ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE Fitzroya cupressoides Y Pilgerodendron uvifera MEDIANTE LA APLICACION DE ACIDO INDOLBUTIRICO.

Angel Cabello L. (1)
Ana Alvear D. (1)

RESUMEN

Entre fines de noviembre de 1990 y mediados de octubre de 1991, se instalaron ensayos de enraizamiento de estacas de Alerce (**Fitzroya cupressoides**) y de Ciprés de las Guaitecas (**Pilgerodendron uvifera**) en un invernadero sin calefacción artificial ni sistema de neblina, ubicado en la X Región.
En ambas especies se probaron cuatro concentraciones de ácido indolbutírico en talco y Benlate, y un enraizante comercial: Rootone F. Como sustrato se usó tierra de vivero mezclada con arena y tierra de hojas.
En Ciprés de las Guaitecas el enraizamiento varió entre 60 y 100% para los tratamientos con auxinas, mientras que el del testigo fue de 20%. En Alerce, los valores fueron entre 35,5 y 66,7% para los tratamientos, y 37,8% para el testigo.
Los resultados demuestran, por un lado, que es factible propagar al Ciprés de las Guaitecas por estacas y, por otro, que es probable que el factor edad y/o posición de las ramillas en el árbol sean los causantes del menor porcentaje e inferior calidad del enraizamiento de las estacas de Alerce. Esto último es efectivo si se comparan estos resultados con otros anteriores obtenidos bajo las mismas condiciones de ambiente y de sustrato, para el testigo y para Rootone F.

Palabras Claves: propagación vegetativa, estacas, IBA, **Fitzroya cupressoides**, **Pilgerodendron uvifera**.

SUMMARY

Between late November 1990 and mid-Octorber 1991, cuttings of Alerce (**Fitzroya cupressoides**) and Ciprés de las Guaitecas (**Pilgerodendron uvifera**) were set for rooting in a greenhouse with no artificial heating or mist system, located in the Xth Region.
In both species four concentrations of indolbutyric acid in powder plus Benlate and Rootone F, a commercial rooting chemical, were tested. Nursery soil mixed with sand and leaf compost were used as a substrate. In Ciprés de las Guaitecas, rooting ranged from 60 to 100% in the auxin treatments, whereas in the control it reached 20%. In Alerce these values were between 35.5 and 66.7%, and 37.7%, respectively.
These results indicate that, on the one hand, it is feasible to propagate the Ciprés de Las Guaitecas by cuttings and that, on the other hand, it is probable that the age and/or position of the twigs on the tree are the factors responsible for the smaller percentage and inferior quality of rooting of Alerce cuttings. The latter is true if these results are compared with previous ones obtained under the same ambient and substrate conditions for the control and for Rootone F.

Key word: vegetative propagation, cuttings, IBA, **Fitzroya cupressoides**, **Pilgerodendron uvifera**.

INTRODUCCION

Tanto Ciprés de las Guaitecas (**Pilgerodendron uvifera** (D. Don) Florin) como Alerce (**Fitzroya cupressoides** (Mol.) Johnston) son especies que han sido sobreexplotadas; debido a lo anterior, la segunda fue incluída por la Corporación Nacional Forestal dentro de la categoría "vulnerable" entre las especies Amenazadas de Extinción (BENOIT,1989).

[1] Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Casilla 9206, Santiago.

Ambas especies presentan madera de gran calidad y extraordinaria resistencia a la putrefacción, por lo que son muy apreciadas en la construción de embarcaciones, en la fabricación de tejuelas, muebles y postes (DONOSO,1978; CRUZ y LARA,1981; RODRIGUEZ et al.,1983; SERRA,1987)

Otra característica en común de estas especies nativas, además de pertenecer al género **Cupressaceae**, es que ambas forman parte de los bosques subantárticos, y que crecen asociadas en la parte boreal de la distribución natural del Ciprés de las Guaitecas. Esta última especie habita entre la Provincia de Valdivia (X Región) y Tierra del Fuego (XII Región); el Alerce tiene el mismo límite norte y sólo alcanza hasta la Provincia de Chiloé (X Región) (RODRIGUEZ et al.,1983).

La desaparición de estas especies de grandes superficies de sus áreas de distribución natural hacen aconsejable el estudio de su propagación artificial.

Las semillas de Alerce presentan una capacidad germinativa inferior a 25%, y las de Ciprés de las Guaitecas inferior a 54%, previa estratificación en ambos casos (DONOSO et al.,1980).

El Alerce puede ser propagado por estacas, aunque los resultados consultados difieren bastante (DONOSO et al.,1984; GARSTMAN,1988; CABELLO,1990). En el caso de Ciprés de las Guaitecas sólo se encontraron antecedentes de la formación natural de mugrones en las ramas bajas y la iniciación de brotes adventicios a partir de raíces (CRUZ y LARA,1981).

DONOSO et al (1984) aplicaron ácido alfa-naftalenacético al 0,1% a estacas de Alerce, y las instalaron, durante 6,5 meses, en un vivero (al aire libre) o en un invernadero rústico, utilizando arena como substrato. En el vivero sólo obtuvieron enraizamiento (17,5%) en las estacas tratadas con auxina. En invernadero lograron mejores resultados, ya que no sólo enraizaron las estacas tratadas con ácido alfa-naftalenacético, sino que también las estacas testigo. La aplicación de regulador de crecimiento mejoró, además, la calidad del enraizamiento.

GARSTMAN (1988) colectó estacas de Alerce, en el mes de junio, en el Jardín Botánico de la Universidad Austral de Chile (Isla Teja, Valdivia), de árboles de aproximadamente 46 años de edad, y las puso a enraizar en arena de rio y turba (1:1), en un invernadero con calefacción y paredes exteriores pintadas con cal. Empleó estacas de madera de un año, de 10 cm de longitud; trató una parte de ellas, durante 5 seg, en soluciónes (etanol 50%) conteniendo concentraciones de 0, 500, 1.000, 2.000 y 4.000 mg/l de ácido indolbutírico (IBA), ubicándolas bajo cubierta de polietileno, y obtuvo enraizamiento en todos los tratamientos, sin superar un 40%. Las estacas restantes, tratadas con 0 y 2.000 mg/l IBA, se mantuvieron bajo nebulización intermitente y cama caliente. En este ensayo obtuvo un 96% de enraizamiento en las estacas tratadas con auxinas; las estacas testigo fueron dañadas por la resistencia eléctrica de la cama caliente.

CABELLO (1990) obtuvo estacas, a mediados de enero de 1988, de 4 ejemplares de Alerce de un rodal plantado, en 1978, en el Centro Experimental Forestal "Edmundo Winkler" (Frutillar, Prov. de Llanquihue) de la Escuela de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile. La mitad de las estacas, provenientes del extremo apical de ramillas laterales y de 20 a 30 cm de longitud, fueron tratadas con un enraizador comercial, Rootone F (mezcla de auxinas, fungicida y polvo talco), dejando la otra mitad como testigo. Las estacas fueron puestas a enraizar, durante 11 meses, en platabandas en el vivero forestal o en cajas en un invernadero rústico, ambos del Centro Experimental, usando en ambos casos el mismo sustrato: tierra del vivero (suelo franco-arenoso derivado de cenizas volcánicas). En el vivero enraizó el 65% de las estacas testigo y el 85% de las tratadas con auxinas; en el invernadero el enraizamiento fue del 100% para ambos tratamientos. Con respecto a la cantidad, longitud y calidad de las raíces, las estacas tratadas con Rootone en el invernadero, obtuvieron la mejor respuesta.

Dado los buenos resultados obtenidos por CABELLO (1990), el vivero forestal del Centro Experimental inició la propagación, en cantidades mayores, de plantas de Alerce mediante el

enraizamiento de estacas; sin embargo, y aunque el material vegetal se siguió colectando del mismo rodal, y se empleó la misma infraestructura usada en los ensayos, los porcentajes de iniciación de raíces empezaron a disminuir, así como también la calidad de ellas.

Considerando la discrepancia en los resultados de enraizamiento de estacas de Alerce, se instaló un nuevo ensayo en el Centro Experimental para comprobar si efectivamente había disminuido la cantidad y calidad del enraizamiento y, además, probar nuevos tratamientos. Por otro lado, y teniendo en cuenta que, en forma natural, el Ciprés de las Guaitecas se propagaría vegetativamente, se pusieron a enraizar estacas para obtener información preliminar sobre esta técnica de multiplicación.

MATERIAL Y METODO

El ensayo se llevó a cabo en el invernadero del Vivero Frutillar, ubicado en el Centro Experimental Forestal "Edmundo Winkler" de la Universidad de Chile (Frutillar Bajo, Provincia de Llanquihue, X Región).

Tanto las estacas de Alerce como las de Ciprés de las Guaitecas se obtuvieron en el mismo Campo Experimental,de una plantación realizada en 1978, con plantas de regeneración natural sacadas del bosque.

Las estacas, de 20 a 25 cm de longitud, se cortaron a fines de noviembre de 1990, de ramillas ubicadas en los árboles a 1,5 a 1,8 m de altura, y se instalaron en el invernadero el mismo dia.

Previo a su instalación, a las estacas se les eliminaron las hojas de los primeros 10 cm basales, y en la superficie de corte se les aplicó un preparado con ácido indolbutírico (IBA), polvo talco y Benlate* o un enraizador comercial: Rootone F**. Además, se pusieron estacas sin ningún tratamiento, estacas con polvo talco y estacas con polvo talco y Benlate

Las concentraciones probadas para el ácido indolbutírico fueron 1,5; 3,0; 6,0; y 12,0 mg/g polvo talco-Benlate. El fungicida se usó al 5%

Para Ciprés de las Guaitecas se pusieron a enraizar 10 estacas por cada tratamiento. sin repeticiones, y para Alerce 15 estacas, con tres repeticiones cada uno. Las repeticiones se dispusieron totalmente al azar.

Las estacas se colocaron en cajas de madera de 30 x 50 x 20 cm, llenas con tierra de vivero (suelo franco arenoso derivado de cenizas volcánicas) mezclada con arena y tierra de hojas (1:1:1). No se empleó sistema de neblina ni calefacción artificial.

A mediados de octubre de 1991, se controló el porcentaje de estacas vivas, la formación de callo y el enraizamiento. En Alerce,además, se cortaron las raíces formadas y se determinó el peso seco promedio de ellas, por estaca enraizada. Los resultados obtenidos en la última especie, dado el número adecuado de estacas empleado, se analizaron estadísticamente

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el ensayo de enraizamiento de estacas de Ciprés de las Guaitecas son promisorios (Cuadro 1). Tanto el testigo como los tratamientos presentaron una alta sobrevivencia (70 a 100%). El enraizamiento en los tratamientos también fue elevado (50 a 100%), pero no ocurrió lo mismo con las estacas testigo (20%).

La iniciación de raíces adventicias en las estacas de Ciprés de las Guaitecas se produjo principalmente en la base de ellas, a partir del callo formado, y ligeramente sobre él. No todas las estacas vivas formaron callo, ni todas las estacas con callo enraizaron (Cuadro 1) pero

*BENLATE 50 D.F. E.I. du Pont de Nemours & CO.,Inc. Ingrediente activo: Benomil 50%.

**ROOTONE F. Amchem Products Inc. Ingredientes activos: 1-naftalen- acetamida 0,057%; ácido 2-metil-1-naftalen-acético 0,033%, 2- metil-1-naftalen-acetamida 0,013%; ácido indol-3-butírico 0,057%; Thiram 4,000%; ingredientes inertes 95,830%.

CUADRO N°1.

Resultados del ensayo de propagación por estacas de Ciprés de las Guaitecas (**Pilgerodendron uvifera**). Instalación: 29-Nov-1990; control: 16-Oct-1991.

TRATAMIENTO	% ESTACAS		
	VIVAS	* SOLO CALLO	** ENRAIZADAS
TESTIGO	90	40	20
TALCO	100	20	80
TALCO + BENLATE	90	0	90
TALCO + BENLATE + IBA 1,5 mg/g	100	0	100
TALCO + BENLATE + IBA 3,0 mg/g	90	20	60
TALCO + BENLATE + IBA 6,0 mg/g	80	10	70
TALCO + BENLATE + IBA 12,0 mg/g	70	20	50
ROOTONE	90	30	60

* % de estacas que sólo desarrollaron callo en sus bases.
** Todas las estacas enraizadas formaron callo.

todas las estacas enraizadas presentaban callo. El sistema radicular formado fue bastante pobre, constituído generalmente por 1 a 4 raíces delgadas, de 2 a 5 cm de longitud (aunque una estaca desarrollo una raíz de 20 cm), con escazas, o ninguna raicilla. Por las observaciones realizadas al levantar el ensayo, se puede decir que, cualitativamente, no se apreciaron diferencias entre los tratamientos con respecto a la calidad del enraizamiento.

En el ensayo realizado en Alerce también hubo formación de raíces en todos los tratamientos,variando entre 35,5 y 62,2 % (Cuadro 2); sin embargo, el análisis de varianza efectuado no arrojó diferencias significativas. Esto mismo ocurrió con el porcentaje de estacas vivas y el peso promedio de las raíces.

Estos resultados son notablemente inferiores a los conseguidos dos años antes por CABELLO (1990), con material vegetativo colectado en el mismo rodal e instalado en el mismo invernadero. En él se obtuvo un 100% de enraizamiento tanto para el testigo como para el material tratado con Rootone F; el enraizamiento en el actual ensayo fue: 37,8% para el testigo y 46,7% para Rootone F (Cuadro 2). También la calidad del enraizamiento fue inferior; en la experincia montada por CABELLO las estacas formaron un sistema radicular compacto, con raíces largas (10 a 30 cm), flexibles, y muy numerosas (15 o más raíces), con frecuentes raíces laterales; en el actual ensayo las estacas formaron unas pocas raíces (1 a 10), cortas (1 a 15 cm) y poco flexibles.

Se sabe que son muchos los factores que afectan a la regeneración de plantas por estacas: condición fisiológica de las plantas madres, tipo de estaca, época del año en que se colecta el material, condiciones ambientales durante el enraizamiento, etc. (HARTMANN y KESTER, 1983). Si bien es cierto que para ambos ensayos se usó la misma infraestructura y sustrato, estos no tienen por qué haber sido exactamente iguales: en el invernadero, rústico, las temperaturas interiores dependen de la temperatura ambiente; el sustrato puede no haber sido obtenido del mismo lugar exacto dentro del vivero. Como se mencionó, también influye la época del año en que se obtiene el material vegetativo: en el primer ensayo (CABELLO, 1990), las ramas fueron colectadas en Enero de 1988, y en el actual, en Noviembre de 1990.

CUADRO N°2.

ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE ALERCE (**Fitzroya cupressoides**); instalación de ensayo 29-Nov-1990, control 16-oct-1991

TRATAMIENTO	% ESTACAS VIVAS	% ESTACAS ENRAIZADAS	PESO SECO* RAICES g	Nº PROMEDIO RAICES
TESTIGO	44,4 **	37,8 **	0,07 **	3,8
TALCO	46,7	35,5	0,12	4,4
TALCO + BENLATE	64,4	48,9	0,08	3,4
TALCO + BENLATE + IBA 1,5 mg/g	66,7	51,1	0,09	3,8
TALCO + BENLATE + IBA 3,0 mg/g	62,2	55,6	0,11	4,2
TALCO + BENLATE + IBA 6,0 mg/g	66,7	62,2	0,09	4,4
TALCO + BENLATE + IBA 12,0 mg/g	46,7	42,2	0,15	3,9
ROOTONE	60,0	46,7	0,09	4,0

*Peso seco promedio de raíces por estaca.
** El análisis de varianza efectuado no arrojó diferencias significativas.

Sin embargo, lo más probable es que las diferencias en cantidad y calidad en el enraizamiento de las estacas de Alerce, entre los dos ensayos, se deban a cambios fisiológicos causados por el aumento en edad del rodal. Entre ambos ensayos transcurrieron 2 años, período de tiempo en que los árboles experimentaron un rápido desarrollo, y las ramas inferiores se entrecruzaron, debiendo ser podadas. Esta poda fue la causante de que las ramillas se obtuvieran a una altura algo mayor que en el primer ensayo. Además, varios individuos iniciaron la producción de conos, lo que indicaría que el pequeño rodal estaría terminando la fase de crecimiento juvenil, e ingresando en la de transición. Es sabido que muchas especies presentan una capacidad aumentada de iniciación de raíces adventicias durante la fase juvenil, que disminuye en la de transición, y que puede desaparecer en la fase adulta.

En relación a la edad de los árboles desde donde se obtuvo el material vegetativo, es necesario recalcar que su edad al momento del ensayo era bastante superior a 12 años, ya que ellos fueron extraídos de un bosque natural de alerce, y se cree que tenían unos 10 años cuando fueron plantados en 1978.

Estos resultados son superiores a los obtenidos por DONOSO et al (1984), también realizados en un invernadero rústico, en un período más corto (6,5 meses), tanto en las estacas testigo (22,5%) como en las tratadas con ácido alfa-naftalenacético (37,5%). Sin embargo, se desconoce la época en que instaló el ensayo y la edad de los árboles padres.

También estos resultados son superiores a los conseguidos por GARSTMAN (1988) tanto en estacas testigo (8%) como en las tratadas con distintas concentraciones de ácido indolbutírico (28 a 40%), en un invernadero con calefacción

ambiental, pero sin control de la temperatura del sustrato y sin sistema de neblina. Sin embargo hay que recalcar que dicha investigadora obtuvo el material vegetativo de árboles de 46 años de edad. Este mismo material cuando fue sometido a condiciones ambientales más favorables (85% humedad relativa mediante nebulización intermitente, temperatura ambiental invernal de 13 a 14°C, y primaveral de 20 a 25°C, y temperatura basal de 27 a 32°C por intermedio de cama caliente), produjo un 96% de estacas enraizadas (tratadas con 2.000 mg/l IBA; este mismo tratamiento sólo obtuvo 40% de enraizamiento cuando no se empleó sistema de neblina ni calefacción del sustrato).

Las estacas de especies "difíciles" de enraizar sólo lo hacen cuando se tiene en consideración los distintos factores que la afectan, y se mantienen en condiciones ambientales óptimas. Experimentos realizados con varias especies, entre ellas **Eucalyptus** spp, **Quercus virginiana**, **Pseudotsuga menziesii**, **Pinus radiata**, han mostrado que la habilidad de las estacas a enraizar decrece cuando las plantas madres cambian desde la fase juvenil a la adulta. Sin embargo, el uso del sistema de neblina hace posible enraizar estacas de especies consideradas como muy difíciles o imposibles de enraizar (HARTMANN y KESTER, 1983). La nebulización es muy útil si va acompañada, además, de otros tratamientos como el calentamiento basal y la aplicación de sustancias rizógenas. El calentamiento basal acelera la formación de raíces, y la nebulización controla la intensidad de la transpiración de las estacas (disminuye la tensión de vapor en las hojas), la temperatura interna (disminuye la temperatura de las hojas), y aprovechan al máximo la irradiación solar De esta forma se consigue el equilibrio hídrico de los tejidos, lo que permite una larga supervivencia de las estacas, cuyos órganos elaboradores, al encontrarse en condiciones de luz y temperatura favorables, continuan desarrollando activamente los procesos de síntesis de los hidratos de carbono y de las sustancias hormonales, creando condiciones intrínsecas muy favorables a la rizogénesis (BALDINI, 1992).

Los porcentajes de enraizamientos más bajos conseguidos por DONOSO et al (1984) y por GARSTMAN (1988), al trabajar bajo condiciones ambientales poco controladas, confirmarían la hipótesis de que la edad de los árboles padre de Alerce influye tanto en la cantidad de estacas enraizadas como en la calidad de los sistemas radiculares adventicios formados. También, de acuerdo a los resultados obtenidos por GARSTMAN (1988), se desprendería que la combinación de condiciones ambientales más apropiadas (sistema de neblina y calefacción basal) y el empleo de auxinas (IBA), superaría las dificultades al enraizamiento impuesta por la edad en arbóles padres de alerce.

CONCLUSIONES

Es posible propagar vegetativamente, mediante estacas enraizadas, individuos de Ciprés de las Guaitecas, de alrededor de 20 años.

La aplicación de polvo talco, solo o combinado con Benlate al 5% y ácido indolbutírico en concentraciones de 1,5 a 12,0 mg/g, o Rootone F, mejoraron notablemente el enraizamiento de las estacas de Ciprés de las Guaitecas, en relación al testigo.

El ensayo de enraizamiento de estacas de Alerce no mostró diferencias estadísticamente significativas entre el testigo y los tratamientos (talco, talco + Benlate, talco + Benlate + IBA en concentraciones entre 1,5 a 12,0 mg/g, y Rootone F).

Los resultados obtenidos por las estacas testigo de Alerce y las tratadas con Rootone F, fueron notablemente inferiores a los conseguidos dos años antes con material vegetativo colectado del mismo rodal y sometido a condiciones de ensayo semejantes.

Es probable que la causa del menor enraizamiento en Alerce, y de la inferior calidad del sistema radicular, se deba a una situación fisiológica distinta a la que los árboles padres tenían 2 años antes. En el rodal se verificó que los árboles se encontraban terminando la fase juvenil e ingresando a la de transición, lo que en algunas especies causa una disminución en la capacidad de enraizamiento.

BIBLIOGRAFIA

BALDINI, E. 1992. Arboricultura general. Madrid. Mundi-Prensa. 379 p.

BENOIT, I. 1990. Libro rojo de la flora terrestre de Chile (Primera parte). Santiago, Chile. Corporación Nacional Forestal. 157 p.

CABELLO, A. 1990. Enraizamiento de estacas de Alerce (**Fitzroya cupressoides** (Mol.) Johnston) y de Mañío macho (**Podocarpus nubigena** Lindl.). Ciencias Forestales 6(2): 135-139.

CRUZ, G. y LARA, A. 1981. Tipificación, cambio de estructura y normas de manejo para Ciprés de las Guaytecas (**Pilgerodendron uvifera** (D. Don) Florin) en la Isla Grande de Chiloé. Tesis Ing. Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 215 p.

DONOSO, C. 1978. Dendrología, árboles y arbustos chilenos. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Manual N°2. 142 p.

DONOSO, C.; CORTES, M. y SOTO, L. 1980. Antecedentes sobre semillas y germinación de Alerce, Ciprés de las Guaitecas, Ciprés de la Cordillera y Tineo. Valdivia, Chile. Bosque 3(2): 96-100.

DONOSO, C.; NOVOA, R.; ESCOBAR, B., SABJA, A.M.; FERNANDEZ, J.; SILVA, J.; ORDOÑEZ, A. y VERA, A. 1984. Germinación de semillas y técnicas de vivero para las especies nativas de los tipos forestales de la X Región. II Parte. Valdivia, Chile. Proyecto CONAF X Región - Universidad Austral De Chile. Informe de Convenio N°71. 71 p.

GARSTMAN, ESTER. 1988. Propagación vegetativa de coníferas chilenas con aptitudes ornamentales. Tesis Lic. en Agronomía. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 69 p. anexos.

HARTMANN,H. y KESTER,D.1983. Plant propagation: principles and practices. 4a ed. New Jersey. Prentice Hall. 727 p.

RODRIGUEZ, R.; MATTHEI, O. y QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Concepción, Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. 488 p

SERRA, M.T. 1987. Dendrología de coníferas y otras Gymnospermas. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Silvicultura. Apuntes Docentes N°2. 264 p.