

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE PROPIEDADES FISICO-MECANICAS Y CONSERVACION DE LA MADERA DE *Erythrina* sp. (BUCARE)

A. IBAÑEZ, CARIDAD HERNANDEZ, RAQUEL CARRERAS,
M. SOSA, F. MARTINEZ, C. SOSA, L. J. CORDERO Y J. M. GARCIA*

RESUMEN

Este trabajo trata sobre el estudio de las propiedades físico-mecánicas y el secado artificial e impregnación con sales hidrosolubles de la madera de la especie *Erythrina* sp., comúnmente llamada Búcare, la cual abunda en áreas cafetaleras, fundamentalmente en zonas de las provincias orientales.

Los ensayos realizados se basaron en normas internacionales y métodos convencionales utilizados en el país.

Los resultados muestran la limitada posibilidad de empleo que tiene esta madera, cuestión que es evidente al compararse con especies blandas como la *Spondias mombin* L. (jobo) y la *Bursera simaruba* (almácigo).

INTRODUCCION

Erythrina sp. (Búcare) es una especie forestal de relativa abundancia en las zonas cafetaleras, principalmente de las provincias de

Santiago de Cuba y de Guantánamo, donde se siembra para dar sombra al café. En otras zonas de las provincias orientales también se encuentran en cantidades explotables.

Se conoce que en épocas prerrevolucionarias se trató de emplear el Búcare, pero su alta susceptibilidad al ataque de hongos e insectos, así como las deformaciones y otros daños que sufre la madera durante su uso, determinaron que su utilización fuera muy limitada.

En la actualidad es una preocupación del Área Forestal, Café y Cacao, el darle empleo a esta especie, por lo cual le fueron enviados al Centro de Investigación Forestal (CIF) 2 m³ de madera, para llevar a cabo los estudios pertinentes, cuyos resultados se exponen en este trabajo. Se debe señalar que el carácter preliminar del mismo está determinado, fundamentalmente, por el pequeño volumen de madera utilizado para los ensayos; no obstante, los resultados obtenidos permiten trazar líneas de trabajo que se podrán perfeccionar en ensayos posteriores.

MATERIALES Y METODOS

La madera para ensayo se recibió de la provincia de Santiago de Cuba, específicamente de áreas cafetaleras del municipio de Segundo Frente.

El volumen maderable fue de, aproximadamente, 2 m³ seccionados en cantidades iguales de tabloncillos de 50 mm, y tablas de 25 mm de grosor, los cuales tenían anchos y largos variables.

Su contenido de humedad fue extremadamente alto, mayor de un 150 %, lo que permitió recibir un material sin ataques de hongos e insectos.

Debido a que no se contaba con el material botánico, fue imposible su identificación taxonómica; no obstante, podría decirse que se trata de la especie *Erythrina poeppigiana*, Walp. OF. Cook., por ser ésta, dentro de dicho género, la que con mayor frecuencia se utiliza para dar sombra al café y al cacao, aunque esto es sólo una conjetura, basada en las informaciones con que se cuenta.

Características generales de la madera

La madera de Búcare recién cortada no presenta diferenciación apreciable entre el duramen y la albura; tiene anillos de crecimiento medianos, visibles a simple vista; textura gruesa, fibras largas y rectas, a veces onduladas. Grano grueso, vasos muy grandes, visibles sin ayuda de lupa u otro instrumento, radios medulares bastante

grandes, que ofrecen un mallado agradable a la vista con abundante parénquima.

Su color es blanco amarfilado, y pasa a amarillo crema con el tiempo; no posee lustre, olor ni sabor apreciables.

La madera presenta en sección transversal porosidad difusa, con poros mayormente solitarios, en ocasiones en parejas, grupos pequeños o ambos, con una baja densidad: 1-2 por mm^2 , y diámetro tangencial muy grande ($\bar{x} = 0,2 \text{ mm}$).

Tiene elementos de los vasos muy cortos ($\bar{x} = 0,2 \text{ micra}$), placa perforada simple, punteaduras simples, alternas y ovaladas.

Posee parénquima axial paratraqueal en bandas confluentes muy abundantes.

Presenta radios medulares homogéneos, simples y compuestos, muy largos, con 4-9 micras, frecuentemente seis células de ancho: 116,48 micras.

Las fibras están dispuestas irregularmente, de forma más bien ovalada en la sección transversal, largas (1 625-2 325 μm , $\bar{x} = 1 948 \text{ mm}$), con paredes gruesas, relación P/L/P = 6/5/6.

Propiedades físico-mechnicas

En esta parte se brindan los resultados obtenidos en los estudios de propiedades físico-mecánicas de la Ervthrina sp. Los ensayos se realizaron siguiendo los lineamientos que establecen las normas internacionales establecidas al efecto.

Normas y ensayos realizados

En la confección de las probetas para los diferentes ensayos y para la realización de los mismos, se siguieron las normas ISO, DIN y NF.

Los ensayos físicos que se efectuaron fueron:

- Densidad
- Contracción lineal (radial y tangencial)
- Contracción volumétrica total.

A partir de los datos obtenidos en diferentes condiciones de humedad, de acuerdo con las normas internacionales, fueron calculados otros parámetros como:

- Relación T/R (contracción tangencial y radial)

- Higroscopicidad de la madera
- Coeficiente de contracción volumétrica
- Punto de saturación de las fibras

En las propiedades mecánicas se determinaron:

- Dureza JANKA (axial-lados)
- compresión paralela a las fibras (kgf/cm^2)
- flexión estática (kgf/cm^2)
- Tensión perpendicular a las fibras (kgf/cm^2)
- Hienda (kgf/cm).

Todos los ensayos físicos y mecánicos se realizaron con probetas acondicionadas, en un clima de 65 ± 3 % de humedad relativa, y $20 \pm 2^\circ\text{C}$ de temperatura, lo cual garantizó que la madera adquiriera un equilibrio de la humedad de, aproximadamente, 12 %.

En todos los ensayos mecánicos se aplicó un factor de corrección para variaciones en cada 1 % de humedad; estos factores varían de acuerdo con los esfuerzos para cada tipo de ensayo y son los indicados en el Agriculture Handbook No. 72, del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos.

Los valores de las propiedades físicas se obtuvieron en función del peso anhidro y peso verde, y los de las propiedades mecánicas, aplicando las fórmulas clásicas de la mecánica para tales casos.

Para su mejor evaluación y comprensión, se consideró oportuno referir los datos en comparación con otras especies conocidas de propiedades similares a la estudiada; en este caso se tomó la Bursera simaruba (almácigo) y la Spondias mombin L. (jobo), cuyas posibilidades de uso en función de sus propiedades son también limitadas.

RESULTADOS

Propiedades físicas (Tabla 1).

Propiedades mecánicas (Tabla 2).

Como complemento a los estudios que se realizaron fue enviada parte de la madera a la Industria Ligera, donde se realizaron pruebas para la fabricación de lápices.

En la Tabla 3 se expresan los resultados comparativos del Búcare del país con el de Venezuela y especies blandas cubanas.

TABLA 1. Propiedades físicas.

Ensayo	Especie			
	Búcare		Almácigo	
(1)	Valor medio (2)	Clasificación (3)	Valor medio (4)	Clasificación (5)
Densidad 12 % (kg/m ³)	316	Bajo	340	Bajo
Contracción volumétrica total (%)	9,7	Bajo	7,0	Bajo
Contracción lineal (%):				
Tangencial	7,2		7,0	
Radial	2,5		3,0	
Relación T/R	2,8	Muy alto	2,3	Muy alto
Higroscopicidad (%)	0,0020	Normal		
Coefficiente contracción volumétrica (%)	0,352	Normal		
Punto de saturación de las fibras (%)	27	Normal		

TABLA 2. Propiedades mecánicas.

Ensayo	Especie			
	Búcare		Almácigo	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
Compresión paralela a las fibras. Módulo de ruptura (kgf/cm^2)	177-240-318	Muy baja	498-514-530	Mediana
Compresión perpendicular a las fibras. Límite proporcional (kg/cm^2)	23-32,0-46,8	Muy baja	56-119-151	Baja
Dureza:				
- axial	148	Muy baja	220	
- tangencial	98	Muy baja	163	
- radial	111	Muy baja	176	
(kgf)				
Tensión perpendicular a las fibras (kg/cm^2)	7,4	Poco resistente		
Hienda (kg/cm^2)	2,57	Poco resistente		
Flexión estática. Módulo de ruptura	347	Muy baja	620	Baja
Flexión dinámica (kgf/cm^2)	0,23	Muy baja	0,30	Muy baja

TABLA 3. Análisis comparativo de los ensayos en la Erythrina sp. en Cuba y Venezuela, con el almácigo y el jobo.

Ensayo	<u>Erythrina</u> sp. (Búcare)		<u>Bursera</u> <u>simaruba</u>	<u>Spondias</u> <u>mombin</u>
	Cuba	Venezuela	(almácigo)	(jobo)
Densidad 12 % (kg/m ³)	316	280	340	540
Contracción tangencial (%)	7,2	7,23	7,0	6,0
Contracción radial (%)	2,5	3,48	3,0	3,0
Relación T/R (%)	2,8	2,08	2,3	2,0
Contracción volumétrica Total (%)	9,7	12,2	7,0	10
Compresión perpendicular (kgf/cm ²)	3,2	-	119	87
Compresión paralela (kgf/cm ²)	240	183	514	342
Flexión estática (kgf/cm ²)	347	401	620	696
Tenacidad (kgf/cm ²)	0,23	0,48	0,30	0,76
Dureza				
- extremo	148	211	220	-
- lateral (kg)	104	122	169	-

DISCUSION

Los valores obtenidos para la densidad al 12 % de humedad, se consideran bajos (316 kg/m^3) para esta misma especie; el laboratorio de Productos Forestales de Venezuela informa valores aún más bajos de 280 kg/m^3 . Estas cifras son menores que las del almácigo y el jobo, 340 y 540 kg/m^3 , respectivamente, lo cual indica que las propiedades mecánicas de esta especie son más bajas.

La contracción volumétrica total es baja (9,7 %) en comparación con la encontrada en Venezuela (12,2 %); sin embargo, la relación de los datos tangenciales y radiales, 7,2 y 2,5 %, se consideró muy alta, lo que significa que esta madera es difícil de secar por las deformaciones que podría sufrir.

En las propiedades mecánicas, la compresión paralela del Búcare es muy baja (240 kgf/cm^2), algo más alta que la informada por Venezuela y apenas llega a la mitad del esfuerzo informado para el almácigo (514 kgf/cm^2).

La flexión estática indica un valor que es también muy bajo (347 kgf/cm^2). La dureza del Búcare está considerada como muy baja (148 kgf/cm^2). En los extremos y en las caras (104 kgf), el almácigo presenta valores más altos (220 y 168 kgf , respectivamente).

Los ensayos mecánicos realizados a esta especie arrojan valores muy bajos, lo que trae como consecuencia que la misma no sea apta para utilizarla en trabajos de construcciones y carpintería en exteriores.

Como resultado de los ensayos realizados por la Industria de Elaboración de la Madera de la Industria Ligera, con el objetivo de utilizar el Búcare para la fabricación de lápices, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- a) El lápiz presenta poca resistencia a la flexión.
- b) La superficie después de lijada es áspera y rugosa.
- c) Las pruebas de acabado (pintura) resultaron negativas, ya que con 21 capas y lija intermedia presentan defectos.

Por lo anterior se puede concluir que esta madera no resulta apropiada para la fabricación de lápices.

Estudios de conservación de la madera

Atendiendo a la alta susceptibilidad de la especie Erythrina sp. (Búcare) al ataque de hongos e insectos, se consideró prudente la determinación de los programas de tratamiento, tanto en secado artificial como la impregnación a presión en autoclave.

Ambos aspectos coadyuvan a dar una mayor posibilidad de empleo a una especie que, como ya fue analizado anteriormente, tiene muy poca resistencia a los esfuerzos.

La madera recibida evidencia una característica que resulta ventajosa y desventajosa al mismo tiempo. Se refiere al alto contenido de humedad que la especie maderable en estudio puede acumular en estado verde.

Este alto contenido de agua es ventajoso en un período posterior a la tala, pues disminuye la posibilidad de que la madera sea atacada por la mayoría de los agentes xilófagos (insectos y hongos destructores de la madera), lo cual permite disponer de un margen de tiempo para su transporte, elaboración y tratamiento preservador de acuerdo con el método que se establezca.

Por otra parte, esta característica resulta muy desventajosa en la transportación, debido al gran peso de la madera verde; es decir, si en condiciones de un 12 % de humedad, la madera tiene un peso de 316 kg/m^3 , al llegar, por ejemplo, al 100 %, el peso se ve aumentado como mínimo en tres veces (948 kg/m^3).

Secado artificial

Debido al pequeño volumen de madera disponible, sólo se pudo realizar un ensayo con tablas de 50 mm de espesor; no obstante, se tomaron como antecedentes los resultados anteriores en especies parecidas a la Erythrina ϕ , como son la Bursera simaruba (almácigo) y la Spondias mombin (jobo).

Atendiendo a las cuestiones que se detectaron durante el secado, sobre todo las relacionadas con las deformaciones aparecidas, el programa que se obtuvo resulta básico para la realización de ensayos futuros en este campo y con esta especie.

Tiempo de calentamiento = 5 horas

Tiempo de secado real, = 40,40 horas

Tiempo de acondicionamiento = 6 horas

Tiempo total de secado = 51,40 horas

TABLA 4. Programa básico del secado artificial para la Erythrina sp.

Etapa	Humedad de la madera (%)	Temperatura seca (°C)	Diferencia psicométrica (°C)	Equilibrio de humedad (%)	Humedad relativa (%)	Duración de la etapa (h)	
Calentamiento inicial		30	2	16	82	-	
		36	2	17	85	1	
		42	2	17	86	1	
		48	2	17	87	1	
		54	2	18	91	1	
		60	2	18	92	1	
Secado	30	60	2	18	92	-	
	30-25	80	2	16	92	10,30	
	25-23	80	3	14	87	4,20	
	23-19	80	4	13	84,5	5,30	
	19-18	80	5	11,5	79,5	2,50	
	18-15	80	6	10,5	75,5	6,10	
	15-14	80	8	9	68	3,45	
	14-11	80	11	7,5	59,5	7,35	
	Acondicionamiento	80	80	11	7,5	59,5	-
		80	80	4,5	12	81,5	6

Impregnación a presión

Se realizó un examen previo de la madera que se iba a someter a estudio por parte de la Ing. Cecilia Guerra, especialista del Departamento de protección de la Flora y la Fauna. Esto se hizo con el objetivo de determinar los hongos que ya estaban atacando la madera y el resultado de dicha observación fue el siguiente:

Hongos detectados: Diplodia sp.

Fusarium sp.

Penicillium sp.

Aspergillus sp.

Trichoderma viride

Todos pertenecientes a la clase Deuteromycetes u hongos imperfectos, causantes de manchas profundas y superficiales, así como enmohecimiento en la madera. Estos hongos sólo alternan el color, sin influir significativamente en las propiedades mecánicas de la madera.

En los estudios relacionados con la preservación mediante el empleo de productos químicos, fue empleada la sal hidrosoluble de la RDA Dohnalit V, adecuada para maderas que no se instalan en contacto con el suelo.

Se realizaron los ensayos utilizando cinco variantes de tratamiento, cada uno de ellos con tres tablas de 50 mm de espesor y 1 mm de longitud.

La retención bruta media obtenida en cada variante se relaciona a continuación:

Variante A = 3, 15 kg/m³

" B = 9,04 kg/m³

" C = 19,54 kg/m³

" D = 19,14 kg/m³

" E = 20,53 kg/m³

Se considera que atendiendo al tiempo establecido durante el tratamiento, así como a la retención obtenida, la cual se adecua al uso planificado, la variante que se ha de aplicar es la B, cuyo programa se ofrece a continuación:

- vacío inicial de 0,5 kgf/cm² durante 30 minutos
- presión mantenida de 9 a 11 kgf/cm² durante 10 minutos

- Vacío final de $0,5 \text{ kgf/cm}^2$ durante 15 minutos
- concentración de la solución = 4%
- Retención esperada = $8-11 \text{ kgf/m}^3$ ■

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de los diferentes ensayos realizados permiten concluir lo siguiente:

a) La madera de Búcare sin preservar, puede ser usada en huacales de frutas y vegetales, así como en artículos de juguetería menor, y preservada, en interiores de viviendas, divisiones, muebles baratos, forros de muebles y cajas de colmenas para la apicultura.

b) La madera sometida a secado, debe ser elaborada en anchos no mayores de 15 cm con el objetivo de evitar las deformaciones.

c) Antes de la aplicación del programa básico de secado artificial, la madera debe ser presecada naturalmente según la norma ramal para el almacenamiento de la madera a cielo abierto, hasta que alcance un contenido de humedad alrededor de 27% ; esto, además del significativo ahorro de energía, contribuye a disminuir las pérdidas por deformaciones.

Durante el proceso de secado natural la madera debe ser tratada preventivamente, según normas establecidas.

d) Teniendo en cuenta que los resultados de este trabajo han puesto en evidencia la limitada posibilidad de usos de esta madera, se recomienda lo siguiente.

- Que se continúe investigando con un volumen mayor de madera y de diferentes dimensiones en los aspectos de preservación Y secado, que permitan elaborar objetos y probarlos en condiciones prácticas.
- Que se investigue la posibilidad de utilización de esta madera para la fabricación de tableros madera-cemento.
- Puntualizar con exactitud desde el punto de vista botánico, la especie a que pertenece esta madera.

ABSTRACT

PRELIMINARY STUDY ON THE *Erythrina* sp.(BUCARE) WOOD PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES AND CONSERVATION

This paper deals with physical and mechanical properties, as well as artificial seasoning and wood impregnation with hydrosoluble salts of the *Erythrina* sp. (commonly known as Bucare) wood. These species abound in the coffee- tree areas, mostly in the western provinces of Cuba.

Trials were based on international standards and conventional methods used in the country.

Results show the limited use of this type of wood when it is compared to other softwoods such as *Spondias mombin* L. (hog plum) and *Bursera simaruba* (almácigo).

BIBLIOGRAFÍA

- ALAIN, HERMANO. 1951. The woods and Flora of the Florida keys: "Pinnatae". Smithsonian Contribution to Botany (Washington) 5.
- CARDOSO MARTINEZ, DAMARIS. 1981. investigación sobre secado artificial y la impregnación de tablas de *Erythrina* sp. (Búcare). Pinar del Río, UDIF. (Trabajo de Diploma).
- VENEZUELA. 1959. Descripción y propiedades de algunas maderas Venezolanas. IFLAIC, Boletín Informativo Divulgativo (Venezuela), agosto.
- GUTIERREZ, A. 1969. Características físico-mecánicas de las maderas españolas. Madrid, Ministerio de la Agricultura.
- ROIG, J. 1965. Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos. 3 ed. La Habana, Consejo Nacional de Universidades.
- VENEZUELA. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. 1972. Estudio tecnológico de 104 maderas de los altos llanos occidentales. Laboratorio Nacional de Productos Forestales, marzo.