

Acacia blanca (*Robinia pseudoacacia* L.) y acacia negra (*Gleditsia triacanthos* L.): aspectos tecnológicos relacionados al empleo en productos de madera maciza

G. Keil^{1,3}, E. Spavento^{1,3*}, M. Murace^{2,3} y A. Millanes^{1,3}

¹ Cátedra de Xilotecnología e Industrias de Transformación Mecánica

² Cátedra de Protección Forestal

³ Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

UNLP. Edificio de Bosques, diagonal 113 y 61, n.º 469. 1900 La Plata (Buenos Aires). Argentina

Resumen

Robinia pseudoacacia L. y *Gleditsia triacanthos* L. son especies originarias de EEUU e introducidas en Europa. En la provincia de Buenos Aires, Argentina, existen plantaciones dispersas de dichas especies cuyas maderas no han sido caracterizadas tecnológicamente mediante ensayos estandarizados. El objetivo del trabajo fue caracterizar tecnológicamente la madera de las dos especies con vista a su incorporación en el mercado maderero. Las propiedades físicas y mecánicas determinadas han sido: contenido de humedad, densidades aparentes, cambios dimensionales, dureza Janka, flexión estática, corte paralelo a las fibras, compresión perpendicular y paralela a las fibras. Fue estimada la durabilidad natural. Las maderas de acacia blanca y de acacia negra resultaron semipesadas, de estabilidad media, duras, resistentes al corte y a la compresión perpendicular a las fibras y presentaron valores medios a bajos en los parámetros de flexión estática y compresión paralela a las fibras, valores a tener en cuenta para el diseño de elementos estructurales. La acacia blanca resultó la más resistente a la degradación fúngica. Ambas maderas pueden ser consideradas aptas para usos de alto valor en las industrias de la construcción y del mueble (interior y exterior).

Palabras clave: construcción; durabilidad; muebles; propiedades físicas; resistencia mecánica.

Abstract

Black locus (*Robinia pseudoacacia* L.) and Honey locust (*Gleditsia triacanthos* L.): technological aspects in relation with the use in solid wood products

Robinia pseudoacacia L. and *Gleditsia triacanthos* L. are tree species from USA and both were introduced in Europe. In the province of Buenos Aires, Argentina, plantations of these species are scattered, whose wood hasn't been characterized technologically by standardized tests. The objective of this job was to characterize technologically Black locus and Honey locust woods, both implanted in the province of Buenos Aires for its inclusion in the timber market. The physical and mechanical properties determined were: content humidity, apparent densities, dimensional changes, Janka hardness, static bending, cut parallel to fibers, compression perpendicular and parallel to fibers. Natural durability was estimated. Black locus and Honey locust woods were medium density and medium stability, hard, resistant to the cut and the compression perpendicular to fibers and showed values medium to low in parameters of static bending and compression parallel to fibers, values to take into account when designing structural elements. Black locus was the most resistant to fungal degradation. Both woods can be considered suitable for high-value uses in the construction and furniture industries (interior and exterior).

Key words: building; durability; furniture; mechanical resistance; physical properties.

Introducción

Robinia pseudoacacia L., conocida como acacia blanca, es una especie originaria del este de los EEUU

y naturalizada en Europa. Es considerada una especie con características interesantes para los usuarios de madera en general y para los silvicultores en particular debido a su rápido crecimiento y a su plasticidad adaptativa en comparación con otras especies (FIA, 2000). En la República Argentina, al igual que ocurre en Chile, si bien existe un uso tradicional de la made-

* Autor para la correspondencia: eleanaspavento@yahoo.com.ar
Recibido: 18-03-10; Aceptado: 03-01-11.

ra 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. El problema radica en la insuficiente existencia de plantaciones, la falta de manejo de los bosquetes existentes y en la informalidad del mercado de productos proveniente de ella, todo lo cual no permite estructurar una oferta y desarrollar mercados de manera que constituyan un verdadero negocio para pequeños y medianos productores. A causa de ello, se produjo la sustitución de la madera redonda de acacia blanca por productos de pino y de eucalipto impregnados que, si bien no poseen la durabilidad y propiedades mecánicas de la acacia, se presentan en el mercado con una oferta permanente y con estándares dimensionales adecuados a los requerimientos de estas industrias (INFOR, 2001).

Gleditsia triacanthos L., conocida como acacia negra, es una especie originaria del centro-este de los Estados Unidos, donde ya no existe en bosques naturales, e introducida en Europa en el siglo XVII. En la República Argentina, la acacia negra es implantada en sistemas silvopastoriles constituyendo una propuesta de producción diversificada tendiente a lograr un uso sostenible del suelo (Ansin y Marlats, 1997).

La calidad de una madera está determinada por sus características tecnológicas (Barnet y Jeronimidis, 2003). Entre ellas, las propiedades físico-mecánicas y la durabilidad natural son importantes debido a que pueden limitar el uso de la madera en la construcción (Coronel, 1994, 1995). De acuerdo con esto, si bien en la República Argentina, específicamente en la provincia de Buenos Aires, existen plantaciones dispersas de acacia blanca y de acacia negra en montes de abrigo y en parques de establecimientos rurales que aportan madera para ser utilizada en productos de carpintería rural, hasta el presente dicha madera no ha sido caracterizada mediante ensayos estandarizados que permitan evaluar su aptitud tecnológica para usos de mayor valor para los cuales serían potencialmente aptas. En este sentido, a nivel mundial estas maderas son utilizadas en construcciones rurales y marítimas como también en la construcción de tarimas, revestimientos exteriores, solados y mobiliario urbano (Benedetti *et al.*, 2008).

De acuerdo con esto, y teniendo en cuenta los antecedentes tecnológicos existentes a nivel mundial para las maderas objeto de estudio, el **objetivo de este trabajo** fue caracterizar tecnológicamente, mediante la

determinación de las propiedades físico-mecánicas y de la durabilidad natural, la madera de acacia blanca y de acacia negra cultivadas en la provincia de Buenos Aires, en vista a su incorporación en el mercado maderero.

Material y métodos

Se trabajó con madera de *Robinia pseudoacacia* L. y *Gleditsia triacanthos* L. proveniente de rodales multi-específicos implantados en el partido de Tornquist y de Berazategui, respectivamente (provincia de Buenos Aires, Argentina).

El material se obtuvo de 10 árboles por especie elegidos al azar de rodales previamente identificados. De cada árbol se obtuvieron dos trozas de un metro de longitud, a partir de los 0,30 metros de la base del fuste aserrable. Las trozas fueron aserradas para la obtención de tablas que se estibarón hasta alcanzar contenido de humedad en equilibrio higroscópico (HEH) del 12%, testeado mediante higrómetro electrónico (GANN, Hydromette HT 85). Posteriormente, las tablas fueron procesadas en carpintería (aserrado, cepillado y lijado) para la obtención de probetas libres de defectos dimensionadas según los ensayos a realizar (Tabla 1). Se seleccionaron aquellas probetas libres de defectos, se identificaron y se midieron con calibre digital.

Las densidades aparentes determinadas fueron: densidad aparente anhidra (D_{aa}) y normal (D_n). Los parámetros dimensionales determinados fueron: contracción normal radial máxima ($C_{n_{rdmáx}}$), contracción normal tangencial máxima ($C_{n_{tgmáx}}$), coeficiente de contracción radial (v_{rd}), coeficiente de contracción tangencial (v_{tg}), punto de saturación de las fibras (PSF) y coeficiente de anisotropía o relación T/R.

La determinación de las propiedades físicas fue realizada mediante el empleo de balanza analítica de 10 Mg de precisión, estufa con termómetro y termostato, desecador con cloruro de calcio, calibre de precisión, clavos de bronce y bandejas de plástico. Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de Xilotecnología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Provincia de Buenos Aires, Argentina, acondicionado a humedad relativa ambiente (HR) de 60% aproximadamente y temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Los parámetros mecánicos determinados, expresados en N/mm^2 , fueron: dureza Janka radial (D_{rd}); tan-

Tabla 1. Ensayos, normas utilizadas, repeticiones y dimensiones de las probetas

Ensayo	Norma	Dimensión	Repeticiones	
			Ab*	An*
Contenido de humedad	IRAM 9532	20 × 20 × 20	30	30
Densidades aparentes	IRAM 9544	20 × 20 × 20	30	30
Cambios dimensionales	IRAM 9543	20 × 20 × 50	30	30
Dureza Janka	IRAM 9570	50 × 50 × 150	30	30
Flexión estática	IRAM 9542	20 × 20 × 300	30	30
Corte	IRAM 9596	50 × 50 × 62	30	30
Compresión perpendicular	IRAM 9547	50 × 50 × 150	30	30
Compresión paralela	IRAM 9551	50 × 50 × 200	30	30
Durabilidad natural	IRAM 9518	20 × 20 × 20	30	30

*: Ab, acacia blanca; An, acacia negra.

gencial (Dtg) y transversal (Dtr); módulo de rotura (MOR), módulo de elasticidad (MOE) y tensión en el límite de proporcionalidad (TLP) en flexión estática y en compresión paralela a las fibras; tensión de rotura (TR) en corte paralelo y compresión perpendicular a las fibras. La dureza Janka y la flexión estática fueron determinadas mediante una prensa universal de 5000 Kg ALFRED J. AMSLER & Co, Schaffouse-Suisse 7928 a la cuál se conectó el dispositivo correspondiente según el ensayo. Para la realización de los ensayos de compresión paralela, corte paralelo y compresión perpendicular a las fibras fue utilizada una prensa universal de 25 toneladas ALFRED J. AMSLER & Co, Schaffhouse-Suisse 5380, adaptándola con el dispositivo correspondiente según el ensayo. La precisión del deflectómetro utilizado para los ensayos de flexión estática y compresión paralela a las fibras fue de 0,01 mm. En esta instancia se trabajó en el Laboratorio de Ensayos de Materiales, Facultad de Ingeniería, UNLP.

La determinación de la durabilidad natural fue realizada empleando frascos de pudrición, sustrato, algodón y papel de aluminio para tapar los frascos, balanza, feeder strips y autoclave. La cepa xilófaga utilizada fue el hongo de pudrición castaña *Gloeophyllum sepiarium* (Wulf.: Fr.) P. Karst. Cepa 735 (LPSC, cepario del Instituto Spegazzini, La Plata) cultivada en medio AEM (agar extracto de malta) e incubada durante 15 días a $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Con los porcentajes medios de pérdida de peso (Pp%) obtenidos para cada especie se determinó la clase de resistencia a la degradación fúngica (Findlay, ASTM D-2017-81, 86). Los ensayos mencionados fueron realizados en el laboratorio de Protección Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, acondicionado a HR de 60% aproximadamente y temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Para ambas especies, al conjunto de datos obtenidos para cada variable se le calculó la media y el coeficiente de variación (CV). Los datos fueron analizados a partir del análisis de la varianza y ante diferencias significativas se aplicó el test de comparación de medias (Tuckey $p \leq 0,05$).

Resultados

En la Tabla 2 se indican los resultados de las propiedades físicas y de la durabilidad natural determinadas.

En la Tabla 3 se indican los resultados de las propiedades mecánicas determinadas.

Discusión

El conocimiento de las propiedades físico-mecánicas constituye una herramienta fundamental para lograr la valoración de las especies maderables, una mayor difusión en el mercado como también para definir nuevos y apropiados usos (Barnett y Jeronimidis, 2003).

Las densidades aparentes son unas 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 (Rivero Moreno, 2004; Bárcenas-Pazos *et al.*, 2005).

Los resultados obtenidos en torno a las densidades aparentes clasifican a la madera de la acacia blanca y de la acacia negra como semipesada. Antecedentes registrados para acacia blanca (FIA, 2000; Atencia, 2003) indican valores de densidad similares a los obtenidos en este estudio.

Tabla 2. Contenido de humedad, densidades aparentes, parámetros de cambios dimensionales y durabilidad natural

Especie	CH (%) [*]	Daa (kg/m ³) [*]	Dan (kg/m ³) [*]	PSF (%) [*]	Cntgmax (%) [*]	Cnrdmax (%) [*]	vtg [*]	vrđ [*]	T/R	Pérdida de peso (%) [*]
Ab [*]	11,08 ^a (6,16)	691 ^a (9,80)	726 ^a (8,88)	20,88 ^a (18,65)	10,33 ^a (16,87)	6,01 ^a (9,62)	0,47 ^a (30,69)	0,33 (10,71)	1,72	6,65 ^a (14,29) ^{**}
An [*]	11,78 ^b (5,09)	701 ^a (1,71)	745 ^a (2,88)	24,93 ^b (12,44)	7,74 ^b (4,50)	3,90 ^b (10,72)	0,30 ^b (10,22)	0,17 ^b (13,37)	1,98	17,29 ^b (9,92) ^{***}

* Letras diferentes denotan diferencias significativas con el test de Tukey ($p \leq 0,05$). Los coeficientes de variación (CV %) se indican entre paréntesis. Ab: acacia blanca; An: acacia negra. ** Altamente resistente. *** Resistente.

Asimismo, la madera de las especies objeto de estudio presenta densidades aparentes mayores que otras latifoliadas del género *Acacia* cultivadas en la provincia de Buenos Aires, como es el caso de *A. melanoxylon* (Igartúa y Monteoliva, 2009).

Las variaciones de volumen de la madera entre el estado anhidro y el PSF, también constituyen una propiedad física de importancia debido a que pueden limitar la utilización de algunas especies para ciertas aplicaciones (Coronel, 1994). En este sentido, un elevado coeficiente de anisotropía y altos valores de Cnmax rd y Cnmax tg limitan el uso industrial de la madera e influyen negativamente en los procesos industriales de secado debido a que conducen a la formación de grietas, rajaduras y alabeos. Los procesos de impregnación y curvado también son perjudicados y, en consecuencia, el uso final de la madera (Coronel, 1994). En este sentido, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, para las maderas en estudio se destaca la importancia de realizar un programa de secado cuidadoso para evitar o minimizar los defectos de forma, grietas y rajaduras particularmente en acacia negra; esto último producto de su alto T/R (1,98) cercano al límite inferior de las maderas inestables: > 2 (Coronel, 1994).

Estudios realizados en Chile sobre acacia blanca (FIA, 2000) arribaron a valores de contracción tan-

gencial, radial y T/R similares a los hallados en este estudio; asimismo, y en oposición a lo anteriormente planteado, consideran que no es una especie de difícil secado (INFOR, cop. 1997).

Antecedentes registrados en nuestro país indican que la madera de acacia blanca y la de acacia negra presentaría un comportamiento al secado más complicado en relación al de otras acacias cultivadas en la provincia de Buenos Aires. En este sentido, Ananías *et al.* (2007) determinaron que la madera de *A. melanoxylon* y la de *A. dealbata* puede ser secada satisfactoriamente bajo un mismo programa de temperaturas convencionales. Carranza (2007) determinó que la madera de *A. melanoxylon* es relativamente fácil de secar presentando mínimas contracciones radiales y tangenciales. Igartúa y Piter (2007) indicaron que los coeficientes de anisotropía de la contracción y del hinchamiento determinados para la madera de *A. melanoxylon* permitirían esperar un comportamiento normal de dicho material durante el secado.

En términos generales, las aptitudes físicas de las maderas estudiadas serían similares y comparables con las aptitudes de *Eucalyptus globulus* Labill ssp *globulus* proveniente de la provincia de Buenos Aires según los datos físicos obtenidos por Ducid y Keil, (2005).

Tabla 3. Parámetros mecánicos

Especie	Dureza Janka [*] (N/mm ²)			Flexión estática [*] (N/mm ²)			C. perp. [*] (N/mm ²)	Corte [*] (N/mm ²)	C. paral [*] (N/mm ²)		
	Rd	Tg	Tr	MOR	MOE	TLP	TR	TR	MOR	MOE	TLP
Ab	82,50 ^a (11,10)	83,42 ^a (14,54)	88,52 ^a (5,23)	138,92 ^a (20,04)	10.558,89 ^a (16,26)	72,87 ^a (13,85)	17,50 ^a (8,32)	17,34 ^a (6,45)	32,82 ^a (12,20)	6.253,94 ^a (38,80)	20,39 ^a (31,79)
An	75,72 ^b (6,68)	75,44 ^b (8,58)	90,02 ^a (2,98)	88,80 ^b (18,64)	8.126,50 ^b (13,94)	46,80 ^b (21,01)	19,10 ^b (2,33)	18,80 ^a (12,07)	30,00 ^a (4,18)	6.819,05 ^a (31,30)	19,65 (17,74)

* Letras diferentes denotan diferencias significativas con el test de Tukey ($p \leq 0,05$). Los coeficientes de variación (CV %) se indican entre paréntesis. Ab: acacia blanca; An: acacia negra. C. Perp: compresión perpendicular; C. Paral: compresión paralela.

Con respecto a las propiedades mecánicas, los altos valores de dureza Janka obtenidos (Rivero Moreno, 2004) determinan que ambas maderas podrían ser utilizadas en la fabricación de solados de diferentes tipos debido a que presentan un buen comportamiento ante el marcado en uso.

En cuanto al ensayo de flexión estática, si bien la acacia blanca presentó valores de rotura (MOR) estadísticamente superiores a los de acacia negra, ambas maderas tendrían una baja aptitud para uso estructural en elementos horizontales debido a los bajos valores de MOE hallados (Rivero Moreno, 2004). En este sentido, debiera trabajarse con piezas de mayor escuadría para resistir mayores solicitaciones.

En referencia a la compresión perpendicular, los altos valores de rotura determinados para ambas especies (Rivero Moreno, 2004) indican su aptitud para ser utilizadas en estructuras solicitadas a dicho esfuerzo, como por ejemplo apoyos de vigas y soleras.

En cuanto a la resistencia al corte, los valores hallados indican que éstas maderas podrían utilizarse solicitadas a dichos esfuerzos como por ejemplo encastres en estructuras de techos (Hanono, 2001).

Según lo obtenido para el ensayo de compresión paralela a las fibras (Rivero Moreno, 2004), ambas maderas serían aptas para la elaboración de elementos estructurales verticales como columnas, puntales y pilotes aunque tomando en consideración la mediana resistencia obtenida en el dimensionado de las piezas.

Estudios realizados en Chile, indican que la acacia blanca presenta, en general, una resistencia mecánica mediana-alta, determinando calidades superiores al pino radiata (*Pinus radiata* D. Don.). Asimismo, la consideran una especie con características comparables al Roble pellín [*Nothofagus obliqua* (Mirbel) Oersted], Ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.) y Coihue [*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst]: semipesada, semidura y de mediana flexibilidad (FIA, 2000).

En relación a la durabilidad, de acuerdo con los resultados obtenidos, para la madera de acacia blanca se estima una vida útil en servicio superior a los 30 años en una situación extrema de uso: madera al exterior en contacto con el suelo y agua (IRAM 9600, 1998). Antecedentes registrados en Chile, indican que la madera de acacia blanca presenta una durabilidad superior a la madera de pino radiata (*Pinus radiata* D. Don.) impregnado (FIA, 2000). Asimismo su resistencia a la degradación fúngica es comparable con la durabilidad de la madera impregnada de pino ellioti (*Pinus elliotii* Engelm) cultivado en Argentina (Bernardis y Po-

hoff, 2009). En referencia a la acacia negra, para su madera ha de esperarse una vida útil entre 10 y 30 años en situación extrema de uso (IRAM 9600, 1998).

Conclusiones

Las maderas de acacia blanca y de acacia negra cultivadas en la provincia de Buenos Aires presentan características tecnológicas (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; dichas características tecnológicas son similares a las obtenidas en algunos países de Europa y en Chile.

En referencia al comportamiento de ambas maderas ante las variaciones en el contenido de humedad, se destaca la importancia de realizar un programa de secado cuidadoso para evitar o minimizar los defectos de forma, grietas y rajaduras, particularmente en acacia negra.

En cuanto al diseño de algunos elementos estructurales (vigas, columnas, pilotes, entre otros) deberían tenerse en cuenta los valores de flexión estática y compresión paralela a las fibras, en cuyo caso debiera trabajarse con piezas de mayor escuadría para resistir mayores solicitaciones.

Teniendo en cuenta su elevada durabilidad, estas maderas podrían ser utilizadas para la fabricación de muebles de jardín, postes, varillas, pérgolas, entre otros, teniendo especial cuidado con la madera de acacia negra dado que si bien es resistente a la degradación fúngica, no resulta tan durable como la acacia blanca, sobre todo en elementos en contacto con el suelo, los cuales debieran evitarse.

Agradecimientos

Al Ingeniero Forestal Sebastián Galarco por la provisión de material leñoso para la realización de los ensayos. El Proyecto fue financiado por el Programa de Incentivos a la Investigación del Ministerio de Educación de la Nación, Argentina.

Referencias bibliográficas

ANANÍAS R., SALVO L., ESTRADA R., BRIONES R., 2007. Secado convencional de acacias. III Congreso Ibe-

- roamericano de Investigación en Productos Forestales, Iberoamdera. Buenos Aires. Actas en CD. 13 pp.
- ANSIN O., MARLATS R., 1997. Cambios poblacionales de un sistema silvopastoril ante distintas densidades de la cubierta de un monte naturalizado de acacia negra. Invest Agrar: Sis Recur For 6(1-2), 79-92.
- ASTM. D-2017-81 (reapproved 1986). Standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. ASTM Book of Standars, American National Standar. 348-352.
- ATENCIA M.E., 2003. Densidad de maderas (kg/m³) ordenadas por nombre común. INTI, CITEMA. 8 pp.
- BÁRCENAS-PAZOS G.M., ORTEGA-ESCALONA F., ÁNGELES-ÁLVAREZ G., RONZÓN-PÉREZ P., 2005. Relación estructura-propiedades de la madera de angiospermas mexicanas. Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo, 21(42), 45-55.
- BARNETT J.R., JERONIMIDIS G., 2003. Wood quality and its biological basis. Blackwell Publishing Ltd, CRC Press. 240 pp.
- 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 pp.
- BERNARDIS A.C., POPOFF O., 2009. Durability of *Pinus elliotii* wood impregnated with Quebracho colorado (*Schinopsis balansae*) bio-protectives extracts and CCA. Maderas, Ciencia y tecnología 11(2), 107-115.
- CARRANZA S., 2007. Revisión bibliográfica sobre *Acacia melanoxylon*: su silvicultura y su madera. Rev Fac Agr 106(2), 145-154.
- CORONEL E.O., 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 1 Parte: Fundamentos de las propiedades físicas de la madera. Publicación ITM-UNSE. 187 pp.
- CORONEL E.O., 1995. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 2 Parte: Fundamentos de las propiedades mecánicas de las maderas. Publicación ITM-UNSE. 335 pp.
- DUCID G., KEIL G.D., 2005. Calidad del leño para aserrado de *Eucalyptus globulus ssp. globulus* de la provincia de Buenos Aires en turnos de corta rotación. III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. AFOA, Corrientes, Argentina. ISSN 1669-6786.
- FIA, 2000. Fundación para la Innovación Agraria. El Acacio (*Robinia pseudoacacia*): una alternativa para producir postes y polines. Ministerio de Agricultura, Santiago de Chile.
- HANONO M., 2001. Construcción en Madera. Cima Producciones Gráficas y Editoriales, Bariloche, Argentina. 155 pp.
- IGARTÚA D., PITER J., 2007. Propiedades físicas de la madera de *Acacia melanoxylon* R. Br. en el sudeste de la provincia de Buenos Aires – Argentina. III Congreso Iberoamericano de Productos Forestales, IBEROMADERA, Buenos Aires. .
- IGARTÚA D., MONTEOLIVA S., 2009. Densidad básica de la madera de *Acacia melanoxylon* R. Br. en relación con la altura de muestreo, el árbol y el sitio. Invest Agrar: Sist Recur For 18(1), 101-110.
- INFOR, cop. 1997. Opciones de procesamiento y trabajabilidad de la madera de acacio falso. Santiago, Chile.
- INFOR, 2001. Instituto Forestal de Chile. Robinia: nueva alternativa de producción Forestal para la zona central. Santiago, Chile.
- IRAM 9518, 1962. Toxicidad, permanencia y eficacia de preservadores de madera. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 12 pp.
- IRAM 9532, 1963. Método de determinación de humedad. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 14 pp.
- IRAM 9542, 1977. Método de ensayo de flexión estática de maderas con densidad aparente mayor de 0,5 g/cm³. Instituto Argentino de Racionalización de materiales. 10 pp.
- IRAM 9543, 1985. Método para la determinación de los valores de contracción de la madera. Instituto Argentino de racionalización de Materiales. 10 pp.
- IRAM 9544, 1985. Método para la determinación de la densidad aparente. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 10 pp.
- IRAM 9547, 1977. Método de determinación de la compresión perpendicular al grano. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 5 pp.
- IRAM 9551, 1985. Maderas: método de determinación de la compresión axial o paralela al grano. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 6 pp.
- IRAM 9570, 1971. Método de ensayo de la dureza Janka. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 6 pp.
- IRAM 9596, 1977. Método de ensayo de corte paralelo a la dirección de las fibras. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 10 pp.
- IRAM 9600, 1998. Preservación de maderas. Maderas preservadas mediante procesos con presión en autoclave. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 23 pp.
- RIVERO MORENO, J. 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 pp.