

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/338409505>

Análisis comparativo de la madera de *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* a través de las propiedades físico-mecánicas Comparative analysis between physical-mechanical properties of *Pinus*...

Conference Paper · November 2019

CITATIONS

0

READS

39

3 authors, including:



[Pamela Yohana Fank](#)

Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional

16 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

SEE PROFILE



Análisis comparativo de la madera de *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* a través de las propiedades físico-mecánicas

Comparative analysis between physical-mechanical properties of *Pinus elliottii* and *Pinus taeda*

Fank, P. Y.¹; García, D. A.²; Piter, J. C.¹

1 Grupo GEMA, Depto. Ingeniería Civil, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional (pamela_fank@yahoo.com.ar)

2 Laboratorio de Ingeniería Civil, Facultad de ingeniería de Oberá, Universidad Nacional de Misiones.

Abstract

This paper reports the results of an investigation regarding a comparative analysis between physical-mechanical properties of Argentinean *Pinus elliottii* and *Pinus taeda*. An empirical project enclosing 2 samples (233 boards) was designed. Bending strength, stiffness and density were determined by following the procedures of IRAM 9663. The results showed that, in spite of some discrepancy related to the density of both species, they have similar mechanical behavior, which is in line with the criterion adopted by Argentinean standards (CIRSOC 601; IRAM 9662-3; IRAM 9670). These results confirm the convenience of using this structural material as a group of species.

Keywords: *bending strength, stiffness, density.*

Resumen extendido

En nuestro país las especies renovables *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* son las principales proveedoras de la materia prima destinada a la producción de madera aserrada para la construcción. Actualmente los árboles procedentes de ambas especies son comercializados y utilizados en forma conjunta debido a la dificultad para distinguirlos luego del proceso de aserrado, ya que la madera obtenida a partir de ambas especies presenta apariencia similar. Por su parte, tanto las reglas nacionales de diseño estructural (CIRSOC 601 2016) como las normas vigentes de clasificación visual por resistencia (IRAM 9662-3 2015; IRAM 9670 2002) también consideran al *P. elliottii* y *P. taeda* como un grupo de especies puesto que tampoco existen estudios que evidencien una diferencia significativa entre sus propiedades físico-mecánicas (Fank *et al.* 2017; Moya *et al.* 2017; Melchiorretto y Eleotério 2003; Santini *et al.* 2000).

Con el objetivo de comparar el comportamiento mecánico del *Pinus taeda* y el *Pinus elliottii*, en este trabajo se lleva a cabo un análisis entre las propiedades de resistencia a flexión, rigidez y densidad de ambas especies de pino resinoso.

El material destinado a la investigación empírica estuvo conformado por dos muestras integradas por tablas de 500 mm de longitud, éstas fueron extraídas de árboles con similar edad de corte cultivados en la provincia de Misiones. La Muestra 1 estuvo compuesta por 116 cuerpos de prueba de *P. elliottii* (27 años de edad) y la Muestra 2 por 117 de *P. taeda* (30 años de edad),

adoptándose una sección transversal única de 1 x 4 pulgadas por ser la de uso más frecuente en el país tanto en calidad de madera aserrada como para la elaboración de vigas laminadas.

El proceso experimental fue llevado a cabo en el laboratorio de Ing. Civil de la Facultad Regional Concepción del Uruguay – UTN, e involucró la realización de ensayos estáticos a flexión de plano conforme a las prescripciones de la norma IRAM 9663 (2013). Para la aplicación de las cargas se utilizó una máquina de ensayos universales con capacidad de desplazar el cabezal a velocidad constante. Una vez finalizada cada prueba se cortó una fracción de la pieza de madera libre de defectos, para determinar el contenido de humedad (ISO 3130 1975) y la densidad (ISO 3131 1975). Los valores de resistencia y módulo de elasticidad fueron calculados de acuerdo a las ecuaciones provistas por la norma IRAM 9663 (2013).

Los resultados obtenidos para cada muestra se presentan en la Tabla 1. Tanto los valores de las propiedades mecánicas como de la densidad aparente fueron ajustados a las condiciones de referencia establecidas en la norma IRAM 9664 (2013). El contenido de humedad medio arrojó un valor de 11,4% y 12,5% para la Muestra 1 y 2, respectivamente. Como éste resultó similar al 12% y en ambos casos estuvo asociado a un bajo coeficiente de variación (CV = 8%), se puede descartar una influencia desigual de esta variable sobre la resistencia de ambas muestras.

Tabla 1: Propiedades mecánicas y densidad discriminadas por muestra – especie.

(Ref. f_m : resistencia a flexión; E_{mg} : módulo de elasticidad global; ρ : densidad aparente; CV: Coeficiente de variación; n: cantidad de cuerpos de prueba)

Propiedad	Muestra 1 - <i>P.elliottii</i> (n = 116)	Muestra 2 - <i>P.taeda</i> (n = 117)
f_m media (N/mm ²)	31,0 (CV = 40%)	30,6 (CV = 36%)
E_{mg} medio (N/mm ²)	6964 (CV = 43%)	7742 (CV = 36%)
ρ media (kg/m ³)	490 (CV = 16%)	456 (CV = 12%)

La resistencia a flexión, como puede apreciarse en la Tabla 1, acusó un valor medio similar para ambas especies ($f_m \approx 31$ N/mm²) asociado a elevados coeficientes de variación. O'Neill (2004) reportó valores algo mayores ($f_m = 37,9$ N/mm², CV = 42%) para el *Pinus taeda* de 24 años de edad cultivado en Uruguay, igualmente Moya *et al.* (2017) publicaron una resistencia f_m de 39,5 N/mm² (CV = 42%) para la madera aserrada de *Pinus taeda/elliottii* de calidad estructural. Melchiorretto y Eleotério (2003) determinaron valores de resistencia aún mayores para el *P. elliottii* ($f_m = 46,4$ N/mm², CV = 13%) y *P. taeda* ($f_m = 49,0$ N/mm², CV = 18%) de 25 años de edad procedente de Brasil, donde los bajos CV indican madera de calidad. Ballarin *et al.* (2017) reportaron para el pino brasilero (*Pinus taeda/elliottii*) una f_m media de 46,1 N/mm² para madera aserrada de alta calidad mientras que esta cifra desciende a 32,0 N/mm² en aquellas piezas estructurales de una menor calidad.

El módulo de elasticidad (E_{mg}), por su parte, presentó un valor medio un 11% inferior para el *P. elliottii* (6964 N/mm²) respecto del *P. taeda* (7742 N/mm²), ambos relacionados con elevados coeficientes de variación (ver Tabla 1). Al tratarse de un material caracterizado por una gran heterogeneidad, no resulta determinante dicha diferencia para madera estructural. En este sentido Melchiorretto y Eleotério (2003) reportaron como no significativa una diferencia del 20% entre valores E_{mg} del *P. taeda* (6329 N/mm²; CV = 27%) respecto del *P. elliottii* (5288 N/mm²; CV = 24%), donde también se evidencia una mayor rigidez por parte del primero. Por su parte, resultados similares del E_{mg} a los obtenidos en este estudio fueron alcanzados por O'Neill (2004) para el *P. taeda* cultivado en Uruguay (8354 N/mm²) y por Santini *et al.* (2000) para el *P. elliottii* procedente de Brasil (7185 N/mm²).

La densidad mostró una tendencia inversa a la observada para la rigidez, de los datos presentados en la Tabla 1 se deduce que el valor medio asociado al *P. elliottii* resultó un 7% superior al del *P. taeda*. Este resultado está en línea con lo publicado por Pereira Mendes (2017), quien reportó cifras entre 500-560 kg/m³ y 470-510 kg/m³ para el *P. elliottii* y el *P. taeda* en edad adulta,

respectivamente. La diferencia obtenida probablemente se corresponda con la abundante producción de resinas que caracteriza al *P. elliotii*, particularidad que lo distingue del *P. taeda* (Pereira Mendes 2017). El efecto de las resinas sobre la densidad fue corroborado por Hermoso Prieto (2001), quien al comparar la madera del pino silvestre con la del pino pinaster (más resinoso) observó una similitud entre las propiedades resistentes pero no así entre densidades, resultando más densa la madera con mayor contenido de resina.

Del estudio comparativo entre las propiedades físico-mecánicas de la madera de *Pinus elliotii* y *Pinus taeda* se concluye que:

- ambas especies presentan un comportamiento mecánico similar (f_m y E_{mg}) por lo que pueden ser empleadas de manera indistinta y, en consecuencia, confirman el criterio de las normas de Argentina (CIRSOC 601 2016; IRAM 9662-3 2015; IRAM 9670 2002) que las consideran en forma conjunta para uso estructural.

- la madera de *P. elliotii* resulta un 7% más densa que la del *P. taeda*, lo que probablemente se corresponde con la abundante producción de resinas que caracteriza a la primera.

Bibliografía

Ballarin, A.; Ballarin, A.; Calil Júnior, C. (2017) Classificação visual e mecânica simplificada da madeira de pinus spp. II Congreso Latinoamericano de Estructuras de Madera y II Congreso Ibero-Latinoamericano de la Madera en la Construcción, 11pp, Buenos Aires, Argentina.

CIRSOC 601 (2016) Reglamento Argentino de Estructuras de Madera. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Buenos Aires.

Fank, P.; Stefani, P.; Piter, J. (2017) Clasificación mecánica de tablas de pinos resinosos cultivados en el nordeste de Argentina. Maderas. Ciencia y tecnología. 19(2): 247-264.

Hermoso Prieto, E. (2001) Caracterización mecánica de la madera estructural de *Pinus sylvestris* L. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, 253 pp. Madrid, España.

IRAM 9662-3 (2015) Madera laminada encolada estructural, Clasificación visual de las tablas por resistencia. Parte 3: Tablas de pino taeda y elliotii (*Pinus taeda* y *elliotii*). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires.

IRAM 9663 (2013) Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires.

IRAM 9664 (2013) Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires.

IRAM 9670 (2002) Madera estructural. Clasificación y requisitos. Clasificación en grados de resistencia para la madera aserrada de pinos resinosos del noreste argentino mediante una evaluación visual. Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires.

ISO 3130 (1975) Wood. Determination of moisture content for physical and mechanical tests. Int. Org. for Standardization.

ISO 3131 (1975) Wood. Determination of density for physical and mechanical tests. Int. Org. for Standardization.

Melchiorretto, D.; Eleotério, J. (2003) Caracterização, classificação e comparação da madeira de pinus patula, p. elliotii e p. taeda através de suas propriedades físicas e mecânicas. XVIII Congresso Regional De Iniciação Científica e Tecnológica Engenharia Civil (CRICTE), 5 pp. Itajaí, SC, Brasil.

Moya, L.; Domenech, L.; Cardoso, A.; O'Neill, H.; Baño, V. (2017) Proposal of visual strength grading rules for Uruguayan pine timber. European Journal of Wood and Wood Products 75(3): 1017–1019.

O'Neill, H. (2004) Estimación de la calidad de la madera producida en el Uruguay para uso estructural y su evaluación en servicio por métodos no destructivos. Departamento de Proyectos Forestales - Laboratorio Tecnológico del Uruguay. Nota técnica, 9 pp.

Pereira Mendes, G. (2017) Caracterização de proveniências de *Pinus elliotii* e *Pinus taeda* para instalação de ensaios de proveniências. Tesis de Maestría, Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC), Mestrado em Recursos Florestais, 104 pp. Coimbra, Brasil.

Santini, E.; Haselein, C.; Gatto, D. (2000) Análise comparativa das propriedades físicas e mecânicas da madeira de três coníferas de florestas plantadas. Ciência Florestal 10(1): 85-93.