

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA DEL SUBSTRATO  
SOBRE EL ARRAIGAMIENTO DE  
ESTACAS DE CANELO (*Drimys winteri* J.R. et G.  
Forster)**

Rómulo Santelices <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Ingeniero Forestal, Universidad Católica del Maule, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales. Casilla 617, Talca.

## INTRODUCCIÓN

En la comercialización de maderas nativas chilenas, tradicionalmente se han destacado especies del género *Nothofagus* y otras de gran valor y demanda que pueden crecer en forma conjunta formando diferentes asociaciones boscosas. Este es el caso del canelo (*Drimys winteri* J.R. et G. Forster).

El canelo tiene una amplia distribución geográfica y gran tolerancia a las condiciones ambientales. En Chile se presenta en forma más o menos continua desde Coquimbo a Cabo de Hornos y en Argentina desde Neuquén a Tierra del Fuego (Troncoso et al., 1980).

Gracias a las propiedades de su madera tiene variados usos, como en ebanistería, mueblería, chapas, revestimientos interiores, artesanía, envases y cajones. Además, la longitud de su fibra le otorga excelentes posibilidades para emplearla en la fabricación de celulosa y papel. Su madera tiene la apariencia del *Fagus sylvatica* y la consistencia de *Tilia* spp., especies que en el mercado europeo tienen una buena cotización (Cuevas, 1983).

En Chile, ha sido común que las especies del bosque nativo hayan sido explotadas sin un criterio silvícola que tendiera a la reposición del material extraído del bosque. Como consecuencia de esto, muchos bosques se han empobrecido respecto de sus especies de mayor valor, tanto en cantidad como en calidad, realidad en que actualmente también se encuentra el canelo. Por esta razón, es necesario realizar labores de manejo que permitan regenerar e incrementar cuantitativa y cualitativamente los bosques cosechados. Para lograr este objetivo deben realizarse, en muchos casos, labores de enriquecimiento por medio de plantaciones con material genético que asegure su calidad.

La información que existe sobre la reproducción sexual del canelo indica que la semilla tiene latencia morfológica, por poseer un embrión rudimentario (Botti y Cabello,

1987). Es necesario un período de frío para comenzar la reactivación del embrión y el tiempo que demora la germinación puede llegar hasta 273 días, obteniéndose resultados muy variables en la germinación (Cabello y Botti, 1987; Fernández, 1985).

Fernández (1985) señala que es más conveniente utilizar el método de propagación vegetativa por estacas y no la reproducción germinativa, debido a las dificultades que se tienen con esta última. Algunas ventajas son la obtención de plantas de mayor tamaño en menor tiempo y la seguridad de la multiplicación. Con estacas cosechadas en verano, obtuvo después de 12 meses, un 37% de arraigamiento, mientras que con otras colectadas en invierno, el resultado obtenido fue de un 56%. En las dos situaciones fue importante realizar un corte basal oblicuo y aplicar un regulador de crecimiento a las estacas, en este caso el producto de nombre comercial "Rootone".

Dentro de los factores que influyen en el arraigamiento de estacas se puede mencionar la temperatura del substrato. El uso de camas calientes de arraigamiento puede mejorar la rizogénesis.

Temperaturas más altas en la base de las estacas producen un aumento localizado de la respiración, lo que supuestamente lleva a una síntesis localizada de carbohidratos y a continuación a una vigorizada formación de protoplasma. Con esto, se crea la base para una mayor división celular en el área radicular y la creación de raíces adventicias. Con un rango adecuado de temperatura, el que puede variar entre los 15 y los 26°C, no sólo se logra una mayor rapidez en la formación de raíces, sino que también se obtienen en mayor cantidad (Krüsmann, 1981).

El trabajo que a continuación se presenta tiene como objetivo analizar el efecto de la temperatura del substrato sobre la reproducción a partir de estacas de la especie canelo.

## MATERIAL Y MÉTODO

la metodología de este ensayo se basó en los antecedentes sobre la propagación vegetativa a partir de estacas proporcionados por Krüssmann (1981), Hartmann y Kester (1987), Bartels (1989) y Santelices (1990 y 1991).

El ensayo se realizó en uno de los invernaderos del Centro Experimental Escuadrón de Forestal Mininco, ubicado 17 km al sur de la ciudad de Concepción, dentro del marco de un convenio de colaboración entre el Instituto Forestal y la empresa mencionada. El invernadero utilizado fue uno de tipo rústico, también conocido como de túnel, recubierto con polietileno.

Las estacas utilizadas en el ensayo se colectaron de árboles adultos, en una quebrada cercana al vivero del Centro Experimental Escuadrón (36°55 de latitud Sur y 73°45 de longitud Oeste, a 20 msnm), propiedad de la empresa Forestal Mininco.

Los esquejes se obtuvieron en forma proporcional de ramas laterales expuestas a la luz del último período de crecimiento vegetativo de las zonas alta, media y baja de la copa. Se procuró que el material vegetal fuera lo más homogéneo posible en cuanto a sus dimensiones y características visuales.

Las estacas fueron cosechadas durante la última semana de enero, entre las 8 y 9 horas. En ese lapso había cielos despejados y la temperatura no superaba los 15°C. Inmediatamente después fueron transportadas al invernadero para ser tratadas ese mismo día.

Las estacas se cortaron de 15 cm de longitud, debiendo presentar al menos 3 yemas. Los cortes se realizaron en bisel, en un ángulo de 45°. Mientras se realizaba esto, las estacas se mantuvieron hundidas en agua fría.

La base de las estacas fue sumergida en agua y luego en "Keriroot", producto

comercial en base a ácido naftalenacético y talco inerte, hasta una profundidad de 2,5 a 3 cm. Inmediatamente después fueron insertadas en las camas de arraigamiento.

El substrato 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 toxinas y hongos.

La temperatura de las camas de arraigamiento fue mantenida por medio de piscinas con agua temperada, regulada por termocalentadores eléctricos para acuarios. Estas fueron construidas en madera y como aislante se utilizó poliestireno. La parte interior se cubrió con polietileno. A 10 cm sobre el nivel del agua se instaló una fina red, sobre la cual se depositó el substrato. Así se garantizó una óptima circulación de agua y oxígeno. En el caso del tratamiento "temperatura ambiente" no se controló la temperatura del substrato, sino que ésta varió de acuerdo a las condiciones ambientales.

Las estacas se insertaron en las camas calientes de arraigamiento hasta una profundidad de 7 cm. Se mantuvieron bajo la luz de un tubo fluorescente (40 W) por 9,5 horas cada día.

Cada una hora se controló la temperatura ambiental y de las camas de arraigamiento. Se mantuvo una humedad ambiental alta usando nebulizadores, lo que también sirvió para evitar que la temperatura ambiental no superara los 30°C. Como medida preventiva se aplicó, durante el primer mes y cada tres días, un fungicida sistémico y abono foliar a las hojas.

Las estacas permanecieron durante seis meses en las camas de arraigamiento. Al final de este período se evaluó la sobrevivencia, en términos de material vegetal con sus células vivas, capacidad de arraigamiento y producción de raíces. Se consideró como arraigamiento la producción de al menos una raíz de 0,5 cm de longitud.

El ensayo fue planteado con un diseño estadístico completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos, tres repeticiones y veintiuna estacas por unidad experimental.

Los tratamientos probados fueron diferentes niveles de temperatura en la base de las estacas, los que se detallan a continuación:

- T1 : Testigo
- T2 : 180 C
- T3 : 21°C
- T4 : 240 C

En el tratamiento testigo no se mantuvo una temperatura fija del sustrato, variando ésta producto de las fluctuaciones del interior del invernadero. En los otros tratamientos la temperatura se mantuvo usando camas calientes de arraigamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ensayo entregaron un 93,7% de estacas enraizadas en promedio, sin observarse diferencias significativas por efecto de los tratamientos de temperatura basal (Cuadro 1 ).

Cuadro 1: Efecto de la temperatura de sustrato en la sobrevivencia y arraigamiento de las estacas

Temperatura del sustrato	Sobrevivencia y arraigamiento (%)
Testigo	98.4 a
18°C	93.7 a
21°C	87.3 a
24°C	95.2 a

Nota: Valores medios señalados con letras minúsculas distintas, se diferencian entre ellos a un nivel de confianza del 95%.

De acuerdo a lo señalado por Becker y Dautzenberg (1978), en relación a la importancia de la calidad del riego, el porcentaje de estacas arraigadas, que ya es bastante bueno, podría ser mayor si se utilizara un equipo de riego que genere niebla, de modo de tener una humedad relativa superior al 95%. En el ensayo se usaron nebulizadores, conocidos en el mercado nacional como "microjet", que se caracterizan por pulverizar la gota de agua, pero no producen niebla.

Estos resultados superan al 37% logrado por Fernández (1985), con estacas cosechadas en verano, tratadas con "Rootone" y usando arena de río como sustrato, durante 12 meses en invernadero. Como no se observa un efecto de la temperatura sobre el enraizamiento, es probable que el tipo de sustrato utilizado en cada ensayo explique las diferencias.

El aserrín de *P. radiata* libre de gérmenes ha sido utilizado sin problemas en la propagación por estacas de otras especies nativas chilenas como *Laurelia philippiana*, *Persea lingue*, *Podocarpus saligna*, *Nothofagus alpina*, *N. obliqua* y *N. Dombeyi* (Santelices, 1990, 1991 y 1993). Sin embargo, es necesario mencionar que las tasas de arraigamiento obtenidas en este estudio son mayores que en aquellos, lo que justifica su uso.

Tanto la arena como el aserrín cumplen con las condiciones básicas necesarias que debe tener un sustrato, es decir, mantienen a las estacas en su lugar durante el período de arraigamiento, proporcionándoles humedad y suficiente aireación (Hartmann y Kester, 1987). Quizás la diferencia podría estar explicada por el pH. El aserrín utilizado en este estudio tenía un pH levemente superior a 7 y la arena usada

por Fernández (1985) 6,3. Es sabido que los pH neutros favorecen la rizogénesis.

Es interesante la sobrevivencia y capacidad de arraiga miento observadas en el ensayo, tomando en cuenta que se trabajó con un material cuya edad se estimó mayor a 15 años. En general, se dificulta el enraizamiento a medida que aumenta la edad (Bartels, 1989; Hartmann y Kester, 1 987; Kozlowski et al., 1991; Wright, 1964). Se estima que la edad frontera para obtener adecuadas tasas de arraigamiento está alrededor de los 5 ó 6 años (Bartels, 1989; Wright, 1 964), lo que valora aún más los resultados conseguidos.

Quizás la edad de los árboles madre sea otro factor que explique las diferencias con el estudio realizado por Fernández (1985). Sin embargo, este autor no menciona la edad del material con que trabajó, por lo cual no es posible efectuar una comparación.

Respecto al efecto de los tratamientos en la longitud y número de raíces por estaca, se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo la temperatura más alta (24° C) la que determinó el mayor número de raíces promedio y la mayor longitud (Cuadro 2).

Cuadro 2: Efecto de la temperatura basal en la inducción de raíces de las estacas

Temperatura del sustrato	Producción de raíces por estaca	
	Cantidad (N°)	Longitud media (cm)
Testigo	6,1 c	0,5 c
18° C	4,7 c	0,5 c
21° C	16,0 b	1,7 b
24° C	26,0 a	3,2 a

Nota: Valores medios señalados con letras minúsculas distintas, se diferencian entre ellos a un nivel de confianza del 95%.

Queda de manifiesto la importancia que tiene para la inducción de raíces adventicias mantener en forma constante temperaturas más altas en la base de las estacas. Con una temperatura igualo superior a los 21° C aumenta significativamente la cantidad de raíces producidas y también su longitud.

Es probable que las estacas mantenidas en sustratos a temperatura ambiente y a 18° C, al prolongar su permanencia en las camas de arraigamiento en el invernadero, también logren aumentar la inducción y el desarrollo de las raíces, aunque es difícil que alcancen los niveles obtenidos con 24° C.

Claramente se observa que la temperatura del sustrato determina, en este caso, la cantidad y calidad de las raíces de las estacas.

La aplicación de ácido naftalenacético, bajo el nombre comercial de "Keriroot", también pudo influir en la rizogénesis. Sin embargo, no es posible establecer con precisión su influencia debido a que los fabricantes de este producto sólo indican el ingrediente activo y no la concentración de esta auxina artificial.

Son conocidos los efectos positivos de la aplicación de sustancias inductoras del enraizamiento, ya sean de ocurrencia natural o artificial. Generalmente éstos se manifiestan en una aceleración de la rizogénesis o en un aumento de la proporción de raíces inducidas (Wright, 1964). En consecuencia, sería recomendable estudiar el efecto de diferentes niveles de concentración de ésta o de otras auxinas utilizando camas de arraigamiento con

temperaturas del orden de los 24°C. Además, es aconsejable investigar otros aspectos que podrían influir en el éxito de la propagación a través de estacas, tales como la época de cosecha, la edad del árbol madre, o el tipo de sustrato utilizado. Si se tiene claridad respecto de los factores que afectan el enraizamiento, se podría establecer una metodología para propagar vegetativamente esta especie a gran escala.

Junto con lo anterior, sería necesario establecer plantaciones con material reproducido asexualmente a través de estacas, estudiar el comportamiento en terreno y compararlo con masas establecidas con plantas propagadas sexualmente. Esto adquiere mayor importancia, si se piensa realizar plantaciones clonales con material genético de alto valor.

#### LITERATURA CITADA

- Bartels, A. 1989. Geholzvermehrung. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart, Deutschland. 370 p.
- Becker, A. und Dautzenberg, H. 1978. Zur Stecklingsvermehrung bei *Nothofagus procera* (Poepp. et Endl) Oerst. *Silvae Genetica* 27(5):178-183.
- Botti, C. y Cabello, A. 1987. Estudio morfo anatómico de flores, frutos y semillas de *Drimys winteri* Forst.(canejo). *Ciencias Forestales* 5(1):31-42.
- Cabello, A. y Botti, C. 1987. Estudio de germinación en *Drimys winteri* Forst. (canelo). *Ciencias Forestales* 5(1):21-30.
- Cuevas, E. 1983. Maderas nativas chilenas de interés en el comercio internacional. Investigación y Desarrollo Forestal. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003. Documento de Trabajo N° 48. Santiago, Chile. 77 p.
- Fernández, J. 1985. Propagación germinativa y vegetativa de *Drimys winteri* J. R. et G. Forster. Tesis Ingeniera Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 163 p.
- Hartmann, H. T. y Kester, D.E. 1987. Propagación de plantas, principios y prácticas. Continental. México. 760 p.
- Kozlowski, T.; Kramer, P.; and Pallardy, S. 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press, Inc. San Diego, USA. 657 p.
- Krüssmann, G. 1981. Die Baumschule. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg, Deutschland. 656 p.
- Santelices, R. 1990. Propagación vegetativa de tepa (*Laurelia philippiana*) a partir de estacas. *Ciencia e Investigación Forestal* 4(1 ):61-68.
- Santelices, R. 1991. Propagación vegetativa de tepa (*Laurelia philippiana*), lingue (*Persea lingue*) y mañío (*Podocarpus saligna*) a partir de estacas. *Ciencia e Investigación Forestal* 5(2): 195-202.
- Santelices, R. 1993. Propagación vegetativa de raulí, roble y coihue a partir de estacas. *Ciencia e Investigación Forestal* 7(2):37-48.
- Troncoso, A.; Villagrán, C. y Muñoz, M. 1980. Una nueva hipótesis acerca del origen y edad del bosque de Fray Jorge (Coquimbo, Chile). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* N° 37: 117-152.
- Wright, J. 1964. Mejoramiento genético de los árboles forestales. Estudios de Silvicultura y Productos Forestales N° 16. FAO. 436 p.