

# CONSTRUCCIÓN, ADAPTACIÓN Y AJUSTE DEL EXTENSÓMETRO LONGITUDINAL

CONSTRUCTION, ADAPTATION AND AD-  
JUSTMENT OF THE LONGITUDINAL EXTENSO-  
METER

Fecha de recepción: 07/07/2014 // Fecha de aceptación: 19/10/2014

## Estela Pan

MSc. Profesor Asociado e Investigador de la Facultad de Ciencias Forestales, UNSE Av. Belgrano (S) 1912. epan@unse.edu.ar

## Néstor Lencina

### Luis Palmas

Ing. Electromecánico, Profesor Adjunto. Docente e Investigador. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. UNSE. Av. Belgrano (s) 1912 nlencina@unse.edu.ar lpalmas@unse.edu.ar

## Ramón Ledesma

Ing. en Industrias Agrícolas y Alimentarias. Profesor Adjunto. Docente e Investigador. Facultad de Ciencias Forestales. Correo: ereleve@arnet.com.ar

## Jose Seguienowicz

Técnico mecánico. Jefe de Mantenimiento del Laboratorio de Física. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. UNSE

**Yvyraretá**  
Revista Forestal País de Árboles

## RESUMEN

En este trabajo se comunica el proceso de construcción y adaptación de un instrumento para medir las deformaciones residuales longitudinales de maduración (DRLM) en especies del género *Eucalyptus* y *Casuarinas*. El objetivo es la calibración de un instrumento para realizar mediciones en árboles jóvenes en pie, siguiendo el protocolo de CIRAD – Foret (Centro Tecnológico Francés).

Las lecturas realizadas permiten determinar indirectamente las tensiones de crecimiento longitudinal en árboles en pie.

Se realizaron trabajos para ajustar el dispositivo medidor sobre plantaciones de *Eucalyptus Tereticornis* implantadas en la estación Experimental Fernández de la ciudad de Fernández (Departamento Robles-Santiago del Estero- Argentina), sobre *Eucalyptus Camaldulensis* implantadas en la localidad del Zanjón (Departamento Capital- Santiago del Estero- Argentina) y sobre una plantación de *Casuarinas Cunninghamiana*, ubicadas en la localidad de Fernández (Departamento Robles-Santiago del Estero-Argentina).

## SUMMARY

This paper reports the construction and adaptation of an instrument designed to measure the longitudinal maturing residual distortions in species of the genera *Eucalyptus* and *Casuarinas*. Its aim is to calibrate such a device to measure this variable on young standing trees in accordance with the CIRAD-Forest Protocol (French Technological Center).

The readings allow determining indirectly the longitudinal growth stresses of standing trees.

Tests tending to adjust the measuring device were carried out on plantations of *Eucalyptus Tereticornis* implanted in the Fernandez Experimental Station located in Fernandez, Robles Department, as well as in plantations of *Eucalyptus Camaldulensis* implanted in El Zanjón, Capital Department; all locations in the Province of Santiago del Estero, Argentina.

The results for *Eucalyptus Camaldulensis* and *Tereticornis* fall within the minimal and maximal values obtained by other researchers (e.g. growth stresses of wood pro-

Los resultados de las mediciones encontradas en *Eucalyptus Camaldulensis* y *Eucalyptus Tereticornis* están en el rango entre valores mínimos y máximos obtenidos por otros investigadores. (Tensiones de crecimiento en madera de procedencias y progenies de *Eucalyptus Camaldulensis* implantados en Santiago del Estero, Pan Estela, *et. al.* 2014. Presentado en la Revista Yvyrareta, para su publicación), (Tensiones de crecimiento de familias de *Eucalyptus Tereticornis* plantadas en Santiago del Estero, Pan Estela, *et. al.* 2008. Presentado para publicación en la revista Quebracho).

Comparando los valores obtenidos por otros investigadores para el género *Eucalyptus* (Touza, 2001) y (Valdez, 2004) se pueden considerar aceptable.

**Palabras Claves:** Tensiones de crecimiento, desplazamiento longitudinal, adaptación, calibración, medición.

ceedings and progenies of *Eucalyptus Camaldulensis* implanted in Santiago del Estero (Pan, E. *et. al.*, 2014 submitted for publication to Revista Yvyrareta; Growth stresses of *Eucalyptus Tereticornis* implanted in Santiago del Estero, Pan, E. *et. al.*, 2008 to be published in Revista Quebracho).

Out of comparing the values obtained by other scholars for the genus *Eucalyptus* (Touza, 2001; Valdez, 2004) the results can be considered as acceptable

**Key words:** Growth stresses, lengthwise longitudinal displacement, adaptation, calibration, measurement.

## INTRODUCCIÓN

El término tensiones de crecimiento (growth stresses) se propuso para definir las tensiones existentes en el interior de las maderas de árboles en pie y su determinación por métodos no destructivos (JACOBS 1939). Posteriormente PRADO *et. al.* (1989) las define como las fuerzas generadas entre capas sucesivas de madera al producirse el crecimiento y la necesidad de mantener la copa en una posición lo más vertical posible. Estas tensiones se manifiestan al momento del corte.

Estudios realizados (TOUZA 2001) indican que las tensiones relacionadas con el peso propio del árbol son despreciables en comparación con las provocadas con la maduración de las fibras. El origen de las tensiones de crecimiento es atribuido a la interacción que ocurre entre la tensión longitudinal generada en las microfibrillas de celulosa y las tensiones generadas durante la depositación de lignina (CHAHUAN 2004).

Se ha establecido que el componente longitudinal de estas tensiones es el más significativo por ser de mayor magnitud y su estimador se conoce como "Deformaciones Residuales Longitudinales de Maduración" (DRLM).

La presencia de un alto nivel de tensiones de crecimiento es un fenómeno común del género eucaliptos, señalándose variaciones a nivel de espe-

cies, procedencias y progenies, clones e híbridos. Si bien la intensidad de las tensiones de crecimiento depende fuertemente del genotipo, los efectos ambientales también pueden provocar cambios significativos en las medidas a través de diferentes sitios.

DEVLIEGER y QUINTANA realizaron trabajos de DRLM en arboles de 6 y 8 años para medir variabilidad de tensiones de crecimiento en 4 híbridos de álamos en la región del Maule-Chile, obteniendo valores promedios DRLM de 0,12 mm con DAP de 25 cm y sin mostrar diferencias significativas entre los distintos híbridos según análisis de varianza.

Conclusiones similares se obtuvieron en España con híbridos de Pópulos x euroamericanos en parcelas de arboles jóvenes (CASADO, 1997).

Por ello se hizo necesario la construcción, adaptación y calibración de un extensómetro para medir las tensiones de crecimiento (DRLM) por medio de ensayos no destructivos en especies del género de eucaliptos y casuarinas en árboles jóvenes sin producir el apeo de los mismos.

## MATERIALES Y METODOS

### Materiales:

El material de *Eucalyptus Camaldulensis* consistió en ejemplares dispuestos en un diseño de

bloques de familia compactos con cuatro repeticiones y cinco plantas por parcelas implantados en una propiedad perteneciente a la Universidad Nacional de Santiago del Estero ubicada en la localidad del Zanjón (Departamento Capital – Santiago del Estero - Argentina), en un espaciamiento inicial de 3 m entre filas y 2 m entre árboles de la parcela.

Para *Eucalyptus Tereticornis* se seleccionaron árboles jóvenes pertenecientes a 10 familias de polinización provenientes de un ensayo de mejoramiento genético utilizando un diseño experimental de bloque completos al azar con 4 repeticiones y parcelas lineales de 5 árboles implantados en la estación experimental Fernández, (Localidad de Fernández - Departamento Robles-Santiago del Estero-Argentina).

Las mediciones finales se realizaron sobre 2 orígenes de *Casuarinas Cunninghiana* y una procedencia local Santiago del Estero. La plantación está dividida en 4 bloques con 3 tratamientos genéticos con 4 repeticiones en parcelas de 49 plantas (7 x 7) y se tomaron los ejemplares al azar

El material utilizado para la construcción y puesta a punto del dispositivo medidor consistió en:

- Plantilla de chapa de aluminio con tres orificios, uno central y dos equidistantes uno hacia arriba y otra hacia abajo a 22,5 mm del central de cada uno.

- Cuadro rectangular de acero cromado (91 x 92) mm, construido sobre la base de dos barras prismáticas horizontales de (15 x 15 x 90) mm.

- Extensómetro analógico de apreciación 0,01 mm adaptado sobre un existente utilizado en práctica de medición de alargamiento por efectos mecánicos y térmicos.

## Método:

Se seleccionaron árboles de apariencia sana, de buen porte y sin defectos aparentes pertenecientes a tres especies diferentes (*Eucalyptus Camaldulensis*, *Eucalyptus Tereticornis* y *Casuarinas Cunninghiana*). Antes de hacer la perforación del árbol y la colocación del aparato, se midieron diámetros y perímetros a la altura del DAP realizados con cinta milimetrada y se descortezó sobre el cambium una zona suficiente para colocar el aparato de medición.

Cada árbol fue medido en dirección Norte-Sur en lugares sin defectos aparentes (evitándose rajaduras y protuberancias de modo de ubicar correctamente el cuadro del dispositivo. Las lecturas se realizaron una vez estabilizado el instrumento.

Se elaboró una estructura de marco de chapa doblada de 5/8" x 1/2" de hierro dulce, dado que este dispositivo resultó inestable y de difícil calibración, se construyó un nuevo aparato (cuadro de acero cromado).

La barra inferior tiene adosada una brida para sujetar un instrumento y a la superior se le practicó un fresado en la parte media para apoyar el clavo superior que se coloca en el árbol. Las dos barras están unidas por dos planchuelas de acero inoxidable de 15 x 3 (mm) de espesor, y a una distancia de 55 mm

Se utilizaron dos clavos acerados para sostener el aparato. El clavo superior tiene por función la sujeción óptima del aparato y contribuir a una calibración y medición óptima. El clavo inferior tiene adosado un buje de bronce fresado fijado por un tornillo al clavo. En el buje apoya el palpador para evitar su deslizamiento lateral. Esto tiene por función producir la calibración óptima para lograr un desplazamiento que conduzca a una medición precisa y exacta.

Todo el dispositivo fue adaptado por investigadores del proyecto, tanto el cuadro a ser utilizado, como el molde que fue diseñado sobre una plancha de aluminio. Se practicaron los orificios para los clavos a una distancia fija y un espacio para poder marcar el centro donde se hizo el orificio con una broca.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para *Eucalyptus Camaldulensis* los valores obtenidos de 4 parcelas de ensayo correspondientes a 4 orígenes y seis familias, resultó que las tensiones de crecimiento están en el rango obtenidos (mínimo y máximo) por otros investigadores: 0,116 mm-0,132 mm (Tensiones de crecimiento en madera de procedencias y progenies de *Eucalyptus Camaldulensis* implantados en Santiago del Estero, Pan Estela, *et.al.*2014.).

Para *Eucalyptus Tereticornis* los valores obtenidos de las mediciones de las 4 parcelas de ensayo correspondientes a las 10 familias, los valores encontrados de tensiones de crecimiento, también se ubican entre los valores mínimos y máximos consultados con la bibliografía existente: 0,141 mm-0,240 mm (Tensiones de crecimiento de familia de *Eucalyptus Tereticornis* implantados en Santiago del Estero, Pan Estela, *et.al.*2008).

Para *Casuarinas* los valores encontrados entre 0,115 mm y 0,190 mm, no encontrándose diferencias significativas entre los cuatro bloques.

Los valores obtenidos con el extensómetro nos permiten considerar que las lecturas son confiables y puede ser utilizado para medir tensiones de crecimiento en árboles jóvenes en pie.

En las siguientes imágenes se muestran el cuadro del dispositivo, los accesorios y el extensómetro terminado (Figura 2)



Figura 1- Cuadro de acero cromado

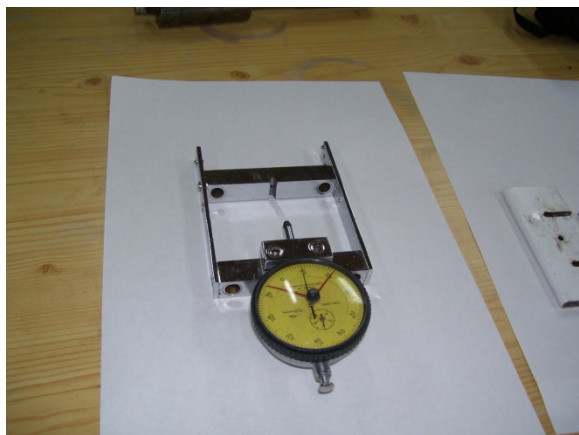


Figura 2 – Extensómetro terminado



Figura 3 - Accesorios



Figura 4 – Comparador centesimal

**Figura 1. Cuadro, accesorios y extensómetro terminado**

## BIBLIOGRAFIA

AITIM; CTBA; CIRAD-Fôret; INIA; LNETI; UNIMOR; UPM-ETSIM. 1.994. "Study of Eucalyptus processing for its utilization as solid Word- Final technical report". Forest Program.

CASADO, M. M. 1.997. Tensiones de crecimiento en cinco clones de Populus x euroamericano; I-214.

CENTRO DE INNOVACIÓN Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS DE LA MADERA DE GALICIA (CIS – Madera), CIRAD-Fôret, Hermanos Sánchez

Peña, Parquets Lorenzo, Maderas Betanzos, Mohringer, Sardinha & Leite, 2001. "RID of sawmilling systems suitable for European *Eucalyptus globulus* affected by growth stresses". Cooperative Research Project FAIR MA2B-CT98-9579, Final Technical Report.

DEVLIEGER y Quintana. 2006. Tensiones de crecimiento en híbridos de álamos creciendo en Chile. Maderas, Ciencia y Tecnología. 8 (3): 219-22.

JACOBS. 1939. "The fibre tension of woody stems, with special referentes to the genus Eucalyptus". Bulletin Commonwealth Forestry Bureau, Num 22, 37pp.



KUBLER, H. 1987. Growth stress in trees and related wood properties. Forestry Abstract vol. 48(3): 131-189. Vol. 10 N° 3 pp: 61-119

LÓPEZ, J. (h). 2005. Un nuevo desafío en especies de rápido crecimiento en el Noreste argentino. Madera de calidad para usos sólidos. INTA EEA Bella Vista.

LÓPEZ, J. (h); Parisi, L. 2005. Tensiones de crecimiento del estrato dominante de algunos orígenes y procedencias de *Eucalyptus grandis* a los 17 años de edad en 2 sitios del oeste de la provincia de Corrientes, Argentina. INTA EEA Bella Vista.

PAN *et. al.* 2014. Tensiones de crecimiento en madera de procedencias y progenies de *Eucalyptus Camaldulensis* implantados en Santiago del Estero, Presentado en la Revista Yvyrareta, para su publicación.

PAN *et. al.* 2008 Tensiones de crecimiento de familias de *Eucalyptus Tereticornis* plantadas en Santiago del Estero,. Presentado para publicación en la revista Quebracho.

PRADO, J. S. Barros 1989. Eucalyptus. Principios de Silvicultura y Manejo. Santiago, Chile. P 199.

SANCHEZ ACOSTA. 1995 Experiencia argentina en el uso de la madera de eucalipto. Seminario Internacional de Utilizaçào Da Madeira de Eucalipto para Serraria. IPT – IUFRO. San Paulo, Brasil, 9p.

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.

VALDEZ, 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.