

**NOTA TÉCNICA**

**Propiedades y utilizaciones de la madera de melina (*Gmelina arborea* Roxb) procedente de árboles plantados en Costa Rica**

Guillermo González Trejos <sup>1</sup>  
 Rafael Serrano Montero <sup>1</sup>

**Resumen**

Se presentan las propiedades físicas, mecánicas y otras características de melina (*Gmelina arborea*) procedente de árboles de plantaciones jóvenes creciendo en Costa Rica. Las propiedades se comparan con las de maderas tradicionales bien conocidas en los mercados de las maderas. Con base en esa información se analizan y se recomiendan algunos usos actuales y potenciales.

**Palabras clave:** *Gmelina arborea*, Peso específico, Elasticidad, Dureza, Construcción, Muebles, Costa Rica.

**Abstract**

**Properties and uses of timber from melina (*Gmelina arborea* Roxb) trees planted in Costa Rica.** The physical and mechanical properties, as well as other characteristics of melina (*Gmelina arborea*) from young trees growing in Costa Rica are presented. The properties are compared with those of traditional timbers well known in the market. Taking into consideration such information, the actual and potential uses of melina are analyzed and recommended.

**Keywords:** *Gmelina arborea*, Specific gravity, Elasticity, Hardness, Building, Furniture, Costa Rica.

**INTRODUCCIÓN**

De acuerdo con Herrera y Quirós (2002), el país cuenta con 164 000 hectáreas de plantaciones de especies maderables para el abastecimiento de las industrias, de las cuales 40% han sido plantadas con melina (*Gmelina arborea* (Roxb)), seguida de teca (*Tectona grandis* L.f.), laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Cham.), pochote (*Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand), pilón (*Hieronyma alchorneoides* Allemao), botarrama (*Vochysia ferruginea* Mart.), pino (*Pinus* spp.) y ciprés (*Cupressus lusitanica*) (Figura 1).



**Figura 1.** Principales especies maderables en plantaciones en Costa Rica (Herrera y Quirós, 2002).

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Costa Rica, [ggonzalez@itcr.ac.cr](mailto:ggonzalez@itcr.ac.cr); [jserrano@itcr.ac.cr](mailto:jserrano@itcr.ac.cr)

A pesar de que la melina presenta un crecimiento muy rápido y representa un cultivo competitivo, la reforestación en Costa Rica con ésta y otras especies ha disminuido, lo cual pone en peligro el futuro abastecimiento de madera para las industrias nacionales y las exportaciones de sus productos (Barquero, 2004).

El propósito de este trabajo, es presentar una recopilación de las propiedades, características y usos actuales y potenciales de la madera de melina procedente de árboles jóvenes de plantaciones industriales en Costa Rica, para procurar un uso más eficiente del material disponible, aumentar el rendimiento, mejorar la calidad y obtener mayores ganancias, de manera que se incentive a los productores para la siembra de árboles, la conservación de los bosques y la industrialización y comercialización de la madera y sus derivados.

La información ha sido recopilada principalmente de los trabajos realizados por el Proyecto FC-011-2000: "Evaluación de las características y propiedades tecnológicas para melina (*Gmelina arborea*) provenientes de plantaciones forestales", que el Centro de Investigación Bosque Industria del Instituto Tecnológico de Costa Rica (CIIBI-ITCR), realiza con la colaboración de la Cámara Costarricense Forestal (CCF) y el apoyo económico del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MICYT) y del Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).

## GENERALIDADES DE LA MELINA

### Nomenclatura

Nombre común: melina (Costa Rica), yemané (Myanmar, Malasia), gomari (India), soh (China), gamar (Bangladesh). Nombre comercial: melina, white teak, gumhar, white beech. Nombre científico: *Gmelina arborea* Roxb (Familia Vervaceae).

### Distribución y hábitat

Se encuentra naturalmente en áreas tropicales y subtropicales de Asia que exhiben una estación seca marcada. Melina se ha plantado en las tierras bajas de varios países de África y la América Tropical (Alfaro, 2000).

### Descripción del árbol

Es un árbol de mediano a grande, deciuo, que en sitios buenos y en plantaciones bien manejadas tiene un fuste largo, recto y claro, con un mínimo de aguzamiento y una copa bien formada. Melina se reconoce como una especie maderable con un crecimiento extraordinariamente rápido. La corteza es lisa, corchosa y de color café claro o grisáceo. El espesor de la corteza es de alrededor de 10 mm.

## DESCRIPCIÓN DE LA MADERA

### Características generales

En la Figura 2 se muestra una fotomicrografía de la cara transversal de melina, junto con una fotografía de la cara tangencial y otra de la cara radial de la madera.



**Figura 2. a.** Corte transversal de *Gmelina arborea* mostrando vasos ocluidos con tílides. (Canessa, 2002); **b.** Cara tangencial y cara radial de tablas de melina.

De acuerdo con Canessa (2002) y Zeledón (2002), en condición verde la albura generalmente se distingue del duramen y en condición seca, no se presenta variación significativa de color. La madera es de color amarillo pajizo claro, algunas veces con tintes rosados. Cuando la madera se seca incorrectamente, puede mancharse y tomar un color grisáceo a café grisáceo.

Los anillos de crecimiento son distinguibles a no distinguibles o ausentes; el grano es típicamente entrecruzado y la textura es mediana. Debido al grano entrecruzado, la madera muestra una figura de bandas anchas en las superficies radiales, algunas veces arcos inconspicuos en las caras tangenciales.

El olor no es característico y el sabor no distintivo. Es una madera de porosidad semicircular o difusa; con poros visibles a apenas visibles a simple vista, homogéneamente distribuidos, solitarios y en múltiples radiales de 2 a 4, escasos racemiformes presentes; los vasos en general no poseen contenidos. Presenta tñides de paredes finas muy abundantes, ocluidos en casi todos los vasos. El parénquima es visible solo con lupa. El parénquima paratraqueal es escaso, vacicéntrico y aliforme, con alas muy cortas, raramente confluyente. Los radios son finos y apenas visibles a simple vista, moderadamente pocos (de 5-13 radios/mm). No presenta estratificación.

### Propiedades físicas

En el Cuadro 1 se presentan las propiedades físicas de la madera de melina en Costa Rica, comparadas con las de la madera de melina de la India. También se compara con especies que son conocidas en el mercado de la madera en Costa Rica y en otras partes del mundo, las cuales presentan un peso específico similar.

**Cuadro 1.** Comparación de las propiedades físicas de la madera de melina (*Gmelina arborea*) en Costa Rica con otras maderas de peso específico similar.

Especie, procedencia y referencias	CHV (%)	PUV (kg/m <sup>3</sup> )	PEB adim.	Contracción total de verde a seco al horno (%)			
				Vol. (%)	Tang. (%)	Rad. (%)	R/T. adim.
Melina <i>Gmelina arborea</i> , Plantaciones, 3 a 12 años, Costa Rica (González <i>et al.</i> , 2002)	121	850	0,39	8,1	5,9	3,1	1/1,9
Melina <i>Gmelina arborea</i> , bosque natural, India (Chudnoff, 1984)	-	-	0,41	8,8	4,9	2,4	1/2,0
Botarrama <i>Vochysia ferruginea</i> , bosque natural Nicaragua (González <i>et al.</i> , 1973)	184	1 040	0,37	13,0	10,8	3,2	1/3,3
Chancho blanco <i>Vochysia guatemalensis</i> , bosque natural Nicaragua (González <i>et al.</i> , 1973)	187	997	0,35	9,2	8,8	2,4	1/3,7
Cedro amargo <i>Cedrela mexicana</i> , bosque natural Colombia (Escobar, 1993)	-	-	0,42	10,1	7,0	3,1	1/2,3
Fruta dorada <i>Virola koschnyi</i> , bosque natural Nicaragua (González <i>et al.</i> , 1973)	90	757	0,42	14,2	8,8	5,0	1/1,8

**Nota:** adim. = adimensional. CHV = contenido de humedad en condición verde o saturada. PUV = peso unitario verde. PEB = peso específico básico (basado en el peso seco al horno y el volumen verde o saturado). Contracción total = desde la condición verde hasta la condición seca al horno. Vol. = contracción volumétrica. Tang. = contracción tangencial. Rad. = radial. R/T = razón de contracciones.

Con respecto al contenido inicial de humedad, en el Cuadro 1 puede observarse que la madera de melina de plantaciones es la que presenta el segundo valor más alto entre las especies comparadas, igual que para el peso unitario verde. Con respecto a las contracciones, la melina exhibe una contracción volumétrica, desde la condición verde hasta la condición anhidra, bastante baja (8,1%). Entre las especies comparadas, es la que presenta la contracción volumétrica menor.

Con respecto a la contracción tangencial, la cual se encuentra ligada a la aparición de torceduras cuando la madera se seca, la melina también exhibe el valor más bajo (5,9%), entre las especies comparadas, pero mayor que el valor de 4,9 % presentado por la melina de la India. El valor de contracción radial de 3,1, es igual al del cedro amargo, el que puede considerarse como un valor bajo, pero mayor también que el valor presentado por la melina de la India. La razón de contracciones de 1/1,9 resulta favorable, la que anticipa pocos problemas relacionados con la aparición de rajaduras, torceduras y otros defectos durante el periodo de secado. Debe aclararse que los valores de estas propiedades se refieren a madera sana y libre de defectos y que la presencia de algunos defectos tales como nudos, médula, madera juvenil y madera de reacción alteran y distorsionan los valores correspondientes.

### Propiedades mecánicas

En el cuadro 2 se comparan las propiedades mecánicas de la melina en condición seca al aire (12% de contenido de humedad), con las de otras maderas de peso específico similar.

**Cuadro 2.** Comparación de las propiedades mecánicas de la madera de melina (*Gmelina arborea*) en Costa Rica con otras maderas de peso específico similar.

Especie, procedencia y referencias	PEB adim.	Flexión estática		Compresión paralela al grano (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cizallamiento paralelo al grano (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dureza lateral (kg)
		MOE (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOR (Kg/cm <sup>2</sup> )			
Melina <i>Gmelina arborea</i> , plantaciones jóvenes Costa Rica (González, 2003)	0.39	69 500	510	298	69.0	234
Melina <i>Gmelina arborea</i> , bosque natural, India (Chudnoff, 1984)	0.41	90 900	660	342		239 a 327
Botarrama <i>Vochysia ferruginea</i> , bosque natural Nicaragua (González <i>et al.</i> , 1973)	0.37	88 400	444	212	57.6	257
Chancho blanco <i>Vochysia guatemalensis</i> , bosque natural Nicaragua (González <i>et al.</i> , 1973)	0.35	85 600	439	203	52.1	223
Cedro amargo <i>Cedrela mexicana</i> , bosque natural Nicaragua (Anónimo, 1992)	0.39	74 000	511	404	57.0	220
Fruta dorada <i>Virola koschnyi</i> , bosque natural Nicaragua (González <i>et al.</i> , 1973)	0.40	90 700	428	190	52.4	202

**Nota:** valores de las propiedades mecánicas en condición seca, ajustados al 12 % de contenido de humedad. Adim. = adimensional. PEB = peso específico básico, basado en el peso seco al horno y el volumen verde o saturado. MOE = módulo de elasticidad. MOR = módulo de ruptura.

Los valores de resistencia de melina de plantaciones en Costa Rica en flexión estática, resultan un poco menores que los presentados por la melina de la India. El módulo de elasticidad de melina es un poco más bajo que el presentado por el cedro, mientras que el módulo de ruptura es prácticamente igual. En compresión paralela al grano, la melina de plantaciones presenta un valor bastante más bajo que el cedro, menor que el presentado por melina del bosque natural, pero superior al presentado por botarrama, chancho blanco y fruta dorada. En cizallamiento paralelo al grano la melina exhibe un valor bastante más alto que el de las maderas utilizadas para comparación. En dureza lateral, la melina presenta un valor mayor que el cedro, la fruta dorada y el chancho blanco, pero algo menor que la dureza presentada por la botarrama.

Comparando el valor de dureza con la melina del bosque natural, se aprecia que la melina de plantaciones de Costa Rica tiene una dureza bastante variable, la cual se sitúa en la parte menor del ámbito de dureza de la melina de la India.

### Características de secado

**Secado al aire.** Se reporta que la madera de melina tiene una velocidad de secado lenta. Tablas recién aserradas de melina de 2,5 cm de grosor secadas al aire a una temperatura promedio de 33°C y 55% de humedad relativa, alcanzaron un contenido de humedad de 18% en 43 días (Anónimo, 1992). Durante el secado se presentaron arqueaduras y acanaladuras moderadas. En la Figura 3 se muestra una forma sencilla para secar al aire las tablas de melina.



**Figura 3.** Secado natural de tablas de melina (*Gmelina arborea* Roxb.) en Guanacaste, Costa Rica.

**Secado en estufa.** Córdoba (2002), indica que en general, durante el secado artificial de la melina, se producen grietas alrededor de los nudos, grietas y rajaduras en los extremos de las tablas, grietas superficiales adyacentes a la médula, y pandeos por presencia de madera de reacción y madera juvenil. También presenta variaciones significativas en el contenido de humedad final. En algunas ocasiones se puede presentar un cambio pronunciado de color, oscureciéndose la madera hasta llegar a un color café chocolate oscuro.

están implementado la práctica de secar la madera de melina y otras especies artificialmente (Figura 4).



**Figura 4.** Tablas de melina (*Gmelina arborea*) secadas al horno listas para ser despachadas. Puntarenas, Costa Rica.

Para la utilización de la madera en muebles, molduras y otros productos de alta utilización generalmente es conveniente secar la madera hasta un 8-10% de contenido de humedad. Algunas empresas en el país

Para optimizar el secado al horno de melina y otras especies se recomienda realizar investigaciones sistematizadas, para el desarrollo de programas de secado específicos para cada especie.

#### **Propiedades de trabajabilidad y acabado**

De acuerdo con Moya (2002), la melina es fácil de aserrar y cortar, ya sea con sierras circulares o con sierras de cinta. Es también fácil de cepillar con herramientas manuales o con máquinas, obteniéndose normalmente una superficie lisa y uniforme. Cuando la madera presenta distorsiones en el grano asociadas a nudos y a la presencia de médula, o presenta madera juvenil y/o madera de reacción, se predispone al desarrollo de grano rasgado y grano velloso. También es fácil de moldurar, tallar y lijar. De acuerdo con Blanco *et al.* (1993), el contenido de sílice de melina creciendo en Costa Rica es de 0,15%. Por su color claro y textura fina a moderada y uniforme, resulta fácil de entintar, barnizar y pintar. De acuerdo con estudios realizados por la Compañía Sur Química de Costa Rica, la melina en comparación con otras maderas como el cedro (*Cedrela spp.*) y el cenizaro (*Samanea saman*) tiene un rendimiento de hasta el cuádruplo cuando se utiliza poliuretano transparente y de aproximadamente una vez y media cuando se utiliza poliuretano pigmentado.

#### **Propiedades de preservación y durabilidad natural**

De acuerdo a Canessa (2003), la madera de melina procedente de las plantaciones puede considerarse como moderadamente resistente a la pudrición. Con respecto al ataque de “termitas”, se considera como una especie resistente. Blanco y Cruz (1999) y Leandro (2002), encontraron que la madera de melina es moderadamente resistente al ataque de “termitas de la madera seca” (*Cryptotermes brevis*).

Con respecto a la preservación, según Leandro *et al.* (2002), la albura de melina puede tratarse mediante métodos a presión y sin presión (inmersión rápida y difusión), obteniéndose generalmente una penetración completa y uniforme. En los tratamientos a presión, el duramen de melina resulta prácticamente impermeable, mientras que en tratamientos de inmersión/difusión con boro, se puede alcanzar una penetración del 100% de la pieza, independientemente del contenido de duramen.

#### **Principales usos**

En general, la madera de melina se utiliza para carpintería, componentes de muebles, tableros contrachapados (“plywood”) de utilidad general, pulpa y productos de papel, tableros de partículas, fósforos, objetos tallados y zapatos de plataforma tipo “zuecos” (Chudnoff, 1984). En Costa Rica la madera se utiliza para la producción de madera para la construcción, tableros listonados y encolados, vigas laminadas y encoladas, marcos de puertas y ventanas, puertas sólidas, puertas tipo celosía, puertas tipo tambor (“flush doors”), tableros contrachapados, pisos internos, pisos para terrazas (“decks”), madera para embalaje, cajas y cajones, tarimas, molduras, lápices, madera para muebles económicos y de alta calidad y artesanías.

En la Figura 5 se muestra una vivienda construida con vigas laminadas y encoladas de melina. La Figura 6 muestra un juego de comedor nítidamente acabado con laqueado natural y algunas partes entintadas.



**Figura 5.** Vivienda de dos plantas construida con horcones y vigas laminadas y encoladas de melina (*Gmelina arborea*) por la compañía Maderas Cultivadas de Costa Rica.



**Figura 6.** Juego de comedor de melina (*Gmelina arborea*), diseñado y realizado por la Mueblería Antreé, San José, Costa Rica.

La melina es una madera que se utiliza bastante en Costa Rica para la elaboración de artesanías como columnas con capiteles tallados, carretas decorativas y juguetes para niños. En la Figura 7 se muestra una casita para pájaros, la cual fue tratada con sales orgánicas de boro y acabada con un impermeabilizante transparente.



**Figura 7.** Casita de melina (*Gmelina arborea*) para aves, diseñada y realizada en el Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Con respecto a la producción de pulpa para papel, Costa Rica ha exportado astillas de melina para la producción de papel para escribir e imprimir y se considera como una especie de primera categoría.

En algunos países, la melina se ha sembrado para la producción de leña para curar tabaco y puede producirse carbón, el cual se quema bien sin producir humo pero deja grandes cantidades de ceniza; su valor calorífico de 4,800 kcal/Kg (Anónimo, 1980). En Costa Rica, la empresa Maderas Cultivadas de Costa Rica ha instalado una planta dendroenergética co-generadora, que utiliza los residuos de melina para cubrir el 100% del consumo de energía calórica para los hornos de secado y el 60% del consumo de energía eléctrica para la operación de los equipos y máquinas de la planta; de esta forma se ahorra gran cantidad de dinero, se mejora el balance económico-energético y disminuye el potencial de contaminación, al no tener que quemar derivados del petróleo (González, 2003).

También se reporta (Anon. 1980) que los frutos, las raíces y las flores de melina, se utilizan en la medicina folclórica de Asia para el tratamiento de diferentes enfermedades; así mismo, las flores de melina producen néctar en abundancia, del que puede producirse miel de alta calidad.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La madera de melina está cubriendo un creciente faltante de materia prima para la industria maderera en Costa Rica, en lo relacionado a una madera de color claro, liviana, fácil de trabajar, ideal para múltiples usos en las industrias de mueblería, construcción, tableros contrachapados, lápices, etc. Además, posee un alto potencial para la elaboración de otros productos como tableros de fibras, tableros de partículas y pulpa para papel.

De igual manera como se ha hecho para melina, se recomienda realizar un estudio de las propiedades de la teca creciendo en diferentes sitios ecológicos del país, para encontrar los que producen la mejor calidad de madera en el menor tiempo posible. También se recomienda realizar esta clase de estudios con otras especies de interés para el desarrollo forestal e industrial del país.

## AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que colaboraron en la realización de este trabajo. A las industrias que proporcionaron información y materiales, especialmente a Maderas Cultivadas de Costa Rica, Forestica S.A. y Pinturas Sur de Costa Rica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, M. 2000. Melina: la madera del futuro. Revista Forestal Centroamericana. no. 29:34-38.
- Blanco, L. 1993. *Gmelina arborea* (melina) de tres edades creciendo en la zona Atlántica de Costa Rica. Informe INII-LPF-79-93. San José, CR, Universidad de Costa Rica. 34 p.
- \_\_\_\_\_. 1999. Evaluación de la resistencia a la degradación por insectos de algunas especies maderables de uso comercial bajo diferentes tratamientos. Inf. Proy. Inv. No. 731-95-251. Laboratorio de Productos Forestales, San José, CR, Universidad de Costa Rica. 16 p.
- Canessa, E. 2000. Ultraestructura de la pared celular en elementos xilemáticos de melina (*Gmelina arborea*) y su relación con los defectos de secado en esta especie. Estudio realizado para la empresa Maderín Eco. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. CIIBI. s.p.
- Canessa, E., 2002. Biodeterioro y preservación de la madera. In Seminario: La Industria y la comercialización de productos forestales en Latinoamérica. INISIFOR –UNA., 1, 2002. Heredia, C.R. p. 135-140.
- Chudnoff, M. 1984. Tropical timbers of the world. Servicio Forestal, USDA. Lab. de Productos Forestales. Madison, Wis, US. 464 p, (Manual agrícola, no. 607).
- Córdoba, R. 2002. Situación actual del secado de la madera de melina en Costa Rica. In Seminario: Industrialización y comercialización de la madera de melina (*Gmelina arborea*) en Costa Rica. San José, CR, ITCR-CIIBI, MICYT, CONICIT, CCF. 14 p.
- González, G. 2002. La importancia de la normalización y la clasificación en el mercadeo de la madera de melina (*Gmelina arborea*) producida en Costa Rica. In Congreso Nacional Forestal, 4, 2002, San José, CR. San José, CR. 15 p. (CD-ROM MINAE-Asociación para la capacitación Forestal).
- González, G.; et al. 2002. Evaluating the strength of finger-jointed lumber of *Gmelina arborea* in Costa Rica. In Recent Advances with *Gmelina arborea*. (disco compacto). Eds. W.S. Dvorak, G.R. Hodge, W.C. Woodbridge and J.L. Romero. Raleigh, US, North Caroline State University.. 6 p. (CD-ROM CAMCORE).
- González, G.; Moya, R. 2003. Ensayos tecnológicos de vigas laminadas de melina. In Seminario: La Industria y la comercialización de productos forestales en Latinoamérica. INISIFOR –UNA., 1, 2002. Heredia, C.R. p. 101-108.



- González, G.; Wiessel, C.; Chaverri, R. 1973. Propiedades y usos de quince especies maderables del noreste de Nicaragua. Investigación sobre el fomento de la producción de los bosques del noreste de Nicaragua. Turrialba, CR, FAO/UNDP; IICA-CATIE. 203 p.
- Herrera, M.; Quirós, J. 2002. El Sector forestal de Costa Rica. In Seminario: Industrialización y Comercialización de la Madera de Melina (*Gmelina arborea*) en Costa Rica. 1, 2002, San José C.R. 19 p (CD-ROM TEC-CCF-FONAFIFO-CONICIT)
- IRENA (Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente). 1992. Fichas Técnicas de maderas nicaragüenses. Managua, NI, Servicio Forestal Nacional. Depto. de Investigación Forestal. Lab. de Tecnología de la Madera. Cooperación Sueca al Sector Forestal. s.p.
- Leandro; L. 2002. Efecto del Manejo Forestal sobre las Características de preservación de la Madera de Melina con dos Métodos de Preservación. Kurú 32 (24-27)
- Leandro, L.; Moya, R. 2003. Efecto del manejo sobre el crecimiento por región de *Gmelina arborea* (melina). In Seminario: La Industria y la comercialización de productos forestales en Latinoamérica. INISIFOR –UNA., 1, 2002. Heredia, C.R. p. 83-90.
- Leandro, L.; Moya, R.; Canessa, E. 2002. Características de la preservación de la madera de melina (*Gmelina arborea*) con el método de inmersión-difusión utilizando boro y el método vacío-presión utilizando CCA-C. Cartago, CR, ITCR. Esc. Ing. Forestal 94 p. (Informe no 6. Proyecto: Evaluación de las características y propiedades tecnológicas para la madera de melina., CIIBI-ITCR, CONICIT, MICYT, CCF).
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía), CR. 2002. The Costa Rican success on forests. Five case studies. San José, CR, MINAE, National Implementation Commission of the NFDPA, National System for Conservation Areas, SINAC, National Fund for Forestry Financing, FONAFIFO, National Forestry Office, ONF and Program on Forests, PROFOR-UNDP. 60 p.
- Moya, R. 2001. Estudio de las propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de la madera de melina (*Gmelina arborea*) creciendo en Costa Rica. Desde el Bosque. Órgano informativo oficial de la Cámara Costarricense Forestal. 3(9):22-27.
- \_\_\_\_\_. 2002. La calidad de la madera de melina (*Gmelina arborea*) en Costa Rica. In Seminario: Industrialización y Comercialización de la Madera de Melina (*Gmelina arborea*) en Costa Rica. 1, 2002, San José C.R. 20 p (CD-ROM TEC-CCF-FONAFIFO-CONICIT)
- \_\_\_\_\_. 2004. *Gmelina arborea* en Costa Rica. Bois et Forêts des Tropiques. 279(1): 47-57.
- NAS (National Academy of Sciences, US). 1980. Firewood crops. Shrub and tree species for energy production. Washington D.C., US, NAS. 237 p.
- Pearson, R.S.; Brown, H.P. 1932. Commercial timbers of India. Their distribution, supplies, anatomical structure, physical and mechanical properties and uses. Calcuta, IN, Gov. of India, Central Publication Branch,. 583 p. (vol 2).
- Serrano, R. 2003. La industria forestal en Costa Rica y su desenvolvimiento. In Seminario: La Industria y la comercialización de productos forestales en Latinoamérica. INISIFOR –UNA., 1, 2002. Heredia, C.R. p. 21-32.
- Zeledón, D. 2002. Evaluación de las características anatómicas de la madera de *Gmelina arborea* creciendo en plantaciones de Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, CR. ITCR. Esc. de Ing. Forestal y Madrid, ES, Universidad Politécnica de. Esc. Técnica Superior de Ingenieros en Montes. Cátedra de Tecnología de la Madera. 105 p.