



# Calidad de plantines: Atributos morfológicos

John G. Mexal

## INTRODUCCIÓN

Para que una región tenga una producción de recursos forestales implantados sostenible y confiable, deben concurrir un número de factores que, a priori, podrían considerarse independientes entre sí, para que los programas de forestación tengan éxito. Se debe seleccionar la especie adecuada, las fuentes de semillas, así como la procedencia y genotipo deseados; se deben recolectar, procesar y almacenar las semillas. Éstas deben ser usadas de forma adecuada para producir plantines de calidad en cantidad suficiente para cumplir con los objetivos de la forestación. Finalmente, la cosecha, almacenamiento y manipulación de los plantines, la preparación del sitio y el proceso de plantación pueden arruinar todos los esfuerzos realizados en las etapas anteriores, si no se presta suficiente atención a los detalles de estos procedimientos y a la capacitación del personal responsable de estas actividades.

Cualquiera de las actividades mencionadas puede ser un "eslabón débil de la cadena", y cualquier eslabón débil que se rompa puede producir el fracaso de todo el programa de forestación. Un área crítica que suele recibir la atención necesaria es la producción de los plantines y, en especial, los factores que determinan su calidad. Desde los primeros esfuerzos por clasificar los plantines por calidad (Tillotson 1917), se ha escrito mucho sobre posibles descripciones de la calidad de un plantín y sobre formas para obtener plantines de calidad (por ejemplo: Duryea 1985, Duryea y Brown 1984, MacLennan y Fennessy 2006, Mexal y Landis 1990, Rook 1980, Rose et al. 1990a, South y Mexal 1984, Wagner y Colombo 2001). Sin embargo Wakeley (1954), pionero en la evaluación de la calidad de los plantines, fue uno de los primeros en proponer que las distintas clases de calidad de éstos podrían servir para predecir su desempeño. Basado en ensayos de plantación en el sudeste de Estados Unidos, afirmó que "la clasificación de los plantines en clases se basa en la capacidad de las plantas para sobrevivir y crecer

*luego de ser plantadas"* (Wakeley 1954). Recomendó establecer clases de plantines basadas en el diámetro a nivel del cuello, la altura, la morfología de la raíz y el estatus de las yemas. Más de 50 años más tarde, muchas de sus recomendaciones siguen vigentes.

Hace casi 30 años, durante una reunión internacional sobre calidad de plantines se desarrolló la siguiente definición: "La calidad del stock plantado está dada por el grado en que éste cumple con los objetivos de manejo (hasta finalizar la rotación o el logro de beneficios específicos definidos) a un costo mínimo. La calidad es la adecuación al propósito" (Willén y Sutton 1980). Evidentemente, el propósito debería ser más que una buena supervivencia después del primer año. Los programas exitosos no buscan sólo una alta supervivencia, sino también crecimiento rápido, que reduzca los riesgos y acorte las rotaciones.

Más recientemente, Rose y colaboradores (1990b) propusieron el concepto de *plantín objetivo*, como aquel que reúne "características fisiológicas y morfológicas que pueden relacionarse en forma cuantitativa con el éxito de la reforestación". Colombo y colaboradores (2001b) clasificaron estas características como atributos morfológicos, fisiológicos y químicos (Figura 1). Es evidente que estos atributos interactúan entre sí y tienen influencia unos sobre otros. Por ejemplo, el contenido de nitrógeno afecta la tasa de fotosíntesis, la cual afecta el contenido total de hidratos de carbono, lo cual a su vez determina el crecimiento del tallo (en altura y en diámetro) y el sistema de raíces. Los recursos (el agua y los nutrientes) y los factores ambientales (la luz y la temperatura) pueden afectar negativamente la calidad de los plantines si están presentes en niveles limitantes o excesivos. Además, el momento en que ocurren y la severidad del estrés, determinan el nivel del impacto. Por ejemplo, McMillin y Wagner (1995) comprobaron que al comienzo de la temporada de crecimiento, un estrés hídrico moderado (-1,03 MPa) tiene poco o ningún efecto en la biomasa del tallo y las raíces. Sin embargo, los mismos niveles de estrés hídrico, más

tarde en la temporada de crecimiento, reducen significativamente la biomasa de la parte aérea de la planta, en beneficio de la biomasa del sistema radical, aumentando la relación raíz/tallo (R:T). Un estrés hídrico severo (-2,25 MPa) tiene un impacto aún más pronunciado. Por ende,

los viveristas deben comprender los factores fisiológicos y químicos que afectan los atributos morfológicos, los cuales, tomados en su conjunto, determinan el éxito de una forestación.



Figura 1. Componentes de la calidad de plantines de un vivero (Colombo et al. 2001).

Los viveros forestales de plantas en contenedores presentan varias ventajas para un programa de forestación, entre ellas un periodo de cultivo más corto y una temporada de plantación más prolongada. Por otra parte al disponer de una variedad de tamaños de contenedores se puede seleccionar el más adecuado para un determinado fin (para mayor detalle ver el capítulo Contenedores: aspectos técnicos, biológicos y económicos). Sin embargo, es aconsejable que un vivero produzca, o bien unos pocos plantines grandes o muchos plantines pequeños por unidad de superficie, pero no ambos (Landis et al. 2008). En los últimos 35 años, los contenedores se han vuelto más anchos (disminuyendo el número de plantines por unidad de superficie) y menos profundos (reduciendo el volumen y costo del medio de crecimiento). Domínguez-Lerena y colaboradores (2006) mostraron que en un envase de una relación profundidad-diámetro igual a 4 se obtienen los plantines de pino piñonero (*Pinus pinea*) de mejor calidad. Por ende, un contenedor de 100 mm de profundidad debería tener un diámetro de 25 mm, mientras que uno con 150 mm de profundidad debería tener un diámetro de 38 mm, y así sucesivamente.

El objetivo de este capítulo es describir los atributos morfológicos que afectan el desempeño de los plantines en plantación y las prácticas de producción que afectan su morfología. La discusión se centrará principalmente en plantines producidos en contenedores.

## MODELO TEÓRICO DE CRECIMIENTO DE LOS PLANTINES

Las restricciones de los contenedores alteran la dinámica de crecimiento de los plantines en comparación con los que crecen a raíz desnuda. Cuando la semilla germina, la raíz crece rápidamente hasta llegar al fondo del envase, usualmente, en unos pocos días (Figura 2). La elongación del tallo continúa hasta el final de la temporada cuando se reducen las horas de luz. Al terminar la elongación del tallo, aumenta el crecimiento de la raíz, especialmente durante la fase de endurecimiento, momento en que también disminuye el crecimiento de la biomasa del tallo. El incremento del diámetro tiende a ser lineal a lo largo de todo el período de crecimiento.

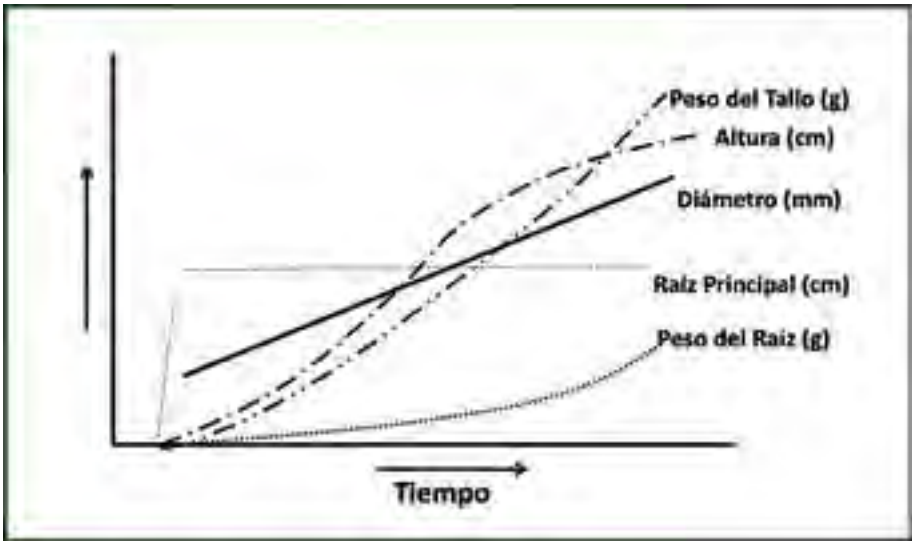


Figura 2. Forma teórica del crecimiento de distintas partes de plantines de coníferas en contenedor.

## ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS

### Peso Seco

El peso seco del plantín aumenta con la edad y el tamaño del envase (Figura 3).

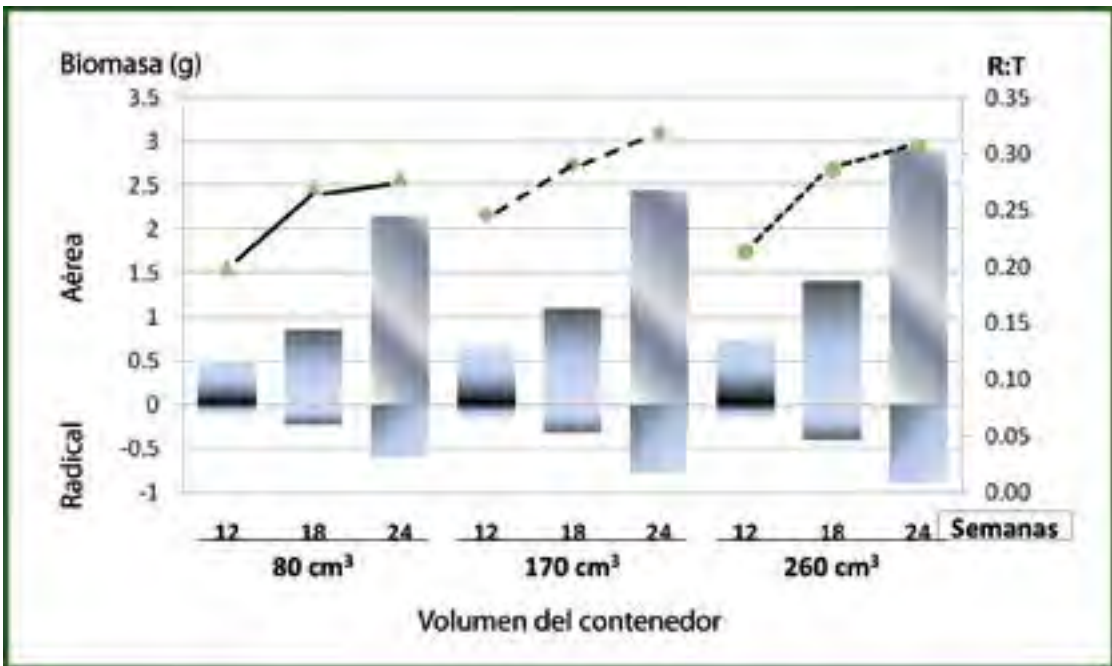


Figura 3. Crecimiento de pino de Engelmann (*Pinus engelmannii*) según el tamaño y el volumen del contenedor (Prieto et al. 2008).

Estos factores también afectan el diámetro del cuello del plantín (Figura 4A) así como su altura, los cuales son más fáciles de medir y están correlacionados con la biomasa. Por esta razón, aunque existe correlación entre el peso

seco del plantín y el crecimiento en plantación (Figura 4B), muchas veces se prefiere medir estimadores de calidad no destructivos, como el diámetro y la altura.

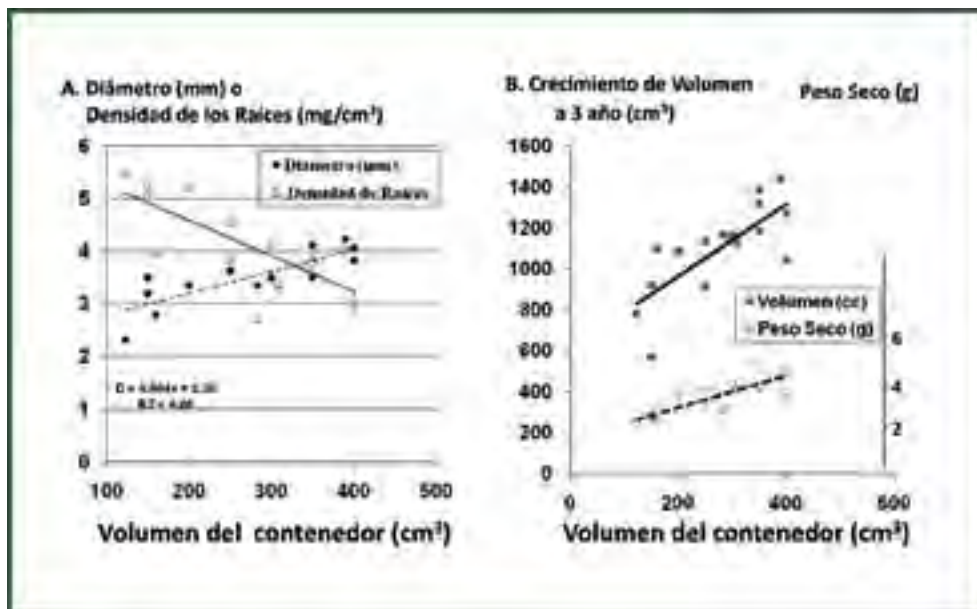


Figura 4. Morfología (A) y crecimiento (B) de plantines de pino piñonero (*Pinus pinea*) tres años luego de ser llevados al campo, según el volumen del contenedor (Dominguez Lerena et al. 2006).

## Diámetro del cuello

El diámetro de un plantín se mide tradicionalmente a nivel del cuello, donde hay un cambio de color notable entre los tejidos aéreos y radicales. Ocasionalmente las medidas se toman en la cicatriz de los cotiledones, 10 mm más debajo de ésta, o a nivel de la superficie del medio de crecimiento (Colombo et al. 2001b). No se recomienda realizar esta medición a nivel de la superficie del medio de crecimiento, dado que la profundidad de siembra puede variar o incluso la acumulación de musgos sobre el sustrato pueden afectar la localización exacta del punto de medición. Sin embargo, independientemente de dónde se realicen las mediciones, la consistencia es más importante que la localización en sí. El punto de medición debería dejarse asentado en la documentación o en los informes.

Numerosos estudios han demostrado la importancia del diámetro del cuello de los plantines para predecir su supervivencia en plantación, independientemente del sistema de producción: bolsas de polietileno (Mexal et al. 2009), raíz desnuda (Mexal y Landis 1990), o contenedores (Hines y Long 1986). Entre las especies más utilizadas para plantaciones forestales, tales como pino radiata (*Pinus radiata*), pino taeda (*Pinus taeda*) y pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*), la supervivencia de los plantines a raíz desnuda mejora con el aumento de su diámetro (Figura 5A). Hay menos información disponible sobre los plantines producidos en contenedor (Figura 5B), pero parece existir una relación similar.

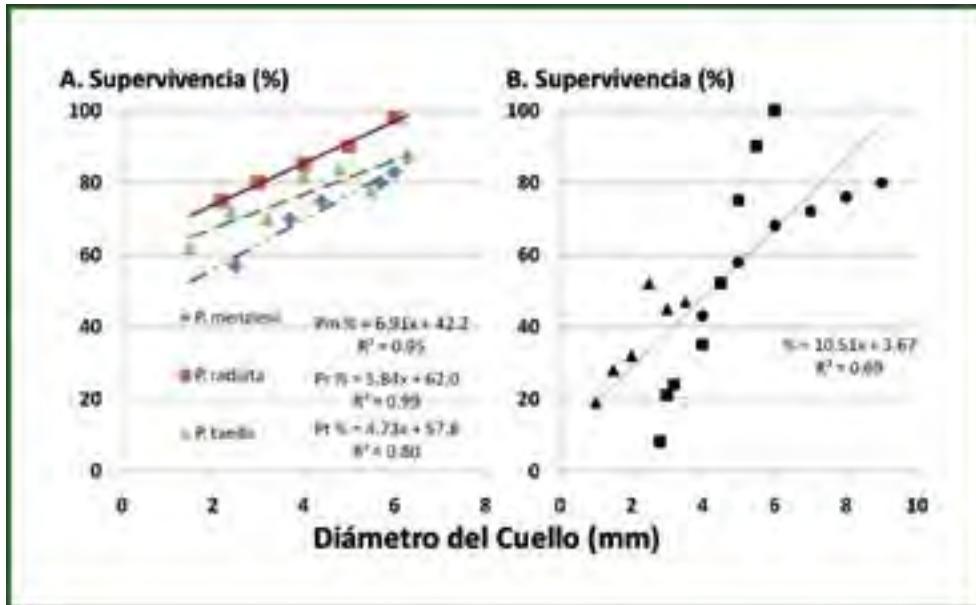


Figura 5. Supervivencia de plantines a raíz desnuda (A) y en contenedor (B) predicha por el diámetro del cuello de los plantines (Hines y Long [▲] 1986, Skagel 2000 [■], South et al. 2005 [◆]).

En general, a medida que aumenta el diámetro del cuello del plantín, aumenta la supervivencia en plantación. Sin embargo, bajo circunstancias inusuales, si los plantines se mantienen demasiado tiempo en el envase, tendrán grandes diámetros pero con raíces muy compactadas y enredadas (South et al. 2005). Este hecho puede reducir la supervivencia (Figura 6A), así como el crecimiento durante el primer año (Figura 6B) en relación con plantines del mismo tamaño cultivados a raíz desnuda. Mientras que los plantines en envase en general tienen una mejor supervivencia que los plantines pequeños a raíz desnuda, los plantines grandes a raíz desnuda pueden tener una mejor supervivencia que los de envase de tamaño similar, debido al efecto negativo de las raíces compactadas. El crecimiento, tanto de plantines a raíz desnuda como en envase, parece entonces estar relacionado con el diámetro del cuello, cualquiera sea el método de producción, excepto que las raíces hayan estado compactadas y adheridas a las paredes del envase.

El diámetro no sólo predice la supervivencia y el crecimiento durante el primer año; también está correlacionado con el crecimiento durante toda la vida de la plantación (Figura 7). Resultados a largo plazo de ensayos con plantines a raíz desnuda indican que el diámetro de los plantines predice el volumen individual de los árboles después de 30 años (Figura 7A). McClaron (2001) incluso encontró que el diámetro de los plantines en envase podía predecir la altura de los árboles a los 20 años (Figura 7B). Todo esto indica, entonces, que el diámetro inicial del plantín en envase puede ser un buen predictor de su desempeño en la plantación: su supervivencia, crecimiento en altura y la producción en volumen a largo plazo.

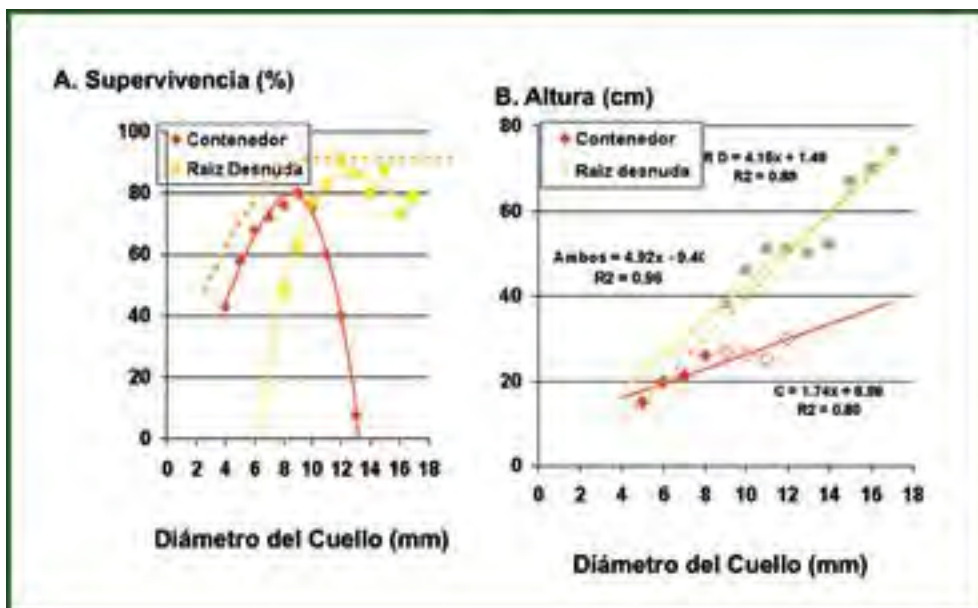


Figura 6. Supervivencia (A) y crecimiento en altura (B) predichos en función del diámetro del cuello en plantines de pino palustre (*Pinus palustris*) cultivados a raíz desnuda y en contenedor (South et al. 2005).

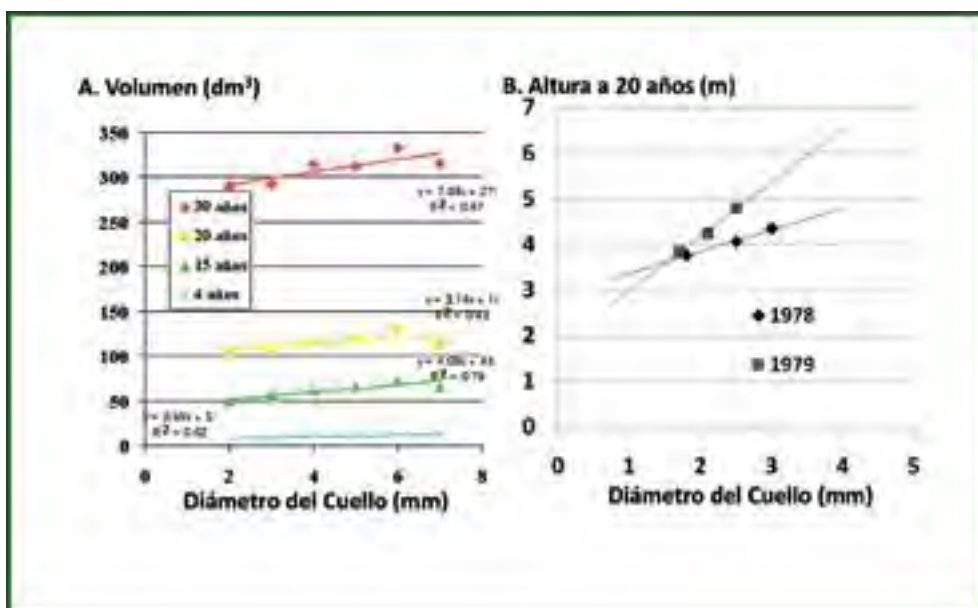


Figura 7. Volumen de árboles de pino taeda (*Pinus taeda*) a los 30 años (A) y altura de individuos de picea glauca (*Picea glauca*) a los 20 años (B) predichos por el diámetro del cuello en el momento de ser llevados a campo. El pino taeda fue cultivado a raíz desnuda (South et al. 1988), y la picea glauca en contenedor (McClaron 2001).

## Altura

Suele haber una baja correlación entre la altura de un plantín y su supervivencia, excepto bajo condiciones estresantes en el sitio de plantación, en donde la correlación es negativa (Figura 8A). Cuando las condiciones son favorables, la altura no se relaciona con la supervivencia, pero plantines altos pueden tener una supervivencia reducida cuando las condiciones son desfavorables. McTague y Tinus (1996) hallaron que los plantines altos (30 cm) de pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) tienen menos supervivencia que plantines más bajos (16,5 cm), especialmente en condiciones de estrés (días con baja humedad). Rikala (2000) reportó que plantines demasiado altos, debido a que crecieron a alta densidad en vivero, tuvieron una reducida supervivencia y, de hecho, los criterios de raleo se basan en la altura más que en el diámetro. Para estas situaciones, si la espe-

cie lo tolera, se puede reducir en gran medida la altura de los plantines con una poda aérea, mejorando así el potencial de supervivencia en sitios de plantación de condiciones difíciles (Figura 8B).

A pesar del efecto deletéreo de los sitios difíciles en los plantines altos, la altura del plantín suele estar correlacionada con el crecimiento en altura luego de su establecimiento en el sitio de plantación (Figura 9). Se encontró que existe una correlación entre la altura inicial del plantín y el crecimiento hasta los 15 años. Por lo tanto, donde las condiciones de sitio son adecuadas, la altura del plantín, si bien no tiene efecto sobre la supervivencia, podría correlacionarse con el crecimiento a largo plazo. En sitios pobres la supervivencia de los plantines puede mejorarse con la poda aérea, en el caso de especies en las cuales esta practica no produzca bifurcaciones u otras deformaciones.

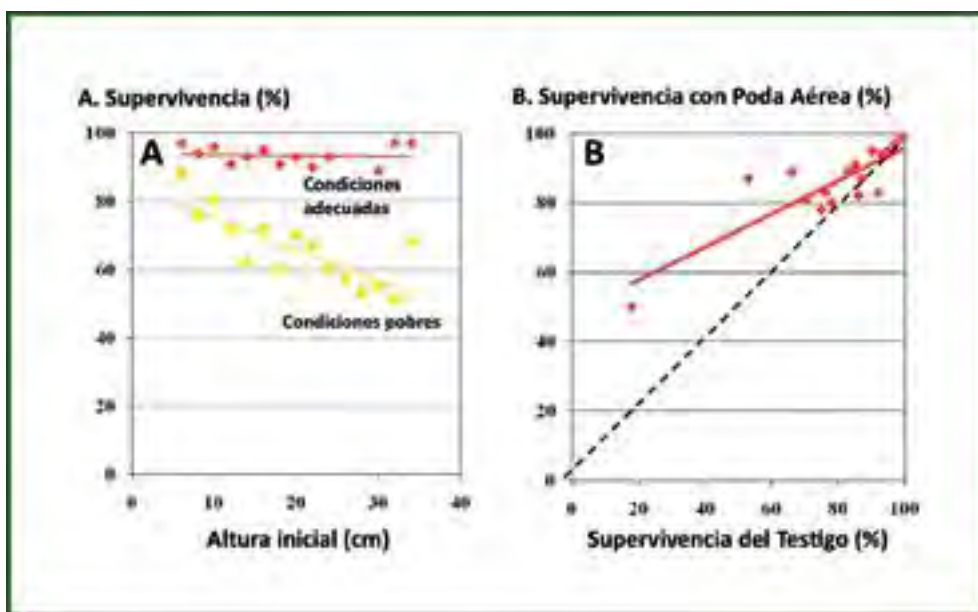


Figura 8. Supervivencia de pino taeda (*Pinus taeda*): A) en función de la altura inicial en sitios moderados y rigurosos y B) en función de la intensidad de poda en sitios rigurosos (South 1998).



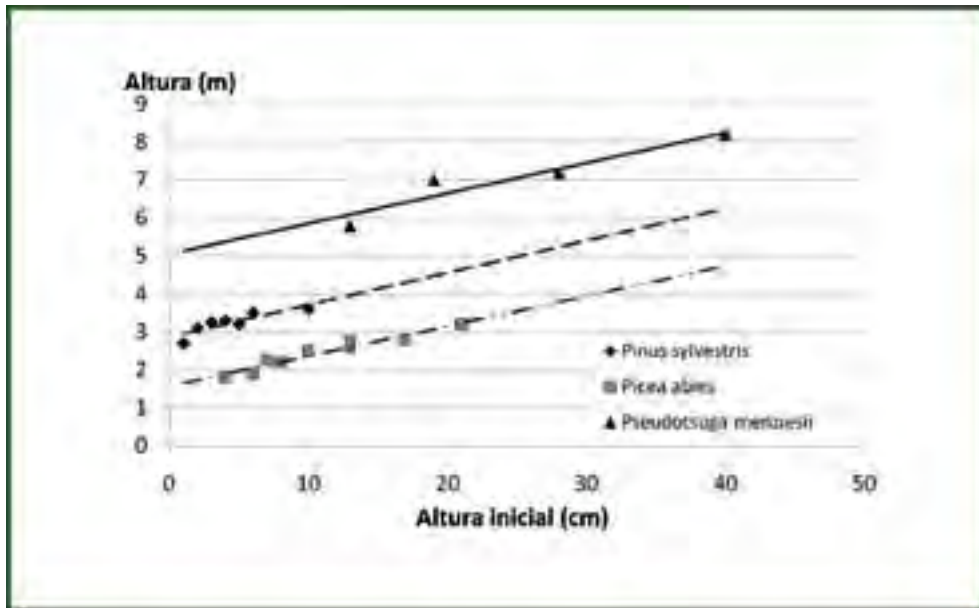


Figura 9. Altura de plantas de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) a los 11 años y de *picea abies* (*Picea abies*) y pino silvestre (*Pinus sylvestris*) a los 15 años de instaladas (Mexal y Landis 1990) en función de la altura al momento de la plantación.

## Sistema radical

Los plantines en contenedor suelen tener pocos problemas con los sistemas radicales porque el cepellón (sistema de raíces más sustrato) es muy poco perturbado durante la extracción y el transporte. La facilidad con que el cepellón puede extraerse del envase depende de la densidad de la raíz (peso/volumen). A medida que el volumen aumenta, generalmente, disminuye la densidad de raíz (Figura 4A). Por ende, para los envases más grandes se debe planificar un programa de crecimiento más largo para que la densidad de la raíz permita extraer el cepellón completo sin que se desintegre.

La profundidad del contenedor puede también tener efecto sobre la densidad de la raíz. A medida que las plántulas crecen, hay desarrollo de raíces laterales a lo largo de la raíz principal. El espaciamiento entre raíces laterales depende de la información genética y las condiciones ambientales (Nambiar 1980). Aunque la fertilidad del sustrato tiene poco efecto sobre la producción de raíces, las temperaturas más bajas reducen la elongación de la raíz

principal, aumentando la frecuencia de raíces laterales por centímetro de profundidad. Sin embargo, un factor que afecta el desarrollo de raíces laterales, especialmente en contenedores poco profundos, es la profundidad de siembra. Por ejemplo, si se siembra una semilla a 10 mm de profundidad, la primera raíz lateral crecerá por debajo de los 10 mm, generalmente entre los 15 y los 20 mm. Si un contenedor mide 90-100 mm de largo, entonces puede que no haya raíces laterales en el 20% superior del envase. Para estimular el crecimiento de raíces laterales en la porción superior del cepellón en contenedores cortos, deberá adaptarse la técnica y la profundidad de siembra. Los contenedores cortos tienen otro problema, ya que tienden a promover la pérdida de geotropismo positivo de las raíces de los plantines durante el periodo de rápido crecimiento. Sin embargo, hasta la fecha ningún estudio ha demostrado que esto tenga algún impacto sobre el desempeño de los plantines.

Otras prácticas de producción que pueden afectar el sistema radical son los envases con revestimiento interior de cobre y la inoculación con micorrizas. El tratamiento

de las paredes de los envases con cobre para aumentar la fibrosidad de las raíces y reducir el espiralamiento, ha sido efectivo en muchas especies de coníferas. El sistema ha sido fácilmente incorporado a la mayoría de los esquemas de producción con poca necesidad de ajustes. Sin embargo, no puede decirse lo mismo de los programas de inoculación con micorrizas. Muchos programas han debido reducir significativamente los niveles de fertilidad del sustrato para poder lograr inducir la formación de micorrizas. Sin embargo Tinus y McDonald (1979) afirman que la infección con micorrizas en coníferas ocurre naturalmente, con lo cual la inoculación sería innecesaria.

### Relación raíz – parte aérea

Las proporciones o el balance de los plantines ha sido un tema de preocupación en los programas de forestación. Para plantines a raíz desnuda, es importante la proporción entre la biomasa de la raíz y la biomasa del tallo, o sea la relación raíz-tallo (R: T). Sin embargo, parece no tener tanta importancia en plantines en envase. La relación R:T de estos plantines tiende a aumentar a medida que crecen y llegan a una meseta de  $R:T = 0,30$  (Figura 3).

Aunque la relación R:T de los plantines en envase pueda no ser importante, la relación entre altura (mm) y diámetro del cuello (mm) (A:D), frecuentemente llamada coeficiente de robustez, si lo es (Génére y Garriou 1999). Los plantines con bajos coeficientes (A:D = 58) muestran alta supervivencia y buen crecimiento cualquiera sea el ambiente de plantación. Sin embargo los plantines con coeficientes altos (A:D = 98) muestran supervivencia variable y un pobre crecimiento en ambientes rigurosos. Se han propuesto otros índices, tales como el índice de Calidad de Dickson (Dickson et al. 1960), pero todos implican cálculos complicados sin mejorar la predicción de la calidad. Por ende, entre todas las mediciones de proporciones, se recomienda el cociente A:D.

Las prácticas de cultivo pueden alterar estas relaciones. Obviamente, la poda aérea puede modificar la proporción A:D si otras prácticas no pudieron hacerlo. Un leve estrés hídrico durante el período de elongación rápida del tallo puede reducir la biomasa aérea sin afectar negativamente la biomasa radical. Además, el estrés hídrico puede acelerar la formación de yemas (Timmis y Tanaka 1976). La humedad a principio de la temporada de crecimiento parece tener poco efecto en el crecimiento.

### Yemas terminales

El tamaño de la yema terminal es una “promesa” del crecimiento potencial de un plantín después de su plantación. En condiciones con bajos niveles de estrés, las yemas pueden predecir bien el crecimiento durante la siguiente temporada (Thompson 1985). Sin embargo, en condiciones estresantes, la elongación de la yema puede ser limitada, dando una apariencia de “plumero de techo”. De hecho, la importancia del desarrollo de las yemas en relación con el potencial de supervivencia de los plantines es aún tema de debate. Mientras que una yema terminal puede no ser una garantía de endurecimiento y dormancia, es un indicador de cesación del crecimiento y otros cambios fisiológicos (Colombo et al. 2001a). Para especies boreales éste se considera un importante criterio de calidad (Colombo et al. 2001b).

### CONCLUSIONES

La morfología del plantín en contenedor puede tener un importante efecto sobre su desempeño en plantación. Los atributos morfológicos que mejor estiman la calidad de los plantines son el diámetro del cuello y la altura (D’Aoust et al. 1994). Como sucede en los programas de forestación con plantines a raíz desnuda, el diámetro del cuello de un plantín en envase es el mejor predictor de supervivencia. La altura de los plantines suele no tener relación con la supervivencia cuando las condiciones del sitio son buenas. Sin embargo, los plantines altos pueden tener menor supervivencia en sitios rigurosos. Las prácticas de manejo que reducen el crecimiento en altura (leve estrés hídrico, poda aérea) pueden minimizar este riesgo. El diámetro del cuello y la altura están correlacionados con la altura y el crecimiento en volumen a largo plazo. En consecuencia, el desempeño a largo plazo de una plantación depende de la calidad de los plantines en el momento del establecimiento.

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

Colombo, S.J., Menzies, M.I. y C. O’Reilly. 2001a. Influence of nursery cultural practices on cold hardiness of coniferous forest tree seedlings, p. 223-252. En: Wagner, R.G. y S.J. Colombo (Editores). 2001. Regenerating the Canadian

- forest: principles and practice for Ontario. Markham, Ont., Fitzhenry and Whiteside.
- Colombo, S.J., Sampson, P.H., Templeton, C.W.G., McDonough, T.C., Menes, P.A., DeYoe, D. y S.C. Grossnickle. 2001b. Assessment of nursery stock quality on Ontario, p. 307-323. En: Wagner, R.G. y S.J. Colombo (Editores). 2001b. Regenerating the Canadian forest: principles and practice for Ontario. Markham, Ont., Fitzhenry and Whiteside.
- D'Aoust, A.L., Delisle, C., Girouard, R., Gonzales, A. y M. Bernier-Cardou. 1994. Containerized spruce seedlings: relative importance of measured morphological and physiological variables in characterizing seedlings for reforestation. Natural Resources Canada, Canada Forest Service, Quebec Region Information Report LAU-X-110E. 27 p.
- Dickson, A., Leaf, A.L. y J.F. Hosner. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle* 36:10-13.
- Domínguez-Lerena, S., Herrero Sierra, N., Carrasco Manzano, I., Ocaña Bueno, L., Penuelas Rubia, J. y J.G. Mexal. 2006. Container characteristics influence *Pinus pinea* seedling development in the nursery and field. *Forest Ecology and Management* 221:63-71.
- Duryea, M.L. (Editor). 1985. Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR. 143 p.
- Duryea, M.L. y G.N. Brown (Editores). 1984. Seedling physiology and reforestation success. Martinus Nijhoff/ Dr W. Junk Publ., Dordrecht, 326 p.
- Généreé, B. y D. Garriou. 1999. Stock quality and field performance of Douglas fir seedlings under varying degrees of water stress. *Annals of Forest Science* 56:501-510.
- Hines, F.D. y J.N. Long. 1986. First- and second-year survival of containerized Engelmann spruce in relation to initial seedling size. *Canadian Journal of Forestry Research* 16: 668-670.
- Landis, T.D., Dumroese, R.K. y D.L. Haase. 2008. Seedling processing, storage, and outplanting, Vol. 7. The Container Tree Nursery Manual. Agriculture Handbook 674. Washington, DC: US Department of Agriculture, Forest Service, 191 p.
- MacLennan, L. y J. Fennessy (Editores). 2006. Plant Quality. A key to success in forest establishment. Proc. Of the COFORD Conf., Sept. 20-21, 2005, Tullow, Co Carlow. COFORD, Dublin.
- McClaron, J. 2001. Effects of stock type on seedling performance in the northern interior of British Columbia: twenty-year results. British Columbia Ministry of Forestry, Forest Practices Bureau, Victoria, B.C. Silviculture Note 29, 6 p.
- McMillin, J.D. y M.R. Wagner. 1995. Effects of water stress on biomass partitioning of ponderosa pine seedlings during primary root growth and shoot growth periods. *Forest Science* 41:594-610.
- McTague, J.P. y R.W. Tinus. 1996. The effects of seedling quality and forest site weather on field survival of ponderosa pine. *Tree Planters' Notes* 47(1):16-23.
- Mexal, J.G. y T.L. Landis. 1990. The target seedling concept-height and diameter, p 17-36. En: Rose, R., Campbell, S.J. y T.D. Landis (Editores). Target seedling symposium. Proceedings Combined Meeting Western Forest Nursery Association. USDA Forest Service General Technical Report RM-200.
- Mexal, J.G., Cuevas Rangel, R.A. y T.D. Landis. 2009. Reforestation success in central México: Factors determining survival and early growth. *Tree Planters' Notes* 53(1):16-22.
- Nambiar, E.K.S. 1980. Root configuration and root regeneration in *Pinus radiata* seedlings. *New Zealand Journal of Forest Science Special Issue* 10(1)249-263.
- Prieto-Ruíz, J.A. y C. Potisek. 2007. Efecto de la fertilización en el crecimiento de *Pinus engelmannii* Carr. en vivero, p. 420. En: VIII Congreso Mexicano de Recursos Forestales del 28 al 31 de octubre de 2007. Morelia, Michoacán, México.

- Rikala, R. 2000. Seedling production for reforestation, p. 127-140. En: Forest regeneration in the northern parts of Europe. Finnish Forest Research Institute, Research Papers 790.
- Rook, D.A. 1980. Techniques for evaluating planting stock quality. New Zealand Journal of Forest Science Special Issue 10(1):1-303.
- Rose, R., Campbell, S.J. y T.D. Landis. 1990a. Target seedling symposium. Proceedings Combined Meeting Western Forest Nursery Association. USDA Forest Service General Technical Report RM-200, 286 p.
- Rose, R., Carlson, W.C. y P. Morgan. 1990 b. The target seedling concept, p. 1-8. En: Rose, R., Campbell, S.J. y T.D. Landis (Editores). Target seedling symposium. Proceedings Combined Meeting Western Forest Nursery Association. USDA Forest Service General Technical Report RM-200.
- Skagel, R. 2000. Some thoughts from Canada on seedling size. Auburn University Southern Forest Nursery Management Cooperative Newsletter, Fall 2000, p. 4-5.
- South, D.B. 1998. Needle-clipping longleaf pine and top-pruning loblolly pine in bare-root nurseries. Southern Journal Applied Forestry 22:235-240.
- South, D.B., Harris, S.W., Barnett, J.P., Hains, M.J y D.H. Gjerstad. 2005. Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of *Pinus palustris* seedlings in Alabama, U.S.A. Forest Ecology and Management. 204(2-3):385-398.
- South, D.B. y J.G. Mexal. 1984. Growing the "best" seedling for reforestation success, p. 21-45. En: High Technology: Application from Seed to Market. Proceedings Second Regional Technical Conference, Appalachian Society of American Foresters, Charlotte, NC.
- South, D.B., Mexal, J.G. y J.P. van Buijtenen. 1988. The relationship between seedling diameter at planting and long-term growth of loblolly pine in east Texas, p. 192-199. En: Proceedings 10th North American Forest Biology Workshop, Vancouver, B.C. Canada, July 20-22.
- Thompson, B.E. 1985. Seedling morphological evaluation—what you can tell by looking, p. 59-71. En: Duryea, M.L. (Editor) Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR. 143 p.
- Tillotson, C.R. 1917. Nursery practice on the national forests. USDA Bulletin Number 479, 86 p.
- Timmis, R. y Y. Tanaka. 1976. Effects of container density and plant water stress on growth and cold hardiness of Douglas-fir seedlings. Forest Science 22:167-172.
- Tinus, R.W. y S.E. McDonald. 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, US Forest Service General Technical Report RM-60, 256 p.
- Wagner, R.G. y S.J. Colombo (Editores). 2001. Regenerating the Canadian forest: principles and practice for Ontario. Markham, Ont., Fitzhenry and Whiteside.
- Wakeley, P.C. 1954. Planting the southern pines. USDA Monograph 18, 233 p.
- Willén, P. y R.F. Sutton. 1980. Evaluation of stock after planting. New Zealand Journal of Forest Science Special Issue 10(1):297-299.