necesarias para propagar ciertas especies forestales para conservación. Una mayor información sobre la propagación por semillas, incluyendo una discusión a detalle de las ventajas y desventajas de las diversas técnicas, se proporciona en el capítulo 2 de este volumen.

Propagación vegetativa. Aunque varían considerablemente en la técnica, todas las opciones de la propagación vegetativa (Figura 6.1.1A) son una forma de **reproducción asexual**. El objetivo es realizar múltiples “copias” de una planta o de un grupo selecto de plantas, con una composición genética similar (Hartmann *et al.*, 1997). Las especies que enraízan fácilmente pueden ser propagadas por **estacas** (también denominados esquejes). Este proceso considera la recolección de secciones de tallo, el tratamiento de la parte inferior con hormonas de enraizamiento y posteriormente ser establecidas tanto en charolas rellenas con sustrato hasta que éstas formen raíces o, enterradas directamente en el mismo contenedor para su desarrollo. La propagación por **acodos** consiste en insertar una sección del tallo o de la raíz, unida aun a la planta, en un ambiente favorable para el enraizamiento, hasta que se desarrollan las raíces. La sección enraizada es entonces cortada de la planta progenitora y trasplantada en un contenedor

para su crecimiento. El **injerto** es una técnica de propagación muy especializada en la cual los brotes o yemas de una planta se implantan quirúrgicamente en otra. La técnica de propagación vegetativa más reciente y de mayor desarrollado es la **micropropagación**. Ésta considera una serie de técnicas estériles de laboratorio en la cual, secciones pequeñas del tejido de una planta son químicamente estimuladas para formar múltiples brotes y posteriormente ser enraizadas. Los “explantos” resultantes son trasplantados a los contenedores para su desarrollo bajo un proceso cultural ordinario. Las técnicas de propagación vegetativa varían considerablemente en términos de esfuerzos y costos, y una discusión detallada de sus ventajas y desventajas es proporcionada en el capítulo 3 de este volumen.

Algunas especies pueden propagarse ya sea vegetativamente o por semilla, por lo que la decisión depende de los objetivos del proyecto de plantación. El abeto fraser (*Abies fraseri*), una conífera nativa que tiene un área de distribución natural restringida en las Montañas Humeantes del Sur, ha llegado a ser fuertemente apreciada como árbol de navidad (Blazich and Hinesley, 1994). En este sentido, si el objetivo de la propagación es la revegetación, entonces la propagación sexual deberá ser la opción lógica, usando semillas recolectadas de las zonas semilleras locales. De otra forma, si el objetivo es producir árboles de navidad, entonces será necesaria la propagación por estacas, obtenidas de un cultivar seleccionado por el color deseado del follaje y la forma de la copa. El *Populus tremuloides* (Figura 6.1.3A) es otro buen ejemplo de cómo la elección del método de propagación depende del objetivo. Las semillas de este álamo son muy pequeñas y se dificulta su manejo debido a que están encerradas en una bola de material algodonoso (Figura 6.1.3B). Las semillas pueden ser limpiadas con relativa facilidad, aunque comúnmente se siembran manualmente en los contenedores para su crecimiento, debido a su tamaño pequeño (Figura 6.1.3C). Algunos viveros siembran las semillas en camas de germinación y trasplantan las plántulas

después de que éstas emergen (Figura 6.1.3D). Sin embargo, si el objetivo es mantener las características físicas de un ecotipo o clon específico, el álamo puede ser propagado vegetativamente a partir de brotes de la raíz (Figura 6.1.3E), los cuales son enraizados y posteriormente trasplantados a los contenedores para su desarrollo.



A



B



C



D



E

Figura 6.1.3. El álamo temblón (*Populus tremuloides*) (A) puede ser propagado por semilla o vegetativamente, dependiendo de los objetivos del proyecto de plantación. Si el objetivo es maximizar la diversidad genética, lo mejor es la propagación por semilla. Las semillas del álamo son muy pequeñas (B), por lo cual es difícil controlar la densidad de siembra (C). Sin embargo, las semillas pueden ser producidas como “emergentes” (D), las cuales posteriormente son trasplantadas a los contenedores para su crecimiento. Si el objetivo de la propagación es mantener las propiedades de cierto clon, las estacas de raíz (E) pueden ser cortadas, enraizadas y trasplantadas al contenedor para su desarrollo.

Sin embargo, si el objetivo de propagación es conservar las características físicas de un ecotipo o clon específico, entonces el álamo deberá propagarse vegetativamente de brotes de raíz (Figura 6.1.3E) los cuales son enraizados y después trasplantados a los contenedores para su crecimiento.

6.1.1.2 Tipos de producción y la planta objetivo

El término **tipo de producción** es utilizado para describir distintas categorías de plantas, basado en la edad, tamaño, método de propagación e incluso, la fecha de entrega de la planta. Una amplia variedad de diferentes tipos de producción puede ser desarrollada en los viveros que producen en contenedor. La mayoría de los tipos de producción son producidos en los contenedores durante la rotación completa del cultivo, mientras que los trasplantes son iniciados en contenedores de pequeños volúmenes y después trasplantados para otro periodo de crecimiento, tanto en contenedores de mayor tamaño, como en las camas de raíz desnuda en el vivero (Figura 6.1.1A).

Los tipos de producción son comúnmente descritos con códigos numéricos, que hacen referencia al tipo de contenedor en el cual fueron producidos, aunque el sistema varía entre regiones. Por ejemplo, en el oeste de los Estados Unidos el “Styro 4” se refiere a una planta que ha sido producida en un contenedor de bloque de poliestireno expandido (Styrofoam®), con cavidades de un volumen aproximado de 65 cm³ (4 in³). En la Columbia Británica (Canadá) este mismo tipo de producción es denominado “PSB 313B 1+0”, lo que significa que esta planta fue producida por un año en un contenedor de bloque de poliestireno expandido (Styrofoam®), con cavidades de 3 cm (1.2 in) de ancho y 13 cm (5.1 in) de profundidad (BC Ministry of Forests, 1998). Los trasplantes en contenedor son descritos por el número de años en el vivero a raíz desnuda – por ejemplo, el trasplante cepellón más uno (C+1) habría sido producido por un año más. Un problema importante con cualquiera de los actuales sistemas de nomenclatura de los tipos de producción, es

que las plantas de diferentes tamaños y calidades pueden ser cultivadas en el mismo tamaño de contenedor y por tanto, un “Styro 4” del vivero A puede ser significativamente diferente que un “Styro 4” del vivero B.

El nombre del tipo de producción puede incluir también la época de plantación – primavera, verano u otoño. Dado que en los viveros de contenedor es posible controlar la morfología y fisiología de las plantas, en éstos se pueden cultivar tipos de producción para una amplia variedad de sitios y épocas de plantación. Las características genéticas, morfológicas y fisiológicas de las plantas deben ser dirigidas a sitios específicos de plantación, por lo que el mejor tipo de producción para un sitio dependerá de las demandas biológicas de ese sitio (McGilvray and Barnett, 1982). **No hay un tipo de producción ideal que pueda ser usado para todos los propósitos. La medición más reciente de la calidad de la planta es su desempeño en el sitio de plantación – tanto la supervivencia inicial como su crecimiento temprano** (para un mayor detalle de los tipos de producción ver la sección 1.1.1 y Figura 1.1.3 del volumen 1 de esta serie).

Recientemente, el crecimiento después de la plantación ha venido recibiendo una mayor atención debido a que algunos estándares vigentes de la producción, dan lugar a plantas que sobreviven satisfactoriamente pero no se desarrollan, lo que da como resultado que no plantaciones que no son abastecidas de manera satisfactoria, o que muestran crecimientos pobres. Lo anterior ha generado la generación de nuevos estándares de “libertad de crecimiento” que especifican plantas de mayor tamaño, que son más capaces de competir y crecer de manera satisfactoria después de la plantación (Bowden and Scagel, 1994; Wood, 1994).

Tanto el usuario de la planta como el viverista son corresponsables del éxito de las plantaciones, por lo que deben trabajar estrechamente para definir el mejor tipo de planta para un proyecto de plantación en particular (Rose *et al.*, 1990). El usuario de la planta deberá especificar el origen genético apropiado para las plantas (por ejemplo, fuente

de semillas), el tipo de herramientas de plantación, y cuáles factores ambientales del sitio de plantación serán los más limitantes para la supervivencia y crecimiento. Al estar de acuerdo sobre qué características morfológicas (por ejemplo, altura, diámetro del tallo, volumen de la raíz) y fisiológicas (por ejemplo, estado de dormancia, resistencia al frío) serán necesarias para maximizar el desempeño de la plantación, en un sitio determinado, se está eligiendo el tipo de producción más apropiado – **la planta objetivo** (Figura 6.1.4).

Durante el proceso de planeación, el comprador de la planta y el viverista deberán discutir las características fisiológicas y morfológicas deseables de la planta objetivo, y definir las especificaciones para ese cultivo en particular. El viverista podrá entonces diseñar el calendario de crecimiento para producir ese cultivo, en el menor tiempo posible y al costo más bajo. Por ejemplo, las especificaciones de la planta objetivo para sitios de reforestación en Alberta, Canadá, consisten en cuatro clases de tamaño, para *Picea glauca*, y tres clases para *Pinus contorta* var. *contorta* (Cuadro 6.1.1). Cada clase de tamaño es definida por una altura objetivo y un diámetro del tallo, y puede ser producida en diferentes tamaños de contenedor, o como trasplantes en contenedor (Wood, 1994). Otra excelente discusión de cómo seleccionar la planta objetivo apropiada en Ontario es proporcionada en el libro *Regeneraciones Artificiales de los Bosques de Ontario: Manual para la Selección de Especies y Existencias* (Johnson *et al.*, 1996).

El efecto cultural del vivero sobre las especificaciones de la planta objetivo, se ilustra como la relación entre el tamaño de la planta y el tamaño del contenedor por tipo de plantas, que aumenta con el volumen del envase y separación (Figura 6.1.5). Por ejemplo, para producir *Picea glauca* de una clase de tamaño específica, un viverista seleccionaría un contenedor y diseña un programa de crecimiento que mejor se adapte a las necesidades biológicas de la especie (ver los volúmenes 1 y 7 para continuar con la discusión sobre los tipos de producción).



Figura 6.1.4 Esta planta objetivo de *Pinus ponderosa* var. *ponderosa* muestra las características ideales para su plantación en sitios intermontanos del Oeste: una altura relativamente corta con un cuello de la raíz grueso, y un vigoroso sistema radical.

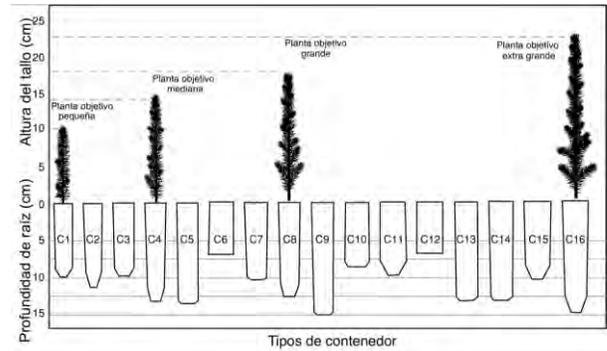


Figura 6.1.5 El volumen del contenedor es uno de los factores más importantes que controlan el tamaño de la planta – contenedores más grandes producen plantas más grandes (modificado de Wood, 1994).

Para desarrollar calendarios de producción efectivos, los productores deben considerar cómo afectan las prácticas culturales las diferentes fases de crecimiento y desarrollo de las plantas.

Cuadro 6.1.1 Especificaciones de la planta objetivo para reforestación en sitios de Alberta, Canadá, comparando los tipos de contenedores usados para su producción.

Especie/Clase de tamaño de planta [†]	Tipo de producción	Altura del brote				Diámetro del tallo (mm)		Código del tamaño del contenedor*
		Objetivo		Rango		Objetivo	Mínimo	
		cm	in	cm	in			
<i>Picea glauca</i>								
Pequeña	Contenedor	10	3.9	8-14	3.1 – 5.5	2.0	> 1.8	C1 – C2
Media	Contenedor	14	5.5	10-20	3.9 – 7.8	2.5	> 2.2	C3 – C4
Grande	Contenedor	17	6.7	12-25	4.7 – 9.8	3.0	> 2.4	C5 – C13
Extra grande	Contenedor	22	8.7	15-28	5.9 – 11.0	3.5	> 2.6	C14 – C16
Extra grande	Trasplante de cepellón	24	9.4	> 14	> 5.5	4.5	> 3.5	N/A
<i>Pinus contorta</i>								
Pequeña	Contenedor	7	2.8	4-10	1.6 – 3.9	1.5	> 1.2	C1 – C9
Media	Contenedor	12	4.7	8-16	3.1 – 6.3	2.8 **	3.0 ***	C10 – C16
Grande	Trasplante de cepellón	16	6.3	> 10	> 3.9	4.5	> 3.0	N/A

Fuente: Wood (1994)

* Ver Figura 6.1.5 ** Primavera *** Otoño

6.1.2 Crecimiento y desarrollo de la planta

Antes de que los viveristas puedan desarrollar un cultivo de plantas, deberán tener conocimientos básicos de cómo se desarrollan y crecen las plantas, ya que el ambiente de propagación y las prácticas culturales afectan la morfología y algunas veces, la posibilidad de venta de la producción. El crecimiento y desarrollo de las plantas es controlado por la genética y el ambiente, ya sea en el vivero o en la misma naturaleza. Sin embargo, de manera proporcional el ambiente tiene un efecto mucho mayor sobre los viveros, donde muchos o todos los factores de crecimiento potencialmente limitantes se mantienen en niveles óptimos. Debido a este primordial efecto del ambiente, las plantas en contenedor crecen y se ven de forma diferente que sus contrapartes silvestres, tanto en cantidad como en el tipo de crecimiento.

6.1.2.1 Germinación y emergencia de la semilla

Durante la germinación de la semilla, el sistema radical comienza a crecer primero, cuando la

radícula penetra la cubierta seminal de la semilla e inicia su expansión hacia abajo, bajo la influencia de la gravedad (**geotropismo**). Después de que la radícula se establece en el sustrato, la plántula sigue cualquiera de los dos patrones de germinación de la semilla (Koszlowski, 1971). La mayoría de las coníferas y algunas especies latifoliadas exhiben una **germinación epigea**, en la que los cotiledones (“hojas de la semilla”) son empujados por encima de la superficie del sustrato por la expansión del hipocótilo (Figura 6.1.6A). Los cotiledones de las coníferas llevan la cubierta seminal en sus puntas para formar una “jaula”. Otras especies de latifoliadas, como los robles, presentan una **germinación hipogea** en la cual los cotiledones permanecen bajo tierra, mientras que el epicótilo (“brote”) se extiende hacia arriba y produce hojas primarias por encima de la superficie del sustrato (Figura 6.1.6B). Algunos géneros, como *Prunus* sp. contienen algunas especies que tienen una germinación epigea y otras con germinación hipogea (Schopmeyer, 1974).

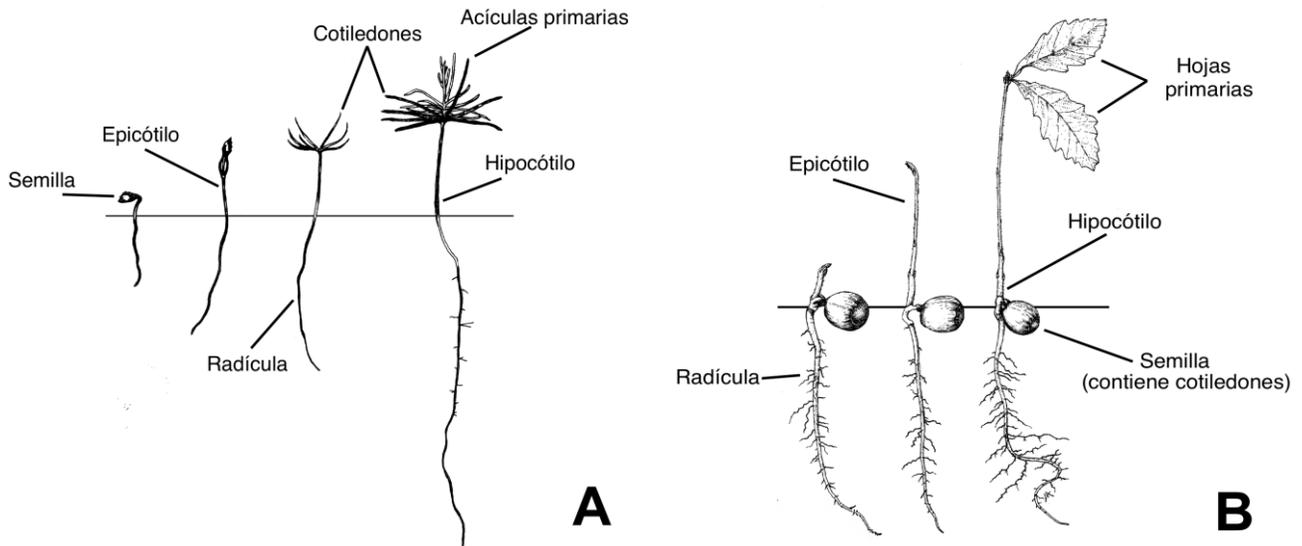


Figura 6.1.6 En la germinación epigea (A), los cotiledones empujan la cubierta seminal por encima del suelo, mientras que en la germinación hipogea (B) tanto el cotiledón como la cubierta seminal permanecen en el sustrato (modificado de Schopmeyer, 1974).

6.1.2.2 Patrones de crecimiento del brote

La forma en la cual crece el brote de la planta es complicado y puede resultar confuso debido a los diferentes términos que se han usando en la literatura. Aquí se prefiere la terminología práctica usada por Powell (1982), que reconoce dos tipos de crecimiento de los brotes. **Crecimiento preformado** (“predeterminado”) es el resultado de la expansión de las estructuras preexistentes: son aquellas preformadas en el embrión para brotes del primer año, o aquellas en las yemas terminales y laterales en los años subsecuentes. Por otra parte, el **crecimiento neoformado** (“libre”) no depende de las estructuras preformadas sino que está determinado por la genética y el ambiente (Figura 6.1.7). Algunas especies presentan ambos en un año determinado, tanto el crecimiento de brotes preformado como el neoformado, mientras que otras sólo presentan uno u otro. Esta tendencia es determinada genéticamente y no puede ser modificada por prácticas culturales (MacDonald, 1998).

La presencia o ausencia de yemas también afecta la terminología del brote (Kozlowski, 1971). Los brotes de muchas especies de zonas templadas, incluyendo las Piceas, forman yemas al final de la estación de crecimiento (**brotes determinados**), mientras que otras especies, como el *Juniperus* spp., no las presentan (**brotes indeterminados**).

Primera estación de desarrollo del brote. El crecimiento y desarrollo de la planta es diferente durante la primera estación de crecimiento, que en los años posteriores, debido a que todas las especies muestran tanto un crecimiento preformado como neoformado (Figura 6.1.8). En la primera estación, la cantidad de crecimiento preformado es determinada por el tamaño del embrión (que está preformado en la semilla), la energía almacenada en la semilla, y el medio de germinación.

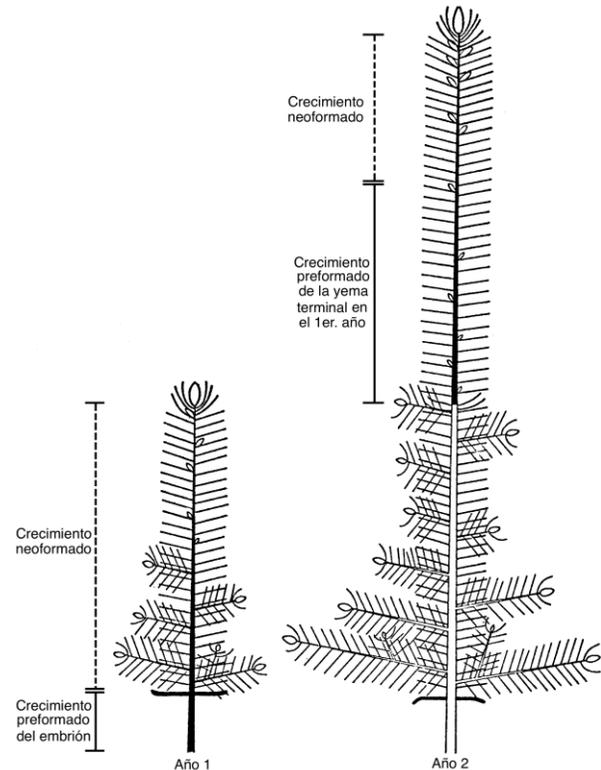


Figura 6.1.7 El crecimiento de los brotes de la planta puede ser dividido en dos categorías: la primera que se expande de la estructura preexistente (“preformada”) y la segunda que se desarrolla libremente durante la estación de crecimiento (“neoformada”) (modificado de Powell, 1982).

Las plantas pueden o no formar yemas típicas al final de la primera estación de crecimiento. Los brotes en determinadas especies cesan su crecimiento y desarrollan (“forman”) **yemas terminales** (Figura 6.1.8A/D). Sin embargo, otras especies indeterminadas nunca forman yemas verdaderas dormantes (Figura 6.1.8B/C). En particular, los brotes de las plantas de pino pueden parecer muy diferentes durante la primera estación de crecimiento, dependiendo de las especies y del medio de crecimiento. Hay al menos 4 variaciones en el desarrollo de brotes de los pinos (Powell, 1982; Thompson, 1989). Algunos pinos sólo producen follaje primario en forma de punzón y, en lugar de una yema verdadera, forman una roseta de acículas al final de la primera estación de crecimiento (Figura 6.1.8C). Otros pinos producen hojas fasciculadas secundarias en las axilas de las acículas primarias, formando una típica yema en reposo (Figura 6.1.8D). En

algunos pinos de zonas templadas, el tiempo de formación de la yema está bajo un fuerte control genético, y el brote no continuará extendiéndose incluso bajo condiciones ideales de cultivo, en invernadero completamente controlado (Thompson, 1989). Por ejemplo, las plantas de *Pinus ponderosa* var *ponderosa* comúnmente forman una yema terminal firme a principios de julio, aún y cuando se estén produciendo en invernadero, bajo fotoperiodos de días largos y alta fertilización. En otras especies, como *Picea pungens*, el crecimiento de los brotes continuará durante más de un año bajo condiciones ideales de crecimiento, antes de que formen una yema (Young and Hannover, 1978). Los productores deben inducir la formación de la yema en estas especies, modificando drásticamente el ambiente de propagación. Los ecotipos de latitudes más al norte son particularmente propensos al libre crecimiento durante los días largos del verano, por lo que los viveristas requieren utilizar prácticas culturales extraordinarias como cortinas opacas para promover la formación de yemas y la dormancia. El desarrollo de la yema es particularmente importante, ya que la presencia y el tamaño de éstas es considerado por muchos clientes como signo de calidad de la planta (una mayor discusión sobre el desarrollo de la yema y sus efectos sobre la calidad, puede encontrarse en la sección 6.4.4 de este volumen).

Bajo condiciones de vivero, el crecimiento del brote en las especies latifoliadas también es muy variable. En los robles se puede formar una yema en reposo temporal con escamas, de entre varios brotes, mientras que una yema con plena dormancia sólo se forma al final de la estación de crecimiento. El tamaño y forma de la hoja también cambia entre estos brotes de crecimiento, con las que se forman después, las cuales son mucho más grandes y más profundamente lobuladas (Powell, 1982). Sin embargo, en otras especies indeterminadas como el Abedul (*Betula* spp.) y el Olmo (*Ulmus* spp.), nunca se forma una verdadera yema terminal (Figura 6.1.8B). Mas aún, las yemas de las puntas abortan al final de la estación de crecimiento, y las yemas laterales funcionan

como la nueva yema terminal (Kozlowski, 1991).

La “moraleja” así es que el tipo de medio de propagación tiene un profundo efecto en el patrón de crecimiento de las plantas y que algunas prácticas culturales, especialmente la iluminación fotoperiódica, afectará la cantidad y el tipo de crecimiento de los brotes en el vivero (esto se discutirá a detalle en la sección 6.4.4 de este volumen).

Segunda estación de desarrollo del brote. Si las plantas se mantienen durante un segundo periodo de crecimiento (un tipo de producción 2 + 0), algunas especies producen sólo un brote de crecimiento preformado o neoformado, mientras que otras producirán ambos tipos, en forma secuenciada (Figura 6.1.7). Determinadas especies, como los pinos, muestran la primera estructura de crecimiento como una extensión completa del brote en la segunda temporada de crecimiento, la cual proviene tanto de las unidades del tallo preformado en la yema en dormancia, de las rosetas en reposo, o de las yemas de brotes largos (Powell, 1982). El crecimiento del brote en otras especies indeterminadas incluyendo *Juniperus* spp. y *Betula* spp., no dependen de estructuras preformadas a partir de la primera estación de crecimiento, aunque se componen de sólo un crecimiento neoformado. Plantas de *Picea* spp. y *Tilia* spp. exhiben tanto un crecimiento preformado como neoformado, con la cantidad del crecimiento neoformado fuertemente controlado por el ecotipo (Von Wuehlisch and Muhs, 1991).

6.1.2.3 Ciclos de crecimiento anual

En la naturaleza, las plantas de especies forestales y para conservación siguen un ciclo típico de crecimiento anual. Este ciclo inicia con la germinación de las semillas o el rompimiento de la dormancia al inicio de la primavera, y continúa hasta el otoño, cuando las plantas vuelven a entrar en dormancia. Estos mismos ciclos de crecimiento se presentan en el vivero, aunque la presencia de varios eventos fenológicos dependen de la fecha de siembra y del tipo de medio de propagación. Comúnmente, sólo el tamaño del brote y el

diámetro del tallo son monitoreados, ya que estas mediciones son fáciles de obtener y son no destructivas. En algunos viveros además se muestrean las plantas durante la estación de

crecimiento para obtener el peso seco (en horno), el cual permite graficar la biomasa de la planta y el crecimiento radical en el tiempo.

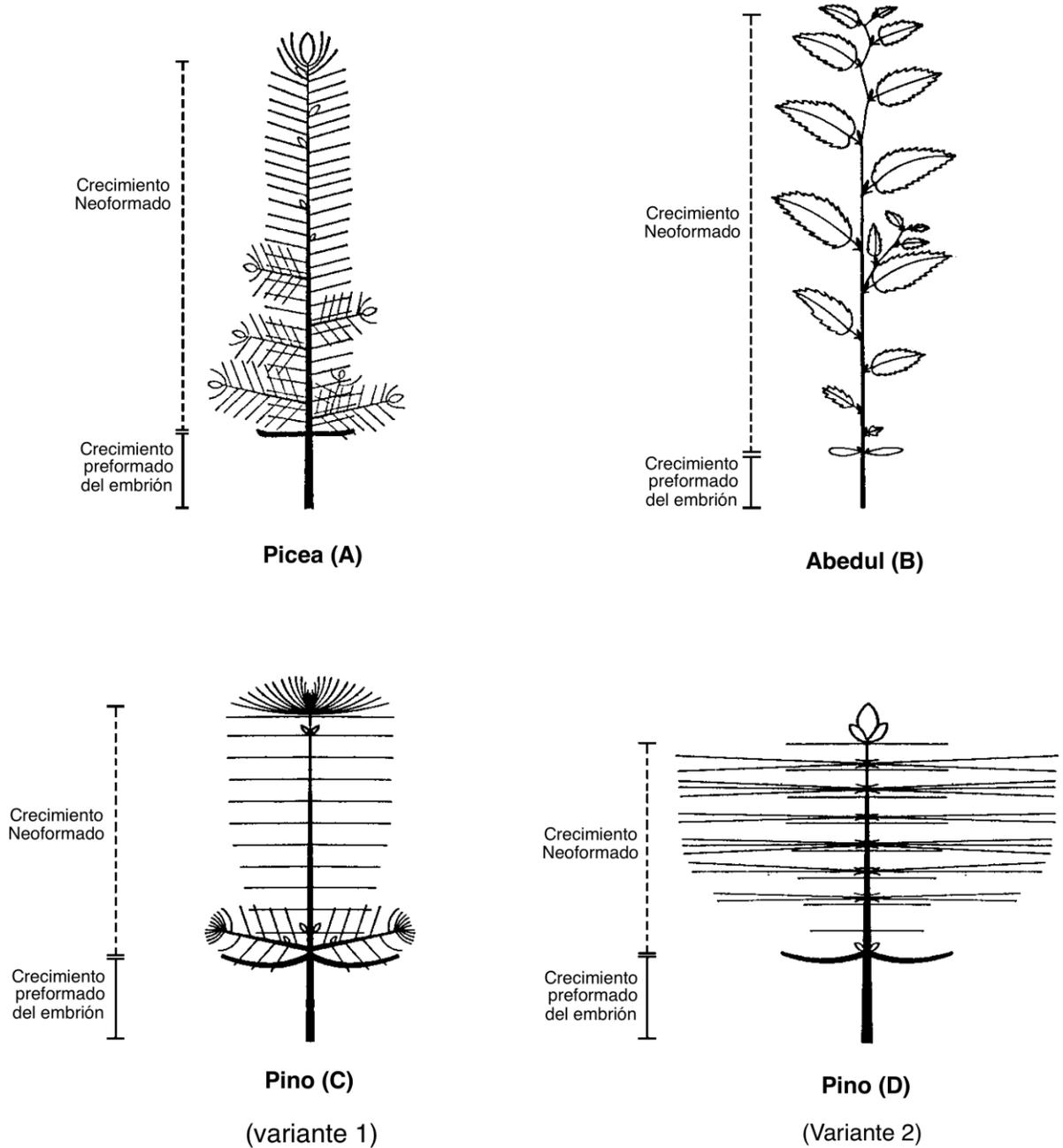


Figura 6.1.8 En el primer año, las plantas muestran diferentes patrones de crecimiento de los brotes en el vivero, dependiendo de las especies, el medio de propagación y la longitud del día (modificado por Powell, 1982).

Estos ciclos de crecimiento de las plantas pueden ser graficados en dos formas: **crecimiento total** y **crecimiento incremental**. La curva del crecimiento total es el método de graficación más comúnmente usado y muestra las dimensiones de la planta graficado en el tiempo, a lo largo de la estación de crecimiento (Figura 6.1.9). Las curvas de crecimiento total son útiles para mostrar el crecimiento progresivo de la planta, en relación a las especificaciones objetivo en cuanto a la altura del brote y diámetro del tallo. La tasa de crecimiento relativo es ilustrado por la pendiente de la línea – entre más pronunciada es la pendiente de la curva, el crecimiento de la planta será mayor. El otro tipo de curva menos común es el crecimiento incremental, el cual grafica más bien la tasa de crecimiento en lugar del crecimiento total (Figura 6.1.10). Las curvas de crecimiento incremental son útiles debido a que revelan los patrones de periodicidad del crecimiento (el monitoreo del crecimiento de la planta se discute también en la sección 1.5.4 del volumen 1 de esta serie).

Las raíces comienzan a crecer después de que germina la semilla y continúan hasta que las plantas son mayores. En las nuevas siembras, el crecimiento del brote inicia con la emergencia o con el rompimiento de las yemas en las producciones de mayor edad (Figura 6.1.10). El crecimiento del diámetro del tallo (“caliper”) en las plántulas recién germinadas inicia después de que el cambium vascular se desarrolla, y comienza a producir células leñosas, en las 4 a 6 semanas de edad (MacDonald, 1998). En plantas de mayor edad, el crecimiento del diámetro del tallo inicia a principios de la primavera, y aumenta lentamente hasta alcanzar su máximo después de la formación de la yema terminal, y posteriormente se detendrá gradualmente hasta que el frío induce la dormancia.

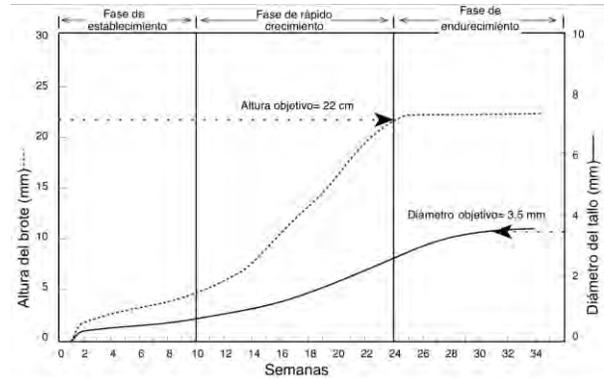


Figura 6.1.9 Curva del crecimiento total de la planta: la altura del brote se acerca a la altura objetivo al final de la fase de rápido crecimiento, mientras que el mayor crecimiento del diámetro del tallo se presenta durante la fase de endurecimiento.

Se debe tomar en cuenta que existe una competencia entre el brote y la raíz por los fotosintatos y por tanto, un incremento en el crecimiento del brote provoca una disminución relativa de la raíz y el crecimiento cambial (Figura 6.1.10). Todas las plantas siguen este mismo patrón general, aunque la tasa de crecimiento varía entre diferentes especies.

6.1.2.4 Fases de crecimiento en vivero

Con fines de planeación, el crecimiento de plantas y desarrollo bajo prácticas culturales en el vivero pueden ser divididas en fases de crecimiento consecutivas. Aunque han sido usadas hasta siete diferentes fases, se prefieren sólo tres: el **establecimiento**, el **rápido crecimiento** y el **endurecimiento**. La duración relativa de estas fases es ilustrada en las Figuras 6.1.9 y 6.1.10. Los viveristas deberán contar con un plan cultural detallado para cada fase, que les permita alcanzar sus objetivos (Van Steenis, 1993; Wood, 1994). Debido a que los objetivos culturales son diferentes para cada fase, el ambiente y quizás aún, el tipo de estructuras de propagación también serán diferentes. La cantidad de tiempo requerido para cada una de estas fases de crecimiento variará dependiendo de las especies, el origen de las semillas, el tipo de ambiente de propagación y las prácticas culturales. Los viveristas usan la información de cultivos previos para estimar la duración de cada fase y el tiempo total del ciclo del cultivo.

Fase de establecimiento. En el caso de la propagación por semilla, la fase de establecimiento inicia cuando las semillas son sembradas, continúa durante la germinación y emergencia, y finaliza cuando la plántula desarrolla hojas verdaderas. En la propagación vegetativa, esta fase inicia cuando las estacas son colocadas en los contenedores y finaliza cuando éstas han enraizado y los brotes comienzan a crecer. Con fines de planeación, la fase de establecimiento puede ser dividida en las dos siguientes etapas:

Etapas de germinación. Inicia cuando las semillas son sembradas y concluye cuando las plántulas forman cotiledones. La germinación y emergencia deben terminar entre los 14 a 21 días; si esto no sucede, es porque las semillas no recibieron una preparación adecuada o son de mala calidad. El estrés por temperatura y humedad es crítico durante esta etapa, por lo que los productores deben tener especial atención a los daños abióticos y a las enfermedades.

Etapas de crecimiento temprano. Inicia cuando las plántulas han emergido y continúa hasta que los brotes inician el rápido crecimiento; esto puede tardar de 4 a 8 semanas. A menudo las plantas muestran una breve pausa en su crecimiento mientras se forman las rosetas de las hojas primarias por encima de sus cotiledones, y después continúa el crecimiento del brote. El follaje primario de algunas especies, incluyendo a los pinos y los eucaliptos, es diferente en forma, tamaño y color, comparado con las hojas maduras. Las plantas muestran un rápido crecimiento radical al principio de la etapa de crecimiento, con la formación de raíces laterales después de que la raíz principal alcanza la base del contenedor y detiene su crecimiento (“poda aérea”). (Un mayor detalle de los procedimientos culturales y de los ambientes de propagación para la fase de establecimiento se proporciona en el capítulo 4 de este volumen).

Fase de rápido crecimiento. Es llamada así ya que es durante este periodo que las plantas jóvenes incrementan rápidamente en tamaño; el volumen de la mayor parte del incremento

de la biomasa es en el tejido del brote, con un crecimiento relativamente menor en el diámetro del tallo y la raíz (Figura 6.1.10). Esta fase inicia después de la etapa de cotiledón, cuando los nuevos brotes comienzan a crecer a una tasa acelerada o exponencial, y culmina cuando las plantas han alcanzado la altura objetivo (Figura 6.1.9). En ciertas especies, esto ocurre cuando se forma la yema terminal (“establecida”); mientras que en otras especies indefinidas no se forma una yema, y el único indicador visible es la obtención de la altura objetivo. La duración de la fase de rápido crecimiento puede variar considerablemente, aunque tarda normalmente entre 10 y 20 semanas. Sin embargo, este tiempo está en función de la fecha de siembra, la altura objetivo deseada, las características de las especies y especialmente el medio de propagación.

Por lo tanto, es crítico mantener todos los factores ambientales cercanos a los niveles óptimos. Por ejemplo, el crecimiento del brote de muchas especies de clima templado es particularmente sensible al fotoperiodo (“duración del día”) y podrá cesar de manera abrupta y formar una yema terminal, si la luz fotoperiódica deja de funcionar, incluso, por una sola noche (la fase de rápido crecimiento se discute a detalle en el capítulo 4 de este volumen).

Fase de endurecimiento. Es el periodo de tiempo en el cual la planta canaliza la energía para el crecimiento del brote hacia el crecimiento de la raíz y diámetro del tallo (Figura 6.1.10), y también se condiciona gradualmente para soportar el rigor por la cosecha, transporte y plantación. Aquí el objetivo cultural es detener el crecimiento del brote, iniciar el desarrollo de la yema terminal en determinadas especies, e inducir gradualmente la dormancia en la planta. Esto se logra mediante el cambio de cuatro factores ambientales: reducción de la temperatura, inducción de un estrés hídrico leve, reducción del fotoperiodo y modificación de las tasas de fertilización y nutrientes minerales. Durante esta fase las plantas alcanzan el diámetro requerido del tallo (Figura 6.1.9), se establecen

las yemas laterales, y el crecimiento radical continúa hasta la formación de un cepellón firme. La fase de endurecimiento tiene dos diferentes objetivos culturales, aunque fisiológicamente relacionados que se deben alcanzar en dos etapas secuenciales: inducción a la dormancia y el condicionamiento al estrés.

Inducción a la dormancia. Debido a que el crecimiento de la planta no puede ser detenido de forma abrupta, la fase de endurecimiento debe iniciarse cuando las plantas se encuentran aproximadamente entre un 80 a 90% de la altura objetivo, teniendo en cuenta este “crecimiento muerto”. Mientras el crecimiento del brote comienza a disminuir, el diámetro del tallo continúa incrementándose al tamaño requerido (Figura 6.1.9). En la mayoría de las especies que exhiben un crecimiento determinado, el desarrollo de la yema inicia durante esta etapa. Con especies indeterminadas como los pinos del sur (*Pinus* spp.) y los enebros (*Juniperus* spp.), no se forma una yema verdadera y el brote simplemente detiene su crecimiento.

Acondicionamiento al estrés. Las plantas de contenedor son extremadamente suculentas después de la fase de rápido crecimiento y tienen poca tolerancia al estrés. Por ello, deben de ser endurecidas de forma gradual para que puedan tolerar el estrés provocado en la cosecha, el manejo, su almacenamiento y plantación. El momento y la duración de la fase de endurecimiento dependerá de cuándo serán establecidas las plantas en campo, así como de los tipos de estrés que serán encontrados en el sitio de plantación:

- **Plantación de verano.** Las plantas que serán establecidas durante el verano en sitios con un estrés relativamente bajo, mantienen un crecimiento activo y cuentan con poca resistencia al frío. Debido a que las plantas serán establecidas en época de calor, son entregadas con una relativa suculencia, no pueden ser almacenadas en frío y deberán ser plantadas en pocos días o periodo corto.
- **Plantación de otoño.** Esta producción recibe una cantidad moderada de

endurecimiento, por lo que las plantas no alcanzan una completa dormancia cuando son enviadas. Aunque el tejido del tallo se ha lignificado, las plantas no están completamente endurecidas. Las yemas se han formado en especies determinantes. Este grado de endurecimiento se alcanza de 5 a 7 semanas, aunque el sistema radical se mantiene activo.

- **Plantación de invierno o primavera.** Estas plantaciones requieren plantas completamente endurecidas y brotes con una dormancia bien desarrollada, y esta producción es comúnmente almacenada en frío por al menos, algunas semanas. Debido a su alto nivel de resistencia al frío, estas plantas cuentan con una máxima resistencia a todos los tipos de estrés. El endurecimiento total comúnmente requiere de 6 a 10 semanas para completarse (la fase de endurecimiento se discute a detalle en el capítulo 4 de este volumen).

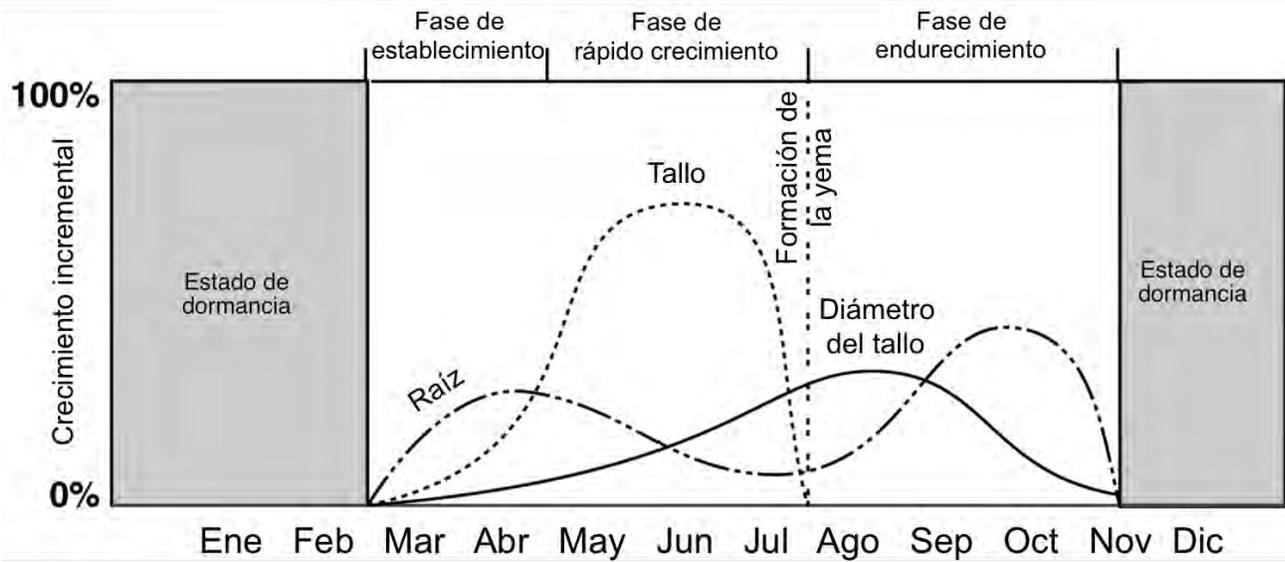


Figura 6.1.10 Curva del crecimiento incremental de la planta: el crecimiento de la raíz se presenta al inicio y al final del programa del cultivo; la mayoría del crecimiento del brote se presenta antes de finalizar la fase de rápido crecimiento, con el mayor crecimiento del diámetro del tallo durante la fase de endurecimiento.

6.1.3 Construcción del protocolo de propagación

Un protocolo de propagación es la documentación detallada y sistemática de todas las etapas necesarias para propagar una planta, iniciando con la recolección de semillas o estacas y concluye con la cosecha, almacenamiento y envío. Un protocolo común de propagación para el *Quercus macrocarpa* se muestra en el Cuadro 6.1.2.

6.1.3.1 Fuentes de información de propagación

En comparación con los cultivos ornamentales, las especies forestales para conservación representan un problema difícil, debido a la gran cantidad de especies y ecotipos, algunos de los cuales no son ampliamente propagados. Además, los programas específicos de producción normalmente no son publicados dado que éstos varían mucho con la respuesta de especies individuales, y del clima en el vivero. Sin embargo, existen fuentes de información para construir un protocolo de propagación (Munson and Nicholson, 1994):

Búsqueda sistemática de literatura publicada. Existe la posibilidad de que alguien haya propagado las especies con anterioridad, por lo cual, la primera etapa es realizar una búsqueda de literatura. Los textos generales de horticultura pueden contener información específica, aunque se puede tener más suerte con publicaciones técnicas periódicas y revistas especializadas de viveros. Por ejemplo, el artículo "Propagación del abeto fraser (*Abies fraseri*)" en la Revista de Horticultura Ambiental (*Journal of Environmental Horticulture*) proporciona una panorámica detallada de cómo propagar estas especies por semilla o vegetativamente (Blazich and Hinesley, 1994). En particular, las Memorias Documentales de la Sociedad Internacional de Propagadores de Plantas (*Combined Proceedings of International Plant Propagator's Society*) es una gran fuente de información. También pueden ser útiles las publicaciones regionales y especializadas de los jardines botánicos y de las sociedades de plantas nativas. Una lista general con referencias de

propagación se proporciona en la sección 6.1.5.2 de este volumen.

Comparación de los métodos de propagación de especies relacionadas. Si no existe información específica para las especies, la información de los parientes propagados cercanos a nivel de género o incluso familia puede ser útil. Estos familiares deben crecer en una zona climática general. Sin embargo, es necesario recordar que pueden existir variaciones considerables incluso dentro de un género. Por ejemplo, los requerimientos de estratificación de semillas para las especies de maple (*Acer* spp.) pueden variar considerablemente (Schopmeyer, 1974).

Estudio del ambiente nativo y hábito natural de crecimiento natural de la planta. Los factores ambientales como la precipitación total, su distribución estacional y las temperaturas máxima/mínima pueden afectar la germinación de las semillas. La mayoría de las especies forestales para conservación de las zonas templadas requieren una exposición a temperaturas frías y condiciones de humedad, que naturalmente se presentan durante el invierno. Por ello, las especies de estos climas podrán requerir lógicamente un tratamiento de estratificación con frío y humedad, antes de que las semillas germinen. Las especies adaptadas a ecosistemas dominados por el fuego, como muchas de las especies de chaparral, tienen semillas que requieren tratamiento con agua caliente o incluso humo. Especies que crecen en matorrales bajos, como la rosa (*Rosa* spp.) o las bayas silvestres pueden arraigar fácilmente, por lo que pueden ser propagadas vegetativamente por estacas o acodos.

Muchas otras pistas pueden ser obtenidas mediante el estudio de cómo crecen las plantas de manera silvestre. Cuando se construye un protocolo de propagación por semilla, la información ecológica como el hábitat de crecimiento y el tipo de fruto pueden proporcionar pistas útiles (Finnerty, 1994). En particular, la información de cómo se diseminan las semillas en la naturaleza y el

hábitat que ocupa con relación a las especies en la naturaleza, puede también ser útil (Cuadro 6.1.3). Sin embargo, los productores deberán estar atentos a la información incorrecta. Por ejemplo, se tiene la creencia común de que la Castilleja (*Castilleja* spp.) no se puede propagar debido a que comúnmente se encuentra viviendo como semi-parásita en la Artemisia (*Artemisia* spp.) y otras plantas. Una revisión de la cubierta seminal reveló uno de los problemas – ésta contiene una red de finos pelos que inhiben la absorción del agua. Este impedimento puede ser fácilmente eliminado con la frotación manual (Borland, 1996).

Consulta con otros viveros que producen las mismas especies o similares. En particular, los nuevos viveristas requerirán un poco de información básica de tipo cultural, antes de comenzar a planear el cultivo potencial. Aunque consume mucho tiempo, la experiencia indirecta obtenida mediante pláticas con otros productores es muy valiosa. Por razones obvias muchos viveros privados no quieren compartir sus secretos de propagación, aunque los viveros gubernamentales son excelentes fuentes de información técnica, ya que la mayoría considera la transferencia de tecnología como parte de su mandato. Hay sociedades de plantas nativas en casi todos los estados o comúnmente, el horticultor de los jardines botánicos regionales estaría encantado de compartir información. El Jardín Botánico de Denver ha propagado de 1,000 a 2,000 especies de plantas nativas (Borland, 1996).

Existen algunas publicaciones técnicas, como la clásica de *Semillas de Plantas Leñosas en los Estados Unidos* (Schopmeyer, 1974) del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, la cual prevé información general sobre la recolección de semillas, procesamiento, almacenamiento y prácticas culturales en el vivero. [una nueva versión de este valioso libro ha sido republicada por Young and Young (1992), quienes incluyeron especies adicionales. En este momento el Servicio Forestal está trabajando en la revisión del libro de Semillas de Plantas Leñosas de los Estados Unidos y planea volver a publicarlo como el Manual de

Semillas de Plantas Leñosas (su nombre popular), y ponerlo a disposición en su página Web]. El vivero forestal experimental de la Universidad de Idaho ha publicado una serie de boletines técnicos que describen las técnicas culturales y los regímenes de crecimiento que han desarrollado para la mayoría de las coníferas comerciales, en su región (Wenny and Dumroese 1987a,b,c; 1988; 1990a,b; 1991; 1992), Muchos viveros gubernamentales cuentan con manuales operativos que también son una excelente fuente de información cultural. Muchos de éstos no han sido publicados de manera formal, aunque ellos están en la mejor disposición de realizar copias. Por ejemplo, la información sobre la propagación de diversas especies es particularmente difícil de encontrar, aunque el *Manual de Producción en Invernaderos y Casas Sombra* del Vivero Estatal Mason, en Illinois, considera pastos, hierbas, flores silvestres, plantas ribereñas y de humedales, arbustos leñosos y árboles de las Grandes Llanuras (Mountz, 1993). (una lista de otras publicaciones que contienen información específica de propagación puede ser encontrada en la sección 6.1.6.1).

Cuadro 6.1.2 Ejemplo de un protocolo de propagación común.

<p>INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES: Especies: Roble Bur (<i>Quercus macrophylla</i>) Ecotipo: Dakota del Norte Sitio de plantación: Grandes Llanuras del Norte Fecha de Plantación: Abril a Mayo</p> <p>INFORMACIÓN DE LA PLANTA OBJETIVO Altura: 10 a 18 pulgadas Diámetro del Tallo: 4 a 6 mm Sistema Radical: Cepellón firme</p> <p>PROPAGACIÓN Y CALENDARIO DEL CULTIVO Ambiente de Propagación: Invernadero completamente automatizado Método de propagación de las semillas: Siembra de germinantes Fuente de semilla: Recolección manual de las Montañas Tortuga, ND Recolector y Fecha: Roy/16 de septiembre de 1996 Semillas/kg (lb): 165 (75) Porcentaje de germinación: 45% Porcentaje de pureza: 100% Procesamiento de semillas: Flotación de las bellotas en agua y uso sólo de las precipitadas. Tratamiento de las semillas: inmersión de bellotas en solución fungicida (Captan) para reducir el moho durante la estratificación. Colocar las bellotas húmedas en una bolsa plástica en un refrigerador por 180 días de estratificación con frío húmedo de 0 a 2°C (3 a 36°F). Remoción de bellotas del refrigerador de 4 a 5 días antes de la siembra, enjuagar para remover el fungicida. Colocar las bellotas en tubos y cubrir con película plástica para conservar la humedad. Llenar los tubos de a 1/4 o 1/3 de su capacidad y colocarlos en ambiente cálido – 60 a 66°F (16 a 19°C) para estimular una rápida germinación.</p> <p>Método de propagación vegetativa: N/A Tipo de estacas: N/A Recolector y fecha: N/A Tratamiento de estacas: N/A Enraizamiento (%): N/A Época de trasplante: N/A Tipo de contenedor y volumen: Plantar el <i>Quercus macrophylla</i> en contenedores con cavidades grandes para alojar bellotas grandes; espaciar ampliamente para permitir buen desarrollo del cuello de la raíz. El contenedor Spencer-Lemaire Tinus Roottrainer® tiene una abertura superior de 3.8 X 5.1 cm (1.5 X 2.0in) y profundidad de 18.5 cm (7.2 in); estas cavidades son de 350 cm³ (21.5 in³) de volumen y densidad de 516 celdas/m² (48 celdas/ft²).</p>	<p>Otro buen contenedor para esta especie es el bloque de poliestireno expandido “Colorado Styroblock”, el cual tiene una apertura superior de cada cavidad de 5 x 5 cm (2 x 2 in) y una profundidad de 20 cm (8 in). Estas cavidades tienen 492 cm³ (30 in³) de volumen, con una densidad de celdas de 270/m² (25/ft²).</p> <p>Sustrato: Cavidades llenadas con 50% de Turba (peat moss del género <i>Sphagnum</i>) y 50% de vermiculita grado #2, presionando ligeramente para remover bolsas de aire. Use una cubierta con punzones grandes para generar espacios para los germinantes.</p> <p>Tiempo total para la cosecha: 12 meses, incluyendo almacenamiento en frío.</p> <p>Fecha de siembra: 1 de marzo</p> <p>Técnica de siembra/plantación: Siembra de las semillas germinadas (“germinantes”).</p> <p>Fecha y porcentaje de emergencia: Deberá tener un 85% para el 1 de abril.</p> <p>Técnica de siembra/plantación: Irrigar los contenedores llenos hasta la saturación del sustrato. Remover las bellotas germinadas y colocar un germinante en la oquedad pre-hecha en la parte superior de cada contenedor. Asegurarse de sembrar con una profundidad de al menos 1 cm (1/2 in) y orientar la radícula hacia abajo para prevenir el doblez anormal del tallo. Cubrir los germinantes con una cubierta superficial de perlita.</p> <p>Fase de establecimiento. Mantener el invernadero cálido y húmedo tanto en el día como en la noche (ver el calendario siguiente). Nebulice frecuentemente para mantener el ambiente “húmedo pero no mojado” hasta que se desarrollen las primeras hojas verdaderas. Fertirrigar dos veces por semana con una solución baja en nitrógeno (100 ppm) pero bien balanceada. Mantenga las hojas secas para evitar hongos patógenos. Las plantas de <i>Quercus macrophylla</i> pueden tolerar luz solar directa, por lo que no requiere sombra, aunque la luz fotoperiódica se requiere para mantener las plantas con un crecimiento activo. Encender los generadores de dióxido de carbono tan pronto como se desarrollen las primeras hojas verdaderas y mantenerlo durante las 4 horas previas a la salida del sol.</p>
--	--

<p>Fase de rápido crecimiento. Después de que la planta está bien establecida en el contenedor, incrementar el rango de temperatura del día de 24°C (75°F) a 32°C (90°F) para promover múltiples brotes. El Roble bur crece en series de hasta 4 brotes de altura similar. Mantener alta la humedad relativa para minimizar el estrés hídrico. A medida que las hojas crecen en tamaño, el riego llega a ser más difícil dado que un alto porcentaje del agua aplicada es interceptada y nunca llega a alcanzar el sustrato. Por lo tanto, se debe incrementar en consecuencia la duración de cada riego y el número de riegos por semana. Aunque es simple mantener el riego hasta que el follaje comience a escurrir, se debe monitorear el peso de los contenedores para mantener el sustrato en un rango ideal de humedad. Ferrirrigue dos veces por semana con una solución bien balanceada, con una alta concentración de nitrógeno (200 ppm), para mantener todos los nutrientes minerales esenciales a niveles óptimos.</p> <p>Fase de endurecimiento. A medida que las plantas de contenedores individuales alcanzan la altura objetivo, se deben mover a finales del verano hacia la casa sombra. El deshije de las plantas de mayor tamaño provoca una apertura del dosel y hace más fácil el riego. A mediados de agosto se deben mover todas las plantas para iniciar su endurecimiento bajo condiciones ambientales. Colocar las plantas sobre camas elevadas para fomentar la poda aérea de las raíces.</p>	<p>El cambio de menor humedad y un fotoperiodo natural ayuda a provocar el proceso de endurecimiento. Para el endurecimiento se debe cambiar la fórmula de fertilización a un nivel reducido de nitrógeno, cercano a las 50 ppm, y se debe aplicar mientras la temperatura del día esté por arriba del punto de congelación y los cepellones permanecen descongelados.</p> <p>Fecha de cosecha: Finales de octubre</p> <p>Condiciones de almacenamiento: Extraer las plantas de sus contenedores y agruparlos con sus cepellones envueltos con celofán. Colocar los paquetes de plantas en una caja de cartón, cubierta con plástico (película de polietileno); colocar las cajas en almacenamiento bajo congelación, a una temperatura de - 4 a - 6 °C (20 a 25 °F).</p> <p>Duración del almacenamiento. Mantener las plantas de roble en la cámara de refrigeración hasta su envío al sitio de plantación, en la próxima primavera. Una semana antes de su entrega, elevar la temperatura de la cámara de congelación de 2 a 5°C (35 a 40°F). Remover las cajas de forma individual de la cámara de refrigeración y descongele a temperatura ambiente para su entrega.</p> <p>Propagador: Roy Laframboise, Vivero Estatal Towner, HC 2, Box 13, Towner, ND 58788.</p>
--	---

Cuadro 6.1.3 Pistas de cómo propagar especies se pueden obtener estudiando el cómo crecen las plantas en la naturaleza.

Método de dispersión de semillas	Hábitat natural	Géneros con semillas fáciles de germinar (%)	Géneros con semillas difíciles de germinar (%)
Viento	Sotobosque	93	7
	Dosel	88	12
Aves	Sotobosque	40	60
	Dosel	50	50
Mamíferos	Sotobosque	30	70
	Dosel	47	53

Fuente: Manson and Nicholson (1994)

6.1.3.2 Programación de la producción

La programación de la producción es una parte fundamental de un protocolo de propagación, ya que proporciona una buena forma de visualizar de manera ilustrada las etapas del protocolo, y cómo éstas se relacionan en el tiempo. Éstos sirven como gráficos visuales de tiempo, sobre el tipo de ambiente de propagación que se debe mantener, así como

las prácticas culturales y los procesos que son necesarios, desde la preparación de la semilla hasta la entrega de las plantas. Si además la información detallada de tipo económico se registra, la programación de la producción puede usarse para ilustrar los costos y beneficios de los diferentes regímenes de producción (Clements and Dominy, 1990).

Se recomiendan tres diferentes tipos de programación: la producción del cultivo, instalaciones y las labores culturales. Dentro de cada uno el formato es básicamente el mismo - el tiempo es incluido en la parte superior del gráfico, y los factores culturales y de manejo en el extremo izquierdo. Los intervalos de tiempo variarán de semanas a meses o años, dependiendo de los factores que serán contabilizados, y el grado de detalle requerido. Toda la programación de la producción es completada de la misma forma. Se inicia con la fecha en que deberá ser entregada la producción y se trabaja hacia atrás bloqueando las secciones de tiempo para las diferentes operaciones, hasta llegar a la fecha en que debe iniciarse la producción. Aunque la calendarización puede variar de vivero en vivero, lo importante no es el formato en sí, sino más bien que los viveristas cuenten con un plan de acción detallado antes de iniciar el cultivo.

Aunque pueden ser llenados a mano, los esquemas de la programación de la producción son fáciles de construir mediante modernos programas de cómputo como procesadores de palabras u hojas de cálculo. Un ejemplo del esquema de programación se muestra en los Cuadros 6.1.4, 6.1.5 y 6.1.6, que fueron desarrollados en WordPerfect 8.0© (procesador de palabras), en un par de horas usando la opción "Table QuickCreate" (Creación rápida de tabla). Una vez que se ha completado el marco general de la programación de la producción, se pueden incluir en las celdas, diversas características de forma fácil. Las características como el fondo sombreado y los diseños especiales de llenado hacen que la información sea aun más fácil de entender. Formas en blanco de esta programación, usadas en esta sección, son proporcionadas en el apéndice de este capítulo.

Programación de la producción del cultivo. El primer tipo de programación y de mayor largo plazo es el programa de producción del cultivo, el cual es diseñado para apoyar al viverista a tener una "panorámica". Esta programación comúnmente es diseñada con una escala de tiempo mensual, cubriendo al menos un año, e

incluyendo todas las fases de la producción en el vivero, desde la planeación del cultivo hasta su plantación (Cuadro 6.1.4). Muchos clientes del vivero no se dan cuenta del tiempo que realmente se necesita para producir un cultivo de plantas, y por ello, estos programas son particularmente útiles para explicar el conjunto de etapas en el proceso de producción y el tiempo requerido. Por ejemplo, la programación de la producción de un cultivo ilustrará si es necesario el envío de las semillas al vivero varios meses antes de la siembra, sobre todo si son requeridas pruebas de germinación y formulación de tratamientos de pre-siembra. Esta programación también es útil en ilustrar cómo son producidos los diferentes tipos de plantas, el tiempo requerido para su crecimiento y cuándo éstos estarán listos para su plantación (Cuadro 6.1.4)

La programación de la producción del cultivo debe reflejar los requerimientos biológicos de las especies que serán producidas, y tomar la mayor ventaja de la luz solar disponible.

Grupos culturales. Otra consideración importante cuando se planea la programación de la producción es el concepto de grupos culturales. Aún y cuando todas las especies de plantas responden de manera diferente a las prácticas culturales del vivero, los viveristas deben analizar las características de las plantas que serán producidas y agruparlas por respuestas similares. Incluso las especies que crecen juntas en el mismo ambiente natural, suelen desarrollarse de manera diferente cuando se siembran juntas en el vivero. Por ejemplo, el pino blanco del oeste (*Pinus monticola*) y el alerce occidental (*Larix occidentalis*), aunque se les encuentra juntos en los mismos bosques del norte de Idaho (Estados Unidos), tienen respuestas radicalmente diferentes a las prácticas culturales en el vivero, especialmente a la fertilización con Nitrógeno (N) (Eggleston, 1994). El alerce occidental (*Larix occidentalis*) es una especie de rápido crecimiento que requiere una fertilización que contenga bajos contenidos de nitrógeno, como de 50 ppm de N, mientras que el pino blanco (*Pinus monticola*) crece mucho más lento, por lo cual debe ser

fertilizado con dosis de 200 ppm de N. Por lo tanto, el alerce occidental debe ser colocado en un grupo cultural con otros árboles que sean sensibles al nitrógeno (como el *Populus tremuloides*), mientras que el pino blanco deberá ser colocado en otro grupo cultural, con especies de lento crecimiento.

Calendario solar. Debido a los cambios estacionales en las Zonas Templadas, los cultivos de los viveros forestales y de conservación son programados en torno al ciclo solar (Figura 6.1.11). Tanto la intensidad de la luz como la duración del día varían considerablemente durante el año, por lo que los viveristas deben planificar sus cultivos en torno al solsticio de verano, para aprovechar la ventana de luz solar disponible. Para los cultivos producidos bajo estructuras de propagación, los realizados en verano son más baratos de producir, debido a que es requerido menos calor (Clements and Dominy, 1990). Esto es particularmente crítico con cultivos múltiples, ya que el primer cultivo debe ser producido antes del solsticio, de forma tal que el segundo cultivo pueda sembrarse lo más pronto posible para alcanzar su tamaño completo, durante el resto de la estación de crecimiento. Por ejemplo, el cultivo de primavera debe sembrarse en la estructura de

propagación a principios de febrero, y posteriormente, a principios de junio, ser trasladado a una casa sombra o una área a cielo abierto, para concluir la fase de endurecimiento. El cultivo de otoño deberá sembrarse en este tiempo y se deja endurecer en la estructura de propagación (Figura 6.1.11). Debido a que las temperaturas del aire y del suelo se retrasan muy por detrás del ciclo solar, los cultivos múltiples deben ser programados cuidadosamente, de forma tal que aprovechen las ventajas de la luz solar, sin llegar a ser dañados por las heladas tardías de la primavera (mayor detalle de los ciclos de luz solar puede localizarse en el volumen 3 de esta serie).

Programación de las instalaciones. El segundo tipo de programación de la producción es la programación de las instalaciones, la que ilustra la necesidad de espacio que cada cultivo requerirá en los diferentes ambientes de propagación, procesamiento e instalaciones de almacenamiento. Esta programación además incluye la mano de obra, el equipo y los suministros necesarios para la producción del cultivo. La programación de las instalaciones del vivero es organizada de forma mensual y comúnmente comprende de 2 años (Cuadro 6.1.5).

Cuadro 6.1.4 Comparación de la programación de la producción del cultivo, para cuatro típicos sistemas de producción de planta en contenedor.

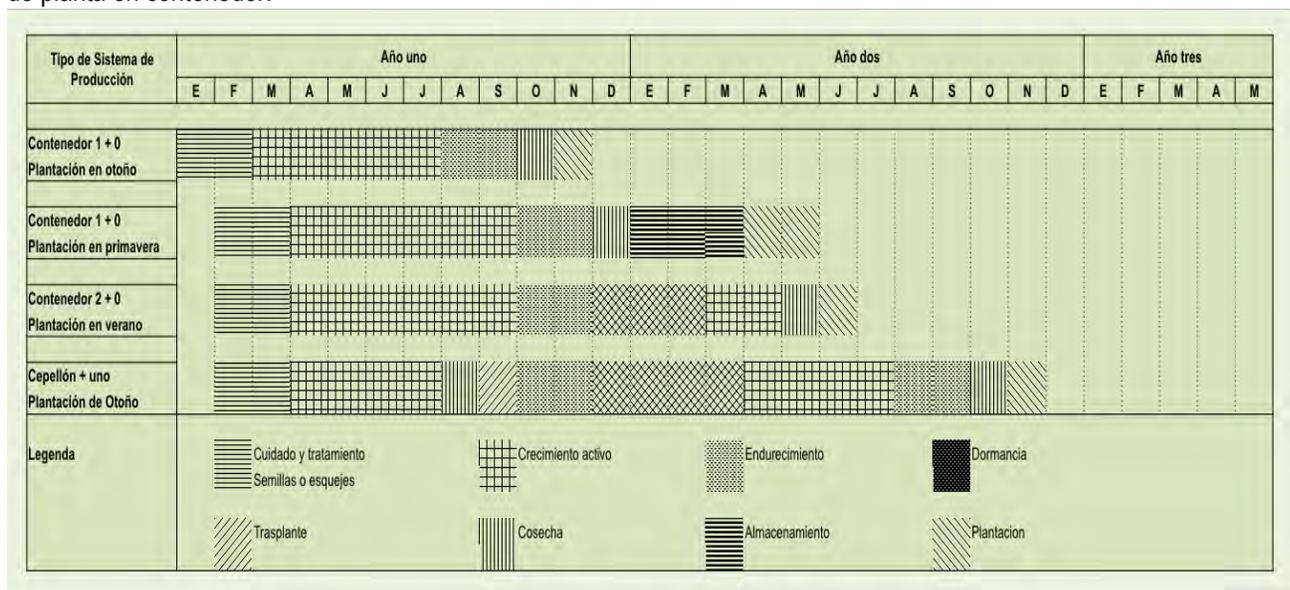




Figura 6.1.11 Los cultivos en contenedor deben ser programados en función del calendario solar, para aprovechar las ventajas de la máxima intensidad de luz solar.

Como ejemplo, considere la programación de las instalaciones de dos diferentes cultivos de plantas de coníferas, en un vivero de contenedores del norte de Idaho. El primer cultivo es el pino blanco del oeste (*Pinus monticola*) a ser producido en un invernadero de doble cubierta, para su plantación en otoño (Cuadro 6.1.5A). Se debe considerar que las semillas deberán ser recibidas en el vivero durante septiembre del año previo a la siembra, dado que esta especie requiere un tratamiento de estratificación con frío y humedad, relativamente largo (120 días). El cultivo deberá sembrarse a mediados de enero para disponer de suficiente tiempo para que las plantas alcancen las especificaciones deseadas al momento de su entrega. La experiencia con cultivos anteriores ha mostrado que esta siembra temprana es necesaria para esta especie con un crecimiento relativamente lento (Eggleston, 1994). Esta programación muestra que los trabajadores serán requeridos en el área de maniobras a finales del otoño, para la limpieza de los contenedores usados, y para esterilizar el invernadero antes de la siembra. La línea de siembra debe ser ensamblada a principios de enero, y la misma mano de obra se requerirá de nueva cuenta a finales de febrero, para las labores de deshije. Los requerimientos finales de mano de obra para este cultivo serán a mediados de junio, cuando la línea de empaque requerirá ser ensamblada para que la planta pueda ser clasificada,

empacada y transportada durante la época de plantación (Cuadro 6.1.5A).

Continuando con este ejemplo, el segundo cultivo es el abeto douglas de elevaciones altas (*Pseudotsuga menziesii*) (Cuadro 6.1.5B). Esta especie debe plantarse durante el otoño dado que los sitios no llegan a quedar completamente libres de nieve, sino hasta mucho tiempo después, durante la primavera. Las semillas de esta especie requieren una estratificación con frío húmedo de sólo 6 semanas, antes de su siembra a mediados de febrero, y los ecotipos de elevaciones altas de esta especie, tienen particularmente un lento crecimiento. Por lo tanto, este segundo cultivo debe producirse en 5 meses, en un invernadero con doble capa de polietileno, y posteriormente ser movidas hacia un cobertizo para su endurecimiento.

Este ejemplo de dos cultivos muestra como la programación de instalaciones ayuda a coordinar a las cuadrillas de mano de obra y los equipos (ver los "requerimientos de mano de obra" en las Cuadros 6.1.5 A/B). Una cuadrilla de mano de obra puede ser usada para la limpieza de los contenedores y para preparar las estructuras de propagación para ambos cultivos. Debido a las fechas de siembra escalonadas, la línea de siembra debe ser ensamblada sólo una vez, y la misma cuadrilla puede ser usada para sembrar ambos cultivos. Este mismo personal puede también permanecer para realizar el deshije en las plántulas que van emergiendo. La cuadrilla de mano de obra que regresa a mediados de junio para la cosecha del pino blanco (*Pinus monticola*) permanecerá para la movilización del abeto (*Pseudotsuga menziesii*) hacia los cobertizos.

Programación cultural. La calendarización de las labores culturales es la actividad más detallada de la programación de la producción en los viveros forestales y de conservación (Cuadros 6.1.6 A/B). Es valiosa no sólo como referencia mientras el cultivo está en desarrollo, sino también, puede ser archivado para documentar el tiempo real y las condiciones ambientales que se utilizaron para producir el cultivo. Esta planeación y registros

actualizados pueden ser consultados para modificar las prácticas culturales de los cultivos posteriores. Esto es particularmente fácil cuando los calendarios son construidos como un documento de computadora, el cual puede ser fácilmente modificado y almacenado.

A pesar de que la programación de las prácticas culturales puede diferir ligeramente en formato, hay factores comunes que deben ser incluidos: el mes y la semana, el número de semanas desde la siembra, el medio de propagación, las especificaciones de la planta objetivo, y la etapa de crecimiento en particular, durante el ciclo del cultivo (Cuadros 6.1.6 A/B). La calendarización también debe incluir espacio para enumerar procesos y operaciones culturales específicas, como el deshielo o el inventario de planta. El tamaño de la cuadrilla de mano de obra para ese proceso en particular también puede ser registrado. Cada uno de los factores ambientales que limitan el crecimiento potencial deben ser listados en el margen izquierdo de la forma de programación, junto con cualquier información pertinente de cómo éstos deben ser controlados y monitoreados. Algunos factores ambientales serán listados como números discretos, mientras que otros deben ser listados como rangos. En estructuras de propagación semi-controladas o totalmente controladas, las temperaturas diurnas y nocturnas se podrán especificar como un **conjunto de puntos discretos**, que corresponden a la configuración del termostato o del control ambiental por computadora. En las estructuras a cielo abierto, los viveristas deberán listar la temperatura ideal para esa etapa de crecimiento, y llevar un registro de la temperatura ambiente actual. Debido a que es más difícil el control preciso y no es tan crítica en el crecimiento de las plantas, la humedad relativa podría ser registrada como un punto específico o un rango permitido, por ejemplo, “60 – 80% durante la fase de establecimiento” (Cuadros 6.1.6 A/B). Otra información de tipo cultural es registrada acorde a la naturaleza del factor ambiental, y la capacidad de controlarlo. Por ejemplo, si los generadores de dióxido de carbono son usados en estructuras de propagación completamente

controladas, entonces podría ser registrado un valor meta de 1,000 partes por millón (ppm). En las estructuras semi-controladas o a cielo abierto, el **ambiente** debe registrarse en las labores culturales. El mismo procedimiento se realiza para el riego, la fertilización y otros factores culturales. Las plagas del vivero, que en ocasiones pueden ser limitantes para el crecimiento de las plantas, también deben registrarse en las labores culturales, junto con los planes de monitoreo y control.

La información acumulada de las labores culturales es valiosa para el monitoreo de los patrones de crecimiento de las plantas, así como la necesidad de identificar los requerimientos de los diferentes equipos de control ambiental, o de los diferentes tipos de estructuras de propagación.

6.1.3.3 Recolección y preparación de los propágulos

Uno de los errores más comunes cometidos por los viveristas novatos durante la planeación de los cultivos, es no prever suficiente tiempo para la recolección y preparación de las semillas, estacas o cualquier otro material de propagación. Algunas veces éstas son proporcionadas por los mismos clientes aunque en otras, las semillas deben ser adquiridas de una fuente comercial, o las estacas deben ser recolectadas por el mismo productor. Cuando las semillas de la mayoría de las especies forestales son vendidas por distribuidores de semillas, puede ser difícil encontrar la fuente apropiada para un proyecto de plantación a corto plazo (ver la sección 6.2.2 en este volumen para mayor información sobre la adquisición de semillas).

El procesamiento de semillas o estacas también lleva tiempo. Las semillas de muchas especies forestales para conservación no germinan fácilmente cuando son recién recolectadas o tomadas directamente del almacén, y requieren un periodo de remojo en agua, estratificación con frío húmedo, u otro tratamiento de pre-siembra que consume tiempo (Cuadros 6.1.5 A/B). Algunos tipos de estacas pueden ser recolectadas y usadas inmediatamente, aunque otras, especialmente las estacas de maderas

duras, requieren de un periodo de estratificación con frío húmedo. (ver los capítulos 2 y 3 de este volumen para una discusión mas detallada de estos tratamientos).

6.1.3.4 Programación de las fases de crecimiento de la planta

Las fases de establecimiento, rápido crecimiento y endurecimiento son fácilmente incorporadas en la programación de la producción. La programación de las instalaciones proporcionan una visión general de cómo las fases de crecimiento encajan en el ciclo total del cultivo (Cuadros 6.1.5 A/B) y son útiles con fines de planeación general. La calendarización de las labores culturales de más corto plazo son útiles para mostrar los momentos realmente críticos en el ciclo del cultivo, cuando las condiciones ambientales deben modificarse radicalmente. Cuando la calendarización de las labores culturales impresa se coloca en las instalaciones de producción, ésta resulta ser una forma fácil de alertar tanto al encargado de la producción como al resto de la cuadrilla laboral. Por ejemplo, el cambio de la etapa de germinación a la etapa inicial de crecimiento, requiere una disminución de la temperatura y la humedad relativa (Cuadro 6.1.6A). Al mismo tiempo son encendidas las luces fotoperiódicas y los generadores de dióxido de carbono. La cuadrilla además, debe ser alertada para cambiar de nebulización frecuente a un riego periódico, que controlan el peso del bloque del contenedor, e iniciar la “**fertirrigación**” (inyectado de fertilizante líquido en el agua de riego, es decir, fertilización + irrigación). Una adecuada implementación y coordinación de los diversos cambios se puede realizar fácilmente con una programación detallada de las prácticas culturales, la cual puede ser consultada frecuentemente en el caso de que exista alguna confusión sobre las instrucciones específicas.

Del mismo modo, cuando el ambiente de propagación debe cambiarse para iniciar la fase de endurecimiento en la semana 20, una programación cultural bien diseñada ilustra completamente todo el proceso (Cuadro 6.1.6 B). Para especies como el abeto blanco (*Picea*

glauca) que muestran un crecimiento libre del brote, el desarrollo de la yema debe ser inducido mediante un cambio radical en el ambiente de propagación, sometiendo a las plantas a un “shock” fisiológico. Cuatro son los factores ambientales clave para desencadenar el proceso de endurecimiento: la temperatura, la duración del día, el agua y los nutrientes minerales, especialmente el nitrógeno. En este ejemplo, tanto las temperaturas diurnas como nocturnas se reducen sustancialmente, se apagan las luces fotoperiódicas y las plantas se les conduce a un estrés nutricional, con riegos ligeros. El sustrato se deja secar y se reduce también el nivel de nitrógeno (Cuadro 6.1.6B). Una vez más, la programación del cultivo sirve para alertar al personal del vivero para el cambio en el ambiente de propagación y proporciona los detalles específicos para una fácil referencia (Información con mayor detalle de la fase de endurecimiento se proporciona en el capítulo 4 de este volumen).

Cuadro 6.1.5A Esta programación de las instalaciones muestra los requerimientos de planeación para el cultivo del pino blanco del oeste (*Pinus monticola*), con una base mensual para la plantación de otoño en el norte de Idaho.

Año uno												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Etapa de crecimiento de las plantas										Estratificación de las semillas		
Requerimiento de espacio										Refrigerador		
Requerimiento de mano de obra										Limpieza de contenedores e invernadero		
Equipamiento y suministros									Semillas		Sustratos y fertilización	

Año dos												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Etapa de crecimiento de las plantas	Fase de Establecimiento		Fase de Rápido Crecimiento			Fase de Endurecimiento		Plantación				
Requerimiento de espacio	Invernadero						Casa sombra					
Requerimiento de mano de obra	Siembra	Aclareos					Cosecha		Carga de Camiones			
Equipamiento y suministros	Línea de siembra					Línea de Empaque		Banda Transportadora				

Cuadro 6.1.5B Esta programación de las instalaciones muestra los requerimientos de planeación para el abeto douglas (*Pseudotsuga menziesii*) de elevaciones altas con una base mensual, para la plantación de otoño en el norte de Idaho.

Año uno												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Etapa de crecimiento de las plantas												
Requerimiento de espacio										Almacen		
Requerimiento de mano de obra										Limpieza de contenedores e invernadero		
Equipamiento y suministros										Semillas	Sustratos y fertilización	

Año dos												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Etapa de crecimiento de las plantas	Estratificación de semillas	Fase de establecimiento	Fase de rápido crecimiento				Fase de endurecimiento		Plantación			
Requerimiento de espacio	Refrigerador		Invernadero				Cobertizo					
Requerimiento de mano de obra		Siembra		Deshije			Movimiento de plantas		Cosecha			
Equipamiento y suministros		Línea de siembra					Banda Transportadora		Línea de empaque			

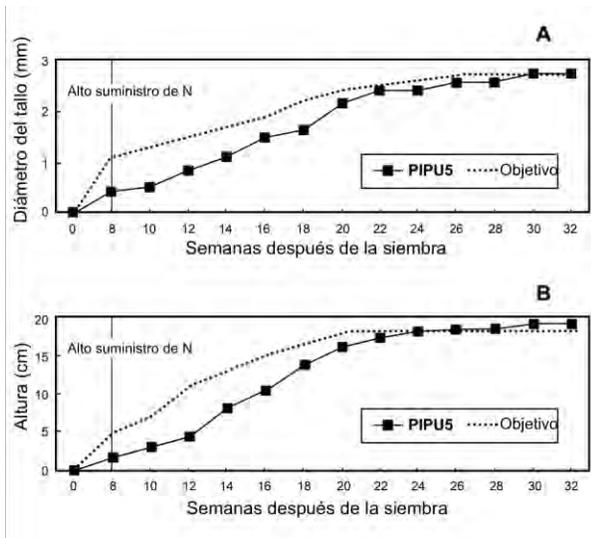


Figura 6.1.12 Los protocolos de propagación requieren ser ajustados cuando las plantas no están creciendo conforme a las especificaciones requeridas. En este ejemplo, cuando la tasa de fertilización con nitrógeno (N) se incrementó en la semana 8, tanto el diámetro de la raíz (A) como el crecimiento en altura (B) de esta *Picea pungens* se incrementó, alcanzando los estándares deseados al final de la estación (Cortesía de D. Wenny, Universidad de Idaho).

6.1.3.5 Prueba y ajuste de protocolos

Debe enfatizarse que los protocolos de propagación son sólo una guía y que el cultivo raramente se desarrollará tal como se ha proyectado. Debido a la variación de las condiciones climáticas año con año, así como los problemas culturales y operacionales imprevistos, será necesario continuar afinando los protocolos. Por lo tanto, los productores deberán monitorear el crecimiento de las plantas y las condiciones ambientales en el medio de propagación, y registrar cualquier discrepancia entre el desarrollo esperado y el observado. Tan pronto como la tasa de crecimiento o desarrollo de las plantas comience a desviarse significativamente del crecimiento proyectado, deberán realizarse cambios específicos en el nivel de uno o más de los factores ambientales. Por ejemplo, si la tasa de crecimiento de la planta de una especie comienza a detenerse más allá de la curva proyectada de la altura del brote, entonces deberá incrementarse el nivel de fertilización

con nitrógeno para tratar de acelerar el crecimiento del brote (Figura 6.1.12).

Cualquier cambio debe ser cuidadosamente anotado en los registros del cultivo y en consecuencia, ajustar la programación de la producción. De ser posible, el viverista deberá tratar de analizar la causa exacta para los ajustes necesarios, de forma tal que la programación de la producción de futuros cultivos sea aún más precisa.

Cuadro 6.1.6A Programación cultural para un cultivo de *Picea glauca* durante la fase de establecimiento de la planta.

Cliente: T. Planter		Especies: <i>Picea glauca</i>		Fuente de semillas: Zona 864-300 m	
Especificaciones objetivo:		Altura: 17 cm (12 a 25)		Diámetro del tallo: 3.0 mm (> 2.4)	
Mes y semana	3/13 – 3/19	3/20 – 3/26		3/27 – 4/2	4/3 – 4/9
Semanas desde la Siembra	1	2		3	4
Ambiente de propagación	Cobertizo				
Etapa de crecimiento de la planta	Fase de establecimiento – germinación		Cambio del ambiente	Fase de establecimiento – crecimiento temprano	
Procesos culturales y de operaciones					
Fuerza laboral: tamaño de la cuadrilla (horas hombre)					
Temperatura: valor diurno requerido (rango)	27°C (25 – 29 °C)			22 °C (20 – 24 °C)	
Temperatura: valor nocturno requerido (rango)	27°C (25 – 29 °C)			19 °C (17 – 21 °C)	
Humedad relativa: valor requerido (rango)	80% (70 – 90%)			70% (60 – 80%)	
Luz: ambiente	Luz solar plena			Luz solar plena	
Luz: fotoperiodo: intensidad y duración	Ninguno			Fotoperiodo de 20 horas HPS @ 250 a 400 lux	
Dióxido de carbono: rango y momento	Ninguno			Si – 800 a 1,000 ppm cuando las cortinas están abajo	
Riego: cantidad y frecuencia	Nebulización frecuente – Mantener la superficie del sustrato “húmedo pero no saturado”			Riego ligero – Mantener el sustrato a 80% del peso húmedo del bloque del contenedor	
Fertilización: nitrógeno (N) tasa y frecuencia	Ninguna			Fertirrigación a 100 ppm de N con cada riego	
Manejo de plagas: monitoreo de plagas y frecuencia	Verificación visual diaria. Fungicida preventivo para <i>damping-off</i>			Verificación visual diaria	

Cuadro 6.1.6B Programación cultural para el cultivo de *Picea glauca* ilustrando el cambio de la fase de rápido crecimiento a la fase de endurecimiento.

Cliente: T. Planter	Especies: <i>Picea glauca</i>		Fuente de semillas: Zona 864-300 m		
Especificaciones requeridas:	Altura: 17 cm (12 a 25)		Diámetro del tallo: 3.0 mm (> 2.4)		
Mes y semana	6/27 – 7/3	7/4 – 7/10		7/11 – 7/17	7/18 – 7/24
Semanas desde la Siembra	19	20		21	22
Ambiente de propagación	Cobertizo				
Etapa de crecimiento de la planta	Fase de rápido crecimiento		Cambio del ambiente	Fase de endurecimiento – inducción a la dormancia	
Procesos culturales y de operación	Con buen clima levantar las cortinas laterales			Cortinas laterales levantadas de manera permanente	
Fuerza laboral: tamaño de la cuadrilla (horas hombre)					
Temperatura: valor diurno requerido (rango)	22°C (20 – 24 °C)			12°C (10 – 14°C)	
Temperatura: valor nocturno requerido (rango)	18°C (16 – 20 °C)			10°C (8 – 12°C)	
Humedad relativa: valor requerido (rango)	60% (50 – 70%)			50% (40 – 60%)	
Luz: ambiente	Luz solar plena			Luz solar plena	
Luz: fotoperiodo intensidad y duración	Fotoperiodo de 20 horas HPS @ 250 a 400 lux			Ninguno – apagado de luces	
Dióxido de carbono: rango y momento	Si – 800 a 1,000 ppm cuando los extremos laterales están abajo			Ninguno – apagado de generadores	
Riego: cantidad y frecuencia	Ciclo húmedo – seco – Irrigar al 80% del peso húmedo del bloque			Estrés hídrico ligero – Irrigar al 75% del peso húmedo del bloque	
Fertilización: nitrógeno (N) tasa y frecuencia	Fertirrigación a 150 ppm de N con cada riego		Fertirrigación a 50 ppm de N con cada riego		
Manejo de plagas: monitoreo de plagas y frecuencia	Verificación visual cada semana		Verificación visual dos veces por semana – estar alerta por <i>Botrytis</i>		

6.1.4 Resumen

La planeación del cultivo es una parte fundamental, aunque en ocasiones pasada por alto en la propagación de plantas. El proceso de planeación debe considerar la biología de las especies, la variación genética deseada, la disponibilidad de los propágulos y los objetivos del proyecto de plantación. Con esta información, el productor decidirá qué será lo más apropiado, si la propagación por semilla o la propagación vegetativa.

La programación de la producción se puede dividir en tres fases de crecimiento de las plantas: establecimiento, rápido crecimiento y endurecimiento, con las especificaciones culturales descritas en un protocolo de propagación. La programación de la producción proporciona una buena manera de ilustrar las etapas en el protocolo y cómo éstas se relacionan en el tiempo. La información de las prácticas culturales puede ser adquirida de forma directa a través de la experiencia, de artículos publicados, o de consejos de otros productores. Independientemente de la fuente, los protocolos de propagación deben ser probados en el ambiente de un vivero específico, y requieren ser actualizados constantemente, a medida que se vaya adquiriendo mayor conocimiento cultural.

6.1.5 Referencias

6.1.5.1 Literatura citada

- BC Ministry of Forests. 1998. Provincial seedling stock type selection and ordering guidelines. Victoria, BC: British Columbia Ministry of Forests, Silviculture Branch. 71 p.
- Blazich FA, Hinesley LE. 1994. Propagation of Fraser fir. *Journal of Environmental Horticulture* 12(2): 112-117.
- Borland J. 1996. Changing your propagation paradigms. *American Nurseryman* 183(5): 24-29.
- Bowden R, Scagel RG. 1994. Long-term stock type trial results in B.C.: did stock performance meet today's standards? In: Landis TD, Dumroese RK, tech. coords. National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations. Gen. Tech. Rep. RM-257. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 93-98.
- Clements SE, Dominy SWJ. 1990. Costs of growing containerized seedlings using different schedules at Kingsclear, New Brunswick. *Northern Journal of Applied Forestry* 7(2): 73-76.
- Eggleston K. 1994. Personal communication. Coeur d'Alene, ID: USDA Forest Service, Coeur d'Alene Nursery.
- Finnerty TL. 1994. Native woody shrub propagation three key steps, part 1: know your plants. *Plant Propagator* 6(1): 16-17.
- Hartmann HT, Kester DE, Davies FT Jr, Geneve RL. 1997. *Plant propagation: principles and practices*. 6th ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 770 p.
- Johnson F, Paterson J, Leeder G, Mansfield C, Pinto F, Watson S. 1996. Artificial regenerations of Ontario's forests: species and stock selection manual. For. Res. Info. Pap. 131. Sault Ste. Marie, ON: Ontario Forest Research Institute. 52 p.
- Kozłowski TT. 1971. Growth and development of trees. Volume 1, Seed germination, ontogeny, and shoot growth. New York: Academic Press. 443 p.
- MacDonald J. 1998. Personal communication. Fredericton, NB: Canadian Forest Service.
- McGilvray JM, Barnett JP. 1982. Relating seedling morphology to field performance of containerized southern pines. In: Guldin RW, Barnett JP., eds., Proceedings, Southern Containerized Tree Seedling Conference. Gen. Tech. Rep. SO-37, New Orleans: USDA Forest Service Southern Forest Experiment Station: 39-46.
- Mountz RD. 1993. Greenhouse and shadehouse production manual. Mason, IL: Illinois Department of Conservation, Mason State Nursery. 34 p.
- Munson RH, Nicholson RG. 1994. A germination protocol for small seed lots. *Journal of Environmental Horticulture* 12(4): 223-226.
- Powell GR. 1982. A comparison of early shoot development of seedlings of some trees commonly raised in the Northeast of North America. In: Proceedings, Northeastern Area Nurserymen's Conference; 1982 July 25-29; Halifax, NS. Truro: Nova Scotia Department of Lands and Forests: 1-24.
- Rose R, Carlson WC, Morgan P. 1990. The target seedling concept. In: Rose, R.; Campbell SJ, Landis TD, 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: 1-8.
- Schopmeyer CS, tech. coord. 1974. Seeds of woody plants in the United States. Agric. Handbk. 450. Washington, DC: USDA Forest Service. 883 p.

Thompson S. 1989. Environmental control of shoot growth in Scots pine, Sitka spruce and Douglas- fir seedlings. *Forestry (Supplement)* 62: 182-188.

van Steenis E. 1993. Targeting specific crop rearing procedures, forest seedling grower course. Surrey: British Columbia Ministry of Forests, Nursery Extension Services. 10 p.

Von Wuehlisch G, Muhs HJ. 1991. Environmental influences on juvenile shoot growth in *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 6: 479-498.

Wenny DL, Dumroese RK. 1987a. A growing regime for containerized western larch seedlings. Bull. 42. Moscow, ID: University of Idaho, College of Forestry, Wildlife and Range Sciences. 8 p.

Wenny DL, Dumroese RK. 1987b. A growing regime for containerized ponderosa pine seedlings. Bull. 43. Moscow, ID: University of Idaho, College of Forestry, Wildlife and Range Sciences. 9 p.

Wenny DL, Dumroese RK. 1987c. A growing regime for containerized western white pine seedlings. Bull. 44. Moscow, ID: University of Idaho, College of Forestry, Wildlife and Range Sciences. 9 p.

Wenny DL, Dumroese RK. 1988. A growing regime for containerized grand fir seedlings. Bull. 45. Moscow, ID: University of Idaho, College of Forestry, Wildlife and Range Sciences. 8 p.

Wenny DL, Dumroese RK. 1990a. A growing regime for containerized western redcedar seedlings. Bull. 46. Moscow, ID: University of Idaho, College of Forestry, Wildlife and Range Sciences. 8 p.

Wenny DL, Dumroese RK. 1990b. A growing regime for container-grown spruce seedlings. Bull. 47. Moscow, ID: University of Idaho, College of Forestry, Wildlife and Range Sciences. 8 p.

Wenny DL, Dumroese RK. 1991. A growing regime for container-grown Scotch and Austrian pine seedlings. Bull. 48. Moscow, ID: University of Idaho, College of Forestry, Wildlife and Range Sciences. 8 p.

Wenny DL, Dumroese RK. 1992. A growing regime for container-grown Douglas-fir seedlings. Bull. 49. Moscow, ID: University of Idaho, College of Forestry, Wildlife and Range Sciences. 8 p.

Wood B. 1994. Conifer seedling grower guide. Smoky Lake, AB: Pine Ridge Forest Nursery. 73 p.

Young E, Hanover JW. 1978. Effects of temperature, nutrient, and moisture stresses on dormancy of blue spruce seedlings under continuous light. *Forest Science* 24(4): 458-467.

Young JA, Young CG. 1992. Seeds of woody plants in North America. Portland, OR: Dioscorides Press. 407 p.

6.1.5.2 Referencias generales de propagación

Belcher E. 1985. Handbook on seeds of browse-shrubs and forbs. Tech. Pub. R8-TP8. Atlanta: USDA Forest Service, Southern Region. 246 p.

Dirr MA, Heuser CW Jr. 1987. The reference manual of woody plant propagation: from seed to tissue culture. Athens, GA: Varsity Press. 239 p.

Emery DE. 1988. Seed propagation of native California plants. Santa Barbara, CA: Santa Barbara Botanic Garden. 115.

Fulbright TE, Redente EF, Hargis NE. 1982. Growing Colorado plants from seed: a state of the art. Volume 2, Grasses and grasslike plants. Pub. FWS/OBS-82/29. Washington, DC: USDI Office of Biological Services, Fish and Wildlife Service. 113 p.

Landis TD, tech. coord. 1993. Proceedings, Western Forest Nursery Association; 1992 September 14-19; Fallen Leaf Lake, CA. Gen. Tech. Rep. RM-221. Ft. Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 151 p.

Link E, ed. 1993. Native plant propagation techniques for national parks: interim guide. East Lansing, MI: Rose Lake Plant Materials Center. 240 p.

Macdonald B. 1986. Practical woody plant propagation for nursery growers. Volume 1 . Portland, OR: Timber Press. 669 p.

Murphy P, comp. 1984. The challenge of producing native plants for the Intermountain area; Proceedings, Intermountain Nurseryman's Association 1983 conference; 1983 August 8-11; Las Vegas, NV. Gen. Tech. Rep. INT-168. Ogden, UT: USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 96 p.

Redente EF, Ogle PR, Hargis NE. 1982. Growing Colorado plants from seed: a state of the art. Volume 3, Forbs. Pub. FWS/OBS-82/30. Washington, DC: USDI Office of Biological Services, Fish and Wildlife Service. 113 p.

Rose R, Chachulski CEC, Haase DL. 1998. Propagation of Pacific Northwest native plants. Corvallis: Oregon State University Press. 248 p.

Tinus RW, McDonald SE. 1979. How to grow tree seedlings in containers. Gen. Tech. Rep. RM-60. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 256 p.

Vories KC. 1981. Growing Colorado plants from seed: a state of the art. Volume 1, Shrubs. General Tech. Rep. INT-103. Ogden, UT: USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 80 p.

Apéndice A. Forma del protocolo de propagación

Especies:

Método de propagación vegetativa

Ecotipo: _____

Tipo de estaca: _____

Sitio de plantación: _____

Recolector y fecha: _____

Fecha de plantación: _____

Tratamientos a las estacas: _____

Enraizamiento %: _____

Información de la planta objetivo:

Momento para el trasplante: _____

Altura: _____

Tipo de Contenedor y Volumen: _____

Diámetro del tallo: _____

Sustrato: _____

Sistema radical: _____

Tiempo total de la cosecha: _____

Fecha de siembra: _____

Propagación y calendario del cultivo:

Fecha y emergencia (%): _____

Ambiente de propagación:

Técnica de siembra/plantación: _____

Método de propagación por semilla

Fase de establecimiento: _____

Fuente de semilla: _____

Fase de rápido crecimiento: _____

Recolector y fecha: _____

Fase de endurecimiento: _____

Semillas/Kg (lb): _____

Fecha de cosecha: _____

Germinación (%): _____

Condiciones de almacenamiento: _____

Pureza (%): _____

Duración del almacenamiento: _____

Procesamiento de la semilla: _____

Propagador: _____

Tratamiento de la semilla: _____

Apéndice B. Forma para la planeación de la producción del cultivo

Tipo de Sistema de Producción	Año uno												Año dos												Año tres				
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Contenedor 1 + 0 Plantación en otoño																													
Contenedor 1 + 0 Plantación en primavera																													
Contenedor 2 + 0 Plantación en verano																													
Cepellón + uno Plantación de Otoño																													
Legenda	<p> Cuidado y tratamiento Semillas o esquejes Crecimiento activo Cosecha Endurecimiento Almacenamiento Dormancia Plantación Trasplante </p>																												

Apéndice C. Forma para la programación de las instalaciones

Año uno												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Etapa de crecimiento de las plantas												
Requerimiento de espacio												
Requerimiento de mano de obra												
Equipamiento e insumos												

Año dos												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Etapa de crecimiento de las plantas												
Requerimiento de espacio												
Requerimiento de mano de obra												
Equipamiento e insumos												

Apéndice D. Forma para la programación cultural

Comprador: _____ Especies: _____ Fuente de semillas: _____					

Especificaciones requeridas: _____ Altura _____ Diámetro del tallo _____					

Semana y mes					
Semanas desde la siembra					
Medio de propagación					
Etapas de crecimiento de las plantas					
Labores culturales y de operación					
Mano de obra: tamaño de la cuadrilla (horas hombre)					
Temperatura: valor diurno requerido (rango)					
Temperatura: valor nocturno requerido (rango)					
Humedad relativa: valor requerido (rango)					
Luz: ambiente					
Luz: fotoperiodo: intensidad y duración					
Dióxido de carbono: Tasa y tiempo					
Riego: cantidad y frecuencia					
Fertilización: Nitrógeno (N). Tasa y frecuencia					
Manejo de plagas: Monitoreo plaguicidas y frecuencia					

Blanco