

**Efecto de la densidad de plantación sobre las propiedades de tracción y clivaje perpendicular en sentido radial y tangencial de madera de *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden) de 11 años de edad**

Effect of planting density on perpendicular tensile strength and cleavage in radial and tangential directions in *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden) wood 11 years old

**Barth, S.<sup>1</sup>, Bragaño, A.<sup>2</sup>; Keller, A.<sup>3</sup>; Feldmann, A.<sup>4</sup>; Primo, A.<sup>4</sup>; Morel, M.<sup>4</sup>; Winck, R. A.<sup>2</sup>; Aquino, D.<sup>3</sup>; Knebel, O.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> INTA EEA Montecarlo/FCF-UNaM;

<sup>2</sup> FCF-UNaM;

<sup>3</sup> INTA EEA Montecarlo.;

<sup>4</sup> Alumno FCF-UNaM.

Contacto: barth.sara@inta.gob.ar / sara.barth@fcf.unam.edu.ar

**Abstract**

When deciding on the silvicultural management of forest plantations, it is important to consider their production objective. Different planting densities lead to variations in the dimensions of individual trees and, consequently, the logs to be obtained, as growth is influenced by spacing. This results in differences in the properties of the wood to be obtained. Analyzing the tensile and cleavage efforts in the radial and tangential directions in *Eucalyptus grandis* wood, no significant differences were found between treatments, but differences were observed between the first and second logs to be sawn.

**Keywords:** Mechanical properties. Silvicultural treatments. Wood quality.

**Resumen extendido**

Se estudió el efecto de la densidad inicial de plantación sobre las propiedades de tracción y clivaje o rajadura en los sentidos tangencial y radial en madera de *E. grandis* cultivado en el noroeste de la provincia de Misiones. La madera ensayada fue obtenida de árboles apeados

a los 11 años de edad en un ensayo de densidades iniciales de plantación, cuyo origen es semilla comercial de INTA Concordia. El diseño estadístico consistió de bloques completos al azar (DBCA), con 3 bloques y 4 niveles de densidad, siendo estos 2500, 1250, 625 y 312 plantas por hectárea. El motivo de realizar el análisis a esa edad de plantación radicó en la necesidad de conocer las propiedades tecnológicas de la madera a edades tempranas, considerando turnos cortos y posibles manejos de baja densidad de plantación requeridos por Sistemas Agrosilvopastoriles.

La densidad inicial de plantación afecta los costos de plantación, el manejo posterior, aprovechamiento, rendimiento y destino de la madera, por ello, siendo un factor de fácil manejo para el productor forestal, el conocimiento de su incidencia en la calidad de los productos a obtener cobra mayor importancia. La tendencia actual es realizar plantaciones con bajas densidades. Distanciamientos de 4 m x 4 m por ejemplo, son apropiados para el uso múltiple de la madera como ser el aserrado, triturable y pulpable (García, *et al.*, 2021). De acuerdo con lo expuesto por Crechi, *et al.* (2003) en un ensayo realizado en Misiones, se observó que la densidad inicial de plantación afectó al crecimiento de *E. grandis*, a medida que disminuye la densidad de plantación se incrementa el diámetro medio aritmético. Mientras que, a mayor densidad aumentan el área basal y el volumen total por hectárea. También Dalla Tea (1995) expresó resultados similares respecto al diámetro y al área basal para la misma especie en Entre Ríos. De Lima *et al.* (2009) consideran que al momento de decidir la densidad inicial de una plantación es necesario pensar en la influencia del espaciamiento en la calidad de los productos que se obtendrán, sobre todo si la materia prima con destino a la industrialización proviene de plantaciones de rápido crecimiento.

Para la realización de los ensayos se trabajó con una máquina universal de ensayos en el laboratorio de tecnología de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Para evaluar la resistencia a la tracción y a la rajadura perpendicular a las fibras (Figura 1a y 1b, respectivamente), en los sentidos radial y tangencial se empleó la norma ASTM D143/52 (1999). Para cada uno de los ensayos se trabajó con 4 repeticiones por troza (analizándose las dos primeras) en cada árbol individualmente. Los análisis estadísticos fueron realizados con el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020). Para la determinación de diferencias significativas entre tratamientos se trabajó con modelos lineales generales y mixtos considerando como efectos fijos al tratamiento y la posición de troza en el fuste; como efecto aleatorio se consideró al árbol.

Para la realización de las comparaciones múltiples de medias y contrastes se utilizó el procedimiento DGC (Di Rienzo, *et al.*, 2002). Todos los análisis fueron realizados con un nivel de significación del 5 %.



Figura 1. Ensayo en máquina universal. a) tracción perpendicular a las fibras. b) clivaje o rajadura perpendicular a las fibras.

Los valores medios de los ensayos realizados se presentan en las Figuras 2 a 5.

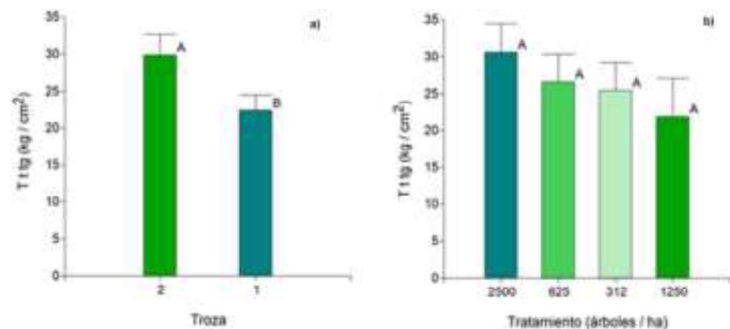


Figura 2. Resistencia a la tracción perpendicular a las fibras en sentido tangencial según a) posición de la troza y b) tratamientos.

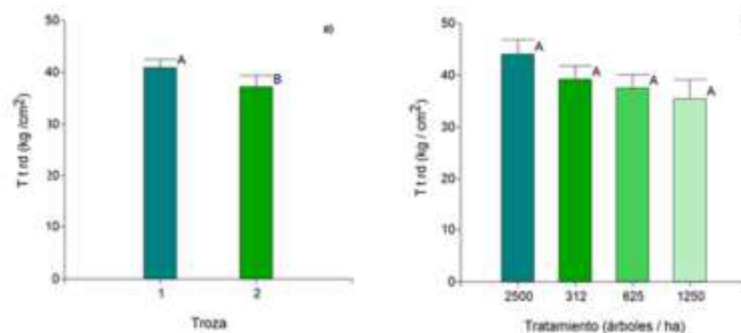


Figura 3. Resistencia a la tracción perpendicular a las fibras en sentido radial según a) posición de la troza y b) tratamientos.

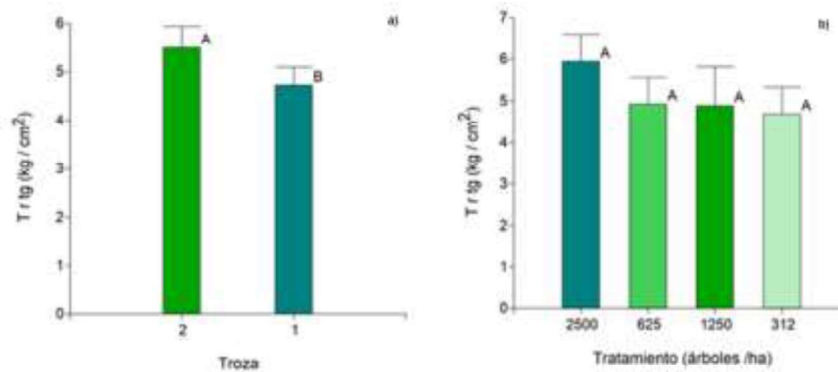


Figura 4. Resistencia a la rajadura perpendicular a las fibras en sentido tangencial según a) posición de la troza y b) tratamientos.

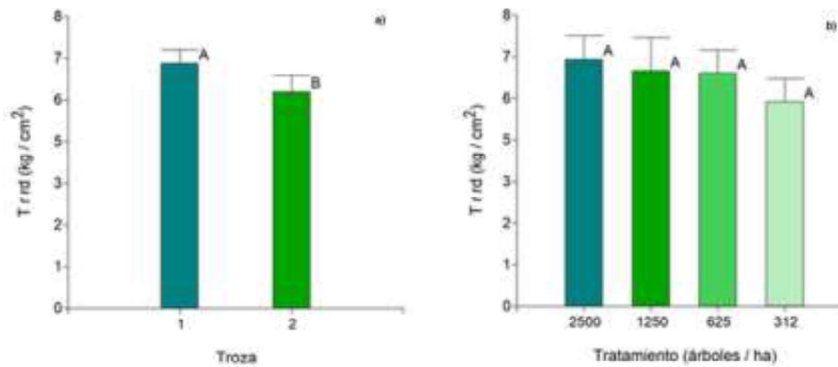


Figura 5. Resistencia a la rajadura perpendicular a las fibras, en sentido radial según a) posición de la troza y b) tratamientos.

Los análisis ponen en evidencia que, a la edad evaluada y considerando los sentidos tangencial y radial de los esfuerzos, la densidad inicial de plantación no tuvo influencia en la tracción ni en el clivaje perpendicular a las fibras. Por el contrario, sí se presentaron diferencias al considerar la posición del rollizo en el fuste. En sentido tangencial, la troza 1 presentó en promedio un valor en tracción perpendicular un 25 % menor a la troza 2, en el mismo sentido, mientras en clivaje, esa diferencia fue de 14 %. Por lo contrario, en el sentido radial, la troza 1 mostró un valor de tracción perpendicular a las fibras 9 % mayor a la troza 2, mientras en clivaje esa diferencia fue del 12 % en el mismo sentido. Los valores de tracción perpendicular a las fibras en el sentido tangencial y radial superan a los valores medios obtenidos por el INTI para el *E. grandis* sin especificar la edad (rd: 24,1 kg/cm<sup>2</sup> y tg: 20,8

kg/cm<sup>2</sup>). Mientras que, los valores de rajadura son similares a los informados por CITEMA-INTI (2023) para esta misma especie (rd: 5,7 kg/cm<sup>2</sup> y tg: 7,5 kg/cm<sup>2</sup>).

### Conclusiones

A la edad de 11 años, la densidad inicial de plantación de *Eucalyptus grandis* no afectó a la propiedad de tracción y rajadura perpendicular a las fibras.

Si bien se estima que este comportamiento se mantendría en etapas de crecimiento posteriores, a fin de concluir con mayor seguridad sobre estas características, es necesario repetir los estudios a diferentes edades de plantación. En general, las maderas que se hienden con mayor facilidad son recomendables su utilización para fabricar tablillas, radios de ruedas, peldaños de escaleras y remos.

### Bibliografía

- ASTM (American Society for Testing and Materials). (1999). Standard methods for testing small clear specimen in softwood. ASTM D143-52. Philadelphia, PA.
- CITEMA-INTI. (2023) Propiedades físico-mecánicas de maderas cultivadas en Argentina. <https://www.inti.gov.ar/publicaciones/descargac/367>
- Crechi, E. H.; Fernández, R. A.; Fassola, H. E.; Friedl, R. A.; Reboratti, H. J. & Kuzdra, H. J. (2003). Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento en *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden a la edad de 6 años. Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. 10. 2003/09/25-27, septiembre 2003. Eldorado, Misiones. AR.
- Dalla Tea F., (1995). Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Eucalyptus grandis* en Entre Ríos, Argentina. InvestAgrar: Sist. Recur. For. 4(1), 57-71.
- De Lima, I. L.; Monteiro Borges Florsheim, S. e Longui, E. L. (2009). Influência do espaçamento em algumas propriedades físicas da madeira de *Tectona grandis* Linn. Lavrás. Brasil. Cerne 15 (2) 244:250.
- Di Rienzo J. A., Guzmán A. W. and Casanoves F. (2002). A Multiple Comparisons Method based on the Distribution of the Root Node Distance of a Binary Tree. Journal of Agricultural, Biological and Environment Statistics 7(2):1-14.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M. y Robledo, C. W. InfoStat versión (2020). Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- García, M. D. L. A.; Keller, A. E. y Caniza, F. J. (2021). Espaciamientos para plantar eucaliptos en la Mesopotamia. (Informe N°25). INTA. [https://www.magyp.gov.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/silvicultura/\\_archivos2/000000-Espaciamientos%20en%20eucaliptos.pdf](https://www.magyp.gov.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/silvicultura/_archivos2/000000-Espaciamientos%20en%20eucaliptos.pdf)