

EFFECTO DE TRATAMIENTOS INDUCTIVOS EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Pinus Elliottii X Caribaea Y Pinus Taeda*

ROOTING INDUCTION TREATMENT EFFECTS IN SLASH x CARIBBEAN PINE AND LOBLOLLY PINE CUTTINGS

Patricia Rocha¹

Fernando Niella¹

Fecha de recepción: Setiembre de 2002

Fecha de aceptación: Abril de 2004.

1 - Investigador Laboratorio de Propagación Vegetativa - Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones – Bertoni 124. 3382 Eldorado, Misiones-Argentina. (Tel: 0054 --3751 – 431780 Int. 115) Email: FNIELLA@arnet.com.ar .

SUMMARY

Five cuttings induction treatments were tested for their effects on *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea* rooting capacity. The cuttings stored at 4°C in the dark for a 7 days period were significantly greater than those of control treatment (untreated cuttings). These results are relevant on three topics: 1) Treatment increases the rooting percentage by 20% compared to the untreated control; 2) It decreases operational cost, since auxins are not used; and 3) allows better harvest and rooting planning.

Key words: *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus taeda* L., macropropagation, Indol Butiric Acid (IBA), vegetative propagation.

RESUMEN

Con el objetivo de aumentar la capacidad de enraizamiento de estacas de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*, se estudiaron cinco tratamientos de inducción post-cosecha. De todos los tratamientos analizados en ambas especies, solamente el de almacenamiento de las estacas a 4°C en oscuridad por un período de siete días superó significativamente al tratamiento control (estacas no tratadas). Los resultados obtenidos son relevantes dado que: 1) aumentan el porcentaje de enraizamiento hasta un 20% con respecto al control, 2) descartan la necesidad de utilizar auxinas, con la consiguiente reducción de costos operativos y 3) facilita el manejo operativo de las estacas, permitiendo planificar mejor las cosechas y posterior enraizamiento de las mismas.

Palabras clave: *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus taeda* L., macropropagación, Acido indol butírico (AIB), propagación vegetativa.

INTRODUCCIÓN

La técnica de enraizamiento de estacas ha demostrado ser un método eficiente para la propagación vegetativa en muchas especies forestales. En la

actualidad, existen sistemas de producción comercial a gran escala de estacas enraizadas para *Pinus radiata* D. y *Picea abies* (RITCHIE, 1991). El *Pinus taeda*, considerada como una de las especies de pino de mayor importancia económica en el mundo, ha sido, no obstante, clasificado como una de las especies de coníferas más difícil de propagar vegetativamente vía macropropagación. La mayoría de los intentos de enraizar *Pinus taeda* L. (*P. taeda*), que han sido publicados, reportan rangos de enraizamiento de 0 a 60% (WISE y CALDWELL, 1994). Por otro lado, en el caso de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* (*P. elliottii* x *caribaea*), se han publicado tasas de enraizamiento de hasta un 89% para un amplio rango de familias.

El desarrollo de un sistema de macropropagación operativo para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea* a gran escala, depende del entendimiento del rol e interacción que tienen factores como el genotipo, edad y manejo de la planta madre, manejo y tratamientos inductivos post-cosecha de las estacas y condiciones ambientales durante el proceso de enraizamiento de estas especies. Existen varios trabajos publicados, que demuestran que la capacidad de enraizamiento de las estacas en especies leñosas puede ser mejorada mediante tratamientos

post-cosecha (almacenamiento en frío y/o oscuridad, y la aplicación de tratamientos inductivos) (LAND y CUNNINGHAM, 1994). Dentro de los productos químicos aplicados en estacas de coníferas se pueden mencionar las auxinas (polvo o líquida), fungicidas y retardantes de crecimiento de brotes (WISE y CALDWELL, 1992; GREENWOOD et al, 1980 y 1995). En general los resultados de la aplicación de tratamiento post-cosecha para el género *Pinus* han sido dispares y con distinto grado de éxito.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de los tratamientos de manejo e inducción post-cosecha en la capacidad de enraizamiento de estacas de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea* provenientes del rebrote de plantas madre juveniles de un amplio rango de genotipos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Pinus elliottii x caribaea

Las estacas se obtuvieron del rebrote de plantas madre (de semillas F2 comercial) de 7 meses de edad, (decapitadas a los 4 meses), criadas en setos a campo. Las estacas seleccionadas presentaron morfología juvenil con diámetro no menor a 1,5 mm.

Pinus taeda

Las estacas se obtuvieron del rebrote de plantas madre (de semilla de polinización abierta de origen comercial) de 9 meses de edad, (decapitadas a los 6 meses), criadas en maceta a pleno sol. Las estacas seleccionadas presentaron morfología juvenil con diámetro no menor a 1,5 mm.

Manejo de las estacas

Las estacas fueron cosechadas, puestas en bolsas de polietileno y almacenadas en congelador hasta su arribo al laboratorio. En el laboratorio, las estacas fueron acondicionadas mediante un corte fresco de las bases (horizontal) a un tamaño final de 8 cm y tratamiento de las bases con fungicida. Las estacas así acondicionadas fueron asignadas a los diferentes tratamientos inductivos.

Tratamientos y diseño experimental

Las estacas acondicionadas fueron distribuidas aleatoriamente en grupos de 40 estacas por tratamiento inductivo para cada especie. Los tratamientos fueron asignados en un diseño completamente aleatorizado:

1. AIB 2000 ppm, disuelto en 50% etanol: la forma de aplicación fue una inmersión rápida de la base de la estaca (2,5 cm) por 15 segundos.

2. AIB 30ppm/4°C/oscuridad, disuelto en agua: la forma de aplicación fue una inmersión de la base de la estaca (2,5 cm) por un período de siete días, en heladera a 4°C.

3. AIB 30ppm/temperatura ambiente/oscuridad, disuelto en agua: la forma de aplicación fue una inmersión de la base de la estaca (2,5 cm) por un período de siete días, a temperatura ambiente, en oscuridad.

4. 4°C/oscuridad: almacenamiento de las estacas en posición vertical por un período de siete días, en heladera a 4°C.

5. Temperatura ambiente/oscuridad: almacenamiento de las estacas en posición vertical por un período de siete días, a temperatura ambiente, en oscuridad.

Los tratamientos control fueron los siguientes:

1. Control: cultivo inmediato de las estacas luego de la cosecha.
2. 50% Etanol 96°: la forma de aplicación fue una inmersión rápida de la base de la estaca (2,5 cm) por 15 segundos, previo al cultivo.

Condiciones de enraizamiento

Luego de la aplicación de los correspondientes tratamientos inductivo y control, las estacas fueron insertadas en bandejas Hiko de 90 cm³, conteniendo como sustrato corteza de pino compostada y perlita en una relación 3:1. Las bandejas se mantuvieron en invernáculo en condiciones semi-controladas de humedad y temperatura.

Colecta de datos y análisis estadístico

Las variables consideradas para evaluar el efecto de los tratamientos fueron: porcentaje de enraizamiento (ROOT), largo máximo de raíces expresada en cm (LMAX), y número de raíces laterales primarias (LP). La evaluación se efectuó a los 90 días de iniciado el ensayo. Los promedios, errores estándar y análisis de la varianza se desarrollaron usando el Sistema de Análisis Estadístico (SAS), usando el módulo GLM (General Lineal Model).

RESULTADOS

El análisis de los resultados (Tabla 1) indica diferencias significativas en el porcentaje de enraizamiento (ROOT) para los diferentes tratamientos inductivos (p-value: 0,0076; $\alpha=0,05$) para las dos especies consideradas, *P.taeda* y *P. elliottii x caribaea*. Las variables longitud máxima (LMAX), y raíces laterales primarias (LP), presentaron diferencias no significativas para los tratamientos en estudio.

El tratamiento post-cosecha de almacenamiento de las estacas a 4°C en oscuridad por un periodo de 7 días (97,0±3,03 % para *Pinus taeda* y 100,0±,0 para *Pinus elliottii x caribaea*) demostró ser significativamente distinto a los tratamientos control y a la inducción con AIB para la variable porcentaje de enraizamiento, para las dos especies en estudio (Tabla 1). Sin embargo, estas diferencias fueron no significativas con respecto al almacenamiento a temperatura ambiente en oscuridad por el mismo periodo para ambas especies (87,5±7.2 % para *Pinus taeda* y 94,7±5,2 para *Pinus elliottii x caribaea*).

El test de comparaciones múltiples (Fisher's LSD) identifica las diferencias significativas entre los tratamientos inductivos para la variable porcentaje de enraizamiento. La frecuencia de enraizamiento varió de un 100±0,0% cuando las estacas de *P. elliottii x caribaea* fueron almacenadas a 4°C en oscuridad por un período de 7 días, a un 64,7±11,9% en el tratamiento con AIB 2000 ppm (inmersión 15"). Mientras que en *P. taeda* el porcentaje de enraizamiento varió de un máximo de 97,0±3,03 % en estacas almacenadas a 4°C en oscuridad por un periodo

de 7 días a un 71,2±7,6 en estacas inducidas con AIB 2000 ppm (inmersión 15"). Aunque no significativamente, las variables longitud máxima (LMAX) y raíces laterales primarias (LP) fueron afectadas por los tratamientos inductivos, observándose un promedio de LMAX que fue de 7,9±1,12 cm y 6,9±1,02 cm para *P. elliottii x caribaea* y *P. taeda* respectivamente, cuando las estacas fueron almacenadas a temperatura ambiente y oscuridad por un período de 7 días, a un mínimo de 5,5±0,39 cm y 4,8±0,49 cm, cuando fueron inducidas con AIB 30 ppm a 4°C por un periodo de 7 días. El número de raíces laterales primarias varió en *P. elliottii x caribaea* de un promedio de 4,2±0,95 raíces en estacas inducidas con AIB 30ppm a temperatura ambiente durante 7 días, a un promedio mínimo de 1,9±0,30 raíces en el tratamiento control, sin inducción. Mientras que en *P. taeda* el número de raíces laterales primarias, varió de un promedio de 3,8±0,78 raíces en estacas inducidas con AIB 30ppm a temperatura ambiente durante 7 días, a un promedio mínimo de 1,36±0,32 raíces en estacas inducidas con AIB 2000 ppm (inmersión 15")

Tabla 1. Efecto de los tratamientos de inducción en estacas de *P. taeda* y *P. elliottii x caribaea*: promedios (Mean), error estándar (ES) y numero de observaciones (N) para las variables Porcentaje de enraizamiento (ROOT), longitud máxima (LMAX), y raíces laterales primarias (LP).

Table 1: *P. taeda* y *P. elliottii x caribaea*: cuttings induction treatments effects on rooting capacity (ROOT), root length (LMAX), and lateral roots (LP).

Tratamiento inductivo	N	ROOT	LMAX	LP
		MEAN±ES ¹	MEAN±ES	MEAN±ES
<i>P. taeda</i>				
4°C - 7 días	40	97,0±3,03a	6,2±0,69	2,1±0,25
Temp. amb. - 7 días	40	87,5±7,2ab	6,9±1,02	3,0±0,45
Control	40	81,8±6,8bc	5,6±0,87	1,45±0,18
AIB 30ppm 4°C - 7 días	40	73,4±10,0cd	4,8±0,49	3,2±0,46
AIB30ppm temp.Amb. -7 días	40	72,8±11,2cd	5,6±0,48	3,8±0,78
Etanol - 15"	40	72,2±10,8cd	6,8±0,86	3,1±0,34
AIB 2000 ppm - 15"	40	71,2±7,6cd	4,5±0,64	1,36±0,32
<i>P. elliottii x caribaea</i>				
4°C - 7 días	40	100,0±0,0a	6,1±0,39	2,2±0,30
Temp. amb. - 7 días	40	94,7±5,2ab	7,9±1,12	2,8±0,34
Control	40	78,9±9,6bc	7,1±0,85	1,9±0,30
AIB 30ppm 4°C - 7 días	40	75,0±9,9cd	5,5±0,39	2,8±0,44
AIB 30ppm temp. Amb. -7 días	40	73,0±11,8cd	6,6±0,56	4,2±0,95
Etanol - 15"	40	72,2±10,8cd	7,2±1,06	3,0±0,54
AIB 2000 ppm - 15"	40	64,7±11,9cd	6,8±0,97	2,4±0,31

¹ Fisher LSD, tratamientos con la misma letra no son significativamente distintos; α: 0.05

DISCUSIÓN

Los resultados presentados en este trabajo evidencian que los tratamientos de inducción y manejo post-cosecha pueden afectar en forma significativa la capacidad de enraizamiento en estacas de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*. De todos los tratamientos de manejo e inducción post-cosecha estudiados, para ambas especies, el tratamiento de estacas almacenadas a 4°C en oscuridad por un periodo de 7 días fue el único que superó en forma significativa al tratamiento control. El incremento en la capacidad de enraizamiento de estacas obtenido mediante el almacenamiento post-cosecha de las mismas en oscuridad y en posición vertical, puede estar asociado con un incremento en los niveles de auxinas endógenas de la estaca (HAISSIG y RIEMENSCHNEIDER, 1992). La exclusión de luz de las estacas (almacenamiento en oscuridad) es posible que evite la destrucción de las auxinas endógenas (ácido indol acético, AIA) que son sensibles a la luz y a las altas temperaturas. Por otro lado, el almacenamiento de las estacas en forma vertical puede favorecer el traslado polar de auxinas y acumulación de carbohidratos en la base de las estacas, contribuyendo esto, a mejorar la capacidad de enraizamiento de estas especies (LAND y CUNNINGHAM, 1992).

En el caso de los tratamientos con AIB, ninguno difirió significativamente del tratamiento control. Indicando esto, que en las condiciones estudiadas, el AIB no es efectivo para mejorar la capacidad de enraizamiento en *P. taeda* y *P. elliottii x caribaea*. Aún cuando la aplicación de AIB se efectuó mediante dos vías diferentes, inmersión en solución acuosa o inmersión rápida con 50% etanol, las estacas tratadas con AIB presentaron menor capacidad de enraizamiento que el control. Esto sugiere que el AIB inhibió el enraizamiento en las condiciones ensayadas. Resultados publicados por THETFORD y BLAZICH (1995), FRAMPTON et al. (1999), y ROCHA y NIELLA (2000) mostraron una tendencia similar, donde las estacas no tratadas presentaron un porcentaje de enraizamiento significativamente mayor que las estacas tratadas con AIB.

El hecho de que el almacenamiento post-cosecha de las estacas en oscuridad en posición vertical (por un periodo de 7 días) en presencia de IBA, resultara en un porcentaje de enraizamiento significativamente menor al obtenido en estacas almacenadas bajo las mismas condiciones, pero en ausencia de IBA, corrobora aun más el efecto inhibitorio de la aplicación de auxinas exógenas en la capacidad de enraizamiento de estacas de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea* en las condiciones estudiadas.

CONCLUSIÓN

Desde el punto de vista del desarrollo de un sistema de macropropagación operativo a gran escala, estos resultados son relevantes desde tres aspectos: 1) **aumentan el porcentaje de enraizamiento** hasta un 20%, con respecto al control, 2) descartan la necesidad de utilizar auxinas, con el consiguiente **reducción de costos** operativos y 3) **facilita el manejo operativo** de las estacas, permitiendo planificar mejor las cosechas y posterior enraizamiento de las estacas. Estos resultados contribuyeron a la elaboración de un manual de procedimiento de enraizamiento para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Facultad de Ciencias Forestales – UNAM y las empresas DKM S.A; Forestal Bosques del Plata S.A y Perez Compans S.A. por el apoyo financiero a este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- FRAMPTON, J. Goldfarb, B. and Surles, S. 1999. Nursery rooting and growth of loblolly pine cuttings: effects of rooting solutions and full-sib family. *South. J. Appl. For.* 23 (2): 108-115.
- GREENWOOD, M.S.; Marino, T.M.; Meier, R.D.; Shahan, K.W. 1980. The role of mist and chemical treatments in rooting loblolly and shortleaf pine cuttings. *Forest Sci.* Vol 26, No. 4 : 651-655.
- GREENWOOD, M.S.; Weir, R.J. 1995. Genetic variation in rooting ability of loblolly pine cuttings: effects of auxins and family on rooting on hypocotile cuttings. *Tree Physiology* 15:41-45.
- HAISSIG, B. and Riemenschneider, D. 1992. The original basal stems section influence rooting in *Pinus banksiana* cuttings. *Physiologia plantarum* 86: 1, 1-5.
- LAND, S. B. and Cunningham, M. 1994. Rooted cutting macropropagation of Harwoods. En: *Proceedings of the Southern regional information Exchange Group Biennial Symposium on Forest genetics: Applications of Vegetative Propagation In Forestry.* Huntsville, Alabama - Published by: Southern forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, USA.. Pg: 75-96.
- RITCHIE, G.A. 1991. The commercial use of conifer rooted cuttings in forestry: A world overview. *New Forests.* 5:247-275.
- ROCHA, P. y Niella, F. 2000. Informe técnico: Presentación de avances en técnicas de propagación vegetativa para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*. Presentado en: Seminario

- interno Abril 2000. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones. Circulación interna. 63 p.
- ROCHA, P. y Niella, F. 2001. Manual de procedimientos: Metodología de manejo de plantas madres, producción de brotes y enraizamiento subsecuente para la propagación vegetativa de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*. Presentado en: Seminario interno Diciembre 2001. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones. Circulación interna. 24 p.
- THETFORD, M. and Blazich F. 1995. Comparison of IBA and P-IPB for propagation of Loblolly pine stem cuttings. SNA Research Conference-Vol. 40:269-271
- WISE, F.; and Caldwell, T. 1992. Macropropagation of conifers by stem cuttings. En: Proceedings of the Southern regional information Exchange Group Biennial Symposium on Forest genetics: Applications of Vegetative Propagation In Forestry. Huntsville, Alabama - Published by: Southern forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, USA.. Pg.: 51-73