

NOTA TÉCNICA

TENSIONES DE CRECIMIENTO EN HÍBRIDOS DE ÁLAMO
CRECIENDO EN CHILE

GROWTH STRESS OF HYBRID POPLARS FROM CHILEAN
PLANTATIONS

Francis Devlieger, Rodrigo Quintana

RESUMEN

Este estudio investiga las deformaciones residuales longitudinales de maduración (DRLM) en árboles jóvenes en pie (6 y 8 años de edad), teniendo como objetivo medir y analizar, en forma indirecta, la variabilidad de las tensiones de crecimiento en cuatro híbridos de álamo (I-488, I-63/51, NNDV, Luiza Avanzo) que crecen en la zona de Retiro, región del Maule-Chile.

La obtención de las mediciones se realizó en parcelas lineales de diez árboles para cada plantación de híbrido en estudio. Cada árbol fue medido a la altura del DAP, en la dirección norte-sur según el protocolo de CIRAD-FORÊT y utilizando el equipo diseñado por aquel centro de investigaciones francés, el cual permite medir indirectamente tensiones de crecimiento longitudinal en árboles en pie.

Los valores de DRLM son bastante altos (promedio general: 0,125 mm) y no presentan diferencias significativas entre los cuatro híbridos que crecieron en condiciones similares de clima, sitio, espaciamiento (6m x 6m) y tratamiento silvícola. Las mayores variabilidades de los datos se encontraron en los híbridos NNDV, I-63/51 y Luiza Avanzo (30,7%, 27,71%, 25,1% respectivamente), al contrario el híbrido I-488 fue el que presentó la menor variabilidad (14,4%).

Palabras claves: Tensiones de crecimiento, método no destructivo, álamo.

ABSTRACT

The study of growth strain was carried out on standing young trees (6 and 8 years olds), with the objective of measuring and analyzing the variability of growth stress in four poplar hybrids (I-488, I-63/51, NNDV, Luiza Avanzo) located in the zone of Retiro, Maule region of Chile.

The measurements were made in linear plots of ten trees in each plantation of the hybrid studied. The growth strain was measured in each tree at the Dap height according to CIRAD protocol and using an instrument designed by this French Investigation Center which records indirectly the longitudinal growth stress in standing trees.

The growth strain values are pretty high (general average value of 0,125 mm) and don't show significant difference between the four hybrids which have grown in the same climate, site and forestry management system.

The greatest variability of the values is in hybrids NNDV, Luisa Avanzo and I-63/51 (30,7%, 27,71%, 25,1% respectively). On the contrary the I-488 hybrid is the one with the smallest variability (14,4%).

Key words: Growth stress, non destructive test, Poplar.

¹Profesor honorario. Departamento de Industrias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Talca.

²Ingeniero en Maderas. Departamento de Industrias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Talca.

Autor para correspondencia: fdevlieg@utalca.cl

Recibido: Marzo 18, 2005 Aceptado: Enero 04, 2006.

INTRODUCCIÓN

Entre las diferentes especies exóticas plantadas comercialmente en Chile se encuentra el cultivo del álamo (alrededor de 7.000 ha de plantaciones) cuyo fomento nace como una opción de resolver los problemas asociados a la agricultura tradicional, planteando usos alternativos o complementarios a los suelos utilizados en cultivos tales como oleaginosas, cereales y otros que podrían enfrentar un escenario de depresión económica.

Actualmente se están investigando en Chile diversas formas para aumentar la diversidad clonal y mejorar la calidad del género, introduciendo nuevas variedades en parcelas experimentales a lo largo del país. Entre los objetivos principales de la mejora de los álamos se han destacados a su favor su adaptabilidad al medio, su rápido crecimiento y aceptables características de trabajabilidad de su madera. No obstante lo anterior, la madera de álamo se caracteriza por presentar elevadas tensiones de crecimiento y la liberación de éstas durante las etapas de volteado, aserrado y secado, crea problemas en su utilización y adecuado aprovechamiento industrial (presencia de grietas, alabeo en la madera aserrada y seca).

El concepto de tensiones de crecimiento define el conjunto de tensiones existentes internamente en los árboles en pie, provocadas por el peso propio del árbol y a su vez por el efecto de la maduración de las fibras ligada a la actividad del cambium responsable del crecimiento del árbol (Vignote et al, 1996). Estudios realizados indican que las tensiones relacionadas con el peso propio del árbol son despreciables en comparación con las provocadas por la maduración de las fibras (Touza, 2001). Estas últimas tensiones de crecimiento tienen su desarrollo en las células que produce el cambium y en los cambios originados por la incorporación de lignina entre los espacios intermicrofibrilares de la pared celular durante el proceso de madurez celular. Este fenómeno provoca la expansión transversal asociada con un acortamiento en el sentido longitudinal de la célula del tejido leñoso. La mayor rigidez de fibras diferenciadas vecinas a las que la célula joven está fijada, restringe la extensión de este acortamiento longitudinal de tal forma que se desarrolla una tensión longitudinal (Touza et al, 1998; Telles, 2002). A mayor tensión, mayor es la contracción volumétrica y el riesgo de alabeo y rajadura en madera aserrada (Kubler, 1987). Telles (2002) verificó que con el aumento de la edad del árbol la energía de deformación transferida hacia el centro del árbol es absorbida debido a la reacción elástica de la madera en la zona central del árbol y así mismo la proporción de deformación capaz de manifestarse sería menos apreciable que en árboles más jóvenes.

A modo de contribuir con un dato más para la selección de nuevos híbridos, el presente estudio propone estudiar el comportamiento de la calidad de la madera de álamo, basándose en las tensiones de crecimiento de híbridos de álamo actualmente cultivados en Chile, con el fin de tener un patrón de referencia al momento de seleccionar o recomendar, a futuro, plantaciones de nuevos híbridos con mejor performance.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron 10 árboles de forma consecutiva a lo largo de una misma línea de plantación para cada híbrido en estudio dentro de los rodales de álamo de propiedad de la Compañía Agrícola y forestal El Álamo Ltda. ubicada en el VII región del Maule en la zona de Retiro. Se tomó la precaución de muestrear una parcela lineal ubicada en el centro de cada plantación con el fin de evitar el efecto de borde. Todas las plantaciones de la compañía o sea más de 4.000 ha en total, con un espaciamiento de 6m x 6m, están bajo el mismo régimen de manejo silvícola con certificación FSC. Cada árbol fue medido en la dirección norte-sur a la altura del DAP en una zona sana sin defecto aparente en el mes de Marzo del 2003. A esta fecha, los híbridos I-488 y I-63/51 tenían una edad de 8 años y los híbridos Luiza Avanzo y N.N.D.V., con una edad de 6 años.

Las medidas de las deformaciones residuales longitudinales de maduración se realizaron, según el protocolo de CIRAD-FORÊT, sobre el cambium, descortezando una zona suficiente para colocar el aparato de medición. El extensómetro propuesto por CIRAD-FORÊT permite evaluar en forma indirecta

las tensiones de crecimiento longitudinal en el árbol en pie y está basado en la teoría del agujero que es aplicada para medir las tensiones residuales en la mayoría de los materiales por cuanto al romper el equilibrio mediante un agujero, las deformaciones provocadas por las fuerzas de tensión internas tienden a volver a su lugar de origen. Los estudios teóricos demuestran que las deformaciones se estabilizan a su valor máximo cuando la profundidad de perforación es equivalente al diámetro del agujero y se capta la mayor deformación posible cuando se realiza la medición a una distancia del centro del agujero igual a 1,73 veces el radio de éste. En forma práctica se efectuó un orificio con una broca de 20mm en el punto medio entre dos clavos de referencia posicionados a una distancia entre si de 45mm en una paralela al eje de la medula del árbol. La medición del desplazamiento (ρ) entre los clavos se realizó con un comparador digital con una precisión de 0,01mm. El valor registrado es un desplazamiento proporcional a las tensiones residuales longitudinales de maduración (T) que se relaciona a través de la expresión $T = k \times \rho \times E_l$ donde k es una variable que depende del diámetro de la broca, distancia entre los clavos, coeficiente de Poisson y E_l el modulo de elasticidad longitudinal de la madera.

El análisis de varianza de los datos se realizó con el software Stragraphics plus a través del siguiente modelo lineal: $Y_{ij} = \mu + C_i + e_{ij}$ donde Y_{ij} es el valor observado en el i -ésimo híbrido en el i -ésimo árbol, μ la media general, C_i el efecto fijo del i -ésimo híbrido, e_{ij} el efecto residual y está normal e independientemente distribuido, **NID** ($0, \sigma^2$). Posterior al análisis de varianza se aplicó el test de Tukey a las medias de las variables relacionadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los ensayos, expresados como valores promedios de cada rodal con su desviación estándar y coeficiente de desviación, se entregan en la tabla 1. Se complementa la información con los valores promedio correspondientes de densidad básica y del diámetro al Dap y por una letra distinta si los promedios presentan diferencia significativa al 5% de acuerdo al test de diferencia significativa de Tukey.

Tabla 1: Valores promedio de deformaciones residuales longitudinales de maduración (DRLM) para cada híbrido.

HÍBRIDOS	I-488	I-63/51	L. ADVANZO	NNDV
DRLM (10^{-2} mm)	12,3 a	10,4 a	13,8 a	13,5 a
Desviación estándar (10^{-2} mm)	1,77	2,88	3,46	4,14
Coef. de variación (%)	14,37	27,65	25,06	30,7
Densidad básica (kg/m^3)	228,5 a	205,7 b	201,6 b	198,8 b
Diámetro al Dap (cm)	21,64 b	26,86 a	23,77 b	22,96 b

Las deformaciones residuales longitudinales de maduración son relativamente altas en los cuatro híbridos. A modo de comparación los datos medidos en las mismas condiciones en *Eucalyptus nitens* de 13 años de edad, proveniente de plantaciones experimentales chilenas, varían en promedio entre 0,17mm y 0,32mm según las procedencias, crecimiento en diámetro o sitio (Valdés, 2004). Para plantaciones de *Eucalyptus globulus* de 23 años, 27 años y 32 años plantadas en Galicia, España, la literatura indica valores obtenidos, con el mismo protocolo de ensayo, de 0,140 mm, 0,129 mm y 0,092 mm respectivamente (Touza, 2001).

No se visualizan diferencias significativas ($p > 0,05$) entre híbridos según el análisis de varianza. Esta semejanza de comportamiento se podría explicar por la similitud de los factores ambientales a los cuales estaban sometido los híbridos analizados, es decir mismo clima, mismo tipo de suelo, mismo manejo silvícola incluyendo espaciamiento entre árboles y riego. Conclusiones similares se obtuvieron en España con híbridos de *Populus x euroamericano* en parcelas de árboles jóvenes (Casado, 1997). Este autor

señala además que distintos espaciamientos entre árboles puede marcar la diferencia, aumentando los valores de DRLM a mayor densidad de plantación.

Tampoco se encuentra diferencia significativa respecto al origen genético entre el híbrido *deltoides* I-63/51 y los híbridos euroamericanos estudiados. Lo que se observa es la variabilidad de los datos entre árboles de un mismo rodal, situación señalada por estudios realizados en *Eucalyptus globulus* que indican una gran variedad de tensiones de crecimiento entre árboles (Vignote, 1996, Touza, 2001). El único híbrido que presenta datos más homogéneos es el I-488. Los otros tres híbridos a pesar de ser reproducidos vegetativamente no presentan un comportamiento uniforme respecto a tensiones de crecimiento.

CONCLUSIONES

Los valores de tensiones de crecimiento en los árboles jóvenes de los cuatro híbridos estudiados son similares entre ellos, independiente del origen genético diferente, crecimiento y densidad de su madera. Alcanzan, en algunos casos, a valores similares a los que se encuentran en el género eucalipto.

Los híbridos que presentaron mayor variabilidad fueron los híbridos NNDV, Luiza Avanzo y I-63/51, lo contrario ocurrió con el híbrido I-488 que presenta una variabilidad menor, comportamiento más esperable para el caso de un híbrido.

Sería interesante repetir los ensayos en las mismas parcelas, transcurridos unos años, para comprobar si tendrán lugar en el futuro diferencias significativas en la distribución de las tensiones de crecimiento asociadas a un mayor nivel de competencia o por el efecto de la edad de los árboles.

BIBLIOGRAFÍA

Casado, M.M. 1997. Tensiones de crecimiento en cinco clones de *Populus x euroamericano*; I-214. Campeador, I-MC, I-262 y Canada Leones. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad politécnica de Madrid. 215pp.

Kubler, H. 1987. Growth stress in trees and related wood properties. *Forestry Abstract* 48(3): 131-189.

Telles, P. 2002. Avaliação de características tecnológicas de madeira para serraria em progenies de polinização aberta de eucalipto e implinanes parra o melhoramento genético. Tese de Doutor em Agronomia. Universidade de Sao Paulo. Escola Superior de Agricultura. Brasil. 153p.

Touza, M. 2001. Proyecto de investigación sobre sistemas de aserrado adecuados para procesar *Eucalyptus globulus* con tensiones de crecimiento. *Revista CIS - Madera* 6:8-37.

Touza, M.; Pedras, F. 1998. Posibilidades de aserrado de eucaliptos con elevadas tensiones de crecimiento. *Revista CIS - Madera* 1:40-52.

Valdes, R. 2003. Tensiones de crecimiento en *Eucalyptus nitens*. Memoria de titulación. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Forestales. Chile. 61p.

Vignote, S.; Molinero, I.; Grard, J.; Diez, M.R. 1996. Estudio de las tensiones de crecimiento de *Eucalyptus globulus* Labill en Galicia y su relación con las características de la estación y morfológicas del propio árbol. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*. España. 5 (1):153-165.