

16. Ciencias e Ingeniería de Materiales

Propiedades Tecnológicas de la madera de *Robinia Pseudoacacia* “Acacia blanca” implantada en la provincia de Buenos Aires.

Doblari, Victoria; Aragón, Paula; Cobas, Ana Clara; Gallo, Jacqueline; Tortoriello, Miguel
Zorrilla, Lautaro.

vigo.doblari@hotmail.com ; paulaaragon11@gmail.com; cobasanaclara@yahoo.com.ar;
miguel.tortoriello@nexo.unnoba.edu.ar; lautarillo_28@hotmail.com; jaqee.g@hotmail.com

Laboratorio de Ensayo de Materiales y Estructuras (LEMEJ)

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA)

Resumen

En la provincia de Buenos Aires, Argentina, existen plantaciones dispersas de dicha especie que a su vez no han sido manejadas silvícolamente. Actualmente, esta madera se utiliza en carpintería de obra y construcciones rurales, presentando buenos resultados. En la actualidad no se cuenta con una base mínima de recurso en cantidad y calidad produciéndose la sustitución de la madera redonda de acacia blanca por productos de pino y de eucalipto impregnados. El objetivo de este trabajo fue caracterizar tecnológicamente la madera de acacia blanca, de manera de aportar datos que permitan revalorizar su madera hacia productos de mayor valor e incentivar su plantación y comercialización. Se determinaron: densidad normal, relación T/R, flexión estática, compresión paralela a las fibras y dureza Brinell. La densidad media tuvo valores de $0,625 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$ que la clasifica como madera semi-pesada. El ensayo de flexión arrojó valores de $154,80 \text{ N/mm}^2$ (MOR) y $10390,29 \text{ N/mm}^2$ (MOE) mientras que en compresión paralela a las fibras los valores obtenidos fueron $66,82 \text{ N/mm}^2$ (MOR) y $5878,68 \text{ N/mm}^2$ (MOE). De acuerdo a los valores de dureza Brinell y relación T/R obtenidos ($8,87 \pm 0,8 \text{ HB}$ y $1,51 \pm 0,25$ respectivamente), se la puede considerar una madera dura y estable.

Palabras Clave: Acacia Blanca, Propiedades Mecánicas, Propiedades Físicas.

Introducción

En lo referente a la provincia de Buenos Aires, el recurso forestal cuenta con una superficie de 100.000 hectáreas de

bosques cultivados, que se encuentran concentradas principalmente en la región del Delta Bonaerense del Río Paraná con unas 57.800 hectáreas de salicáceas y en

la región sudeste con unas 17.000 hectáreas de eucaliptos y pinos. En el resto de la provincia predominan las forestaciones de protección características de las explotaciones agropecuarias (cortinas rompevientos y monte de abrigo). Principalmente en la subregión de la Pampa Deprimida se verifican crecimientos aceptables de distintas especies de eucaliptos y acacia blanca formando pequeños montes de abrigo. (Revista: Buenos Aires Forestal Argentina, 2009). Esta estructura de forestaciones de la región, no ofrece las maderas que demanda el mercado en relación a la construcción, a la industria del mueble, y a las del triturado y del debobinado, cubriendo esta demanda con madera proveniente del noreste del país (NEA). Sin embargo, desde hace unos años se registra un cierto desabastecimiento y elevación de los precios de las maderas del NEA en el mercado regional, dado que las mismas son exportadas en conjunto con otros productos forestales nacionales. Estas oscilaciones en el mercado posibilitan la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento (Dell Arciprette, cop. 2003). Además, existe una tendencia a nivel mundial de diversificación de la producción para ocupar nuevos sectores del mercado que fomenta el estudio de especies que no han sido consideradas

comerciales hasta el presente (Benedetti y Delard, 1999).

Para cumplir con la demanda de madera de calidad, sería importante la incorporación de especies cultivadas que presenten características tecnológicas similares a las utilizadas en los productos de alto valor agregado y que aún no estén siendo comercializadas masivamente en la industria local y/o regional, como es el caso de la acacia blanca. Algunas de las características de esta especie que la hacen factible a ser tenida en cuenta para su utilización son: amplia tolerancia al sitio; rápido crecimiento, habilidad para rebrotar de tocón y raíz y madera con duramen muy durable y resistente (Stringer y Olson, 1987, Adamopoulos et al. 2007, Benedetti et al, 2008). Su madera presenta estabilidad dimensional media siempre que se le realice un correcto secado. Es muy resistente a la podredumbre y posee elevada durabilidad natural por lo que no requiere ser preservada para su utilización, condiciones que la transforman en una buena alternativa para la obtención de madera redonda (Cozzo, 1975).

A pesar de estas favorables características, la madera de Robinia no se utiliza en forma masiva, debido al desconocimiento del manejo y de las características de crecimiento de la especie. Asimismo, hasta el momento, los estudios realizados sobre esta especie han

sido escasos y en su mayoría enfocados sobre su capacidad de fijación de nitrógeno (Danso, et al., 1995; Sprent y Parson, 2000; Unruh Zinder, et al., 2007).

En nuestro país si bien existe un uso tradicional de la madera de acacia blanca en carpintería de obra y construcciones rurales, en la actualidad no se cuenta con una base mínima de recurso en cantidad y calidad a pesar de existir antecedentes que evidencian su buen desarrollo en la región (Keil, et al. 2011; Millanes, 2009).

Por tal motivo se propone estudiar la madera de acacia blanca haciendo hincapié en aquellas propiedades que definen la calidad para uso estructural.

Objetivo

Caracterizar tecnológicamente la madera de *Robinia pseudoacacia* "Acacia blanca" implantada en la zona noroeste de la provincia de Buenos Aires a fin de determinar su posible uso como madera estructural.

Materiales y Métodos

Se seleccionaron 10 árboles de *Robinia pseudoacacia* con edades comprendidas entre 7-15 años en un monte de reparo, sin manejo silvícola, ubicado en el establecimiento Lanfranchi, Chivilcoy, Pcia de Buenos Aires, Argentina (35° 0' 44" S; 59° 38' 95" O). Los datos epidométricos de los árboles se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Altura total (AT), altura comercial hasta diámetro mínimo de 5 cm (AC) y diámetro a la altura del pecho (DAP).

Árbol	Edad	AT m	AC m	DAP cm
1	7	7,60	4,50	8,0
2	12	9,50	6,25	13,0
3	13	10,5	5,60	11,5
4	14	11,4	8,00	13,0
5	10	7,30	3,80	8,0
6	12	10	8,00	16,0
7	9	7,80	5,00	10,5
8	15	11,4	7,40	16,0
9	10	7,40	5,60	7,0
10	15	11,9	9,50	15,5

Los árboles fueron apeados y se cortaron rodajas a 4 alturas en el fuste: 0,3 m; 1,3 m (altura de pecho=AP); 2,3 m y 4 m a partir del suelo. La máxima altura muestreada representa 45-100% de la altura comercial del fuste.

Sobre cada rodaja se midieron el diámetro sin corteza y con corteza con regla milimetrada sobre dos diámetros opuestos. Posteriormente, se cortó una tabla central en cada rodaja sobre la cual se determinaron, se marcaron y obtuvieron las probetas de densidad. Del resto del fuste se procesaron las probetas para los ensayos de contracción e hinchamiento (relación T/R) y mecánicos: flexión y compresión paralela a las fibras.

Se determinó la densidad básica (peso anhidro/volumen verde). Las probetas se dejaron estacionar durante 2 meses en

ambiente controlado hasta alcanzar la humedad de equilibrio higroscópico (12%). El volumen se determinó por desplazamiento de fluidos. El volumen verde o saturado se determinó luego de colocar las probetas durante una semana en agua. El peso anhidro se determinó sobre balanza (0,001 g) luego de secar las probetas en estufa a 103°C hasta peso constante. El ensayo de contracción e hinchamiento se llevó a cabo de acuerdo a la norma IRAM 9543. Se calculó la contracción normal máxima en sentido tangencial y radial de acuerdo a la siguiente fórmula (1):

$$Cn \max(\%) = \frac{Lv - Lo}{Lo} \times 100 \quad (1)$$

Siendo:

Cn max. = contracción normal máxima, expresada en %.

Lv = longitud verde, expresada en mm.

Lo = longitud anhidra, expresada en mm.

Una vez obtenidos estos resultados se calculó el coeficiente de anisotropía (T/R) (2) que expresa la estabilidad de la pieza de madera e indica la armonía en la disminución de sus dimensiones a medida que se va secando.

$$T/R = \frac{Cn \text{ tg max}}{Cn \text{ rad max}} \quad (2)$$

Siendo:

T/R = coeficiente de anisotropía, adimensional.

Cntgmax = contracción normal máxima en sentido tangencial, en %.

Cnradmax = contracción normal máxima en sentido radial, en %.

Para los ensayos de flexión y compresión paralela a las fibras se usaron probetas de 2 cm x 2 cm x 30 cm y 2 cm x 5 cm x 20 cm respectivamente, mientras que para la dureza Brinell las dimensiones fueron 2 cm x 2 cm x 10 cm (Figura 1). Todas las probetas fueron previamente cepilladas y estacionadas. Los ensayos se realizaron en una máquina universal Baldwin de 300 kN de capacidad (Figura 2).

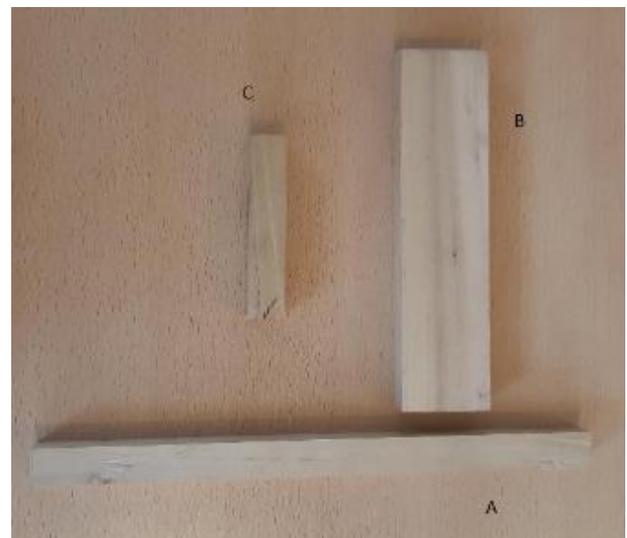


Figura 1: Probetas de ensayos mecánicos.

A: flexión; B: compresión paralela a las fibras; C: dureza.



Figura 2: Máquina de ensayos utilizada

Se obtuvieron los valores estadísticos descriptivos básicos para las variables evaluadas (media, desvío estándar y el coeficiente de variación).

Resultados y Discusión

En las tablas 1 y 2 se presentan los valores de las propiedades físicas y las propiedades mecánicas de la madera de acacia blanca, resultantes de los ensayos realizados:

Tabla 1: Valores de densidad y flexión estática y compresión paralela a la fibra

	Den Bas (g/cm ³)	Flexión (N/mm ²)		Compresión paralela (N/mm ²)	
		MOE	MOR	MOE	MOR
Media	0,625	10390	155	5878	66,82
Des.Est.	0,046	3266	34,41	1525	7,16
CV (%)	7,362	31,44	22,23	25,94	10,72

Tabla 2: Valores de dureza Brinell, contracción normal máxima y relación T/R.

	Dureza (HB)	Cn tg máx.	Cn rad máx.	T/R
Media	8,87	10,54	7,12	1,51
Des.Est.	0,80	0,83	1,01	0,25
CV (%)	9,00	7,88	14,22	16,78

Densidad básica

Los valores medios hallados en densidad básica ($0,625 \pm 0,05$ g/cm³) son levemente superiores a los reportados para la especie por otros autores (Forest Products Lab 1987, Stringer y Olson, 1987, Keil et al. 2011, Pollet et al. 2012). Comparativamente con las maderas utilizadas en el mercado argentino, los valores hallados son mayores a los de los pinos, álamos y *Eucalyptus grandis*, y similares a los de *E. globulus* (Atencia 2003).

Contracción y Coeficiente de Anisotropía

Los valores de contracción y el coeficiente de anisotropía califican a la especie como estable. En oposición, de acuerdo al índice T/R (1,72) presentado por Keil (2011) esta madera debería ser secada con un programa de secado cuidadoso para minimizar los defectos de forma, grietas y rajaduras particulares.

Flexión estática

La madera de acacia blanca presentó un valor medio de MOR de $154,80$ N/mm² y

MOE de 10390,29 N/mm², según la clasificación de Rivero Moreno (2004) se corresponderían con un valor alto y bajo respectivamente. Los valores obtenidos para ambos módulos son similares a los presentados por Keil (2011) en acacia blanca extraída de rodales multi-específicos implantados en el partido de Torquinst (prov. Buenos Aires), aunque en su trabajo no mencionan la edad de los ejemplares analizados. Mientras que Adamopoulos (2007), trabajando con árboles de 21-37 años de edad extraídos de plantaciones naturales en Grecia, presentó valores similares de MOR, sin embargo, los valores de MOE fueron superiores a los presentados en este trabajo, tanto en madera juvenil como en madura. (Figura 3)

Compresión paralela a las fibras

El valor medio para este ensayo en el caso del MOR fue de 66,82 N/mm², resultado similar al presentado por Adamopoulos (2007) para la madera madura de acacia blanca. Sin embargo, Keil (2011) obtuvo valores de MOR inferiores (32,82 N/mm²). (Figura 3).

Dureza Brinell

La madera de acacia blanca presenta una dureza Brinell de 8.87 HB, lo cual significa que se la puede considerar como una madera dura. (Figura 3).

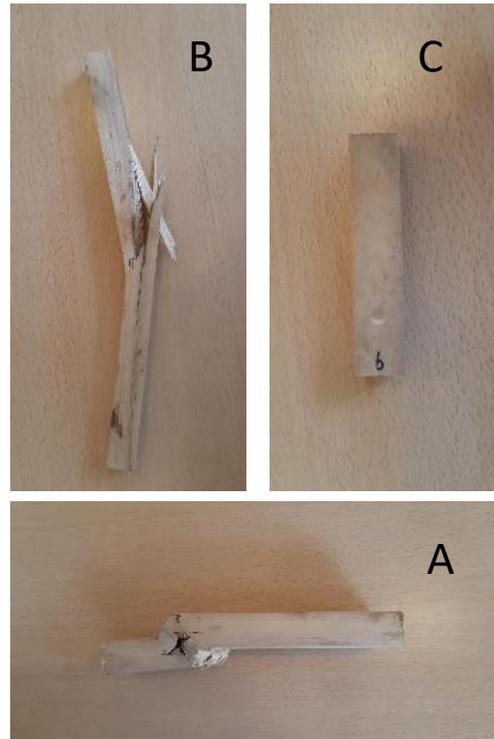


Figura 3: Probetas ensayadas de acacia blanca. A: compresión paralela a las fibras. B: flexión estática. C: dureza Brinell.

Conclusiones

La madera de acacia blanca presenta las siguientes propiedades: densidad media, alta dureza, dimensionalmente estable. En referencia a los ensayos de flexión estática, el MOE presentó valores relativamente bajos. No obstante, las características presentadas permiten su aplicación en estructuras, utilizando piezas de mayor escuadría para compensar el valor del MOE y así resistir mayores sollicitaciones. Las características presentadas son similares a las obtenidas en algunos países de Europa y en Chile.

Bibliografía

Adamopoulos, S.; Passialis, C.; Voulgaridis, E. 2007. Strength properties of Juvenile and Mature wood in Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). *Wood and Fiber Science* 39 (2): 241-249 p.

Atencia, M.E. 2003. Densidad de maderas (kg/m^3) ordenadas por nombre común. INTI, CITEMA, Argentina. 8 p.

Benedetti, S. y Delard, C. 1999. *Robinia pseudoacacia*: una alternativa multipropósito para la zona central. Documento divulgativo N° 15, 12p.

Benedetti, S.; Delard, C.; Loewe, V.; Jordan, C. 2008. Alternativas de especies y opciones productivas para la producción forestal maderera y no maderera de la zona central de Chile. Instituto Forestal, INFOR, Chile. 9 p.

Cozzo, D. 1975. Árboles Forestales, Maderas y Silvicultura de la Argentina. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Segunda edición. Tomo II. Editorial ACME. 156 p.

Danso, S., Zapata, F. y Awonaike, K. 1995. Measurement of biological N₂ fixation in Field-grown *Robinia pseudoacacia* L. Soil Biol. Biochem. Vol. 27, No. 4, 415-419 p.

Dell' Archiprette, V. Cop. 2003. Producción Forestal. [Intranet]. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/>

Forest Products Laboratory. 1987. Wood Handbook: Wood as an engineering material. U.S. Dep. Agric. Agric. Handb. 72 p.

IRAM 9541. 1977. Método de ensayo de compresión paralela a las fibras. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 6 p.

IRAM 9542. 1977. Método de ensayo de flexión estática de maderas con densidad aparente mayor de 0.5 g/cm^3 . Instituto Argentino de Racionalización de materiales. 10 p.

Keil, G.; Spavento, E.; Murace, M.; Millanes, A. 2011. Acacia blanca (*Robinia pseudoacacia* L.) y acacia negra (*Gleditsia triacanthos* L.): aspectos tecnológicos relacionados al empleo en productos de madera maciza. *Forest Systems* 20(1): 21-26 p.

Millanes, A. C. 2009. Caracterización físico-mecánica de la madera de acacia blanca (*Robinia pseudoacacia* L.) y de acacia negra (*Gleditsia triacanthos* L.):

aporte tecnológico al potencial reemplazo de de especies nativas de importancia industrial. Tesis de grado, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. 51 p.

digestibility and nitrogen utilization of *Robinia pseudoacacia* foliage fed to growing goat wethers Small Ruminant Research 71, 179–193 p.

Ministerio de Asuntos Agrarios. 2009. Revista: "Buenos Aires Forestal Argentina". 28 p.

Pollet, C.; Verheyen, C; Hébert, J.; Jourez, B. 2012. Physical and mechanical properties of black locust (*Robinia pseudoacacia*) wood grown in Belgium. *Can.J.For. Res.* 42: 831-840 p.

Rivero Moreno, J. G. 2004 "Propiedades Físico-Mecánicas de *Gmelina arborea* Roxb. y *Tectona grandis* Linn. F" proveniente de Plantaciones Experimentales del Valle del Sacta – Cochabamba. Cochabamba – Bolivia. 73 p.

Sprent, J. y Parson, R. 2000. Nitrogen fixation in legume and non-legume trees. *Field Crops Research* 65, 183-196 p.

Stringer, J.W.; Olson, J.R. 1987. Radial and vertical variation in stem properties of juvenile black locust (*Robinia pseudoacacia*). *Wood and Fiber Science* 19 (1):59-67 p.

Unruh Snyder, L., Luginbuhl, J., Mueller, J., Conrad, A. y Turner, K. 2007. Intake,