



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

VOLUMEN 7

Capítulo 5

Manejo y Transporte

Contenido

7.5.1 Introducción	163
7.5.2 Minimizando los factores de estrés durante el manejo	164
7.5.2.1 Estrés hídrico	164
7.5.2.2 Estrés por temperatura.....	165
Incremento del riesgo de hongos en el almacenamiento	
Reanudación acelerada del crecimiento	
Estrés hídrico	
Estrés por calor	
Daño por frío	
7.5.2.3 Estrés físico.....	166
7.5.2.4 Estrés acumulado	168
7.5.3 Sistemas de manejo y transporte.....	169
7.5.3.1 Transporte en los contenedores de crecimiento	169
7.5.3.2 Transporte en cajas o bolsas	169
7.5.4 Entrega de la producción del vivero	173
7.5.4.1 Entrega en camiones refrigerados	173
7.5.4.2 Entrega en camiones no refrigerados	174
Pequeños vehículos de carga	
Vehículos comerciales de paquetería	
7.5.5 Resumen y recomendaciones.....	177
7.5.6 Literatura citada	178

7.5.1 Introducción

Las plantas de vivero se encuentran en un periodo de alto riesgo desde el momento que dejan el ambiente protegido del vivero hasta cuando son plantadas. La guía de recomendaciones utilizada para el cuidado apropiado durante este período crítico ha sido publicada para plantas producidas a raíz desnuda (DeYoe, 1986; USDA Forest Service, 1989), y también aplica para plantas producidas en contenedor. Durante el manejo y transporte, las plantas del vivero pueden estar expuestas a diferentes tipos de estrés que las pueden dañar, incluyendo temperaturas extremas, desecación, daños mecánicos y hongos en los almacenes (Cuadro 7.5.1). Este también es el periodo de mayor riesgo económico, debido a que las plantas han alcanzado su valor máximo justo antes de ser transportadas (Paterson *et al.*, 2001). Adams y Paterson (2004) concluyeron que el manejo inapropiado de la producción fue un factor más importante que el tipo de herramientas que se utilizaban a la hora de plantarlas.

Una razón para incrementar la preferencia de las plantas en contenedor es que toleran los abusos de almacenamiento, transporte y manejo mejor que las plantas producidas a raíz desnuda. Esto es particularmente cierto con

muchos árboles de hoja ancha y otras plantas nativas; por ejemplo, las plantas de *Quercus* spp. y *Fagus* spp. producidas en una variedad de contenedores toleraron mejor un manejo rudo, que las plantas a raíz desnuda (Figura 7.5.1). En una plantación de restauración de latifoliadas, incluso las plantas de vivero de más alta calidad no sobrevivieron ni crecieron bien si no fueron manejadas adecuadamente. (Self *et al.*, 2006).

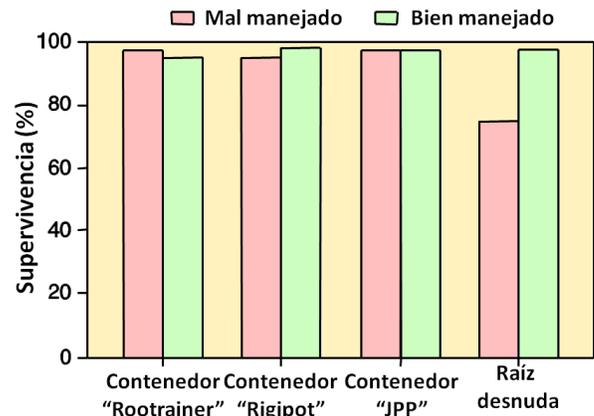


Figura 7.5.1. Plantas de Encino y Haya producidas en contenedor, toleraron de mejor forma un manejo rudo que la producción realizada a raíz desnuda (Kerr, 1994).

Cuadro 7.5.1 Las plantas de vivero son sometidas a factores de estrés, desde la cosecha hasta la plantación

Proceso	Tipos de Estrés			
	Temperatura extrema	Desecación	Daños mecánicos	Mohos del almacenamiento
Almacenamiento en el vivero	Alto	Bajo	Ninguno	Medio
Manejo	Medio	Medio	Alto	Ninguno
Empacado y envío	Medio	Bajo	Alto	Ninguno
Almacenamiento en el sitio de plantación	Alto	Alto	Ninguno	Alto
Plantación	Alto	Alto	Alto	Ninguno

Niveles potenciales de estrés	Ninguno	Bajo	Medio	Alto
--------------------------------------	---------	------	-------	------

7.5.2 Minimizando los factores de estrés durante el manejo

Es importante hacer énfasis en que las plantas de vivero están vivas y son perecederas, por ende deben ser tratadas con el mayor cuidado posible en todo momento. Los daños a causa del estrés ocurren entre la salida de la planta del vivero y su plantación, sin embargo, no son evidentes hasta varias semanas después de su plantación. Los síntomas incluyen marchitamiento, clorosis, baja supervivencia o disminución en el crecimiento y comúnmente se le conoce como “shock del trasplante”. Es extremadamente difícil especificar qué estrés exacto conduce a estos síntomas (Figura 7.5.2A). Es un desperdicio de tiempo y dinero producir o comprar plantas de alta calidad sólo para que mueran o no crezcan adecuadamente después de la plantación como resultado de estos factores de estrés innecesarios. Como se hace énfasis en el Capítulo 7.2, las plantas son más capaces de tolerar estrés cuando no están en crecimiento activo. El tejido de una planta suculenta que no se ha endurecido es mucho más vulnerable a los factores de estrés (Figura 7.5.2B). El realizar un monitoreo regular de la condición de las plantas, una supervisión cercana del personal en vivero y en campo, así como el examinar periódicamente la calidad de la planta y mantener registros detallados es esencial para documentar las condiciones de la planta durante el transporte y manejo.

Los factores de estrés más comunes después de que las plantas dejan el vivero son: hídricos, por temperatura y físicos.

7.5.2.1 Estrés hídrico

La desecación es el estrés más común durante el manejo, transporte y almacenamiento en el sitio de plantación (almacenamiento *in situ*) y puede tener un efecto profundo en supervivencia y crecimiento. El potencial hídrico de la planta influye en cada proceso fisiológico y a niveles de estrés, puede reducir el crecimiento en gran medida, aún si la supervivencia no se ve afectada. Estos efectos dañinos pueden persistir por varias estaciones posteriores a la plantación.



A



B

Figura 7.5.2. A menudo es difícil conocer con exactitud cuál tipo de estrés determina el “shock del trasplante” (A). La producción de vivero sin endurecimiento y sin dormancia (B) es mucho más susceptible a todos los tipos de estrés durante el manejo y transporte.

Las raíces son las más vulnerables a la desecación porque, a diferencia de las hojas y acículas, no tienen una capa cerosa o estomas que las protejan de la pérdida de agua. Las puntas finas de las raíces tienen un contenido mayor de humedad que las raíces leñosas y son las más susceptibles a la desecación. Si las raíces finas parecen secas, entonces probablemente ya están dañadas aunque es difícil cuantificar la cantidad de daño en el campo. Al ser expuestas por tan sólo cinco minutos, las plantas de coníferas a raíz desnuda mostraron incremento en la pérdida de humedad con el aumento de temperatura del aire y velocidad del viento (Figura 7.5.3). Esto muestra la importancia crítica de mantener las plantas de vivero frescas, fuera del contacto directo de la luz solar y protegidas del viento que las deseca.

Afortunadamente, las raíces de las plantas en contenedor están protegidas en cierta medida por el sustrato, que sirve como reserva de agua y nutrientes. Sin embargo, si el cepellón se seca demasiado, el daño por desecación puede ser severo. Una vez que las raíces se han secado, una reducción subsecuente en el crecimiento es inevitable, aún si se recupera el potencial hídrico del tallo (Balneaves y Menzies, 1988). Plantas de coníferas en dormancia son más vulnerables al daño por exposición de raíces que las plantas en dormancia de latifoliadas.

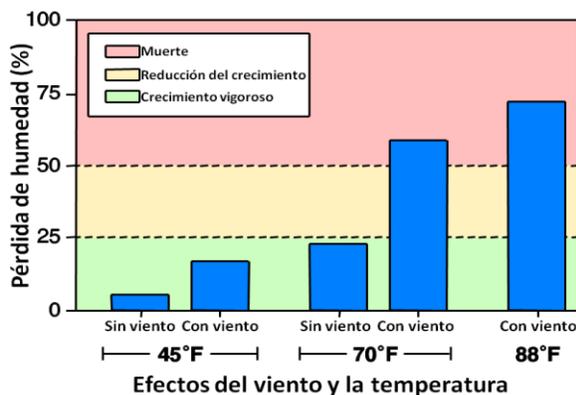


Figura 7.5.3 Cuando las plantas producidas a raíz desnuda fueron expuestas por 5 min, la pérdida de humedad en la planta se incrementó con temperaturas elevadas y el viento, hasta que la supervivencia y el crecimiento fueron afectados adversamente. (Modificado de Fancher *et al.*, 1986).

El estrés hídrico puede evitarse asegurando que los cepellones se mantengan húmedos (pero no saturados) durante su trayecto del vivero a la plantación. Se debe hacer un riego de las plantas de vivero de uno a dos días antes de la cosecha, dependiendo de las condiciones climáticas (Fancher *et al.*, 1986). Esto permite que los cepellones escurran a capacidad de campo; un medio saturado no es sano para las raíces, incrementa el peso del transporte y manejo, e incrementa el potencial de hongos en el almacén.

7.5.2.2 Estrés por temperatura

Las temperaturas extremas, calientes o frías, pueden reducir la calidad de las plantas de vivero con rapidez durante el manejo y el transporte.

La exposición a temperaturas cálidas pueden dañar las plantas de varias maneras:

Incremento del riesgo de hongos en el almacenamiento. Hongos patogénicos tales como *Botrytis*, pueden sobrevivir en todo tipo de almacenes y pueden crecer rápidamente durante el transporte en el ambiente húmedo de una bolsa o caja de almacenamiento si la temperatura es muy cálida. Se cree también que el incremento en el dióxido de carbono proveniente de la respiración de las plantas en el almacén y en los contenedores durante el transporte estimula el desarrollo de los hongos. Existen reportes de anécdotas sobre “repentinos afloramientos” de hongos en cajas de plantas de vivero almacenadas en congelación, después de pocos días de ser expuestas a las condiciones ambientales. Los hongos del almacén se discuten en detalle en el Volumen Cinco.

Reanudación acelerada del crecimiento. Las plantas de vivero que se almacenan durante el invierno se cosechan en su punto máximo de endurecimiento, el cual es ideal para el almacenamiento, transporte y manejo. Cuando están listas para la plantación, las plantas almacenadas adecuadamente han cumplido con sus requerimientos de enfriamiento, sin embargo, el frío es el único factor ambiental que previene la reanudación del crecimiento. Después de alcanzar su requerimiento de frío,

las plantas del vivero almacenadas que son expuestas aunque sea por un periodo corto a temperaturas cálidas iniciarán rápidamente el crecimiento (Figura 7.5.4).

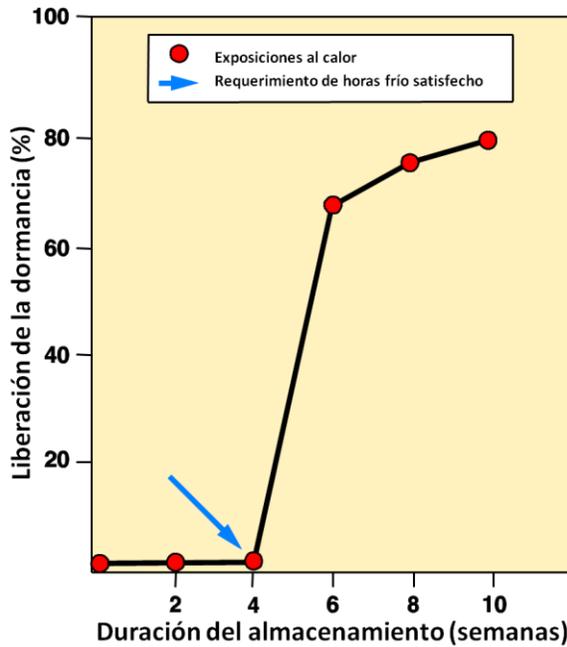


Figura 7.5.4 Plantas de *Picea abies* almacenadas en frío expuestas a periodos cortos de calor (17°C [63°F]) rompieron rápidamente la dormancia después de haber completado sus requerimientos de horas frío (Modificado de Hanninen y Pelkonen, 1989).

Estrés hídrico. El aire estancado dentro de la caja o bolsa durante el almacenamiento o transporte es un pobre conductor de calor, pero la luz del sol directa y el aire pueden incrementar rápidamente las temperaturas de las plantas y causar un serio estrés hídrico (Figura 7.5.3).

Estrés por calor. Las plantas del vivero almacenadas están vivas y respirando. Esto significa, que cuando las plantas son expuestas a temperaturas cálidas, su respiración agrega calor al ambiente; esto es particularmente serio en ambientes cerrados tales como cajas o bolsas de almacén o transporte. El mantener buena circulación del aire en áreas de almacén, especialmente en el almacén sin refrigeración, minimizará la acumulación de calor debido a la respiración de las plantas.

Daño por frío. Las temperaturas congelantes pueden dañar la producción del vivero. Dado

que son mucho menos resistentes al frío, las raíces son más susceptibles que los tallos ante daños por congelación. Las temperaturas tanto del ambiente como dentro de las cajas deben ser monitoreadas con regularidad; el equipo de monitoreo de temperatura actualmente es barato y se encuentra a nuestro alcance (ver Sección 7.4.6). Han ocurrido daños por congelación a las plantas aún durante el transporte por fallas en el equipo. Este es común, porque las unidades de refrigeración en los vehículos de transporte son inconsistentes y la circulación del aire es restringida. Las cajas en la parte frontal del vehículo cerca de las unidades de refrigeración necesariamente estarán más frías que las que se encuentran más atrás. Resista la tentación de saturar el vehículo de transporte; deje espacio adecuado para la buena circulación del aire (Rose y Hasse, 2006). La producción que ha estado almacenada en frío, deben ser transportada a la misma temperatura (0.5 a 1°C [33 a 34°F]), mientras que la producción congelada deben ser transportada a temperaturas más cálidas, para comenzar el proceso de deshielo.

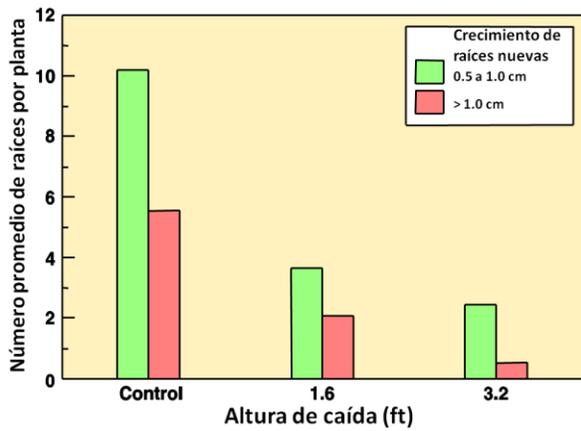
Cuando la producción del vivero llega al sitio donde será plantada, debe mantenerse tan fresca como sea posible. El almacenamiento *in situ* se discute en el Capítulo 7.6.

7.5.2.3 Estrés físico

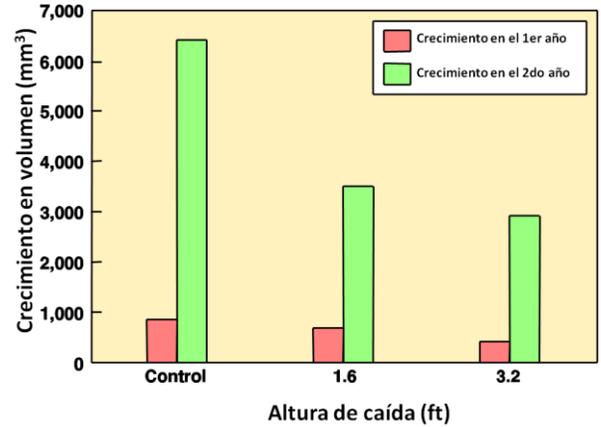
Las cajas de las plantas del vivero se manejan muchas veces desde que éstas dejan el vivero hasta que finalmente son plantadas. Un manejo rudo puede dar como resultado una reducción en el desempeño de la planta después de la plantación. Cada persona involucrada en el manejo y transporte de las plantas debe recibir entrenamiento sobre cómo minimizar diferentes tipos de estrés físicos.

El potencial para un daño físico a las plantas puede venir de caídas, aplastamientos, vibraciones, o simplemente por un manejo rudo. Es fácil olvidar que las plantas del vivero están vivas cuando éstas están en cajas. Algunos estudios han mostrado que el estrés a las plantas por caídas de cajas reduce el potencial de crecimiento de la raíz, disminuye el crecimiento en altura, incrementa la

mortalidad, e incrementa la pérdida de electrolitos por las raíces finas (McKay *et al.*, 1993; Sharpe *et al.*, 1990; Tabbush, 1986). Stjernberg (1996) realizó una evaluación comprensiva de los tipos de estrés físicos a los que es sometida la planta durante el transporte del vivero al sitio de plantación. Las pruebas de potencial de crecimiento de la raíz sobre plantas de *Picea glauca* almacenadas en cajas en refrigeración mostraron una disminución en el número de nuevas raíces a medida que se incrementaba la distancia de caída de las cajas (Figura 7.5.5A). Más aún, el crecimiento en volumen de estas plantas todavía mostró una disminución dos años después de la plantación (Figura 7.5.5B).

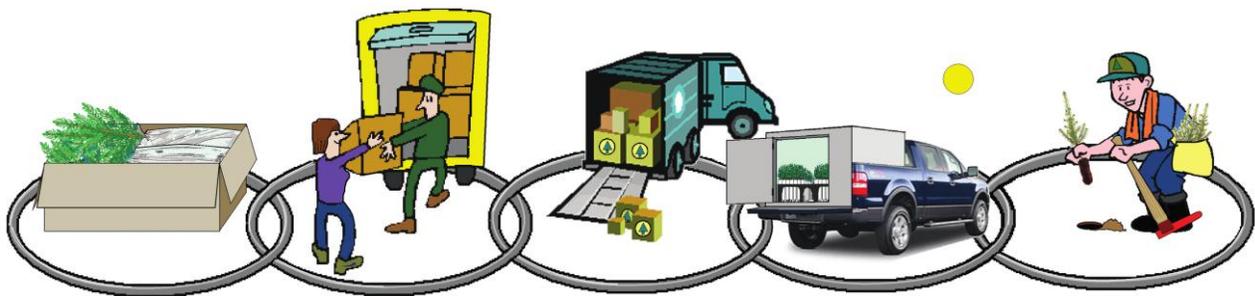


A



B

Figura 7.5.5 Cuando las bolsas de plantas de coníferas se dejaron caer de diferentes alturas, su habilidad para producir nuevas raíces (potencial de crecimiento radical) se redujo significativamente (A). Este daño mecánico todavía afectó el crecimiento de la planta dos años después de la plantación (B) (modificado de Stjernberg, 1996).



Cosecha y almacenamiento

Manejo

Transporte

Almacenamiento *in situ*

Plantación

Figura 7.5.6 Las plantas en el vivero son sometidas a una serie de factores de estrés desde el momento en que son cosechadas, hasta cuando son plantadas. Cada etapa en el proceso representa un eslabón de una cadena, y la calidad total de la planta será tan buena como lo es el eslabón más débil.

7.5.2.4 Estrés acumulado

Las plantas del vivero alcanzan su máxima calidad inmediatamente antes de la cosecha en el vivero, pero todavía deben pasar por muchas manos antes de ser plantadas. El éxito de la plantación depende de mantener la calidad de la planta minimizando el estrés de cada fase de la operación. Es útil pensar en la calidad de planta como una cadena en la cual cada eslabón representa uno de los eventos secuenciados desde la cosecha y almacenamiento en el vivero, hasta la plantación en el sitio (Figura 7.5.6.). El efecto acumulado de varios tipos de estrés puede ser mucho mayor que el efecto individual de cualquiera de ellos.

Al incrementar el estrés, la planta utiliza energía del crecimiento para reparar los daños. Las funciones fisiológicas son dañadas y la supervivencia y el crecimiento se reducen. Estos efectos son exacerbados cuando las plantas son plantadas en sitios adversos.

El manejo extremadamente sin cuidado de las plantas, usualmente se manifiesta por sí mismo inmediatamente después de la plantación – las plantas mueren en pocos días o semanas. Desafortunadamente, las ramificaciones de un manejo inadecuado son usualmente más insidiosas y no se muestran inmediatamente, porque causan cierto grado de daño que no llega a la muerte y sólo se verá reflejado en una disminución de la supervivencia y crecimiento después de semanas o meses de la plantación. Un buen ejemplo es el daño de las raíces. Las raíces que han sido dañadas por exposición o congelamiento pudieran verse iguales, pero ellas han perdido la habilidad para funcionar apropiadamente. Esta condición es particularmente seria en plantas producidas en contenedor, porque estos daños afectan en primer lugar las raíces en el exterior del cepellón. Debido a que las raíces del interior todavía funcionan, las plantas aparentan estar turgentes y en una condición normal. Sin embargo, después de la plantación, las raíces dañadas no pueden crecer en el suelo circundante, de manera que las plantas sufren por un tiempo y pueden eventualmente morir. En sitios húmedos con baja demanda

evaporativa, esto puede tomar semanas o meses.

Debido a que todos los tipos de abuso o exposición son acumulativos, es conveniente pensar en la calidad de planta en vivero como una cuenta de cheques. Inmediatamente después de la cosecha, las plantas deben estar con un 100% de calidad, pero todos los tipos de estrés subsecuentes son retiros de la cuenta (Figura 7.5.7). Es imposible hacer un depósito – no se puede hacer nada para incrementar la calidad de la plantas después de que salen del vivero.



Figura 7.5.7 Es útil pensar en la calidad de planta en vivero como una cuenta de cheques en la cual todos los tipos de abusos o estrés son retiros. Observe que todos los tipos de estrés son acumulativos y no se pueden realizar depósitos – Es imposible incrementar la calidad de planta después de la cosecha.

7.5.3 Sistemas de manejo y transporte

Cuando la producción del vivero esta lista para ser plantada, debe ser movida desde el almacén del vivero hasta el sitio de plantación. Usualmente los empleados del vivero utilizan el mismo sistema de manejo para mover las plantas dentro y fuera del almacén, y el equipo utilizado generalmente consiste en remolques, carritos manuales, montacargas y otros equipos de manejo motorizados que fueron discutidos en el Volumen Uno. Sin embargo, el envío al cliente o al sitio de plantación, a menudo requiere de manejo y equipo especializado. El mejor sistema de manejo para el transporte dependerá de la condición fisiológica de la planta, el tipo y tamaño del contenedor, y si las plantas serán transportadas en sus contenedores.

7.5.3.1 Transporte en los contenedores de crecimiento

Cuando la planta se producía en contenedores durante los años 1970, la mayoría de los viveros enviaban las plantas a sus clientes en los contenedores de crecimiento. Algunos viveros todavía utilizan esta práctica y usualmente empaican los contenedores en estantes de metal o madera dentro del vehículo (Figura 7.5.8A). Este método funciona bien cuando las distancias de transporte son relativamente cortas y los caminos están en buenas condiciones. Algunos viveros colocan sus contenedores dentro de cajas de cartón para su transporte. Desafortunadamente, los contenedores usados necesitan regresarse al vivero, requiriendo de un segundo viaje, y a menudo se dañan durante el tránsito (Figura 7.5.8B).

El transporte en contenedores ha funcionado bien para los viveros de la industria forestal que producen planta para sus propios terrenos. Por ejemplo, J. D. Irving, Limited, una compañía de reforestación en New Brunswick, Canadá, ha desarrollado unas sofisticadas tarimas como sistema de manejo para mover los contenedores en el vivero y hacia el sitio de plantación (Figuras 7.5.8 C y D). Su sistema permite un manejo eficiente de las plantas en

contenedor mientras proporciona una excelente protección contra un mal manejo. Después de que las plantas son establecidas en campo, las mismas tarimas son utilizadas para transportar los contenedores vacíos de regreso al vivero, sin ocasionarles daños (Brown, 2007).

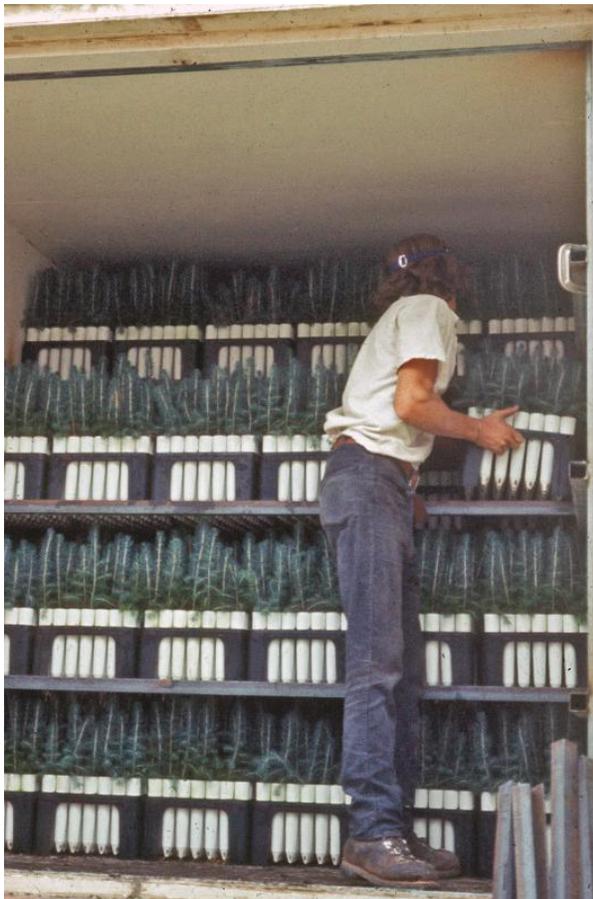
La principal ventaja de este sistema es que las raíces de las plantas están protegidas por el contenedor y, si es necesario que las plantas se mantengan en un almacén temporal antes de la plantación, éstas pueden ser regadas (Figura 7.5.8E). La producción del vivero que no se planta de inmediato y no está completamente endurecida, afronta menos estrés cuando se deja en los contenedores de crecimiento. La mayor desventaja del transporte en los contenedores de crecimiento es que un determinado número de plantas ocupan considerablemente más volumen y pesan más, en comparación con plantas que se han sacado del contenedor para su almacenamiento. Adicionalmente, las plantas transportadas en los contenedores de crecimiento, especialmente aquellas que no han sido consolidadas, no necesariamente han sido clasificadas y pueden incluir en el manejo y transporte plantas que deberían ser desechadas.

Las plantas producidas en contenedores grandes (> 500 ml) siempre se transportan en los contenedores de crecimiento debido a que son muy grandes y pesados para manejarlos de otra manera. El vivero J. H. Stone del Servicio Forestal localizado en Central Point, Óregon, produce plantas nativas en contenedores de hasta 55 L (15 gal) de volumen (Figura 7.5.9A). Estas plantas se colocan en tarimas especiales en el vivero; estas mismas tarimas son utilizadas para transportar las plantas al sitio de plantación (Figura 7.5.9B).

7.5.3.2 Transporte en cajas o bolsas

Las plantas que se han extraído de sus contenedores de crecimiento y se almacenan en cajas de cartón, requieren mucho menos espacio de almacenamiento y pesan menos

cuando se transportan, en comparación con plantas transportadas en sus contenedores de crecimiento. Adicionalmente, la caja proporciona protección física durante el almacenamiento, transporte, y manejo (Figura 7.5.10A). Las cajas se estiban eficientemente (Figura 7.5.10B), y las tarimas con cajas pueden ser movidas manualmente o con montacargas, para cargarlas rápidamente dentro de los vehículos (Figura 7.5.10C). Los vehículos para el transporte deben estar equipados con estantes; de otra manera, el peso de las cajas al ser estibadas es tan alto que puede causar un daño mecánico a las plantas (Figura 7.5.10D).



A



B



C



D



E

Figura 7.5.8 El envío de la planta en sus contenedores de crecimiento requiere un sistema de estantes para soportar y proteger la producción (A). Una desventaja de este sistema es que los contenedores deben ser regresados al vivero y pueden dañarse durante su tránsito (B). Algunos grandes viveros han desarrollado sofisticados sistemas de manejo de estantes, para transportar las plantas a los sitios de plantación y el retorno al vivero de los contenedores usados (C y D). Una ventaja de transportar en los contenedores de producción es que las plantas pueden regarse previo a los trabajos de plantación (E) (C y D, cortesía de J. D. Irving, Limited).



A



B

Figura 7.5.9 La producción en grandes contenedores es siempre transportada en su contenedor de crecimiento y transportada al campo en los mismos estantes del vivero (A y B)



A



B



C



D

Figura 7.5.10 Las cajas de cartón proporcionan protección a las plantas durante el almacenamiento, transporte y manejo (A). Debido a que éstas pueden ser apiladas, las cajas hacen eficiente el uso del espacio en unidades de almacenamiento y vehículos de entrega (B). Las tarimas con cajas pueden moverse fácilmente de forma manual o mediante montacargas (C). Los vehículos de transporte usan estantes para prevenir que las cajas transportadas puedan llegar a aplastarse (D).

7.5.4 Entrega de la producción del vivero

Se han utilizado diferentes métodos para transportar las plantas desde el vivero hasta el sitio de plantación. El método más apropiado dependerá de la distancia, el número de plantas, la dormancia y el endurecimiento de las plantas. Aunque se ha llegado a utilizar el ferrocarril y aun aerolíneas comerciales, la mayor parte de las plantas se transporta en camiones debido a que la mayoría de los sitios de plantación están en localidades remotas. Las plantas pueden estar sujetas a daños mecánicos severos durante el transporte, especialmente en caminos de terracería o brechas, y la disminución de la velocidad minimizará el daño potencial (Stjernberg, 1997).

7.5.4.1 Entrega en camiones refrigerados

Las plantas del vivero, ya sea que se transporten en sus contenedores de crecimiento o se extraigan y se empaque en cajas o bolsas, comúnmente son transportadas en camión. Para grandes cantidades de plantas, típico de compañías forestales, y cuando el viaje durará más de unas cuantas horas, el transporte se realiza en furgones con refrigeración ("reefers") (Figura 7.5.11A). Debido a que las altas temperaturas son el mayor factor de riesgo durante el transporte de las plantas, el uso de vehículos con refrigeración ha tenido un efecto significativo en mantener la calidad de planta y el éxito de la plantación. En una revisión del éxito en plantaciones de pino del sureste, el uso de vehículos con refrigeración fue nombrado como el factor individual más importante para asegurar que las plantas llegan en buena condición al sitio de plantación (Fox *et al.*, 2007).

El riesgo de daño a las plantas del vivero se incrementa con la distancia de transporte. Esto es más crítico aun para plantaciones que se realizan en el verano o el otoño, debido a que las plantas no están en completa dormancia o en su mayor nivel de endurecimiento. Cuando se realizó el monitoreo del desempeño de plantas de *Betula pendula*, que fueron plantadas en el verano, el crecimiento en altura

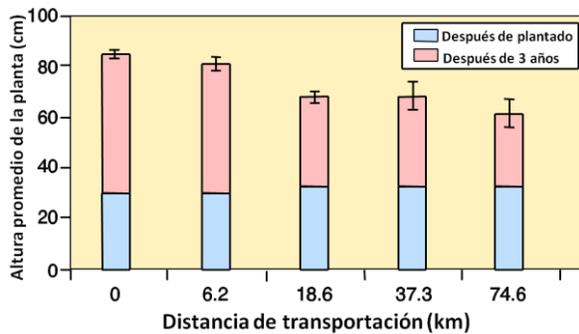
medido después del primer año no fue afectado por la distancia de transportación (Luoranen *et al.*, 2004). Sin embargo, cuando las mismas plantas fueron medidas después de trece años, el crecimiento del tallo decreció con la distancia de transportación (Figura 7.5.11B).

La temperatura dentro del furgón debe ser monitoreada durante el trayecto debido a que las unidades de refrigeración de los camiones tienden a fallar. Ambos daños, por altas o bajas temperaturas, se han presentado cuando las unidades de refrigeración han fallado. La temperatura ideal en un camión de transporte depende ya sea que las plantas serán plantadas en forma inmediata o provienen de almacenes en refrigeración, especialmente si las plantas requieren un proceso de descongelamiento. En una prueba operacional, las temperaturas en cajas de plantas refrigeradas variaron de 2 a 10 °C (36 a 50 °F) en vehículos con refrigeración, en comparación con variaciones de 10 a 22 °C (50 a 72 °F) en vehículos sin refrigeración (Stjernberg, 1996). Si las cajas son cargadas manualmente, se requiere colocar separadores (tales como tiras de madera o bloques de espuma) entre las cajas o bolsas, para permitir la circulación de aire y prevenir que la carga se desacomode.

El vivero Mt. Sopris en Colorado, ha desarrollado unidades para transporte diseñadas especialmente para poder ser dejadas en los sitios de plantación, y proveer almacenamiento *in situ* durante largos periodos (Figure 7.5.11C).



A



B



C

Figura 7.5.11 Contenedores refrigerados se utilizan para transportar la producción de planta a largas distancias (A). El riesgo de daño a las plantas se incrementa con la distancia de transporte (B). Este tipo de contenedores pueden proveer buenas condiciones de almacenamiento en el sitio por largos periodos (C).

7.5.4.2 Entrega en camiones no refrigerados

Para viajes cortos, a menudo se utilizan camiones sin refrigeración. Los vehículos de transporte deben ser de aluminio o estar pintados de blanco para reflejar la luz del sol, y

deben ser estacionados en lugares con sombra durante las paradas y cuando lleguen al sitio de plantación (Figura 7.5.12A). Plant ProTek es una nueva línea de transporte con aislamiento, que ha sido probada con éxito para transportar plantas ornamentales y debería tener aplicación para plantas nativas de vivero (Anónimo, 2006). Adicionando “hielo azul” en las cajas de envíos pequeños podría ayudar a mantener las temperaturas bajas, aunque se podría incrementar el costo de transporte.

Pequeños vehículos de carga. Si se va a utilizar camionetas abiertas entonces las cajas con las plantas deben cubrirse con una lona reflectiva (Figura 7.5.12B). Existen las lonas Mylar® especialmente construidas con la cubierta externa blanca y la cubierta interna plateada, y están disponibles en las compañías proveedoras para reforestación (Figura 7.5.12C). En pruebas operacionales, las plantas colocadas bajo estas cubiertas se mantuvieron tan frescas como aquellas almacenadas en la sombra (Figura 7.5.12D). Las lonas de color verde-oscuro, tales como las que utiliza el ejército, cubren directamente las cajas, sin embargo, permiten que las plantas se calienten hasta alcanzar niveles dañinos, por lo tanto, nunca deben ser utilizadas (DeYoe *et al.*, 1986).

Vehículos comerciales de paquetería. Muchos viveros estatales y privados a menudo envían pequeñas cantidades de diversas plantas nativas a una variedad de clientes. Por ejemplo, el vivero Frank Pitkin de la Universidad Estatal de Idaho, que funciona como vivero Estatal para Idaho, en forma rutinaria envía pedidos de un promedio de 120 plantas a cada uno de sus 1,500 clientes a lo largo del Estado. Para facilitar esto, las plantas son extraídas de sus contenedores y empacadas en bolsas de plástico. Las bolsas con plantas son colocadas a granel dentro de cajas de plástico para su almacenamiento en frío (Figura 7.5.13A). Estas cajas proveen máxima flexibilidad en el congelador, permitiendo la configuración del almacén y los ajustes año con año, dependiendo de la variación en la cantidad de plantas. A medida que avanza la entrega de plantas, las cajas vacías son sacadas del congelador permitiendo espacio adicional para

procesar otros pedidos. A medida que los pedidos necesitan ser enviados, los empleados buscan de caja en caja para completar las especies y cantidades apropiadas (Figura 7.5.13B). Los pedidos completos son colocados en cajas de cartón, pesados (Figura 7.5.13C), etiquetados (Figura 7.5.13D), y preparados para su envío en compañías de transportación comercial, tales como United Parcel Service (UPS) o FedEx (Figura 7.5.13E). Debido a que estos paquetes no siempre son manejados por personal entrenado, las cajas deben ser de uso rudo para proteger las plantas (Figura 7.5.13F). Dentro del Estado de Idaho, todos los pedidos son usualmente entregados dentro de 2 días. A los clientes se les avisa automáticamente por correo electrónico cuando las plantas salen del vivero y reciben un número de seguimiento para monitorear el proceso del envío.



A



B



C

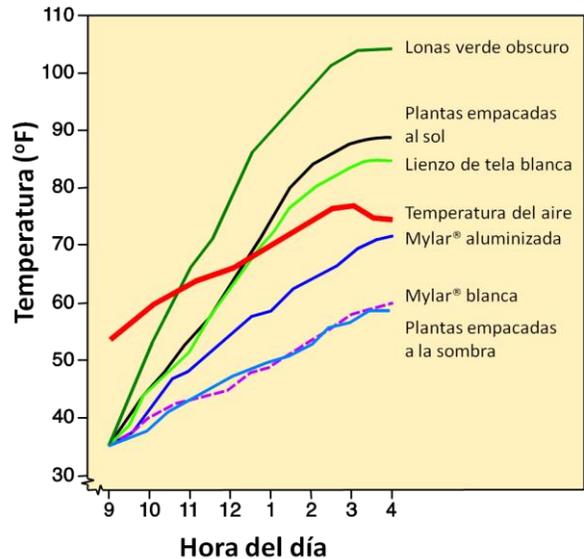


Figura 7.5.12 Los vehículos para el transporte de planta sin refrigeración deberán ser pintados de color blanco y aislados para mantener bajas las temperaturas adentro (A). En camionetas abiertas tipo “pick-up”, las plantas deberán ser cubiertas con lonas (B); en el mercado existen lonas reflejantes (C). Investigaciones han mostrado que las lonas reflejantes Mylar® proporcionan un mejor aislamiento que las lonas verdes comunes (D)(D, modificado de DeYoe *et al.*, 1986)



A



B



C



D

E



F

7.5.5 Resumen y recomendaciones

Después de que un cultivo inicia el proceso de salida del área de crecimiento o del almacén hacia el sitio de plantación, los riesgos financieros y de calidad de planta aumentan – debido a que las plantas han alcanzado su máximo valor económico y deben estar en su nivel más alto de calidad. Las plantas están vivas, son organismos perecederos y es de importancia capital minimizar el estrés que puede reducir su calidad. Los tres principales tipos de estrés que las plantas pueden encontrar son pérdida de humedad (deseccación), temperaturas extremas, y daño físico. La producción debe ser monitoreada regularmente y manejada con cuidado para evitar la exposición al estrés. Los efectos de estrés son acumulativos – las plantas expuestas a un estrés excesivo pueden estar muertas al momento de la plantación o morir poco tiempo después. Desafortunadamente, el escenario más común es que la acumulación de estrés provoca una gradual y acumulativa reducción en supervivencia y crecimiento, que puede o no ser evidente, hasta semanas después de la plantación.

La clave para un manejo y transporte exitoso es minimizar el estrés de la planta. A menudo se utiliza equipo especial que permanece en sus contenedores originales durante el almacenamiento y el transporte, reduciendo de esta manera el estrés físico. Sin embargo, muchos viveros extraen las plantas de sus contenedores y las almacenan y transportan en cajas o bolsas para reducir el volumen de almacén, y el peso en el transporte, y para evitar la logística de tener que regresar los contenedores al vivero. En general, una gran cantidad de plantas, tales como aquellas enviadas para trabajos de reforestación, como producto forestal, o para viveros federales, son enviadas en forma rutinaria en grandes camiones con refrigeración para reducir el estrés por temperatura, y mantener la calidad de la planta. En el caso de viveros pequeños, tales como aquellos privados que producen plantas nativas en instalaciones estatales, y para pequeñas cantidades que son enviadas a

localidades cercanas al vivero, las plantas son enviadas a menudo sin refrigeración – tales envíos son exitosos si se tiene cuidado en minimizar las temperaturas extremas y el estrés físico.

7.5.6 Literatura citada

- Adams, J.C.; Patterson, W.B. 2004. Comparison of planting bar and hoedad planted seedlings for survival and growth in a controlled environment. In: Connor, K.F., ed. Proceedings of the 12th Biennial Southern Silvicultural Research Conference. GTR SRS-71. Asheville, NC: USDA Forest Service, Southern Research Station: 423-424.
- Anonymous. 2006. Greenhouse on wheels: new shipping technology converts dry vans into nursery stock haulers. *Digger* 50(1):46-47.
- Balneaves, J.M.; Menzies, M.I. 1988. Lifting and handling procedures at Edendale Nursery: effects on survival and growth of 1/0 *Pinus radiata* seedlings. *New Zealand Journal of Forestry Science* 18: 132-134.
- Brown, K.E., 2007. Personal Communication. Juniper, NB: J.D. Irving Ltd. Juniper Tree Nursery.
- DeYoe, D. 1986. Guidelines for handling seeds and seedlings to ensure vigorous stock. Corvallis, OR: Oregon State University, Forest Research Laboratory, Special Publication 13. 24 p.
- DeYoe, D.; Holbo, H.R.; Waddell, K. 1986. Seedling protection from heat stress between lifting and planting. *Western Journal of Applied Forestry* 1(4): 124-126.
- Fancher, G.A.; Mexal, J.G.; Fisher, J.T. 1986. Planting and handling conifer seedlings in New Mexico. Las Cruces, NM: New Mexico State University, CES Circular 526. 10p.
- Fox, T.R.; Jokela, E.J.; Allen, H.L. 2007. The development of pine plantation silviculture in the southern United States. *Journal of Forestry* 105(7): 337-347.
- Hanninen, H.; Pelkonen, P. 1989. Dormancy release in *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) Karst. seedlings: effects of intermittent warm periods during chilling. *Trees* 3(3): 179-184.
- Kerr, G. 1994. A comparison of cell grow and bare-rooted oak and beech seedlings one season after outplanting. *Forestry* 67(4):297-312.
- Luoranen, J.; Rikala, R.; Smolander, H. 2004. Summer planting of hot-lifted silver birch container seedlings. In: Cicarese, L., ed. Nursery production and stand establishment of broadleaves to promote sustainable forest management, APAT, 2004. IUFRO S3.02.00, May 7-10, 2001, Rome, Italy: 207-218. URL: <http://www.iufro.org/publications/proceedings/> (accessed 23 Jan 2009).
- McKay, H.M.; Gardiner, B.A.; Mason, W.L.; Nelson, D.G.; Hollingsworth, M.K. 1993. The gravitational forces generated by dropping plants and the response of Sitka spruce seedlings to dropping. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 2443-2451.
- Paterson, J.; DeYoe, D.; Millson, S.; Galloway, R. 2001. In: Wagner, R.G.; Colombo, S.J.; eds. Regenerating the Canadian forest: principles and practice for Ontario. Markham, ON: Ontario Ministry of Natural Resources and Fitzhenry & Whiteside Ltd: 325-341.
- Rose, R.; Haase, D.L. 2006. Guide to reforestation in Oregon. Corvallis, OR: Oregon State University, College of Forestry. 48p.
- Self, A.B.; Ezell, A.W.; Guttery, M.R. 2006. First-year survival and growth of bottomland oak species following intensive establishment procedures. In: Connor, K.F., ed. Proceedings of the 13th biennial southern silvicultural research conference. Gen. Tech. Rep. SRS-92. Asheville, NC: USDA Forest Service, Southern Research Station: 209-211.
- Sharpe, A.L.; Mason, W.L.; Howes, R.E.J. 1990. Early forest performance of roughly handled Sitka spruce and Douglas fir of different plant types. *Scottish Forestry* 44: 257-265.
- Stjernberg, E.I. 1996. Seedling transportation: effect of mechanical shocks on seedling performance. Technical Report TR-114. Pointe-claire, QC: Forest Engineering Research Institute of Canada. 16 p.
- Stjernberg, E.I. 1997. Mechanical shock during transportation: effects on seedling performance. *New Forests* 13(103): 401-420.

Tabbush, P.M. 1986. Rough handling, soil temperature, and root development in outplanted Sitka spruce and Douglas-fir. Canadian Journal of Forest Research 16: 1385–1388.

USDA. 1989. A guide to the care and planting of southern pine seedlings. USDA Forest Service, Southern Region, Management Bulletin R8-MB39. 44 p. 147

