

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES DE LA SIERRA MAESTRA

PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTIC OF THE WOOD OF FIVE SPECIES IN SIERRA MAESTRA

ING. ALBERTO IBÁÑEZ-DRAKE, DR. C. PEDRO PABLO HENRY-TORRIENTE, ING. JUAN CARLOS ECHAVARRÍA-GARCÍA,
TÉC. MIGUEL SOSA-ARIAS E ING. CELIA GUERRA-RIVERO

Instituto de Investigaciones Agroforestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17 B y 17 C, reparto Siboney,
Playa, La Habana

RESUMEN

Se presenta un estudio sobre las propiedades físico-mecánicas de cinco especies de la Sierra Maestra, el cual forma parte de su caracterización integral. Estas son *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba antillana), *Brosimum alicastrum* (Sw.) Britt. (guáimaro), *Cinnamomum parviflorum* (Nees) Kosterm. (boniato blanco), *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. (bijáguara) y *Zuelania guidonia* (Sw.) Britt. et Millsp. (guaguasí). Los resultados de este trabajo demuestran que la especie *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. (bijáguara) presenta mayor densidad seca al aire, llegando a $0,999 \text{ g/cm}^3$. Los restantes valores fueron inferiores. La relación tangencial radial se comportó favorable en todos los casos, excepto para el guaguasí, donde sobrepasó el 2,2%. En cuanto a las propiedades mecánicas, los mejores valores se lograron para la especie bijáguara, coincidiendo con el valor más alto de densidad seca al aire. Los usos en general se mueven desde la carpintería corriente hasta los objetos torneados. Se destacó entre las especies estudiadas la *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba antillana), cuyo estudio reafirma la calidad tradicional de esta importante especie que crece en los bosques cubanos.

Palabras claves: *Swietenia mahagoni*, *Brosimum alicastrum*, *Cinnamomum*, propiedades físico-químicas, propiedades mecánicas, madera

ABSTRACT

A study is presented on the physical-mechanical property of five species of the Sierra Maestra, which is part of the integral characterization of the same ones. These are: *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (antillean mahogany); *Brosimum alicastrum* (Sw.) Britt. (guáimaro); *Cinnamomum parviflorum* (Nees) Kosterm. Sweet (potato blanco); *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. (bijáguara) and *Zuelania guidonia* (Sw.) Britt. et. Millsp. (guaguasí). The results of this work demonstrate that the species *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. (bijáguara) it presents bigger dry density to the air arriving to 0.999 g/cm^3 , the remaining securities behaved inferior. The radial tangential relationship behaved favorable in all the cases, except for the guaguasí, where it surpassed 2,2%. As for the mechanical estates the best securities were achieved for the species Bijáguara coinciding with the highest value in dry density to the air. The uses in general move from the average carpentry until the lathed objects, standing out among the studied species the *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba del país) whose study reaffirms the traditional quality of this important species that he/she inhabits the Cuban forests.

Key words: *Swietenia mahagoni*, *Brosimum alicastrum*, *Cinnamomum*, mechanical properties, chemicochemical properties, wood

INTRODUCCIÓN

La madera posee un grupo de propiedades muy especiales que la convierten en un recurso casi insustituible para satisfacer las necesidades de la población. Sus múltiples usos se relacionan con la construcción, la

carpintería en todas sus modalidades, decorado interior y exterior, transporte, comunicación, energía, etc. Esta, a diferencia de otros recursos agotables y de muchos años de formación, es renovable a corto plazo.

Durante mucho tiempo el uso de la madera se rigió por principios empíricos que se transmitían de generación en generación. Actualmente se ha evidenciado que este procedimiento no es suficiente para satisfacer a las nuevas y diversas exigencias de la industria de la madera [Barcenas, 1993 y Huerta, 1976].

El estudio científico y tecnológico de las maderas cubanas es de gran importancia porque posibilita determinar nuevos y mejores usos para cada especie, además de reafirmar en algunos casos las ya existentes. Para poder utilizar racionalmente la madera es indispensable conocer con precisión sus características anatómicas, estéticas, físico-mecánicas, tecnológicas y químicas, además de sus anomalías, teniendo en cuenta que para determinados empleos se requieren que reúnan ciertas especificaciones. En Cuba se han realizado numerosos estudios de un grupo importante de maderas; pero en condiciones específicas de sitios y localidades no hay referencias, por lo que el objetivo de este trabajo es brindar la información sobre las propiedades físico-mecánicas de cinco especies maderables que crecen en la Sierra Maestra, y de esta forma definir usos más aconsejables.

MATERIALES Y MÉTODOS

La madera para los ensayos físico-mecánicos se obtuvo en la Sierra Maestra, provincia de Granma, en conjunto con el material botánico, que fue debidamente identificado en el Instituto de Ecología y Sistemática. Los nombres científicos de las especies citadas se obtuvieron de Bisse (1988). Se eligieron cinco árboles al azar de cada una de ellas, que posteriormente fueron procesados para elaborar las probetas de acuerdo con cada una de las normas utilizadas en los diferentes ensayos. Las especies estudiadas fueron *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba antillana), *Brosimum alicastrum* (Sw.) Britt. (guáimaro), *Cinnamomum parviflorum* (Nees) Kosterm. (boniato blanco), *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. (bijáguara), *Zuelania guidonia* (Sw.) Britt. et Millsp. (guaguasi).

En la determinación de la densidad se utilizaron probetas de 3 x 3 x 10 cm de acuerdo con la norma NC-43-37-87: «Determinación

de la densidad. Método de ensayo». Se emplearon un total de 10 para cada especie. Los valores responden a la densidad normal, es decir, peso entre volumen con un 12% de humedad. También se obtuvieron densidades en verde, seco al horno y la básica, esta última peso seco entre volumen verde. Las mediciones se hicieron con un micrómetro, y los valores de pesos se determinaron con una balanza digital Sartorius Multiplato de 0,1 g de precisión. El volumen se determinó por el método esteiométrico. Estas probetas sirvieron también para la determinación de la contracción volumétrica total, según lo establecido por la norma DIN 52 184. En la determinación de las contracciones transversales se utilizaron 12 probetas por especies de 30 x 30 x 15 mm. Se hicieron mediciones sobre los ejes medios en cada sentido, estado verde, seco al aire y seco al horno.

Los ensayos mecánicos se hicieron fundamentalmente en prensas universales, una Avery de nacionalidad inglesa de 1971 de 40 t con cinco escalas, hasta 2 t con lectura directa de 5 kgf, y la segunda, Prensa Universal de 10 Kn Mgl Mod. 0-6800 RFA. Para la flexión estática se empleó un péndulo de nacionalidad germana de 100 Joule Mgl.

Para los ensayos de dureza se utilizó la metodología establecida por la norma NC-43-31-87: «Determinación de la dureza estática. Janka. Método de ensayo». Se utilizaron 10 probetas por especies. Los ensayos para la compresión paralela a las fibras se realizaron según la norma ISO 3787 con probetas de 20 x 20 cm de sección transversal y 50 mm de longitud. En cuanto al ensayo de compresión perpendicular a las fibras, se utiliza la norma ISO 3132, que sus dimensiones en sección transversal y longitud coinciden con los usados con los de paralela. En el primer caso se determinó la resistencia a rotura y en el límite proporcional en compresión perpendicular a las fibras. En ambos casos para todas las especies se utilizaron 10 probetas.

En la flexión estática, cumpliendo lo estipulado en la norma ISO 3133, se ensayaron probetas de 2 x 2 cm de sección transversal y

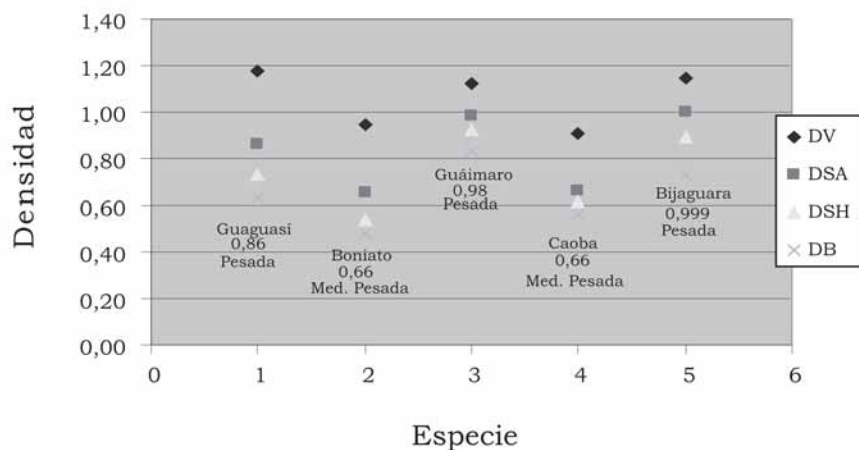
30 cm de largo, con ensayos de 12 probetas por especies. Para la flexión dinámica o tenacidad se ensayaron la misma cantidad de probetas, con los requisitos definidos por la norma NFB 51-009 con probetas de igual dimensión que la anterior. La cizalla se determinó utilizando probetas 10 de 5 x 5 x 6,25 cm, basado en la norma UNE 56-543-88: «Determinación del esfuerzo cortante».

Los resultados se obtuvieron con material acondicionado a un contenido de humedad aproximadamente del 12%; se ajustaron los resultados de las cargas mecánicas mediante correcciones basadas en tablas del Wood Handbook de Luxford, Forest Products Laboratory U.S. Dpto. Agriculture (1940).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los ensayos realizados a las cinco especies maderables demuestran que la densidad normal se comportó entre

0,650 a 0,999 g/cm³, siendo la especie *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. (bijáguara), la que presentó el valor mayor (Fig.). Estos resultados fueron muy similares a los obtenidos por Fors (1975) para las mismas especies. La contracción volumétrica total se comportó generalmente con valores medios, inferiores al 15%. La relación tangencial radial fue favorable en todos los casos, excepto para el guaguasí, donde el valor sobrepasó el 2,2%, lo que indica para esta especie alguna tendencia al atejado durante el secado. Las propiedades mecánicas tuvieron los mayores valores en la especie bijáguara, coincidiendo con el mayor valor de la densidad seca al aire, lo que reafirma la alta relación entre estas dos propiedades. Los usos van de la carpintería corriente hasta los objetos torneados. Se destaca entre las especies estudiadas la *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba antillana), cuyo estudio reafirma la calidad de su madera, avalado por su favorable relación tangencial radial y el uso tradicional de la madera para muebles, decorados interiores y objetos torneados (Tablas 1, 2, 3, 4 y 5).



Comportamiento de las densidades de las especies.

Zuelania guidonia (Sw.) Britt. et Millsp.) (guaguasí)

Características físicas

Los resultados de sus propiedades nos revelan que es una madera pesada. Tiene una relación peso anhidro al volumen verde de

0,630 g/cm³ inferior al valor de 0,70g/cm³ reportado para la misma especie por Torelli (1922), citado por (Bárcenas (1985). Se clasifica como de contracción mediana. La volumétrica total es del 12,6%. La radial total es del 3,93%, y la tangencial total es del 8,64%. Su relación T-R con un valor del 2,2%

se clasifica como desfavorable, pero su higroscopicidad se comporta de forma normal (*Tabla 1*).

Características mecánicas

Fors (1965) la califica de madera bastante resistente, pero no durable. Sus características mecánicas en general se comportan de manera mediana. Su compresión paralela a la fibra con un valor de 581 kgf/cm² y su flexión estática de 1022 kgf/cm² son catalogadas como poco resistentes. Según los resultados en los ensayos de dureza Janka, se considera como blanda con un valor de 793 J; sin embargo, en la prueba de cizalla el valor que sostiene es de 139, y se clasifica como fuerte (*Tabla 1*).

Esta madera puede ser empleada en construcciones en interiores y carpintería corriente. En construcciones de vivienda se recomienda aplicarle tratamientos químicos para evitar el ataque de xilófagos. Considerando su estabilidad dimensional, puede ser recomendada para la elaboración de juguetes, artesanía, ataúdes, *parquets*, lápices, cajas y estuches, además de recubrimientos en interiores.

***Cinnamomum parviflorum* (Nees)**

Kosterm. (boniato blanco)

Características físicas

La madera de la especie se considera medianamente pesada. Tiene una densidad básica de 0,479 g/cm³. Se clasifica como de contracción mediana. La volumétrica total es del 12,14%, la radial total es del 4,77% y la tangencial total es del 7,37%. Se califica medianamente nerviosa con un coeficiente de contracción volumétrica igual a 0,3868. Su higroscopicidad y PSF se comportan de forma normal (*Tabla 2*).

Características mecánicas

Se califica como muy blanda en el ensayo de dureza donde se obtiene un valor de 308 J. La compresión paralela a la fibra tiene un valor de 394 kgf/cm², calificándose de mediana. La flexión estática con un valor de 851 kgf/cm², y la flexión dinámica con uno de 0,7 se clasifican como poco resistente y medianamente resistente, respectivamente; sin embargo, en

el ensayo de cizalla clasifica como fuerte con un valor de 110 kgf/cm² (*Tabla 2*).

Esta madera puede emplearse en carpintería corriente, muebles baratos, *playwood*, núcleos para madera contrachapada, huacales y cajonería. Considerando su favorable relación T/R, puede usarse en la fabricación de hormas para zapatos y juguetes. Se recomienda tratarla con preservadores preventivos antes de usarla, ya que puede ser atacada por xilófagos.

***Brosimun alicastrum* Sw. (guáimaro)**

Características físicas

La especie tiene una densidad seca al aire de 0,984 g/cm³, y la básica de 0,828 g/cm³, clasificándose como pesada. Su contracción es media, siendo la volumétrica total del 14,5%, la radial y la tangencial total del 5,67% y el 8,9%, respectivamente. El punto de saturación de las fibras y la higroscopicidad se clasifican como normal, con valores de 23 y 0,0037, respectivamente (*Tabla 3*).

Características mecánicas

Se califica como madera dura con un valor de la dureza Janka de 1284 kg. Su resistencia mecánica es catalogada de mediana. Su módulo de ruptura en la flexión estática es de 1518 kgf/cm², superior al del *Brosimun costaricanum*, que presenta un valor de 1130 kgf/cm² [Van der. Slooten y otros, 1970] (*Tabla 3*).

Esta madera puede emplearse en diversos usos: construcción (tratada con preservantes), carpintería, implementos agrícolas, fichas de dominó, utensilios deportivos, marcos de puerta, cama de camiones, muebles y cabos de herramientas. Presenta buena aptitud para el laminado [Julca y otros, 1989]. Otros autores la recomiendan para ser utilizada en chapa, duelas, *parquets*, cajas para empaques [Huerta, 1976]. Esta madera presenta buena adherencia de pintura al óleo [López, 1990].

***Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.**

(caoba antillana)

Características físicas

Su madera se clasifica como pesada. Tiene una densidad básica de 0,559 g/cm³ y una

seca al aire de 0,664 g/cm³, inferior a la obtenida por Ibáñez y col. (1990), los cuales apuntan que la especie presenta una densidad moderadamente alta, y toma valores de 0,85 g/cm³ desecada al aire. Se clasifica como de contracción media, la volumétrica total es del 10,3%, la radial total es del 4,0% y la tangencial del 6,3%. Estos valores son superiores a los reportados para la *Swietenia macrophylla* (caoba de Honduras) [Hess, 1950; Dickinson, 1949; Wangaard, 1952] (Tabla 4). Se califica medianamente nerviosa con un coeficiente de contracción volumétrica igual a 0,355.

Características mecánicas

Según los resultados, en el ensayo de dureza la madera se clasifica como blanda; la flexión estática con un valor de 852 kgf/cm² se clasifica como poco resistente; sin embargo, la flexión dinámica está en el grupo de las medianamente resistente (0,5 kgfm/cm²). La cizalla se considera fuerte, y la compresión paralela y perpendicular a la fibra se catalogan de mediana, con valores de 399 kgf/cm² y 154 kgf/cm², respectivamente, muy inferiores a los obtenidos por Ibáñez y col. (1990). Las propiedades mecánicas, con excepción de la flexión dinámica, son mayores a la de *Swietenia macrophylla* de Centroamérica [Vázquez, 1994] (Tabla 4).

De acuerdo con las propiedades estudiadas, la madera de la caoba de Cuba puede ser utilizada en trabajos de carpintería fina, ebanistería de muebles de lujos, interiores de oficinas, embarcaciones, hélices para los aviones, instrumentos científicos y deportivos, para revestimientos y decoraciones, marcos, puertas y ventanas, para estuches e instrumentos de dibujo, hormas, enchapados, trabajos de gavetería, además de objetos torneados e instrumentos musicales. Todos los usos coinciden con los señalados por Fors (1975) e Ibáñez y col. (1990). Esta madera se agrupa en las de alta estabilidad dimensional [Bárcenas 1985]. Existen reportes de la utilización de este género como especie tintórea [Serrano, 1989].

Colubrina arborescens (Mill) Sarg. (bijáguara)

Características físicas

Los resultados de las características físicas revelan una relación peso anhidro al volu-

men verde de 0,734 g/cm³ y una densidad normal de 0,999 g/cm³, clasificándose en sentido general como muy pesada. La contracción es mediana, la volumétrica total es del 15,1%, la radial total del 5,7% y la tangencial total del 9,4%. Se califica de medianamente nerviosa con un coeficiente de contracción volumétrica de 0,4586. Su relación T/R es de 1,63, considerándose como muy estable en cuanto a la estabilidad dimensional y el punto de saturación de las fibras (PSF). Se comporta normal, con una higroscopicidad fuerte de 0,005468 (Tabla 5).

Características mecánicas

La madera, según los resultados en los ensayos, se clasifica como medianamente dura (1086 J); sin embargo, Fors en 1965 la clasifica como dura. En general su resistencia mecánica es catalogada de mediana, aunque la compresión paralela a la fibra tiene un valor de 820 kgf/cm², considerándose superior. Así mismo la cizalla se considera como fuerte con un valor de 197kgf/cm². La flexión estática y la flexión dinámica se consideran medianamente resistentes (Tabla 5).

Considerando sus características estéticas y dureza, puede utilizarse en construcciones, carpintería, muebles, decoraciones, carruajes, carretas, implementos agrícolas, marcos de puerta y ventana, fichas de dominó, cabos de herramientas y objetos torneados. Fors (1965) la recomienda como madera para puentes, traviesas y postes.

En sentido general, con estos resultados se profundiza en los estudios de las características de las especies, lo que reafirma a partir de las propiedades los usos comunes que son de gran importancia sobre todo para la comunidad,

CONCLUSIONES

- La densidad normal se comportó entre 0,650 y 0,999 g/cm³, siendo la especie *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. (bijáguara) la que presenta mayor valor.
- Las especies mostraron en su totalidad una alta estabilidad dimensional y se comportaron los valores de la relación tangencial radial inferior a 2,6, y la anisotropía abso-

luta a 4,71, lo que indica baja tendencia al atejado durante el secado.

- Las propiedades mecánicas tuvieron los mayores valores en la especie bijáguara, coincidiendo con el mayor valor de la densidad seca al aire, lo que reafirma la alta relación entre estas dos propiedades.

BIBLIOGRAFÍA

- BARCENAS, G. 1985: «Recomendaciones para el uso de 80 maderas de acuerdo con su estabilidad dimensional», INIREB Nota Técnica 11:1-18.
- CARRERAS, R.; DECHAMPS, R. 1995: «Anatomía de la madera de 157 especies forestales que crecen en Cuba y sus usos tecnológicos, históricos y culturales», Tervuren. Musee Royal de L'Afrique Centrale. 2T.
- CHUQUICAJA, J.; UCEDA, M. 1989: «Aptitud al laminado de siete especies forestales de la Amazonia Peruana», *Revista Forestal del Perú* (PE) 11(1) 21-30.
- DICKINSON, F.; HESS, R.; WANGAARD, F. 1949: «Properties and uses of tropical woods, I», *Tropical Woods* (US) 95:1-145.
- ESCUZA, P.; TRUJILLO, F. 1989: «Durabilidad natural de cinco especies de la Amazonia Peruana», *Revista Forestal del Perú* (PE) 11(1) 3-10.
- FORS, J. 1965: *Maderas cubanas*, INRA, Cuba, 182 p.
- HESS, R.; WANGAARD, F.; DICKINSON, F. 1950: «Properties and uses of tropical woods, II», *Tropical Woods* (US) 97:1-132.
- HUERTA, J.; BECERRA, J. 1976: «Anatomía microscópica y algunas características físicas de diecisiete maderas tropicales mexicanas», *Boletín Divulgativo INIF* (MX) 46:1-6.
- LÓPEZ, A.; LÓPEZ, J. 1990: «Adherencia de pintura al óleo y al látex con y sin imprimante en nueve maderas tropicales del Perú», *Revista Forestal del Perú* (PE) 12(1): 33-40.
- IBÁÑEZ, A.; MANZANARES, K.; SOSA, M. 1978: *Compendio de 56 especies maderables cubanas, africanas y de otras regiones tropicales*, Instituto de Investigaciones Forestales, La Habana, 180 p.
- MARTÍNEZ, J. L.; MARTÍNEZ-PINILLOS, E. 1996: «Características de maquinado de 32 especies de madera», *Madera y Bosques* (MX) 2(1): 45-62.
- NC 43-27-87: «Propiedades físico-mecánicas. Toma de muestras». Vig. abril 1987.
- NC-43-31-87: «Determinación de la dureza estática. Janka. Método de ensayo». Vig. noviembre 1987.
- NC-43-34-87: «Determinación de la humedad en ensayos físicos-mecánicos». Vig. noviembre 1987.
- SERRANO, G.; TOURNON, J. 1989: «Colorantes vegetales usados por los shipibo-combo en la Amazonia Peruana», *Revista Forestal del Perú* (PE) 11(2): 75-82.
- UNE 56-543-88: «Características físico-mecánicas de la madera: determinación del esfuerzo cortante». Vig. febrero 1988.
- VAN DER SLOOTEN H. J.; GONZÁLEZ, M. 1970: Maderas latinoamericanas. V. *carapa* sp., *Virola koschnyi*, *Terminalia lucida* y *Brosimum costaricanum*, *Turrialba* (VE) 20(4): 503-510.
- VÁZQUEZ I.; PETIT, J. 1994: «Caoba. *Swietenia macrophylla* Kin.», Serie Maderas Comerciales de Venezuela, IFLA (VE) 34:1-44.
- WANGAARD, F.; MUSCHLER, A. 1952: «Properties and uses of tropical woods, III», *Tropical Woods* (US) 98:1-193.
- WANGAARD, F.; KOENLER, A.; MUSCHLER, A. 1954: «Properties and uses of tropical woods, IV», *Tropical Woods* (US) 99:191.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Alberto Ibáñez Drake

Ingeniero agrónomo, fundador del Instituto de Investigaciones Forestales en 1969, dirigió las investigaciones sobre tecnología de la madera, así como importantes servicios científico-técnicos relacionados con esta especialidad para la definición de usos de la madera de diferentes especies maderables, así como en peritajes de madera de importación. Profesor de Mérito de la Academia de Ciencias de Cuba y titular adjunto de la Universidad de Pinar del Río, ha sido formador de varias generaciones de ingenieros forestales. Cumplió importantes misiones en el extranjero. Autor de importantes publicaciones como el *Catálogo sobre las propiedades y usos de la madera de 50 especies* –que resultó Premio Minag en el 2003–, recibió varios reconocimientos por su actividad científico-técnica, entre los que se destacan, de la Academia de Ciencias de Cuba, diploma de reconocimiento a su decisiva contribución al desarrollo de la ciencia y la técnica en Cuba en ocasión del XXV aniversario de su fundación, 1987; Medalla Fernando Ortiz, Ciencia y Técnica de la Revolución, 1987.

ANEXOS

TABLA 1
Propiedades físico-mecánicas de *Zuelania guidonia* (Sw.) Britt. et Mill. (guaguasi)

<i>Propiedades físicas</i>				
<i>Ensayos</i>	<i>Humedad</i>	<i>Expresión</i>	<i>Valor medio</i>	<i>Clasificación</i>
Densidad verde	86,6%	g/cm ³	1,174	Pesada
Densidad seca al aire	12	g/cm ³	0,860	Pesada
Densidad seca al horno	0%	g/cm ³	0,734	Medianamente pesada
Densidad básica		g/cm ³	0,630	Pesada
Contracción volumétrica total	–	%	12,6	Mediana
Contracción radial	–	%	3,93	Mediana
Contracción tangencial	–	%	8,64	Mediana
Relación T-R	–	%	2,2	Desfavorable
Coefficiente de contracción volumétrica total	–	%	0,4698	Medianamente nerviosa
Higroscopicidad	–	%	0,004385	Normal
Punto de saturación de las fibras	–	%	27	Fuerte
<i>Propiedades mecánicas</i>				
Compresión paralela a la fibra	12%	kgf/cm ²	581	Mediana
Compresión perpendicular a la fibra	12%	kgf/cm ²	247	Mediana
Flexión estática	12%	Kgf/cm ²	1022	Poco resistente
Flexión dinámica	12%	kgfm/cm ²	0,7	Medianamente resistente
Cizalla (kgf/cm ²)		kgf/cm ²	150	Fuerte
Dureza Janka	12%	kg	587	Blanda
Lados	12%	kg	635	Blanda
Extremos	12%	kg	545	Blanda

TABLA 2
Propiedades físico-mecánicas de *Cinnamomum parviflorum* (Ness) Kosterm (boniato blanco)

<i>Propiedades físicas</i>				
<i>Ensayos</i>	<i>Humedad</i>	<i>Expresión</i>	<i>Valor medio</i>	<i>Clasificación</i>
Densidad verde	98,1%	g/cm ³	0,949	Pesada
Densidad seca al aire	12%	g/cm ³	0,655	Medianamente pesada
Densidad seca al horno	0%	g/cm ³	0,538	Ligera
Densidad básica		g/cm ³	0,479	Ligera
Contracción volumétrica total	–	%	12,14	Mediana contracción
Contracción radial	–	%	4,77	Mediana
Contracción tangencial	–	%	7,37	Mediana
Relación T-R			1,54	Favorable
Coefficiente de contracción volumétrica total	–	%	0,3868	Medianamente nerviosa
Higroscopicidad	–	%	0,0040	Normal
Punto de saturación de las fibras	–	%	31	Normal
<i>Propiedades mecánicas</i>				
Compresión paralela a la fibra	12%	kgf/cm ²	397	Mediana
Compresión perpendicular a la fibra	12%	kgf/cm ²	83	Mediana
Flexión estática	12%	kgf/cm ²	851	Poco resistente
Flexión dinámica	12%	kgfm/cm ²	0,7	Medianamente resistente
Dureza Janka	12%	kg	308	Muy Blanda
Lados	12%	kg	291	Muy Blanda
Extremos	12%	kg	324	Muy Blanda
Cizalla	12%	kgf/cm ²	110	Fuerte

TABLA 3
Propiedades físico-mecánicas de *Brosimum alicastrum* (guáimaro)

<i>Propiedades físicas</i>				
<i>Ensayos</i>	<i>Humedad</i>	<i>Expresión</i>	<i>Valor medio</i>	<i>Clasificación</i>
Densidad verde	53,3%	g/cm ³	1,120	Muy pesada
Densidad seca al aire	12%	g/cm ³	0,984	Muy pesada
Densidad seca al horno	0%	g/cm ³	0,924	Muy pesada
Densidad básica		g/cm ³	0,828	Pesada
Contracción volumétrica total		%	14,5	Media
Tangencial		%	8,9	Media
Radial		%	5,67	Media
Relación T-R	–	–	1,5	Favorable
Coefficiente contracción volumétrica	–	%	0,62371	Nerviosa
Punto de saturación de las fibras	–	%	23	Normal
Higroscopicidad	–	%	0,0037	Normal
<i>Propiedades mecánicas</i>				
Compresión paralela a la fibra	12%	kgf/cm ²	646	Mediana
Compresión perpendicular a la fibra	12%	kgf/cm ²	361	Mediana
Flexión estática	12%	kgf/cm ²	1518	Mediana
Flexión dinámica	12%	kgf/cm ²	1,0	Medianamente resistente
Cizalla	12%	kgf/cm ²	175	Fuerte
Dureza Janka	12%	kg	1284	Dura
Extremos	12%	kg	1376	Dura
Lados	12%	kg	1192	Dura

TABLA 4
Propiedades físico-mecánicas de *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba de Cuba)

<i>Propiedades físicas</i>				
<i>Ensayos</i>	<i>Humedad</i>	<i>Expresión</i>	<i>Valor medio</i>	<i>Clasificación</i>
Densidad verde	63%	g/cm ³	0,907	Pesada
Densidad seca al aire	12%	g/cm ³	0,664	Medianamente pesada
Densidad seca al horno	0%	g/cm ³	0,612	Ligera
Densidad básica		g/cm ³	0,559	Ligera
Contracción radial	–	–	4,0	Mediana
Contracción tangencial	–	–	6,3	Baja
Relación T-R	–	–	1,6	Normal
Contracción volumétrica total	–	%	10,3	Poca contracción
Coefficiente contracción volumétrica total	–	%	0,35569	Medianamente nerviosa
Higroscopicidad	–	%	0,004278	Fuerte
Punto saturación de las fibras	–	%	30	Normal
<i>Propiedades mecánicas</i>				
Compresión paralela a la fibra	12%	kgf/cm ²	399	Mediana
Compresión perpendicular a la fibra	12%	kgf/cm ²	154	Mediana
Flexión estática	12%	kgf/cm ²	852	Poco resistente
Flexión dinámica	12%	kgf/cm ²	0,5	Medianamente resistente
Dureza Janka	12%	kg	665	Blanda
Lados	12%	kg	649	Blanda
Extremos	12%	kg	789	Blanda
Cizalla	12%	kgf/cm ²	100	Fuerte

TABLA 5
Propiedades físico-mecánicas de *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg. (bijáguara)

<i>Propiedades físicas</i>				
<i>Ensayos</i>	<i>Humedad</i>	<i>Expresión</i>	<i>Valor medio</i>	<i>Clasificación</i>
Densidad verde	46,6%	g/cm ³	1,150	Muy pesada
Densidad seca al aire	12%	g/cm ³	0,999	Muy pesada
Densidad seca al horno	0%	g/cm ³	0,892	Pesada
Densidad básica	45,6%	g/cm ³	0,734	Medianamente pesada
Contracción volumétrica total	–	%	15,1	Mediana
Tangencial	–	%	9,4	Mediana
Radial	–	%	5,74	Normal
Relación T-R	–	–	1,63	Normal
Coefficiente de contracción volumétrica total	–	%	0,4586	Medianamente nerviosa
Punto de saturación de las fibras	–	%	33	Normal
Higroscopicidad	–	–	0,005468	Fuerte
<i>Propiedades mecánicas</i>				
Compresión paralela a la fibra	12%	kgf/cm ²	820	Superior
Compresión perpendicular a la fibra	12%	kgf/cm ²	329	Superior
Flexión estática	12%	kgf/cm ²	1446	Medianamente resistente
Flexión dinámica	12%	kgfm/cm ²	1,0	Medianamente resistente
Cizalla	12%	kgf/cm ²	197	Fuerte
Dureza Janka	12%	kg	1086	Medianamente dura
Extremos	12%	kg	1195	Medianamente dura
Lados	12%	kg	977	Medianamente dura