

Duramen y propiedades físicas de la madera de *Robinia pseudoacacia* en relación a su potencial uso en la industria de la madera sólida

Cobas, Ana Clara^{1,3} & Silvia E. Monteoliva²

¹CIT NOBA-CONICET (Centro de Investigaciones y Transferencia del Noroeste de la provincia de Buenos Aires- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas); ²Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, INFIVE-CONICET, CC 31 (1900) La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina; ³cobasanaclara@yahoo.com.ar

Cobas, Ana Clara; Silvia Monteoliva (2018) Duramen y propiedades físicas de la madera de *Robinia pseudoacacia* en relación a su potencial uso en la industria de la madera sólida. Rev. Fac. Agron. Vol 117 (1): 127-131.

A fin de caracterizar tecnológicamente la madera de *Robinia pseudoacacia* L. "acacia blanca" del centro-norte de la provincia de Buenos Aires-Argentina, en relación a su potencial uso en la industria de la madera sólida, los objetivos del trabajo fueron determinar las propiedades físicas de la madera (densidad, contenido de humedad y cambios dimensionales), y el contenido de duramen a lo largo del fuste comercial. Se cortaron rodajas a 4 alturas en el fuste (0,3 m; 1,3m; 2,3m y 4m a partir del suelo) en 10 árboles (7-15 años) implantados en Chivilcoy, Provincia de Buenos Aires. Sobre cada rodaja se midieron el diámetro sin corteza, el diámetro del duramen y se determinó la densidad normal_{12%}. La densidad mostró homogeneidad a lo largo del fuste comercial, con un rango de magnitud que la clasifica como madera semi-pesada (0,750 y 0,823 g/cm³). Esta homogeneidad, junto con la buena estabilidad dimensional (T/R 1,42) y los altos valores de duramen (59%) hallados en las diferentes alturas del fuste, permitiría considerar a esta madera apta para aplicaciones al exterior, tanto para madera redonda como madera aserrada, pudiendo utilizarse para pisos, muebles, pérgolas, revestimientos.

Palabras clave: calidad de madera; duramen; contracción; densidad.

Cobas, Ana Clara; Silvia Monteoliva (2018) Heartwood and physical properties of *Robinia pseudoacacia* wood in relation with the potential use in solid wood products. Rev. Fac. Agron. Vol 117 (1): 127-131.

In order to characterize *Robinia pseudoacacia* L. "Black locust" wood from Buenos Aires-Argentina in relation with the potential use in solid wood products, the aims of the work were to determine the physical properties of the wood (density, moisture content and dimensional changes), and the content of heartwood along the stem. Slices were cut at 4 heights in the trunk (0.3 m, 1.3 m, 2.3 m and 4 m from the ground) in 10 trees (7-15 years old) implanted in Chivilcoy, Province of Buenos Aires. On each slice, the diameter without bark and the diameter of the heartwood were measured and the normal density_{12%} was determined. The density showed homogeneity values along the commercial shaft, with a range of magnitude that classified as semi-heavy wood (0,750 - 0,823 g/cm³). This homogeneity, together with the good dimensional stability (T / R 1.42) and the high values of heartwood (59%) found in the different heights of the stem, would allow to consider this wood suitable for outdoor applications, both for round wood such as lumber, and can be used for floors, furniture, pergolas, coverings.

Keywords: wood quality; heartwood; shrinkage; density.

Recibido: 09/03/2017

Aceptado: 06/12/2017

Disponible on line: 10/09/2018

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUCCIÓN

La densidad de la madera, sus cambios dimensionales y el contenido de duramen son atributos de calidad importantes para diferentes usos finales industriales. La densidad aparente es una de las propiedades físicas más importantes debido a su estrecha relación con la resistencia mecánica, el grado de variación dimensional y el poder calorífico, entre otros (Keil et al., 2011). El duramen contiene extractivos que infiltran las paredes de las células, reduciendo la contracción y la capacidad de hinchamiento de la madera e incrementando su durabilidad y otras propiedades (Taylor et al., 2002). Los cambios dimensionales de la madera involucran principalmente la contracción (e hinchamiento) que se produce entre diferentes estados de su saturación en las direcciones tangencial y radial. La magnitud de estos cambios caracteriza el comportamiento de una madera frente a los cambios de humedad y en especial frente al secado. La anisotropía de los cambios dimensionales, esto es, los diferentes comportamientos de la madera según las dos direcciones mencionadas, se asocia a defectos como deformaciones y grietas. Particularmente, el coeficiente de anisotropía expresa la relación entre el comportamiento tangencial y el radial (relación T/R). La madera destinada a productos aserrados es muy apreciada cuando presenta una alta proporción de duramen, densidad media a alta y bajos coeficientes de anisotropía (Kamperidou et al., 2016).

La especie *Robinia pseudoacacia* L. "acacia blanca" presenta rápido crecimiento, habilidad para rebrotar y madera con formación de duramen desde muy temprana edad (Benedetti et al., 2008). Según los reportes de otros países, su madera presenta densidad media a alta (0,650-0,800 g/cm³) y estabilidad dimensional media (T/R 1,5-1,7). Es muy resistente a la podredumbre ya que posee elevada durabilidad natural en el duramen (grado 1-2 según norma UNE-EN 350-1, 1995) por lo que no requiere ser preservada para su utilización, condiciones que la transforman en una buena alternativa para la obtención de madera redonda y usos exteriores (Alden, 1995; Pollet et al., 2012; Kamperidou et al., 2016).

A nivel mundial, el mercado de la acacia blanca es pequeño. En los países donde se cultiva masivamente, como el caso de Hungría, los volúmenes producidos se destinan al consumo interno para producir biomasa para energía, pulpa o muebles (Pollet et al., 2012). En los últimos años, puede observarse que los programas de subsidios para instalar forestaciones han incluido esta especie en Europa (Kamperidou et al., 2016). En la zona central de Chile, es de uso tradicional en la zona central para la obtención de postes, polines, puntales y cabezales, elementos estructurales en la producción de viñas y frutales. Los productores son principalmente propietarios de pequeños bosques o cortinas cortavientos, manejados de rebrote (Benedetti et al., 2008). En Argentina, 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 (Millanes, 2009). El único antecedente en el país sobre propiedades físico-mecánicas de la madera para esta especie fue realizado con material proveniente del sur de la Provincia de Buenos Aires

(Keil et al., 2011). Los autores reportaron una densidad media, alta dureza y alta resistencia al corte y a la compresión perpendicular a las fibras que permitirían considerarlas aptas para usos de alto valor en la industria de la construcción y del mueble.

Es conocido el impacto que produce la calidad de sitio y la tasa de crecimiento en las propiedades físicas y mecánicas de la madera obtenida (Zobel & Van Buijtenen 1989). La relación crecimiento-densidad presenta diferentes respuestas de acuerdo al grupo de árboles (coníferas, angiospermas de porosidad circular o difusa) (Wheeler 1987, Zobel & Van Buijtenen 1989, Saranpää 2003). Algunos trabajos indican un aumento de la densidad de la madera en las especies de porosidad circular, como la acacia blanca, asociado a mayor crecimiento (Amadapoulus et al. 2010, Pollet et al. 2012). Por lo tanto, realizar una caracterización en diferentes sitios para un material relativamente nuevo en el mercado maderero local, es indispensable.

Con la finalidad de ampliar la caracterización de la madera de *Robinia pseudoacacia* proveniente de la Provincia de Buenos Aires y en relación a su potencial uso en la industria de la madera sólida, los objetivos del trabajo fueron: 1- determinar las propiedades físicas de la madera de acacia blanca (densidad, contenido de humedad y cambios dimensionales), 2- determinar el contenido de duramen de la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron diez árboles de *Robinia pseudoacacia* con edades comprendidas entre 7 y 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 epidémicos de los árboles se muestran en la tabla 1. 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 4m a partir del suelo. La máxima altura muestreada representa 45-100% de la altura comercial del fuste.

Tabla 1. Edad (Años), Altura total (AT), altura comercial hasta diámetro mínimo de 5 cm (AC) y diámetro a la altura de pecho (DAP) sin corteza de los árboles muestreados.

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

Sobre cada rodaja se midieron el diámetro sin corteza y el diámetro del duramen con regla milimetrada sobre dos diámetros opuestos. El contenido de duramen se expresó como porcentaje del área de la rodaja (%).

Posteriormente, se cortó una tabla central en cada rodaja que incluyó la médula y sobre la cual se marcaron los anillos de crecimiento. Cada 3 anillos de crecimiento se obtuvieron probetas radiales desde la médula a la corteza. Las probetas se dejaron estacionar durante 2 meses en ambiente controlado hasta alcanzar la humedad de equilibrio higroscópico (12%). Sobre las mismas se determinaron la densidad normal al 12 % de contenido de humedad (peso al 12%/volumen al 12%). El contenido de humedad se constató como peso en húmedo-peso anhidro/peso anhidro x 100. El volumen se determinó por desplazamiento de fluidos. El peso anhidro se determinó sobre balanza (0,001g) luego de secar las probetas en estufa a 103°C hasta peso constante. Se trabajó con el promedio aritmético de las probetas radiales por altura.

Los cambios dimensionales (contracción máxima tangencial y radial, coeficiente de anisotropía T/R) se determinaron según norma IRAM 9543 (1985), en probetas de 2 x 2 x 5 cm orientadas según la sección tangencial y radial.

Se calcularon los estadísticos de tendencia central (media aritmética) y dispersión (desvío estándar, coeficiente de variación) de cada variable. Se utilizaron gráficos de medias \pm desvío estándar en función de la altura de muestreo en el fuste.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las propiedades físicas y el contenido de duramen determinados se presentan en la tabla 2.

La densidad de la madera de los árboles estudiados con edades comprendidas entre 7-15 años, reveló homogeneidad de los valores a lo largo del fuste comercial (Figura 1), con un rango de magnitud en la densidad normal de 0,750 y 0,823 g/cm³ que la clasifica como madera semi-pesada según Coronel (1994).

Los valores de contracción (9,2-6,8%) y del coeficiente de anisotropía (T/R=1,42) clasifican a esta madera como estable frente a los cambios de humedad. El contenido de duramen es alto (59 %) (Tabla 2). La proporción de duramen fue medida en todas las alturas de muestreo y responde a un patrón de variación de descenso con la altura (Figura 2) que copia el contorno del fuste en toda su longitud.

Tabla 2. Propiedades físicas y contenido de duramen de la madera de *Robinia pseudoacacia*. *Tg: tangencial, rd: radial; CV: coeficiente de variación (%); n: número de repeticiones.

	Densidad al 12% (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)	Contracción máxima (%) Tg-Rd*	T/R	Contenido de duramen (%)
Promedio	0,803	11,7	9,23-6,80	1,42	59
Desvío	0,048	1,1	1,25-1,20	0,35	24
CV	4	10	13-17	24	26
n	98	98	20-20	20	38

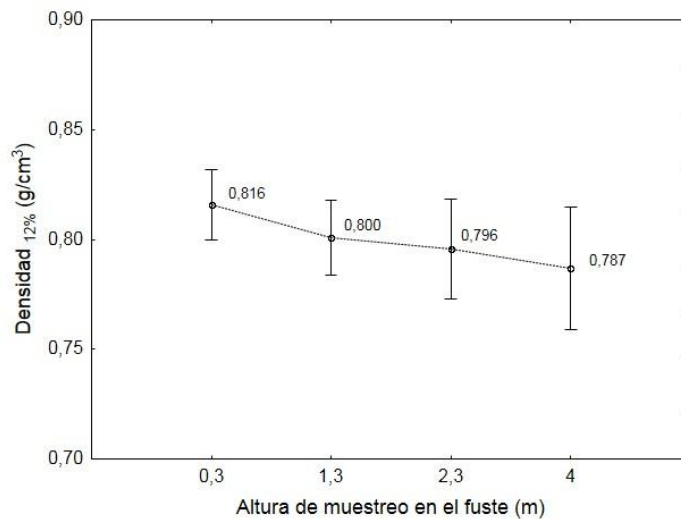


Figura 1. Densidad_{12%} según la altura de muestreo. Valor medio (g/cm³) y desvío estándar (barras).

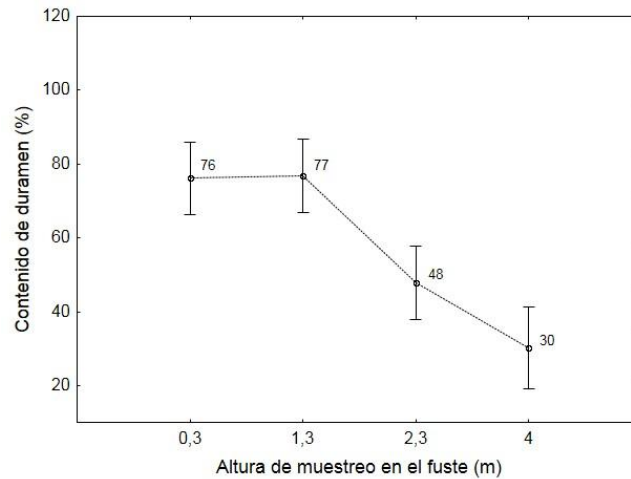


Figura 2. Duramen según la altura de muestreo. Valor medio (%) y desvío estándar (barras).

Los valores medios hallados en densidad normal son levemente superiores a los reportados para la especie por otros autores de entre 0,670-0,769 g/cm³ (Stringer & Olson, 1987; Alden, 1995; 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 resinosos misioneros (435 g/cm³), álamos (420 g/cm³) y *Eucalyptus grandis* (467 g/cm³), y similares a los de *E. dunnii* o *E. globulus* (795 g/cm³) (Sanchez Acosta et al., 2008).

En tecnología de la madera, es conocida la importancia de las variaciones de volumen de la madera entre el estado anhidro y el punto de saturación de las fibras (contracción máxima), ya que valores muy elevados pueden limitar la utilización de algunas especies para ciertas aplicaciones (Coronel, 1994). Asimismo, un elevado coeficiente de anisotropía (mayor a 2) influyen negativamente en los procesos industriales de secado debido a que conducen a la formación de grietas, rajaduras y alabeos (Coronel, 1994). Los antecedentes tecnológicos publicados para acacia blanca reportan valores de contracción tangencial (7-9%), radial (5-6%) y T/R (1,56-1,59) similares a los hallados en este estudio (Alden, 1995; Pollet et al., 2012). Finalmente los valores reportados por Keil et al. (2011), único antecedente en Argentina para esta especie, demuestran una contracción máxima de 10-6% (tangencial y radial respectivamente) que se encuentra en el orden de nuestros resultados, sin embargo la relación T/R de 1,72 es superior a la aquí hallada.

Considerando otras especies comerciales del mercado maderero argentino, la madera de *Prosopis alba* y *P. nigra* "algarrobos" son muy conocidas por su buena estabilidad dimensional y alta densidad, siendo utilizadas en mueblería con gran aceptación en el mercado interno. Se han informado una anisotropía de 1,6 y una densidad normal de 0,831 g/cm³, similares a la aquí determinada (Perpiñan & Pietrarelli, 1992; Coronel, 1994). En otras especies exóticas comerciales argentinas, y con densidades normales más bajas que acacia blanca, se han informado valores de anisotropía de 1,4 para *Pinus elliotii* de Misiones y de 1,3 a 1,8

para *Eucalyptus grandis* de Entre Ríos (González et al., 1993; Calvo et al., 2006).

El duramen estuvo presente a lo largo de todo el fuste comercial, lo cual es un importante aspecto para la potencial utilización de esta madera con destino al aserrado (Keil et al., 2011). El área de duramen generalmente es mayor en la base de los árboles y disminuye hacia la región apical (Taylor et al 2002). Por otra parte, en términos tecnológicos y biológicos, el porcentaje de duramen en volumen fue del 65% en la primera troza comercial (promedio de las 3 primeras alturas, hasta los 2,3m, Figura 2). En otras especies comerciales de Argentina, los contenidos de duramen son menores, por ejemplo de 43% en *Acacia melanoxylon* y 37% en *Eucalyptus globulus* (Monteoliva et al., 2012).

Estos resultados en conjunto (altos valores de densidad y duramen, buena estabilidad dimensional) colocan a esta especie en una situación de ventaja tecnológica frente a otras especies del mercado maderero local.

CONCLUSIONES

La densidad de la madera de los árboles estudiados de *Robinia pseudoacacia* con edades comprendidas entre 7-15 años, mostró homogeneidad de los valores a lo largo del fuste comercial, con un rango de magnitud en la densidad normal que la clasifica como madera semipesada (0,750 y 0,823 g/cm³). Esta homogeneidad, junto con la buena estabilidad dimensional (T/R 1,42) y los altos valores de duramen (59%), permitirían considerar a esta madera apta para aplicaciones al exterior, tanto como madera redonda (postes y rodrgones) como madera aserrada, pudiendo utilizarse para pisos, muebles, pérgolas, revestimientos.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la colaboración del Ing. Hernán Belossi de la Empresa Andreoli S.A, quien realizó el muestreo de los árboles. Al Ing. Miguel

Tortoriello y a la Ing. María José Castillo del Laboratorio de Ensayos de Materiales y Estructuras (LEMEJ), de la Universidad Nacional del Noroeste donde se realizaron los ensayos.

REFERENCIAS

- Adamopoulos, S., C. Passialis & E. Voulgaridis.** 2010. Ring width, latewood proportion and density relationships in black locust wood of different origins and clones. *IAWA Journal* 31 (2): 169–178.
- Alden, H. A.** 1995. *Hardwoods of North America*. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–83. Madison, WI. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 136 p.
- Benedetti, S., C. Delard, V. Loewe & C. Jordan.** 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 pp.
- Calvo, C.F., A.D. Cotrina, A.G. Cuffré, J.C. Piter, P. Stefani & E.A. Torrán.** 2006. Variación radial y axial del hinchamiento, del factor anisotrópico y de la densidad, en el *Eucalyptus grandis* de Argentina. *Maderas: Ciencia y Tecnología* 8 (3): 159-168.
- Coronel, E.O.** 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. Instituto de Tecnología de la Madera. Serie de publicaciones 9.404. Editorial El Liberal Santiago del Estero- Argentina.
- González, R., O. Pereyra & T. Suirez.** 1993. Propiedades físicas y mecánicas del Pino taeda reforestado en la provincia de Misiones, Argentina. *Yvyraretá* 4:4-8.
- IRAM 9543,** 1985. Método para la determinación de los valores de contracción de la madera. Instituto Argentino de racionalización de Materiales. 10 pp.
- Kamperidou, V, I. Barboutis & V. Vassiliou.** 2016. Prospects for the Utilization of Black locust Wood (*Robinia pseudoacacia* L.) coming from plantations in Furniture Manufacturing. In *Proceedings: 27TH International Conference on Wood Modification and Technology*. Oct 13-14, 2016. INRA, Paris, Francia. p.115-122.
- Keil, G., E. Spavento, M. Murace & A. Millanes.** 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: 21-26.
- 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 pp.
- Monteoliva, S., V. Ciganda & D.V. Igartúa.** 2012. Contenido de duramen y de albura en *Eucalyptus globulus* y *Acacia melanoxylon* implantadas en Argentina. *Maderas. Ciencia y Tecnología* 14: 53-63.
- Perpiñan, E. & L. Pietrarelli.** 1992. Variabilidad de la densidad y contracción volumétrica de la madera de *Prosopis*. *Invest. Agrar. Sist. Recur. For.* 1 (2): 223-231.
- Pollet, C., C. Verheyen, J. Hébert & B. Jourez.** 2012. Physical and mechanical properties of black locust (*Robinia pseudoacacia*) wood grown in Belgium. *Can. J. For. Res.* 42: 831-840.
- Sanchez Acosta, M., C. Mastandrea & J.T. Lima.** 2008. Wood technologies and uses of Eucalyptus wood from fast grown plantations for solid products. *Proceedings of the 51st International Convention of Society of Wood Science and Technology*, November 10-12, 2008. Concepción, Chile.
- Saranpää, P.** 2003. Wood density and growth. In: J.R. Barnett & G. Jeronimidis (eds.), *Wood quality and its biological basis*. Blackwell & CRC Press, London & Boca Raton, FL. *Biological Sciences Series*, p. 87–117.
- Stringer, J.W & J.R. Olson.** 1987. Radial and vertical variation in stem properties of juvenile black locust (*Robinia pseudoacacia*). *Wood and Fiber Science* 19: 59-67.
- Taylor, A.M., B. Gartner & J.J. Morrel.** 2002. Heartwood formation and natural durability. A review. *Wood Fib. Sci.* 34 (4): 587-611.
- UNE-EN 350-1.** 1995. Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 1: guía para los principios de ensayo y clasificación de la durabilidad natural de la madera.
- Wheeler, E.A.** 1987. Anatomical and biological properties of juvenile wood in conifers and hardwoods. 41st Ann. Meet. FPRS Louisville, Kentucky.
- Zobel, B.J. & J.P. Van Buijtenen.** 1989. *Wood variation – its causes and control*. Springer-Verlag, New York.