

# PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES DE LA CORDILLERA DE GUANIGUANICO

DR. PEDRO PABLO HENRY TORRIENTE, ING. ALBERTO IBÁÑEZ DRAKE, TÈC. MARÍA VICTORIA GARCÍA MANTILLA E ING. CELIA GUERRA RIVERO

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

---

## RESUMEN

*En el estudio se relacionan las características físico-mecánicas de cinco especies de la Cordillera de Guaniguanico: Quercus cubana A. Rich (encino), Pithecellobium obovale (A. Rich.) Wr. (encinillo), Zanthoxylum elephantiasis Macfd. (bayúa), Poepiggia procera Presl. (tengue), Pithecellobium arboreum (L.) Urb. (sabicú moruro). Los resultados de la investigación arrojan que la densidad normal es superior en todos los casos a 0,600 g/cm<sup>3</sup>, siendo los valores más altos para el encino, con 0,871 g/cm<sup>3</sup>. Las relaciones de contracción son favorables (1,6), excepto para el tengue, que es ligeramente superior con 1,8. Este resultado supone cambios dimensionales bastante uniformes durante el secado.*

*En cuanto a las propiedades mecánicas se indican mayores valores para el encino y el sabicú moruro, siendo en la flexión estática más de 1000 kgf/cm<sup>2</sup>, y la dureza tangencial como radial por encima de 1000 kg. La compresión, tanto paralela como perpendicular, tuvieron valores máximos de 870 kgf/cm<sup>2</sup> para la bayúa y 363 kgf/cm<sup>2</sup> para el encino.*

Palabras claves: *madera, propiedades físicas, propiedades mecánicas*

## ABSTRACT

*In the study they are related the physical-mechanical characteristics of five species of the mountain range of Guaniguanico: Cuban Quercus A. Rich. (encino), Pithecellobium obovale (A. Rich.) Wr. (encinillo), Zanthoxylum elephantiasis Macfd. (bayúa), Poepiggia eminent person Presl. (tengue), Pithecellobium arboreum (L.) Urb. (sabicú moruro). The results of the research throw that the normal density is superior in all the cases 0,600 g/cm<sup>3</sup>, being the highest securities for the encino, with 0,871 g/cm<sup>3</sup>. The contraction relationships are favorable (1,6) except for the tengue that is lightly superior with 1,8. This result supposes quite uniform dimensional changes during the drying. In mechanical property, they are indicated bigger securities for the encino and the sabicú moruro, being in the static flexion more than 1000 kgf/cm<sup>2</sup> and the tangential hardness as radial above 1000 kg. The compression so much parallel, as perpendicular they had maximum securities of 870 kgf/cm<sup>2</sup> for the bayua and 363 kgf/cm<sup>2</sup> for the encino.*

Key words: *wood, physical property, mechanical property*

## INTRODUCCIÓN

El bosque representa un valioso recurso natural con un alto potencial económico. Dentro de él la madera es uno de los más importantes y utilizados, a pesar de que su uso múltiple se hace cada vez mayor a partir de lo que significan y brindan sus productos forestales no maderables.

Independientemente de las maderas de uso constantes, aún existe un grupo de especies poco conocidas, que de estudiarse con mayor profundidad aportarían un mayor valor agregado a la economía forestal cubana.

La madera, como material heterogéneo, puede variar sus propiedades físico-mecánicas según las condiciones en que se desarrolle. Córdova (2001) señala que esto es debido a factores tales como sitio y condiciones de crecimiento, edad, altura, tasa de crecimiento, ubicación respecto al radio del fuste, prácticas silviculturales y estado fitosanitario.

De ahí la importancia que tiene conocer el desarrollo de determinadas especies en diferentes ecosistemas, para de este modo garantizar la satisfacción de necesidades y mejorar la calidad de vida de los pobladores que la habitan. En el presente trabajo se propone estudiar y profundizar en las características físicas y mecánicas de cinco especies maderables que se desarrollan en la Cordillera de Guaniguanico, en la provincia de Pinar del Río.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La madera para la realización de este estudio se extrajo de la Cordi-

llera de Guaniguanico, en la provincia de Pinar del Río, dividida en Alturas de Pizarras y la Sierra del Rosario y de los Órganos, con el punto culminante en el Pan de Guajaibón, con 699 m de altura. De este macizo se seleccionaron cinco especies, y de cada una se obtuvieron cinco árboles, y se hizo un muestreo al azar. A partir de la muestra obtenida, y considerando las normas utilizadas para los diferentes ensayos, se elaboraron probetas para realizar los estudios físicos y mecánicos. Se estudiaron las especies siguientes: *Quercus cubana* A. Rich. (encino), *Pithecellobium obovale* (A. Rich.) Wr. (encinillo), *Zantthoxylum elephantiasis* Macfd. (bayúa), *Poepiggia procera* Presl. (tengue) *Pithecellobium arboreum* (L.) Urb. (sabicú moruro). Unido a la muestra de madera se colectó el material botánico y se envió al Instituto de Investigaciones Forestales. Este material fue debidamente identificado en el Instituto de Ecología y Sistemática de la Academia de Ciencias de Cuba.

Para la determinación de la densidad se utilizaron probetas de 3 x 3 x 10 cm en correspondencia con la norma NC-43-37-87 «Determinación de la densidad. Método de ensayo». Fueron utilizadas un total de 10 para cada especie. Los valores responden a la densidad verde, normal, seca al horno y básica. Las mediciones se hicieron con un micrómetro, y los valores de peso con una balanza digital Sartorius Multiplato de 0,1 g de precisión. El volumen se determinó por el método estereométrico. 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, tangenciales y radiales se utilizaron 15 probetas por especies con dimensiones de 30 x 30 x 15 mm.

Las pruebas mecánicas se hicieron en la prensa universal Avery de 40 t. En caso de la flexión estática se utilizó una prensa de 1 t, y para la dinámica un péndulo de 100 J.

Para el ensayo de dureza se empleó la metodología establecida por la norma NC-43-31-87 «Determinación de la dureza estática Janka. Método de ensayo». Se utilizaron 37 probetas para las cinco especies: diez de encino, siete de encinillo, cinco de bayúa, siete de tengue y ocho de sabicú moruro.

Los ensayos de la compresión paralela a las fibras se realizaron según la norma ISO 3787 con probetas de 20 x 20 de sección transversal y 50 mm de longitud. En cuanto al ensayo de compresión perpendicular a las fibras, se utilizó la norma ISO 3132, cuyas dimensiones en la sección transversal y longitud coinciden con las probetas de paralela. En el primer caso se determinó la resistencia a la rotura, y en el segundo la resistencia al límite proporcional de las fibras. Para cada prueba se emplearon 54 probetas distribuidas de la siguiente forma: 10 de encino, 12 de encinillo, 12 de bayúa, 10 de tengue y 10 de sabicú moruro.

En el ensayo flexión estática se determinó el módulo de ruptura con la norma ISO 3133, donde se ensaya-

ron probetas de 2 x 2 cm de sección transversal y 30 de largo, de ellas ocho de encino, diez de encinillo, doce de bayúa, seis de tengue, nueve sabicú moruro. Para la flexión dinámica o tenacidad se siguieron los requisitos definidos por la norma NFB 51-009, que utiliza probetas de las mismas dimensiones. En total se ensayaron ocho de encino, seis de encinillo, doce de bayúa, seis de tengue y nueve de sabicú moruro. Los resultados de cada una de las pruebas mecánicas fueron referidos al 12% de humedad a partir de los coeficientes utilizados al respecto.

Para la densidad normal y la flexión estática se hizo un análisis de varianza con un nivel de significación de 0,05, con el paquete estadístico SPSS versión 11.5.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados de los ensayos físicos (*Tabla 1*) arrojan que la densidad normal promedio para todas las especies es superior a 0,650 g/cm<sup>3</sup>. Los valores de los descriptivos fundamentales se pueden observar en la *Tabla 3*. La *Fig. 1* muestra una gráfica del comportamiento de cada una de ellas, donde el valor más alto resultó para el encino, con 0,871 g/cm<sup>3</sup>, y el más bajo para el encinillo, siguiendo los datos en todos los casos una distribución normal. En la *Tabla 4* el análisis de varianza refleja que existen diferencias estadísticamente significativas para las especies; mas las comparaciones demuestran que no existen entre el tengue y el encinillo (*Tabla 5*). Las relaciones de contrac-

ción se presentan en la Fig. 2, siendo por lo general favorables con valor de 1,6; sin embargo, el tengue se aleja ligeramente llegando a 1,8. Este

resultado supone cambios dimensionales bastante uniformes durante el secado, y por tanto poca posibilidad de grietas y alabeos.

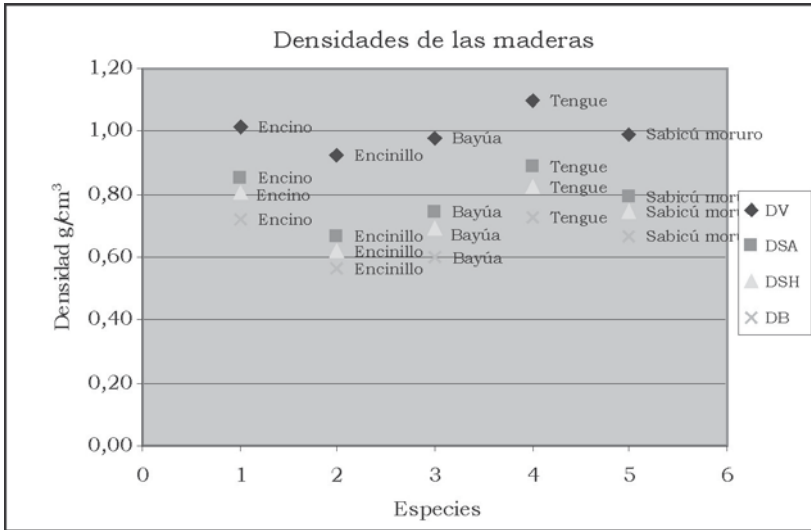


Fig. 1. Densidad normal de la madera.

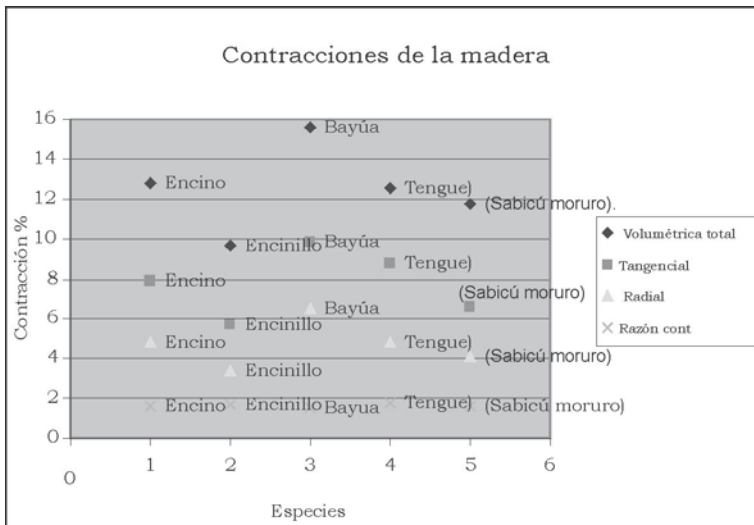


Fig. 2. Contracciones de la madera.

**TABLA 1**  
**Propiedades físicas de las especies estudiadas**

Propiedades físicas	<i>Quercus cubana</i> A. Rich. (encino)	<i>Pithecellobium obovale</i> (A. Rich.) Wr. (encinillo)	<i>Zantthoxylum elephantiasis</i> Macfd. (bayúa)	<i>Poepiggia procera</i> Presl. (tengue)	<i>Pithecellobium arboreum</i> (L.) Urb. (sabicú oruro)
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )					
Verde	1,016	0,922	0,980	1,100	0,992
Normal	0,852	0,669	0,746	0,891	0,791
Seca al horno	0,805	0,621	0,692	0,821	0,743
Básica	0,718	0,566	0,601	0,729	0,665
Contracción (%)					
Volumétrica total	12,800	9,650	15,600	12,560	11,770
Tangencial	7,900	5,710	9,800	8,800	6,611
Radial	4,800	3,370	6,500	4,800	4,125
T/R	1,640	1,690	1,500	1,800	1,603
Anisotropía absoluta	3,100	2,340	3,300	4,000	2,486
Coefficiente de contracción volumétrica	0,450	0,435	0,540	0,506	0,455
Punto de saturación de las fibras	27,000	22,500	17,100	24,800	26,000
Higroscopicidad	0,005	0,004	0,001	0,004	0,004

En cuanto a las propiedades mecánicas, se indican mayores valores para el encino y el sabicú moruro, siendo la flexión estática más de 1000 kgf/cm<sup>2</sup>, y la dureza, tanto tangencial como radial superior a 1000 kg de Janka. La compresión paralela y perpendicular tuvieron valores máximos de 870 kgf/cm<sup>2</sup> para la bayúa, y 363 kgf/cm<sup>2</sup> para el encino (Tabla 6 y Fig. 3).

En las Tablas 6, 7 y 8 se presenta la estadística descriptiva y un análisis de varianza para la flexión, indicando la existencia de diferencias estadísticamente significativas para las especies en general (Tabla 8). En las pruebas de comparación (Tabla 8) se aprecia no existencias de diferencias para una probabilidad mayor de 0,05 entre el tengue y el encinillo, tengue y bayúa, y sabicú moruro y encino.

**TABLA 2**  
**Propiedades mecánicas de las especies estudiadas**

Propiedades mecánicas	<i>Quercus cubana</i> A. Rich. [encino]	<i>Pithecellobium obovate</i> (A. Rich.) Wtr. [encinillo]	<i>Zarathoxylum elephtariasis</i> Macf. [bayúa]	<i>Poeygia proera</i> Presl. [tengue]	<i>Pithecellobium arboreum</i> (L.) Urb. [sabicú moruro]
Compresión paralela a las fibras [kgf/cm <sup>2</sup> ]	666,000	411,000	870,000	712,000	630,000
Compresión perpendicular a las fibras [kgf/cm <sup>2</sup> ]	363,000	172,000	159,000	272,000	251,000
Tenacidad [kgfm/cm <sup>2</sup> ]	0,610	0,240	0,310	0,860	1,350
Flexión estática [kgf/cm <sup>2</sup> ]	1152,000	869,000	870,000	1174,000	1324,000
Dureza Janka	Total	1257,500	539,000	320,000	793,000
	Radial [kg]	1223,000	542,000	329,000	842,000
	Tangencial [kg]	1292,000	536,000	311,000	744,000

**TABLA 3**  
**Resultados de la estadística descriptiva para la densidad normal de las especies**

Especie	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	CIV	Varianza
Encino	8	0,83	0,90	0,8679	0,01948	2,24	0,000
Encinillo	10	0,64	0,75	0,6841	0,04140	6,05	0,002
Bayúa	12	0,69	0,79	0,7526	0,03240	4,32	0,001
Tengue	10	0,85	0,91	0,8926	0,01898	2,12	0,000
Sabicú moruro	10	0,75	0,98	0,8242	0,07736	9,38	0,006

**TABLA 4**  
**Análisis de varianza para la densidad normal de las especies**

DSN Anova

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intergrupos	0,298	4	0,075	39,632	0,000
Intragrupos	0,085	46	0,002		
Total	0,383	50			

**TABLA 5**  
**Prueba de comparación para la densidad normal de las especies**

Duncan<sup>ab</sup>

ESPDEN	N	Subconjunto para $\alpha = 0,05$			
		1	2	3	4
Encinillo	10	0,6841			
Bayúa	10		0,7526		
Sabicú moruro	10			0,8242	
Encino	10				0,8679
Tengue	10				0,8926
Sig.		1,000	1,000	1,000	0,210

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a) Usa el tamaño muestral de la media armónica = 9,960.

b) Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

**TABLA 6**  
**Resultados de la estadística descriptiva para la flexión estática**

Especie	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	CV	Varianza
Encino	8	834,00	1746,00	1158,0000	304,54509	26,29	92747,714
Encinillo	8	490,00	1218,00	900,7500	245,12606	27,21	60086,786
Bayúa	8	611,00	1326,00	950,1250	246,32640	25,29	60676,696
Tengue	8	630,00	799,00	701,7500	69,28152	9,82	4799,929
Sabicú moruro	8	1104,00	1559,00	1312,8750	138,28897	10,53	19123,839

**TABLA 7**  
**Análisis de varianza para la flexión estática**

Anova

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intergrupos	2174090,249	4	543522,562	11,627	0,000
Intragrupos	2056839,017	44	46746,341		
Total	4230929,265	48			

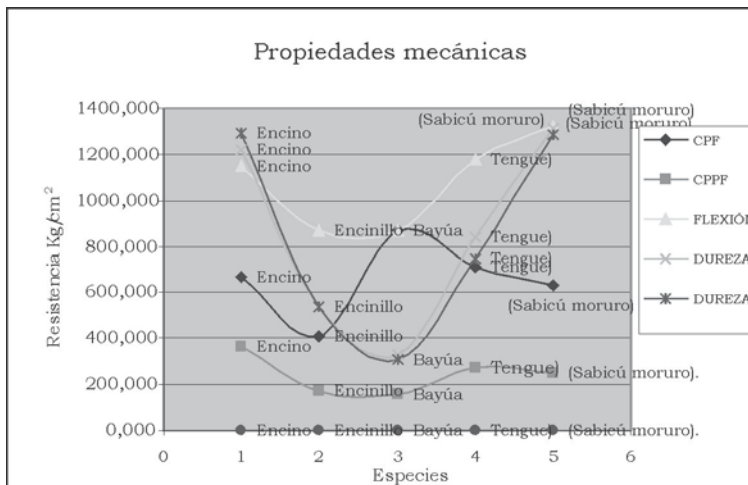


Fig. 3. Propiedades mecánicas de la madera.

**RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES POR ESPECIES**

**Quercus cubana A. Rich. (encino)**

*Características físicas.* La madera del encino tiene una densidad normal de 0,852 g/cm<sup>3</sup>, ligeramente inferior a lo obtenido por Fors (1965) y Soler (2004), quienes indican un valor para la especie alrededor de los 1000 kg/m<sup>3</sup>. La densidad verde es de 1,016 g/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad del 42,8, y la básica de 0,718 g/cm<sup>3</sup>, por

lo que se clasifica como una madera pesada. Estos resultados son comparables a los obtenidos por Sotomayor (2002) para 20 especies de *Quercus*, cuyas densidades básicas se comportaron entre 0, 560 y 0, 820 g/cm<sup>3</sup>.

La contracción volumétrica total es media con 12,18%, y las contracciones transversales son medianas con 4,8 para la radial y 7,8 para la tangencial. La relación tangencial-radial es de 1,64 normal, y el coeficiente de contracción volumétrica es

de 0,45, clasificándose como medianamente nerviosa. La higroscopia es fuerte.

*Características mecánicas.* El resultado de las características mecánicas arroja que la compresión paralela a las fibras es alta, y la perpendicular es baja, con valores de 666 y 333 kgf/cm<sup>2</sup> respectivamente. Su flexión estática de 1152 kgf/cm<sup>2</sup> y la dinámica de 0,61 kgf/cm<sup>2</sup> clasifican como mediana y medianamente resistente. La dureza Janka, tanto radial como tangencial, es muy alta, llegando a valores que superan los 1200 kg. Fors (1965) la clasifica como una madera dura, pesada, resistente y durable.

La madera del encino, según sus características, puede ser usada para la construcción en general, principalmente en rollo, aspecto que reafirma lo apuntado por Fors (1965), al señalar su empleo en horcones para casas rústicas, traviesas, postes, etc. Puede ser empleado igualmente para marcos de puertas y persianas, además como madera estructural en diferentes construcciones.

***Pithecellobium obovale* (A. Rich.)  
Wr. (encinillo)**

*Características físicas.* Es una madera semipesada con una densidad normal de 0,669 g/cm<sup>3</sup>, algo inferior a lo señalado por Fors (1965), que reportó 820 kg/m<sup>3</sup>. Presenta una densidad verde de 0,922 g/cm<sup>3</sup> y una básica de 0,566 g/cm<sup>3</sup>.

La contracción volumétrica total es pequeña con 9,65%, e igualmente lo son las transversales, tangenciales y radiales, con 5,71 y 3,37% respectivamente. La relación tangencial-

radial es normal, al igual que la higroscopiedad. El coeficiente de contracción volumétrica es medianamente nerviosa, y el punto de saturación de las fibras es bajo, con 22,5.

*Características mecánicas.* La compresión paralela y perpendicular a las fibras tienen valores bajos y medios respectivamente. Las flexiones estática y dinámica son pequeñas y poco resistentes respectivamente. La dureza es media tanto en sentido tangencial como radial. Fors (1965) señala que por sus características tecnológicas es fácil de trabajar: madera veteadada, con textura media, grano grueso, además de presentar una durabilidad media.

Las características de esta madera la hacen útil para construcciones interiores, sin soportes de pesos, además de muebles como mesas, sillas, estantes, etc. Fors (1965) expone que puede ser utilizada en traviesas, postes, leña para combustibles, etc.

***Zanthoxylum elephantiasis*  
Macfd. (bayúa)**

*Características físicas.* La madera de bayúa tiene una densidad normal de 0,746 g/cm<sup>3</sup>, clasificándose como semipesada. Esta densidad es similar a los valores obtenidos por Fors (1965) de 380 y 900 kg/m<sup>3</sup>. La densidad verde de la especie es de 0,980 g/cm<sup>3</sup>, y la básica y seca al horno de 0,601 y 0,692 g/cm<sup>3</sup> respectivamente.

La madera presenta una contracción volumétrica total de 15,6%; sin embargo, el resultado de la relación tangencial-radial indica una baja tendencia al atejado. El coeficiente de contracción volumétrica es de 0,54,

clasificándose como medianamente nerviosa, y la higroscopicidad es débil con 0,0006. El punto de saturación de las fibras es bajo, con 17,1.

*Características mecánicas.* Es una madera semipesada con una compresión paralela a las fibras alta y una perpendicular baja, reportando valores de 530 y 159 kgf/cm<sup>2</sup>. La flexión estática y dinámica se clasifica como baja, siendo la última poco resistente. La dureza, tanto radial como tangencial, es baja, con valores inferiores a los 350 kg de dureza Janka. Fors (1965) dice que es una especie difícil de trabajar, dura y resistente a los insectos, además de alcanzar un buen pulimento.

Los usos de la especie, atendiendo a sus propiedades, indican que dada su estabilidad dimensional, el buen pulimento y las vetas, debe ser utilizada en muebles, en mesas interiores y gavetas. Fors (1965) apunta sus usos en traviesas, postes, escaleras y marcos de puertas y persianas.

### ***Poepiggia procera* Presl. (tengue)**

*Características físicas.* La madera del tengue se considera en sentido general pesada con una densidad normal de 0,856 g/cm<sup>3</sup>. Este valor es algo superior al reportado por Fors (1965), que obtuvo 825 kg/m<sup>3</sup> para la especie. La densidad verde, seca al horno y básica fueron de 1110; 0,821; y 0,729 g/cm<sup>3</sup> respectivamente.

Es una madera de contracción media con un valor de 12,6%, siendo también medios los valores transversales tangenciales y radiales con 8,8% y 4,8% respectivamente. La relación tangencial-radial es de normal

a ligeramente alta, con 1,8, indicando un cuidado medio cuando se seca después de ser aserrada. El coeficiente de contracción volumétrica se clasifica como medianamente nerviosa con 0,506, y la higroscopicidad se considera normal con 0,0042.

*Características mecánicas.* La madera, según los resultados en el ensayo de dureza, tanto tangencial como radial, se clasifica como alta y muy alta respectivamente, siendo una especie dura. Los valores de las compresiones paralelas y perpendiculares a las fibras son de 712 y 272 kgf/cm<sup>2</sup>, clasificándose como alta y baja respectivamente. La flexión estática, con un valor de 1174 kgf/cm<sup>2</sup>, se clasifica como mediana. La flexión dinámica está en el grupo de las medianamente resistentes, con un valor de (0,86 kgfm/cm<sup>2</sup>).

Los resultados de las propiedades indican usos en mangos de herramientas, traviesas y algunas construcciones rurales. Fors (1965) señala que puede ser utilizada como decorado interior, y la clasifica como una especie no durable.

### ***Pithecellobium arboreum* (L.) Urb. (sabicú moruro)**

*Características físicas.* La madera de esta especie se considera pesada con una densidad normal de 0,791 g/cm<sup>3</sup>. Este valor es algo inferior a lo reportado por Fors (1965), que ofrece un rango entre los 900 y 1000 kg/m<sup>3</sup>. Su densidad verde, seca al horno y básica tienen valores de 0,992; 0,743 y 0,665 respectivamente. Esta última es muy similar a la obtenida por Sotomayor (2002), de 650 kg/m<sup>3</sup>.

Se considera una especie de contracción media con 11,77%, siendo los valores de las contracciones transversales medios, la tangencial 6,6 y la radial 4,125. El coeficiente de anisotropía es de 1,6 normal, y su anisotropía absoluta es también baja. Tiene un coeficiente de contracción volumétrica mediano y la higroscopicidad es normal. Estos resultados auguran una gran estabilidad dimensional durante el secado.

*Características mecánicas.* Esta madera, según Fors (1965), es de color pardo rojizo opaco, muy dura y pesada, de textura media y grano recto y durable. La dureza de esta especie es muy alta, tanto radial como tangencial, superando los 1300 kg de Janka. Presenta una flexión estática mediana y una muy alta tenacidad, superando esta última los 1,35 kgfm/cm<sup>2</sup>, por lo que se considera una especie muy resistente. Las compresiones paralelas y perpendiculares a las fibras tienen valores de 630 y 251 kgf/cm<sup>2</sup>, clasificándose como mediana y baja respectivamente. Los resultados de la especie son en todos los casos superiores a los obtenidos por Sotomayor (2002).

Los resultados de esta especie la hacen apta para la carpintería en blanco, específicamente marcos de puertas y persianas. Se recomienda, dada su tenacidad, sea ampliamente utilizada en aplicaciones que exigen choques, vagones, mangos de herramientas, traviesas de ferrocarril, paletas para puertos, etc. Fors (1965) considera que puede ser usada en traviesas y postes.

## CONCLUSIONES

- Los resultados de las propiedades físicas reflejan que las maderas de este macizo tienen una densidad media y una relación tangencial-radial normal que infiere pocas deformaciones durante el secado.
- Basado en las propiedades físicas y mecánicas de la madera, se puede señalar que las especies de este macizo tienen diferentes usos, y que abarcan desde la carpintería en macizo hasta en blanco, y por lo tanto se pueden resolver los problemas locales.
- Continuar realizando estudios con otras especies de los diferentes macizos montañosos con el objetivo de ampliar la gama de especies que han de utilizar para uso de la comunidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS: «Paint, Naval Store, Cellolose, Wax, Polish, Wood, Acoustical Materials», Sandwich and Building Contruccion, Fire tests, Part 4, Philadelphia, 1955.
- DEL RISCO, E.: *Los bosques de Cuba. Su historia y características*, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 1995.
- FORS, J.: *Maderas cubanas*, Ed.. INRA, La Habana, 1965.
- GARCÍA, J. M. ; PEDRO P. HENRY; MARÍA V. MANTILLA: »Pérdida de humedad de la madera de cinco especies de importancia económica del macizo montañoso Sagua-Nipe-Baracoa», IV Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Naturales, SINFOR 2006, La Habana.
- IBÁÑEZ, A.: *Propiedades y usos de 50 especies maderables que crecen en Cuba* (propuesta a premio Academia 2001), La Habana, 2002.
- NC 43-27:87 «Propiedades físico-mecánicas».

*Pedro P. Henry et al.*

SOLER, M.: *Mil maderas II*, Editorial de la UVP, 2004.

NORMAS ISO-1975 «Draft International Standard» ISO 3133, ISO 3137.

SOTOMAYOR, J. R.: «Tabla Fitecma de clasificación de características mecánicas de maderas

mexicanas», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, 2002.

UNE 56-540-78 «Características físico-mecánicas de la madera: interpretación de los resultados de los ensayos. Norma española», 1978.