



Bosque

ISSN: 0304-8799

revistabosque@uach.cl

Universidad Austral de Chile

Chile

SANTELICES M., ROMULO; GARCIA E., CECILIA

Efecto del ácido indolbutírico y la ubicación de la estaca en el rebrote de tocón sobre la rizogénesis de

Nothofagus alessandrii Espinosa

Bosque, vol. 24, núm. 2, agosto, 2003, pp. 53-61

Universidad Austral de Chile

Valdivia, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173114405006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica





Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Bosque (Valdivia)

ISSN 0717-9200 *versión on-line*

-  Como citar este artículo
-  Agregar a favoritos
-  Enviar a e-mail
-  Imprimir HTML

Bosque (Valdivia) v.24 n.2 Valdivia ago. 2003

Bosque, Vol. 24 N° 2, 2003, pp. 53-61

NOTA TECNICA

Efecto del ácido indolbutírico y la ubicación de la estaca en el rebrote de tocón sobre la rizogénesis de *Nothofagus alessandrii* Espinosa

Effects of indolebutyric acid and stem position on cuttings collected from stump sprouts of *Nothofagus alessandrii* Espinosa

ROMULO SANTELICES M.¹, CECILIA GARCIA E. ¹

¹ Universidad Católica del Maule, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Casilla 617, Talca, Chile. e-mail rsanteli@hualo.ucm.cl

Summary

The rooting capacity of stem cuttings of *Nothofagus alessandrii* Espinosa was studied. Stem cuttings were collected from stump sprouts in November 1996, 1997, 1998 and 1999 near the Los Ruiles National Reserve in the Cauquenes province, Maule region, in Chile. The vegetative material collected was treated as independent trials with the use of a factorial experiment for

the four different years. The effect of stem position (apical, middle or basal) and different concentrations of indolebutyric acid (IBA) (0, 0.50%, 1.00% and 2.00% in 1996, and 0.25%, 0.50%, 0.75% and 1.00% in 1997, 1998 and 1999) were evaluated based on the rooting capacity of *N. alessandrii*. The trials were carried out in a plastic covered greenhouse located at the forest nursery of the Universidad Católica del Maule in Talca. The greenhouse was equipped with a mist system and bottom heating, which maintained a constant temperature of about 21 °C at the base of the stem cuttings. The substrate used was germ-free sawdust of *Pinus radiata* D, and each trial was kept under observation for three months. Results indicated that *N. alessandrii* could be propagated using stem cuttings from stump sprouts. However, rooting was not constant and the rooting capacity could be determined based on the parent tree. With apical cuttings and 0.75% indolebutyric acid, 20% rooting capacity was obtained with an average of 11 roots of 2.4 cm in length.

Key words: *Nothofagus alessandrii* (ruil), indolebutyric acid (IBA), stem position, cuttings, rooting capacity.

Resumen

Se estudió la capacidad de arraigamiento que tienen las estacas de tallo de *Nothofagus alessandrii* Espinosa. La cosecha se efectuó de rebrotes de tocón en los meses de noviembre de los años 1996, 1997, 1998 y 1999 en las inmediaciones de la Reserva Nacional Los Riles en la provincia de Cauquenes, Región del Maule, Chile. A través de ensayos independientes entre sí, se analizó el efecto de la posición de la estaca (apical, media o basal) y distintas concentraciones de ácido indolbutírico (0; 0,5; 1 y 2% para el año 1996 y 0,25; 0,5; 0,75 y 1% para los años 1997, 1998 y 1999) sobre la capacidad rizogénica de la especie. Para ello se plantearon ensayos a través de experimentos factoriales completamente al azar de efectos fijos. Los ensayos se llevaron a cabo en un invernadero cubierto por polietileno en el vivero de la Universidad Católica del Maule ubicado en la ciudad de Talca. Se contó con un sistema de riego automatizado y con camas calientes de arraigamiento que permitieron mantener en la base de las estacas una temperatura alrededor de los 21°C. El substrato empleado consistió en aserrín de *Pinus radiata* D. Don, el que fue previamente hervido en agua durante al menos media hora para así eliminar eventuales toxinas y hongos. Cada ensayo se mantuvo en observación por un lapso de tres meses.

Los resultados indican que *N. alessandrii* puede propagarse por estacas provenientes de rebrotes de tocón. Sin embargo, los resultados muestran que no siempre se puede asegurar el enraizamiento de las estacas y es probable que sea debido a factores ligados al árbol madre. Al trabajar con estacas de la sección apical y al aplicar una concentración de 0,75% de ácido indolbutírico se obtuvieron los mejores resultados. Las tasas más altas muestran un 20% de arraigamiento y 11 raíces de 2,4 cm de longitud en promedio por estaca.

Palabras claves: *Nothofagus alessandrii* (ruil), ácido indolbutírico (AIB), posición de la estaca, capacidad de arraigamiento.

INTRODUCCION

Nothofagus alessandrii Espinosa, conocido corrientemente como ruil, es una especie endémica de la región mesomórfica de Chile y sus poblaciones se encuentran limitadas a algunos lugares puntuales en la Cordillera de la Costa. En la actualidad sólo se encontrarían poco más de 300 ha de bosques, inmersos en una matriz de *Pinus radiata* D. Don ([Bustamente y Grez 1995](#)) y, debido a la escasa superficie y a la presión a que ha estado sujeta la especie, se encuentra oficialmente declarada como en peligro de extinción ([Benoit 1989](#)).

Los aspectos morfológicos más el hecho de crecer en este único lugar del mundo y ser una de

las especies del género *Nothofagus* más primitivas, podrían hacer atractiva a esta especie en la planificación de áreas ornamentales y silvestres ([Aravena y Molina 1976](#), [Donoso 1978](#)).

La alta resistencia de su madera a la humedad tiene un reconocido prestigio. Hay reportes que señalan que en las localidades cercanas a su distribución natural se han encontrado estacas de unos 100 años de edad, conservadas en buen estado ([Aravena y Molina 1976](#), [Donoso 1983](#)).

A pesar del delicado estado de conservación y de las bondades que presenta esta especie, aún es insuficiente la información actualmente disponible para intentar cambiar su situación. Por el contrario, la especie sigue perdiendo terreno producto de talas no autorizadas, a pesar de que se encuentra protegida al ser declarada Monumento Natural y, por consiguiente, es necesario estudiar aspectos básicos que ayuden primero a conservar y luego a incrementar este valioso recurso.

Un enfoque moderno tendiente a la conservación de los recursos naturales es incorporándolos a los sistemas productivos, es decir, producto del manejo llegar a aprovecharlos racionalmente. De esta manera, no sólo se puede asegurar su conservación, sino que también su incremento. Lo anterior se podría lograr, por una parte, mediante la repoblación artificial, lo que conlleva a la creación artificial de masas boscosas y para ello es necesario estudiar aspectos relacionados con la propagación, mejoramiento, cultivo y establecimiento de plantaciones.

La propagación asexual de plantas tiene la ventaja, entre otras, de que se pueden propagar clones de un determinado valor y en la actual situación de *N. alessandrii* es conveniente trabajar con material vegetal genéticamente mejorado para asegurar la calidad de las masas a establecer. Una forma práctica y muy usada de propagación asexual es el arraigamiento de estacas, básicamente por los buenos resultados que se han conseguido para muchas especies y porque es una técnica sencilla de implementar.

Para *N. alessandrii* hay pocos antecedentes sobre el enraizamiento de estacas y fundamentalmente dicen relación con la aplicación de auxinas y la época de cosecha ([Mebus 1993](#)).

A pesar de que hay muchos factores que pueden ser determinantes para tener éxito en el arraigamiento de estacas, uno de los aspectos más importantes es llegar a determinar la concentración adecuada de auxina, razón por la cual en este estudio se intenta complementar los resultados conseguidos por [Mebus \(1993\)](#), ampliando el rango de concentración del regulador de crecimiento. Por otra parte, también se comparan los resultados en diferentes años de cosecha del material vegetal y la influencia de posición de la estaca en el proceso de rizogénesis.

Los objetivos planteados en este trabajo corresponden a:

- Estudiar la influencia de diferentes concentraciones de ácido indolbutírico sobre la capacidad rizogénica de *Nothofagus alessandrii* Espinosa.
- Analizar la influencia de la ubicación de la estaca en el rebrote del tocón (apical, media y basal) sobre la producción de raíces de *N. alessandrii*.
- Comparar en años consecutivos el proceso de rizogénesis de estacas de *N. alessandrii* cosechadas durante el período de máximo crecimiento vegetativo.

MATERIAL Y METODOS

Se realizaron cuatro ensayos, independientes entre sí, en función de diferentes épocas en que fue cosechado el material vegetal. Las épocas de colecta fueron a mediados del mes de noviembre de los años 1996, 1997, 1998 y 1999.

La instalación del ensayo se llevó a cabo en uno de los invernaderos del campus San Miguel de la Universidad Católica del Maule, ubicado en la ciudad de Talca, VII Región.

Para todos los ensayos el material vegetal se recolectó de rebrotes de tocón, de aproximadamente 1 m de longitud y entre 2 y 4 años de edad, desde la Reserva Forestal Los Ruiles y sus alrededores. De modo de reunir la cantidad suficiente de material vegetal, en cada época se consideró cosechar los rebrotes en cantidades homogéneas de cinco árboles.

Diseño experimental: Los ensayos fueron planteados a través de un experimento factorial con un diseño estadístico en bloques completamente aleatorizados de efectos fijos. Se efectuaron tres repeticiones por cada tratamiento y se utilizaron veintiuna estacas por unidad experimental. Los factores, con sus respectivos niveles, y el modelo estadístico se detallan a continuación:

- Material vegetal cosechado el año 1996

Ubicación de la estaca en el rebrote (A)	Concentración de ácido indolbutírico (B)
a ₁ : Apical	b ₁ : 0%
a ₂ : Media	b ₂ : 0,5%
a ₃ : Basal	b ₃ : 1%
	b ₄ : 1,5%

- Material vegetal cosechado en los años 1997, 1998 y 1999

Ubicación de la estaca en el rebrote (A)	Concentración de ácido indolbutírico (B)
a ₁ : Apical	b ₁ : 0%
a ₂ : Media	b ₂ : 0,5%
a ₃ : Basal	b ₃ : 0,75%
	b ₄ : 1%

El modelo estadístico propuesto para todos los ensayos fue el de Canavos (1992), que se expresa a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \delta_k + \epsilon_{ijk}$$

con

i = 1, 2 y 3 posiciones de la estaca en el rebrote

j = 1, 2, 3 y 4 concentraciones de ácido indolbutírico

k = 1, 2 y 3 bloques

donde:

Y_{ijk} : es la k-ésima observación de la respuesta al tratamiento

μ : media global

α_i : efecto del factor (A)

β_j : efecto del factor (B)

$(\alpha\beta)_{ij}$: Interacción entre los factores (A*B)

δ_k : efecto de los bloques (C)

ϵ_{ijk} : Error compuesto por las interacciones (A*C), (B*C) y (A*B*C)

Con el propósito de normalizar aquellas variables expresadas en porcentaje, antes de efectuar

los análisis de varianza fueron transformadas en valores angulares con la fórmula $y' = \arcsin \sqrt{p}$, en donde p es la proporción (Ostle 1992). Posterior al análisis de varianza los tratamientos fueron comparados con la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de 5%.

Instalación de los ensayos: La instalación de los ensayos se llevó a cabo en un invernadero rústico recubierto con polietileno, también conocido como invernadero de túnel, en la Universidad Católica del Maule en la ciudad de Talca.

Se contó con un sistema de camas calientes de arraigamiento, que permitió que el sustrato se mantuviera a una temperatura constante alrededor de los 21°C, la que fue mantenida con resistencias eléctricas colocadas en las bases de las camas y regulada con un termostato. El sustrato utilizado fue aserrín de *Pinus radiata* D. Don, el que previamente fue hervido en agua al menos durante media hora, con el propósito de eliminar eventuales toxinas y hongos.

El riego fue automatizado, y se contó con un sistema de aspersores conocido en el mercado nacional como "microjet", que se caracteriza por pulverizar las gotas de agua, emulando el riego de niebla. Su frecuencia y cantidad variaron de acuerdo a las condiciones climáticas, intentando mantener el ambiente con una alta humedad.

Los rebrotes fueron cosechados en la mañana antes de las 10 horas y una vez que fueron separados del árbol madre sus bases fueron colocadas en neveras que contenían una solución del hidrogel de nombre comercial viterra (1 g/l). Además, fueron mojados antes de ser transportados en la parte posterior de una camioneta hasta el lugar del ensayo.

Luego en el invernadero las estacas se dimensionaron de 20 cm de longitud, debiendo presentar en lo posible 3 yemas visibles y tener características homogéneas respecto a su diámetro y largo. En promedio tuvieron alrededor de 2 mm de diámetro y 5 yemas.

En la base de las estacas se realizaron cortes en ángulos de 45° y a todas se les realizó una lesión basal que tuvo por objeto una mejor absorción y acumulación en la parte herida de la auxina y romper eventuales anillos continuos de esclerenquima.

Para preparar las diferentes concentraciones de la auxina, ésta se diluyó en unas gotas de alcohol etílico al 90%, luego en agua destilada y posteriormente se mezcló con talco inerte, hasta lograr una mezcla homogénea. Luego la mezcla se dejó reposar entre cuatro y siete días en una estufa a 22°C, teniendo la precaución de que la temperatura no superara los 24°C para evitar la degradación del regulador de crecimiento. Transcurrido este período el agua se evaporó y la auxina quedó dispersada homogéneamente en el talco. De esta forma se prepararon todas las concentraciones, excepto la equivalente a 0% de ácido indolbutírico, que fue preparada solamente sobre la base de talco inerte, previamente diluido en alcohol etílico y agua, y luego secada de igual manera que el resto de las concentraciones.

Como medida preventiva se desinfectaron las estacas antes de instalarlas en las camas calientes de arraigamiento. Para ello se preparó una mezcla de 6 g de Strepto Plus y 18 g de Dithane M-45 en 10 l de agua y su aplicación se realizó con una bomba de espalda.

Posteriormente, las estacas fueron sumergidas en agua y luego en la mezcla de ácido indolbutírico en los primeros 2 a 3 cm basales, de acuerdo a las concentraciones preestablecidas para los diferentes tratamientos. Se tuvo la precaución de que la auxina no quedara aglomerada, dándole a cada estaca una pequeña sacudida.

Enseguida, las estacas se instalaron en las camas de arraigamiento, hasta una profundidad de aproximadamente 5 cm.

En todos los ensayos las estacas permanecieron durante 3 meses en las camas de arraigamiento. Al final de estos períodos se evaluaron estadísticamente la sobrevivencia de la estaca en porcentaje (independiente de si formó o no raíces), la capacidad de arraigamiento

en porcentaje y la producción de raíces, expresada en el número de raíces promedio por estaca y en la longitud media de las raíces.

RESULTADOS Y DISCUSION

Material vegetal cosechado en noviembre de 1996: Al analizar el efecto de la ubicación de la estaca en el rebrote y del ácido indolbutírico en la sobrevivencia de las estacas se puede apreciar un aceptable porcentaje. Sin embargo, ninguna de ellas llegó a formar raíces ([cuadros 1 y 2](#)).

CUADRO 1

Efecto de la posición de la estaca en el rebrote sobre la sobrevivencia, formación de callo y arraigamiento de estacas de *Nothofagus alessandrii* Espinosa cosechadas en el mes de noviembre de 1996.

Effect of stem position on the survival, callus formation and rooting of cuttings of *Nothofagus alessandrii* Espinosa collected in November 1996.

Posición de la estaca en el rebrote	Sobrevivencia (%)	Callo (%)	Arraigamiento (%)
Apical	36,3 a	35,0 a	0
Media	42,5 a	18,8 a	0
Basal	36,3 a	25,0 a	0

Nota: Valores promedios asociados por letras minúsculas distintas, asignadas según el test de Tukey, difieren entre sí al nivel de significancia (según ANDEVA) $\alpha = 0,05$.

CUADRO 2

Efecto del AIB en la sobrevivencia, formación de callo y arraigamiento de estacas de *Nothofagus alessandrii* Espinosa cosechadas en el mes de noviembre de 1996.

Effect of indolebutyric acid on the survival, callus formation and rooting of cuttings of *Nothofagus alessandrii* Espinosa collected in November 1996.

Concentración de AIB (%)	Sobrevivencia (%)	Callo (%)	Arraigamiento (%)
0	51,7 a	16,7 a	0
0,5	30,0 a	35,0 a	0
1	26,7 a	16,7 a	0
1,5	35,0 a	20,0 a	0

Nota: Valores promedios asociados por letras minúsculas distintas, asignadas según el test de Tukey, difieren entre sí al nivel de significancia (según ANDEVA) $\alpha = 0,05$.

Después de permanecer los 3 meses en el invernadero las estacas que sobrevivieron sólo llegaron a formar callo, sin que se produjera arraigamiento. Esto no concuerda con los resultados obtenidos por [Mebus \(1993\)](#), quien con la aplicación de ácido indolbutírico llegó a conseguir hasta un 25% de enraizamiento con estacas foliosas cosechadas en primavera. Incluso, sin la aplicación de la auxina logró inducir la formación de raíces, aunque en una baja

proporción.

El hecho de que las estacas hayan llegado a formar callo es un indicador de que las condiciones en que estuvieron fueron las adecuadas para el proceso de rizogénesis. Como es sabido, ambos procesos son independientes entre sí pero requieren de condiciones similares para desarrollarse ([Priestley y Swingle 1929](#), [Hartmann y Kester 1995](#), [Santelices 1998](#)). En consecuencia, podría existir un factor ajeno al ambiente que condicionara el éxito del arraigamiento.

Las hojas, al igual que las yemas, son tejidos meristemáticos ricos en reguladores de crecimiento y carbohidratos que se traslocan hasta la base de las estacas y así se generan condiciones adecuadas para iniciar la rizogénesis. En el ensayo realizado, al poco tiempo de ser instalado las hojas de las estacas se tornaron de un color amarillento hasta que cayeron, sin que formaran otras nuevas. Para la especie *N. glauca*, con una distribución presente en el mismo sector desde donde fue cosechado el material vegetal, se ha indicado que la presencia o formación de hojas es vital para asegurar el enraizamiento de las estacas ([Santelices 1998](#)).

En consecuencia, es probable que el hecho de perder las hojas y no lograr la formación de otras nuevas haya sido fundamental en la nula formación de raíces y que, por lo tanto, las estacas de *N. alessandrii* puedan requerir de hojas para iniciar y asegurar el proceso de rizogénesis.

Material vegetal cosechado en noviembre de 1997: Con las estacas cosechadas en el mes de noviembre de 1997 fue posible el enraizamiento, aunque en baja proporción, obteniéndose una alta tasa de sobrevivencia ([cuadros 3 y 4](#)).

CUADRO 3

Efecto de la posición en el rebrote sobre la sobrevivencia, formación de callo y arraigamiento de estacas de *Nothofagus alessandrii* Espinosa cosechadas en el mes de noviembre de 1997.

Effect of stem position on the survival, callus formation and rooting of cuttings of *Nothofagus alessandrii* Espinosa collected in November 1997.

Posición de la estaca en el rebrote	Sobrevivencia (%)	Callo (%)	Arraigamiento (%)
Apical	83,8 a	67,5 a	17,5 a
Media	78,8 a	31,3 a	3,8 a
Basal	78,8 a	22,5 a	5,0 a

Nota: Valores promedios asociados por letras minúsculas distintas, asignadas según el test de Tukey, difieren entre sí al nivel de significancia (según ANDEVA) $\alpha = 0,05$.

CUADRO 4

Efecto del AIB en la sobrevivencia, formación de callo y arraigamiento de estacas de *Nothofagus alessandrii* Espinosa cosechadas en el mes de noviembre de 1997.

Effect of indolebutyric acid on the survival, callus formation and rooting of cuttings of *Nothofagus alessandrii* Espinosa collected in November 1997.

Concentración de AIB (%)	Sobrevivencia (%)	Callo (%)	Arraigamiento (%)
--------------------------	-------------------	-----------	-------------------

0,25	65,0 a	28,3 a	5,0 a
0,5	83,3 a	30,0 a	5,0 a
0,75	80,0 a	60,0 a	20,0 a
1	93,3 a	43,3 a	3,3 a

Nota: Valores promedios asociados por letras minúsculas distintas, asignadas según el test de Tukey, difieren entre sí al nivel de significancia (según ANDEVA) $\alpha = 0,05$.

Después de permanecer las estacas durante tres meses en el invernadero, se obtuvo una sobrevivencia que superó el 90%. Sin embargo, la proporción de estacas arraigadas fue baja. Esto concuerda con los resultados conseguidos por [Mebus \(1993\)](#), quien llegó a obtener hasta un 85% de sobrevivencia y un 25% de enraizamiento. Por otra parte, los resultados difieren con los de este mismo estudio para el material vegetal cosechado en noviembre de 1996, a pesar de que la época, el origen y los tratamientos fueron similares, lo que podría sugerir la influencia del árbol madre como factor determinante. Para *N. glauca*, considerando una muestra de 10 árboles, se ha observado que existe una marcada influencia del árbol madre en la tasa de arraigamiento, llegando a registrarse valores desde 7% hasta 87% ([Santelices 1998](#)). En consecuencia, sería interesante plantear un estudio que analizara este factor.

Las estacas fueron cosechadas desde la parte superior de rebrotes de tocón y, aunque no es estadísticamente demostrable, aquellas provenientes de la sección apical responden mejor que aquellas de las secciones medias y basales.

No se aprecian diferencias estadísticas de la influencia del ácido indolbutírico en el proceso de rizogénesis, pero sí se observa una tendencia de que al aumentar la concentración de la auxina mejoran los resultados hasta llegar a un punto máximo, para luego disminuir. Con un 0,75% de AIB se registró un 20% de arraigamiento, el que resultó ser el mayor valor. Este resultado difiere de los conseguidos por [Mebus \(1993\)](#), quien con concentraciones entre 0,2% y 0,4% obtuvo un 25% de enraizamiento.

La formación de callo, comparada con las tasas de arraigamiento conseguidas, sugiere que nuevamente las estacas se mantuvieron en un medio favorable para el proceso de rizogénesis.

La mayor sobrevivencia y arraigamiento obtenida con las estacas de la sección apical coincide con los resultados reportados por [Leakey y Coutts \(1989\)](#) para la especie *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. En este caso, la mayor proporción de enraizamiento se produjo con los esquejes obtenidos de la zona apical de la rama, presumiblemente producto de los carbohidratos y redistribución de azúcares reductores en las estacas.

Al analizar el efecto de la posición de la estaca en el rebrote sobre la producción de raíces, se puede apreciar que con aquellas obtenidas de la zona apical se obtuvieron los mejores resultados, aunque no existen diferencias estadísticamente significativas con aquellas tomadas de las zonas medias y basales ([cuadro 5](#)).

CUADRO 5

Efecto de la posición de la estaca en el rebrote sobre la producción de raíces en estacas de *Nothofagus alessandrii* Espinosa cosechadas en noviembre de 1997.
Effect of stem position on root production of cuttings of *Nothofagus alessandrii* Espinosa collected in November 1997.

Posición de la estaca en el rebrote	Producción de raíces	
	Cantidad (N°)	Longitud (cm)
Apical	7,3 a	3,5 a
Media	1,5 a	1,9 a
Basal	3,5 a	0,8 a

Nota: Valores promedios asociados por letras minúsculas distintas, asignadas según el test de Tukey, difieren entre sí al nivel de significancia (según ANDEVA) $\alpha = 0,05$.

Al igual que para el arraigamiento, la influencia de la auxina sobre la producción de raíces tiene su punto más alto con la concentración de 0,75% de ácido indolbutírico ([cuadro 6](#)).

CUADRO 6

Efecto del AIB sobre la producción de raíces en estacas de *Nothofagus alessandrii*
Espinosa cosechadas en noviembre de 1997.
Effect of indolebutyric acid on root production of cuttings of *Nothofagus alessandrii*
Espinosa collected in November 1997.

Concentración de AIB (%)	Producción de raíces	
	Cantidad (N°)	Longitud (cm)
0,25	2,7 a	1,3 a
0,5	1,3 a	0,6 a
0,75	11,0 a	2,4 a
1	1,3 a	4,1 a

Nota: Valores promedios asociados por letras minúsculas distintas, asignadas según el test de Tukey, difieren entre sí al nivel de significancia (según ANDEVA) $\alpha = 0,05$.

A pesar de conseguir una razonable cantidad de raíces promedio por estaca, la longitud de éstas es insuficiente para asegurar la sobrevivencia posterior en la etapa de vivero. Es más, ninguna de las estacas arraigadas logró sobrevivir esta etapa posterior.

Los resultados conseguidos en la producción de raíces son superiores a los reportados por [Mebus \(1993\)](#), quien con 0,4% de ácido indolbutírico obtuvo como máximo, en promedio por estaca, 1,3 raíces de 1,8 cm de longitud en un lapso superior al de este estudio. Esto podría sugerir que al aumentar la concentración de la auxina no sólo se lograría mejorar la tasa de arraigamiento, sino que también la cantidad y longitud de las raíces inducidas.

A pesar de que se produjo la formación de raíces, la cantidad y longitud de éstas no permiten, como ya se ha indicado, asegurar la sobrevivencia de las plantas en una etapa posterior. Si se compara este resultado con otros ensayos para especies del mismo género, queda en evidencia que hay que realizar mayores esfuerzos tendientes a mejorar los resultados. Por ejemplo, para *N. glauca* se han conseguido más de 16 raíces de más de 6 cm de longitud; para *N. alpina* 12,9 de 8,9 cm, para *N. dombeyi* 8,3 de 9 cm, para *N. obliqua* 7 de 9 cm ([Santelices 1993](#), [1998](#)). Con todas estas especies fue posible cultivar en vivero el material arraigado en la fase de invernadero. Ello sugiere que, al menos, mejorando la longitud de las raíces podría conseguirse una planta de mejor calidad. En este sentido podría ser interesante evaluar el efecto de la fertilización una vez que se haya conseguido inducir las raíces.

Material vegetal cosechado en noviembre de 1998 y 1999: En los años 1998 y 1999 se volvieron a repetir los niveles y factores analizados en el año 1997, siempre con estacas cosechadas a mediados del mes de noviembre. Sin embargo, y al igual que en el año 1996, los resultados fueron nulos tanto en sobrevivencia como en arraigamiento. Al poco tiempo de ser instalados los ensayos las estacas cambiaron la tonalidad de sus hojas de un color verde a uno amarillento y luego quedaron defoliadas sin que volvieran a formar de nuevo estos órganos, muriendo a las pocas semanas. Es necesario señalar que en todas las épocas se intentó mantener condiciones similares de manipulación del material vegetal y del invernadero, de manera de aislar la influencia de estos factores. Nuevamente se podría sugerir que el éxito de la rizogénesis para esta especie depende de factores propios de la estaca y que la influencia del árbol madre podría jugar un rol fundamental.

Al analizar en forma conjunta los resultados de las diferentes temporadas en las cuales se realizaron los ensayos, claramente se observa que no siempre se puede asegurar el éxito de la rizogénesis con la metodología aquí propuesta. Quizás al aumentar la cantidad de árboles al coleccionar el material vegetal y de esta forma tener una mayor variabilidad en este factor, los resultados podrían ser diferentes.

CONCLUSIONES

Es posible inducir la formación de raíces de *Nothofagus alessandrii* Espinosa en estacas cosechadas de rebrotes de tocón en el período de máximo crecimiento vegetativo. Para ello se debe trabajar en condiciones de invernadero, con un sistema de riego de nebulización intermitente que permita mantener una alta humedad ambiental, con camas calientes de arraigamiento, usando aserrín de *Pinus radiata* D. Don como sustrato, fertilizando y aplicando pesticidas a las estacas, y usando ácido indolbutírico como promotor de la rizogénesis.

Sin embargo, el éxito no está asegurado y es posible llegar a tener, en condiciones similares, aunque en diferentes años, resultados nulos en cuanto a la iniciación de raíces, lo que podría estar relacionado con factores ligados al árbol madre.

Al aplicar 0,75% de ácido indolbutírico dispersado en polvo, se podría esperar una tasa de arraigamiento de alrededor de un 20% y una formación de un sistema de raíces más desarrollado que con concentraciones por debajo o por sobre este nivel.

Parece más interesante, aunque no es demostrable estadísticamente, obtener material vegetal de la sección apical que de aquellas media o basales. Tanto la proporción como la cantidad y longitud de raíces producidas son mayores con el material obtenido de esta sección.

BIBLIOGRAFIA

ARAVENA, P., V. MOLINA. 1976. *Los Robles-Nothofagus de la Séptima Región de Chile*. UC Maule 3(1): 13-18.

BENOIT, I. 1989. *El libro rojo de la flora terrestre de Chile* (Primera parte). Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 157 p.

BUSTAMANTE, R., A. GREZ. 1995. "Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos". *Ambiente y Desarrollo* 11 (2): 58-63.

CANAVOS, G. 1992. *Probabilidad y estadística. Aplicaciones y métodos*. McGraw-Hill. Madrid, España. 651 p.

DONOSO, C. 1978. *Dendrología: árboles y arbustos*. Manual N° 2. Facultad de Ciencias

Forestales. Universidad de Chile. Santiago. 142 p.

DONOSO, C. 1983. *Arboles nativos de Chile: guía de reconocimiento*. Marisa Cúneo Ediciones. Valdivia, Chile. 116 p.

HARTMANN, H., D. KESTER. 1995. *Propagación de plantas, principios y prácticas*. Ed. Continental, México. 760 p.

LEAKEY, R., M. COUTTS. 1989. "The dynamics of rooting in *Triplochiton scleroxylon* cuttings: their relation to leaf area, node position, dry weigh accumulation, leaf water potencial and carbohydrates composition". *Tree Physiology* 5: 135-146.

MEBUS, I. 1993. *Enraizamiento en estacas de Nothofagus spp. de la zona mesomórfica de Chile amenazadas de extinción*. Tesis Licenciatura en Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 68 p.

OSTLE, B. 1992. *Estadística aplicada*. Decimosegunda reimpresión. Limusa, México. 629 p.

PRIESTLEY, J., F. SWINGLE. 1929. *Vegetative propagation from the standpoint of the plant anatomy*. US Department of Agriculture. Technical Bulletin N° 151. 98 p.

SANTELICES, R., 1993a. "Propagación vegetativa de raulí, roble y coihue a partir de estacas". *Ciencia e Investigación Forestal* 7 (1): 37-48.

SANTELICES, R. 1998. *Propagación vegetativa del hualo, Nothofagus glauca (Phil.) Krasser, mediante estacas procedentes de rebrotes de tocón*. Tesis Magíster en Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Postgrado. Santiago, Chile. 108 p.

Recibido: 04.01.02
Aceptado: 03.06.02