

# Actas del VIII Congreso Forestal Latinoamericano y V Congreso Forestal Argentino

27 al 30 de marzo de 2023  
Ciudad de Mendoza



**Organizadores**





## **Actas del VIII Congreso Forestal latinoamericano y V Congreso Forestal Argentino**

Pablo Luis Peri ... [et al.]. - 1a ed., 2023.

Libro digital, PDF

Editores: Peri P.L.; Mundo I.; Lencinas M.V.; Goya J.; Mastrandrea C.; Colcombet L.

Diagramación; y diseño de carátula e interiores: María José Ledesma Cecot y Rodolfo Morone

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-46815-7-7

1. Recursos Forestales. 2. Ecología Forestal. 3. Genética. I. Peri, Pablo Luis.  
CDD 577.3

# Variación radial y axial de la densidad de la madera en clones de Eucalipto

Matías S. Martínez<sup>1</sup>, Ciro A. Mastrandrea<sup>2</sup>, Rosa Á. Winck<sup>3</sup>,  
Leonel Harrand<sup>2</sup>, G.P. Javier Oberschelp<sup>2</sup>

**Palabras claves:** Propiedades físicas, materiales genéticos forestal, tecnología de la madera.

## Introducción

La densidad es una de las variables más importantes, porque actúa como factor de predicción del uso final de la madera, presenta alta heredabilidad, es una característica de interés para los programas de mejoramientos y tiene importantes efectos sobre la calidad y rendimiento maderable (Vázquez-Cuecuecha et al. 2015), siendo un parámetro que puede utilizarse para clasificar a la madera en cuanto a su peso (Bianchet, 1980). Esta variable expresa la cantidad de sustancia de madera o pared celular que una pieza de madera contiene por unidad de volumen (Moreno & Igartua, 2015). Se lo considera como el descriptor de mayor relevancia independientemente del objetivo industrial, como producción de madera sólida o pulpa (Alarcón et al., 2018).

López et al. (2010), remarcaron la necesidad de incluir la densidad de la madera en el proceso de selección de individuos, para los programas de mejoramiento forestal. Por parte de López A. y López J. (2011), encontraron valores mayores de densidad en las zonas externas del árbol, originando propiedades físicas, mecánicas y madera más apropiada para usos sólidos. Por parte de Arango et al. (2008), evaluaron la uniformidad de la densidad de la madera en el sentido radial a la altura del DAP en materiales clonales puros de *E. grandis* e híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla*, donde los primeros resultaron con mejores propiedades tecnológicas, tales como menor cantidad de defectos debido al secado y variación dimensional y mayor aprovechamiento en el proceso de desdoble.

Por tal motivo el objetivo de este trabajo es el estudio de la densidad en la madera y su variación en el sentido radial y axial del fuste de dos clones de *Eucalyptus grandis*, dos clones híbridos de *E. grandis* x *E. camal-*

*dulensis* y material seminal de *Eucalyptus grandis*.

## Materiales y Métodos

Se utilizaron árboles de 15 años de edad provenientes de un ensayo clonal de Eucaliptos establecido en Concordia, Entre Ríos (58°07'16" Long O, 31°21'56" Lat. S; altitud 47 m s. n. m.). Por cada material genético se seleccionaron 8 árboles al azar. Se obtuvieron rodajas transversales de 10 cm de espesor a 1,30 (A); 4,65 (B) y 8,00 (C) metros de altura del fuste (HF). De cada rodaja se extrajo un listón central, del largo equivalente al diámetro de la misma. A partir del mismo, se elaboraron las probetas para determinar la densidad, agrupadas en tres secciones relativas a la longitud radial de las rodajas, en sentido de médula hacia la corteza, denominado posición radial relativa (DR %). La sección interna S1=0 -33,33%, media S2=33,34 - 66,66% y externa S3= 66,67-100%. Las dimensiones de las probetas fueron de acuerdo a las normas IRAM 9544. Para el objeto de este estudio, se evaluaron 2 tipos de densidades, la estacionada (De) y básica (Db) calculadas por las ecuaciones (1) y (2), respectivamente.

$$De=PeVe \text{ (Ecuación 1)} \quad Db=PoVs \text{ (Ecuación 2)}$$

Dónde: Pe: peso estacionado, Ve: volumen estacionado, Vs: volumen saturado, Po: peso anhidro.

El peso de las probetas se determinó con balanza de precisión de 0,01 gr. El volumen de las mismas se estimó mediante el método de desplazamiento volumétrico. El secado se realizó por medio de estufa a temperatura de 103 °C ± 2°C hasta lograr un peso constante.

## Análisis estadístico

Para las densidades se efectuaron los resúmenes estadísticos, análisis de varianzas y comparación de

1 Investigador EEA Concordia, INTA. Contacto: martinez.matias@inta.gob.ar.

2 Investigador EEA Concordia, INTA.

3 Investigadora EEA Montecarlo, INTA. Docente FCF- UNaM.

medias. En el análisis de las densidades se utilizaron modelos lineales generales mixtos (MGL), por la estructura dependiente de datos y desbalanceado. La comparación de medias se efectuó mediante el test de Tukey-Kramer. En todos los casos se empleó un nivel de significancia de 5 % y al árbol como variable de efecto aleatorio. Las variables de efecto fijo fueron: el material genético (MG), posición radial relativa (DR%) y altura de fuste (HF).

## Resultados

**Densidades Promedios.** En la Figura 1A se representa el promedio de la densidad básica del árbol y comparación de medias para todos los materiales estudiados. Salvo el material seminal (EG INTA HSP) y el EG INTA 36, los demás materiales presentaron diferencias significativas entre ellos. Según los valores de  $D_b$  observados en el Figura 1B y de acuerdo a Bianchet (1980), la madera de los diferentes materiales genéticos se puede clasificar de la siguiente manera: “muy ligera” EG INTA 157, “ligera” EG INTA 36 y EG INTA HSP, y “semipesada” para ambos materiales híbridos. En cuanto a comparación de los valores promedios, para la  $D_b$ , se obtuvieron diferencias significativas entre los diferentes materiales genéticos estudiados.

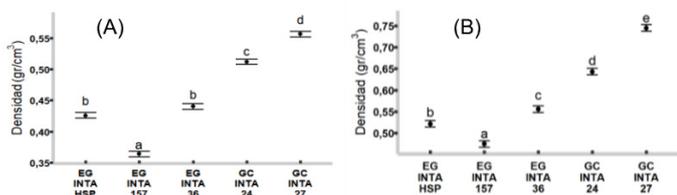


Figura 1. (A) Densidad básica. (B) Densidad estacionada. Promedio y error estándar de cada material genético. Las barras indican el error estándar.

**Variación axial y radial de las densidades:** En la Figura 2A y 2B se compara la variación axial y radial de la  $D_b$ . Entre los clones puros, EG INTA 157 y EG INTA 36 no se observaron diferencias significativas en la dirección axial para las distintas alturas. En el caso de EG INTA HSP las  $D_b$  se diferenciaron significativamente entre 4,65 m y 8,00 m. GC INTA 24, se diferenció significativamente en las tres alturas y para GC INTA 27 se encontraron diferencias significativas solamente entre 1,30 m y 4,65 m. En todos los casos hubo un incremento de la densidad hasta los 8 metros.

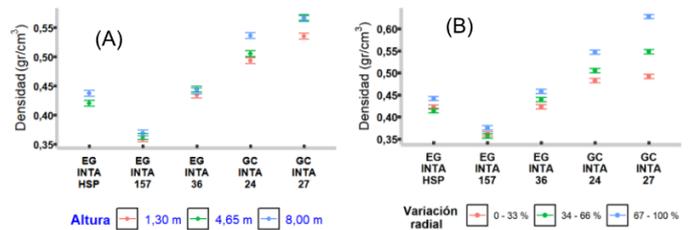


Figura 2. Densidad básica. (A) variación axial. (B) Variación radial. Las barras indican el error estándar.

Para la variación radial de la  $D_b$ , se observó una tendencia creciente de la densidad desde la médula hacia la corteza para todos los materiales genéticos y además mostraron diferencias significativas entre las secciones internas, medias y externa (S1, S2 y S3). Con respecto a las variaciones axiales y radiales de la  $D_e$  se comportaron de manera similar a las descripta en  $D_b$  para todos los materiales genéticos.

## Discusión

Los valores promedios obtenidos para la densidad estacionada, variaron entre 470 y 745 kg/m<sup>3</sup>, el material seminal y los clones puros obtuvieron valores similares a los registrados en la literatura consultada para la misma edad (Oberschelp et al., 2007). En cambio, se obtuvieron valores inferiores de  $D_e$  para EG INTA 36, EG INTA HSP y GC INTA 27 y superiores para EG INTA 157 en comparación con los valores obtenidos por López et al. (2018), para edades de 14 años, para los mismos materiales genéticos.

Los valores obtenidos para la densidad básica estuvieron entre 360 y 550 kg/m<sup>3</sup>, fueron superiores a los registrados para los mismos materiales de 6 años de edad por López et al. (2016). Este comportamiento puede deberse a la presencia de mayor porcentaje de leño maduro. La densidad básica de la madera puede variar por factores propios de cada material genético y su relación con el ambiente, como también característica de la madera en su composición anatómica tales como tipos células, dimensiones de sus lúmenes y paredes, así como contenido de extraíble, proporción y tipo de fibras (Lima et al., 2014; Omonte et al., 2011). En coincidencia con Arango et al. (2001), para todos los materiales genéticos, la densidad presentó un patrón creciente con la altura del fuste. Asimismo, la densidad de la madera de la médula hacia la corteza fue ascendente en todos los materiales genéticos evaluados en el presente trabajo. Por otra parte, Winck et al. (2014) registraron un patrón similar de variación radial y axial de la densidad en *E. grandis* de dos eco-

rregiones (Misiones y Corrientes), para edades entre 4 a 32 años. Considerar que las variaciones de densidades dependen de las proporciones de los vasos y del espesor de las paredes celulares de las fibras (Oliveira & Silva, 2003).

### Conclusiones

La densidad básica y estacionada, los materiales clonales híbridos GC INTA 24 e INTA 27 resultaron con valores mayores y con diferencias significativas al resto de los materiales evaluados, lo que les confiere mejores aptitudes para usos de mayor resistencia mecánica y/o usos bioenergéticos. Los clones intraespecíficos de EG INTA 157 e INTA 36, presentaron características más homogéneas para la densidad tanto en sentido radial como axial, permitiendo mejor aptitud tecnológica para el secado y variaciones dimensionales.

Todos los materiales genéticos evaluados presentaron mayor densidad en la zona radial más externa del árbol, indicador potencial de mejores propiedades. En cambio, no se presentó un patrón uniforme de la densidad de la madera según las alturas de fustes consideradas.

En general las maderas clasificadas como livianas y/o ligeras, son aptas para uso en la industria del mueble y celulosas y papel. Las maderas semipesadas y/o pesadas, se presentan como alternativa para el empleo en pisos, decks y estructuras.

### Agradecimientos

Se agradece a los técnicos y profesionales del grupo forestal de EEA INTA Concordia, por el apoyo de las diferentes actividades. A la empresa ACOM SA por el aserrado de los rollizos.

### Bibliografía

Alarcón PC, Fernández ME, Pathauer P, Harrant L, Oberschelp GPJ, Monteoliva S, Martínez-Meier A. 2018. Comparación de metodologías para la estimación de la densidad de la madera y sus implicancias en la estimación de parámetros genéticos en tres especies del género *Eucalyptus*. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata. Vol. 117 (2), 175-183.

Arango AB, Hoyos GJF, Vásquez CAM. 2001. Variación de la densidad básica de la madera de *Eucalyptus grandis* en árboles de siete años de edad. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 54(1 y 2), 1275-1284.

Arango AB, Tamayo L. 2008. Densidad de la madera en clones de *Eucalyptus* por densitometría de rayos X. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 45, 87-99.

Bianchet J. 1980. Ensayo físico y mecánico en maderas de coníferas: *Pinus ponderosa*, *P. radiata*, *P. contorta* var. *Latifolia* y *Pseudotsuga menziesii*. Folleto técnico forestal N° 58. Ed. IFONA. 23 p.

Lima, I. L., Longui, E. L., Freitas, M. L. M., Zanatto, A. C. S., Zanata, M., Florsheim, S. M. B., Bortoletto, G. (2014). Physical-Mechanical and Anatomical Characterization in 26-Year-Old *Eucalyptus resinifera* Wood. *Floresta e Ambiente*, 21(1), 91-98. <https://doi.org/10.4322/flo-ram.2014.006>

López AJ, Genes PJ, López JA(h.). 2010. Evaluación no-destruccion de la densidad de la madera de árboles vivos en pie de *Eucalyptus grandis* utilizando resistógrafo. XXIV Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, Argentina. 9 p.

López AJ, López JA(h.). 2011. *Eucalyptus grandis* en el sudeste de corrientes: variación de la densidad de la madera. XXV Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, Argentina. 9 p.

López, J.A., Harrant, L., Marcó, M.A., López, A.J., (2016). Variación genética de clones híbridos de *Eucalyptus*. *Quebracho* 24(1,2), 5-17.

Moreno K, Igartúa D. 2015. *Eucalyptus globulus* en el sudeste de la provincia de Buenos Aires: edades, procedencias y densidad de la madera. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 41(2), 143-148.

Oberschelp, J.; Marcó, M, Sánchez Acosta, M.; Mastrandrea, C. (2007). Propiedades de la Madera de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, E. *dunnii* Maiden y E. *saligna* Sm. Relacionadas a Usos Sólidos de Alto Valor. III Congreso Iberoamericano de Productos Forestales IBEROMADERA. Buenos Aires, Argentina. 7 pág.

Oliveira JTS, Silva JC. 2003. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. *Revista Árvore*, 27(3), 381-385. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000300015>.

Omote, M., Valenzuela, L. (2011). Variación radial y longitudinal de la densidad básica en árboles de *Eucalyptus regnans* de 16 años. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 13(2), 211-224. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2011000200009>

Vázquez-Cuecuecha OG, Zamora-Campos, EM, García-Gallegos E, Ramírez-Flores JA. 2015. Densidad básica de la madera de dos pinos y su relación con propiedades edáficas. *Madera y bosques*, 21(1), 129-138.

Winck, R.A.; Fassola, H.E.; Barth, S.R.; Keller, A.E.; Crechi, E.H. (2014). Variación de la densidad básica de *Eucalyptus grandis* para diferentes edades y zonas agroecológicas de la Región Mesopotámica. "XVI Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales". 15 al 17 de mayo de 2014. Trabajo Completo. Disertante. CD Ponencias.