

Densidad de la madera de tres taxones de *Pinus* sp. provenientes de un ensayo de mejoramiento genético

Density of three taxa of *Pinus spp.* from a genetic improvement trial

Vera, R.E.¹; Winck, R.A.^{1,2*}; Aquino, D.A.²; Gómez, B.J.¹; Gauchat, M.E.²; Belaber, E.C.²

¹ FCF, UNaM, Misiones, Argentina. *Contacto: vera.elizabeth201092@gmail.com

² INTA, EEA Montecarlo, Misiones, Argentina.

Abstract

For structural uses, it is important that the wood meets the rigidity, resistance and density standards established in the regulations. The objective of this work was to determine the density of the wood of 3 taxa of *Pinus* sp. belonging to a genetic improvement trial. Six specimens per 23-year-old taxon were randomly selected, from which slices were extracted to determine apparent density. No statistically significant differences were found between taxa for basic density, stationary density and anhydrous density. The trend was of higher values of densities was for the taxon F₁ × PCH.

Key words: Specific weight, forest genetic improvement, physical properties.

Resumen extendido

La madera de coníferas es ampliamente utilizada para diversos usos finales. Para fines estructurales, es importante que la misma cumpla con los estándares de rigidez, resistencia a la tracción y a la flexión y densidad establecidas en las normas. En la actualidad, el mercado de la construcción con madera busca equilibrar costo y calidad. Por ello, se destaca la importancia de evaluar diferentes entidades genéticas con el fin de identificar materiales que posean propiedades deseables para la construcción. En este sentido, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) realizó varios estudios del comportamiento de diferentes materiales en cuanto a su desempeño en crecimiento, características del fuste y de la copa

(CAPPA *et al.* 2013) y calidad de madera (BELABER *et al.* 2018, BELABER *et al.* 2022, FASSOLA *et al.* 2023, BELABER *et al.* 2023). Los estudios de calidad de madera fueron realizados sobre un ensayo que contiene 18 taxones del género *Pinus* establecido en el año 1996 en el INTA Cerro Azul, Misiones (27°39'18.89"S-55°25'48.80"O). La densidad de la madera es una propiedad física de relevancia debido a que se relaciona con otras propiedades, como la durabilidad, dureza, conductividad, resistencia térmica y con las propiedades mecánicas (CORONEL, 1994). Además, es utilizada como un indicador de su comportamiento estructural (WINCK, 2013). Este parámetro varía con el sitio, edad, manejo silvícola, con el material genético, como así también entre y dentro del mismo árbol. En los primeros años de desarrollo del árbol se producen los anillos de crecimiento anchos, gran proporción de leño temprano y de menor densidad (BARTH *et al.*, 2012). Generalmente, las maderas más densas o pesadas son más elásticas, duras y resistentes que las maderas menos densas o livianas, pero son más difíciles de trabajar y poseen más variación volumétrica (CORONEL, 1994). Por lo tanto, el valor deseado de la densidad va depender del uso final de la madera. El objetivo de este trabajo fue determinar la densidad de la madera de 3 taxones de *Pinus sp.* perteneciente a un ensayo de mejoramiento genético. Los taxones estudiados fueron *Pinus taeda* (PT), *Pinus elliottii* (PEE) y la retrocruza entre el híbrido F₁ *Pinus elliottii* var *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, y *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (PCH) F₁ × PCH. Para ello, a la edad de 23 años se seleccionaron de manera aleatoria 6 ejemplares por taxón (18 en total). La tabla 1 presenta los valores promedios por taxón para el diámetro a la altura de pecho (DAP) y la altura total (H).

Tabla 1. Resumen de variables medidas

Tratamientos	Taxones	Número de árboles apeados	DAP (cm)	H (m)
1	PT	6	32,9	36,2
6	PEE	6	24,8	29,5
7	F ₁ × PCH	6	27,9	30,7

De cada árbol apeado se extrajeron rodajas de 5 cm de espesor a los 0,10 y 3,10 m de altura. Cada rodaja fue numerada, transportada y secada en estufa a 70°C hasta un 12% de contenido de humedad. Posteriormente, de cada rodaja se obtuvieron probetas en el sentido radial desde la médula a la corteza. Luego, mediante la norma IRAM 9544 (1974) se determinó la densidad aparente a distintos contenidos de humedad (Tabla 2). Los datos obtenidos fueron analizados con el Software Infostat (Di Rienzo *et al.* 2008) utilizando Modelos Lineales

Mixtos. La comparación de medias se realizó con el test de DGC (Di Rienzo *et al.* 2002). Se empleó un nivel de significancia del 5%.

Los resultados encontrados indican que no existieron diferencias estadísticamente significativas (p -valor $> 0,05$) entre los materiales genéticos analizados para la densidad básica (Db), densidad estacionada (De) y densidad anhidra (Da). Mientras que sí se encontraron diferencias estadísticas (p -valor $\leq 0,05$ para la densidad saturada (Ds), fue superior para el PT, respecto al PEE y al $F_1 \times PCH$. En la tabla 2 se presentan los valores medios de densidad aparente a distintos contenidos de humedad para el PT, PEE y $F_1 \times PCH$. Valores similares de densidad estacionada para estos mismos materiales genéticos fue determinado con un equipo no destructivo por Fassola *et al.*(2023).

Tabla 2. Densidad aparente a distintos contenidos de humedad (g/cm^3) según taxones

Tratamientos	Taxones	Db (g/cm^3)	De (g/cm^3)	Da (g/cm^3)	Ds (g/cm^3)
1	PT	0,41 a	0,51 a	0,46 a	1,04 a
6	PEE	0,42 a	0,51 a	0,47 a	0,98 b
7	$F_1 \times PCH$	0,42 a	0,51 a	0,47 a	0,97 b

Las medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($\alpha=0,05$)

Los valores medios de densidad estacionada para los 3 taxones superan al valor estipulado por la norma IRAM 9662-3 (2015) para ambas clases estructurales (390 kg/m^3 clase 2 y 420 kg/m^3 para la clase 1), indicando que se podría recurrir al material genético $F_1 \times PCH$ para usos similares a los de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*, dado que la densidad es un indicador del desempeño estructural. Además, este taxón supera en crecimiento a PEE y con valores muy similares al PT. Pero con la ventaja de presentar una menor conicidad que PT, factor que incide en el rendimiento en el aserrado. Belaber *et al.* (2023) indicaron una conicidad 3,5, 2,9 y 2,4 cm/m para PT, $F_1 \times PCH$ y PEE, receptivamente. Por otro lado, en un ensayo estructural realizado por Fassola *et al.* (2023), sobre piezas de dimensiones comerciales de estos mismos materiales genéticos, los autores no detectaron diferencias significativas para el volumen de tablas (m^3) y el rendimiento (%) en las clases de resistencia de 8 a 10,99 GPa y > 11 GPa entre taxones. Indicaron además que, el volumen de tablas que superaron 11 GPa de módulos de elasticidad dinámicos fue de 38% para el PT y $F_1 \times PCH$ y de 30% para PEE. Cabe destacar que para usos estructurales las tablas deben poseer un módulo de elasticidad superior a los 7 GPa. Por lo tanto, los materiales híbridos y las retrocruzas posibilitaría obtener mejores rendimientos volumétricos y con propiedades físicas y mecánicas similares

a *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* cultivados en la región NE de Argentina. No obstante, plantaciones con un manejo silvícola tradicional y con una edad de corta más acorde a las situaciones reales podrían generar madera con propiedades diferentes al de este estudio.

Bibliografía

- Álvarez, E., y Lerda, F. E. (2011). Determinación experimental de la anisotropía, punto de saturación de las fibras y pesos específicos aparentes de la madera del híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* cultivada en Misiones, 6.
- Barth, S. R., Fassola, H. E., Crechi, E., Keller, A. E., Winck, R. A., Figueredo, E. I., & Knebel, O. E. (2012). Densidad de la madera de *Pinus taeda* L. implantado en la zona Misiones–noreste Corrientes, Argentina, en sentido longitudinal y transversal. 15as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM-EEA Montecarlo, INTA.
- Belaber EC, Gauchat ME, Reis HD, Borrallho N M & Cappa EP. (2018). Genetic parameters for growth, stem straightness, and branch quality for *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* F1 hybrid in Argentina, *Forest Science*, 64(6):595-608.
- Belaber EC, Winck RA, Gauchat ME, Rotundo CA, Bulman C, Fassola HE. (2022). Productividad, calidad potencial de rollizos y características de la canopia en taxones de pinos en Misiones, Argentina. *Quebracho* Vol. 30 (1,2):77-88.
- Belaber EC, Winck RA, Rotundo CA, Bulman C, Aquino DR, Gauchat ME, Fassola HE. (2023). Rendimiento total en el aserrado de trozas basales de taxones de pinos del NE de Argentina. Inédito. VIII congreso forestal Latinoamericano y V Congreso Forestal Argentino. Pg. 596-599.
- Cappa EP, Marco M, Garth Nikles D, Last IS. (2013). Performance of *Pinus elliottii*, *Pinus caribaea*, their F1, F2 and backcross hybrids and *Pinus taeda* to 10 years in the Mesopotamia Region, Argentina. *New Forests* 44(2):197–218.
- Coronel, E. (1994) Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. 1ra parte: Fundamentos de las propiedades mecánicas de las maderas. Instituto de Tecnología de la Madera, editor. Santiago del Estero, Argentina.; 335 p.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Di Rienzo JA, Guzmán AW y Casanoves F. (2002). Un método de comparaciones múltiples basado en la distribución de la distancia del nodo raíz de un árbol binario *J Agric Biol Environ Stat* 7: 129-142.
- Fassola HE, Winck RA, Belaber EC, Bulman C, Rotundo C, Aquino DR, Gauchat ME. (2023). Análisis preliminar de la aptitud de la madera de trozas basales de taxones de pinos del NE de Argentina para tableros CLT en base al MOE dinámico. Congreso Forestal Latinoamericano. V Congreso Forestal Argentino. Pg 591 -595.
- IRAM 9544. (1973) Norma para métodos de determinación de densidad aparente en maderas. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. p. 6.
- IRAM 9662-3. (2015). Madera laminada encolada estructural. Clasificación visual de las tablas por resistencia. Parte 3: Tablas de pino taeda y elliotti (*Pinus taeda* y *elliottii*). Inst Argentino Normalización y Certificación, Buenos Aires.1–15.
- Winck, R. A. (2013). Influencia del raleo sobre las características anatómicas y las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus taeda* L. de la región NE de la Argentina.