

INFORME PREPARADO PARA EL  
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD (ICE)

*N* INVESTIGACION PARA LA SUSTITUCION DE LA  
MADERA DE POCHOTE (*BOMBACOPSIS SP*) EN LA  
FABRICACION DE ENCOFRADOS

Preparado por el  
Laboratorio de Productos Forestales-CATIE

Basado en la labor de  
Juan Bosco Tuk D.

Abril, 1975

**RESUMEN**

El estudio de la madera de Pochote (Bombacopsis quinata) fue solicitado con el interés de sustituir esta madera en la confección de encofrados, por otra madera de menor costo. Debido a que no se había realizado ninguna investigación tendiente a determinar los valores de propiedades físicas y mecánicas, ni las características anatómicas de esta madera, se paso a determinar estos valores.

Los resultados obtenidos, revelaron una serie de valores y características poco comunes, no conociéndose hasta el momento otra especie de madera semejante.

Especies alternas requieren un tratamiento adicional para servir de igual forma que el Pochote. La especie más adecuada para sustituirlo es la de Lechoso (Brosimum utile), la cual deberá ser secada y preservada previamente antes de ser usada. El costo de esta madera, más los costos de los dos procesamientos indicados no alcanzan el 70 % del costo unitario de la madera de Pochote.



**CONTENIDO**

	<i>Página</i>
1. - <i>Introducción</i> .....	1
2. - <i>Procedimiento experimental</i> .....	1
3. - <i>Resultados experimentales y discusión</i> .....	2
4. - <i>Conclusiones y recomendaciones</i> .....	6
<i>Bibliografía</i> .....	7
<i>Apéndice I: Descripción macro y microscópica de la madera de Pochote</i> <i>(<u>Bombacopsis quinatum</u>)</i> .....	8

**CUADROS**

<i>Cuadro 1. Propiedades físicas de la madera de Pochote en comparación con especies que pueden sustituirle</i> .....	3
<i>Cuadro 2. Propiedades mecánicas de la madera de Pochote en comparación con especies que pueden sustituirle</i> .....	5

## 1.- INTRODUCCION

El uso de especies maderables con propiedades únicas no había justificado hasta el momento la investigación básica de nuestras maderas. Actualmente debido a: la disminución de frecuencia de dichas especies en el bosque, a la elevación de los costos, etc., ha permitido el tratamiento de especies para corregir sus deficiencias y adaptarlas en usos específicos.

La madera de Pochote ha sido a través de los años, la madera de uso común en condiciones tales que los cambios de humedad severos no alteran la estabilidad dimensional de las piezas. Por eso ha encontrado aplicación en todos aquellos elementos de construcción en los cuales se deben minimizar las variaciones tales como marcos de puertas y ventanas y en el encofrado de concreto en las cuales la tolerancia de dimensiones es muy pequeña.

El costo de esta madera es elevado (actualmente \$5.00 la pulgada tablar) y por su agotamiento en el bosque continuará elevándose, por tal motivo se investigó con el fin de encontrar especies maderables sustitutas de menor costo.

## 2.- PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 2.1 La madera de Pochote que se ensayó se cortó en la provincia de Guanacaste en los bosques próximos al volcán Rincón de la Vieja.
- 2.2 Procedimiento de muestreo. Una vez tumbado el árbol se marcaron trozas de 1.70 metros de longitud, en todo el largo comercialmente aprovechable, se midieron los diámetros en el extremo superior de cada troza y se calcularon los porcentajes acumulativos de los diámetros al cuadrado. Luego la selección de la troza se hace por número al azar. De la troza se obtuvo un tablón de 10 centímetros de grueso.
- 2.3 Ensayos físicos y mecánicos. Una vez en el Laboratorio se cortaron cuadros de 8 x 8 cm con una de las caras paralelas a la corteza (estos suplen el material necesario para los ensayos) y se estibarón con separadores de 2.5 cm en cuadro para su secado en un lugar cubierto con buena ventilación. Del material que llegó al Laboratorio se tomó muestras para determinar las propiedades físicas.
  - 2.3.1 Ensayos físicos. Los ensayos físicos incluyen determinación del peso específico básico, peso unitario verde, contracción volumétri-

ca, contracciones radial y tangencial, razón de contracciones y puntos de saturación de las fibras y contenido de humedad inicial.

2.3.2 Ensayos mecánicos. Los ensayos mecánicos incluyen:

- a) Flexión estática.
- b) Compresión paralela.
- c) Esfuerzo cortante máximo paralelo al grano.
- d) Dureza.
- e) Compresión perpendicular.
- f) Resistencia máxima a la extracción de clavos.

Todos los ensayos se hicieron siguiendo la norma dada por la American Society of Testing and Materials designación: 143, "Prueba de muestras pequeñas de madera sana, libre de defectos".

### 3.- RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

#### 3.1 Secado

La madera de Pochote es extremadamente difícil de secar. Especímenes de 8 x 8 cm de sección con los extremos sellados para evitar la pérdida de humedad axial, fueron puestos a secar al aire, en una zona cubierta pero con buena ventilación. Las reglas se apilaron y fueron espaciadas con separadores bien alineados de 2.5 x 2.5 centímetros en cuadro. El contenido de humedad inicial de la madera se determinó por el método de secado al horno y se llevaron controles quincenales de la pérdida de peso. Estos controles se continuaron hasta que la diferencia entre dos pesadas consecutivas no fuera mayor de 1 por ciento.

Se pudo comprobar que al llegar las reglas a peso constante, se había formado un anillo seco de 2.0 cm de espesor promedio a través del cual la humedad de la madera variaba de una humedad de equilibrio con el ambiente hasta llegar a condición verde a la profundidad indicada.

Debe observarse que este fenómeno ocurre únicamente en la zona de duramen, no así en la parte de la albura.

La madera de duramen que se secó totalmente en muestras pequeñas a 12 % de contenido de humedad en un cuarto con ambiente climatizado (65 por ciento de humedad relativa y 20 ° C de temperatura) sufrió severos defectos de se cado, principalmente grietas.

### 3.2 Propiedades físicas.

La madera de Pochote (Bombacopsis quinata) es moderadamente pesada. Presenta un peso específico de 0.428 en base a peso seco al horno y volumen verde, semejante a la madera de Lechoso (Brosimum utile) (véase cuadro N° 1). Con respecto a la contracción volumétrica es bastante menor, con un valor de 4.87 respecto a Lechoso, la razón de contracciones al 12 % (1/1.91) y la de contracción seca al horno (1/1.7) que presenta el Pochote, son ambas más favorables que en el Lechoso.

Los puntos de saturación de las fibras fueron: para contracción radial y tangencial 22 y 24 por ciento de contenido de humedad respectivamente.

Cuadro N° 1. Propiedades físicas de la madera de Pochote en comparación con especies que pueden sustituirle

ESPECIE	Peso específico		Contracción* volumétrica	Contracciones**		Puntos de saturación.	
	Básico	Verde		Radial	Tang.	Radial	Tang.
Pochote <u>Bombacopsis quinatum</u>	0.428	0.936	4.87	1.084	1.323	21.8	24.46
Lechoso <u>Brosimum utile</u>	0.411	0.774	10.0	1.60	4.20	21.8	30.7
Ciprés <u>Cupressus lusitanico</u>	0.435	-	8.0	3.43	5.42	23.6	25.7

\* De verde a seco al aire.

\*\* De verde a seco al horno.

### 3.3 Propiedades mecánicas

En el cuadro N° 2 se muestran los resultados obtenidos para las propiedades mecánicas de Pochote y las de dos maderas que pueden sustituirle tomando en cuenta estas propiedades.

La resistencia a la extracción de clavos es significativamente mayor para la madera de Lechoso, así como el módulo de elasticidad y el esfuerzo al límite proporcional en flexión estática. La madera de Ciprés presenta en cambio un módulo de elasticidad bajo debido a un comportamiento más elastoplástico desde tempranos niveles de carga.

La dureza que presenta la madera de Pochote no puede compararse con la de otras especies por cuanto la superficie externa de las muestras estaban secas a 18 % de contenido de humedad aproximadamente.

Cuadro N° 2. Propiedades mecánicas de la madera de Pochote en comparación con especies que pueden sustituirle.

ESPECIE	FLEXION ESTATICA		COMPRESION PARALELA			COMPRESION perpendicular Lat - $\sigma$ LP		PURF7A		Retención de clavos de 5.0 cm longitud kg	Constante t max. kg/cm <sup>2</sup>
	$\sigma$ LP kg/cm <sup>2</sup>	ruptura kg/cm <sup>2</sup>	E x 10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma$ LP kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma$ máximo kg/cm <sup>2</sup>	E x 10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Axial kg	Lateral kg		
Pochote* <u>Bombacopsis quinata</u>	289	445	74.9	173	234	55.9	34	250	289	34.1	71
Lechoso** <u>Prosopium utile</u>	301	498	101.0	149	219	95.5	24	271	204	50.5	48.8
Ciprés** <u>Cupressus Lusitanico</u>	237	450	58.0	106	235	72.-	-	259	178	-	43

\* AL 58 % de contenido de humedad.

\*\* En condición verde.



#### 4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 4.1 La madera de Pochote tiene una gran estabilidad dimensional debido a su dificultad de secado originada en la formación de un anillo impermeable.
- 4.2 Entre las especies conocidas actualmente, no se reporta ninguna con características semejantes.
- 4.3 Las especies alternas tomando en cuenta los factores de estabilidad dimensional, propiedades físicas, propiedades mecánicas y costo son: Lechoso (Brosimum utile). Esta es una especie que forma "manchas puras" en los bosques del Pacífico Sur, también se puede presentar mezclado con otras especies en la zona norte del país. La madera de Ciprés no es una especie abundante en el presente pero se recomienda por presentar propiedades semejantes a las de Pochote y ser recomendada para la reforestación del país.
- 4.4 El secado de la madera a la humedad a la cual estará a equilibrio con el ambiente (de 15 a 20 %) es imperativo para obtener resultados positivos. La preservación por inmersión en un tanque con algún agente preservante es recomendable para obtener una formaleta que permita su reutilización.
- 4.5 Observaciones sobre la preservación. Para la madera de Lechoso se recomienda un proceso de preservación de baño caliente y frío, por ser un sistema económico y adecuado al propósito que será destinada la madera. La madera de esta especie es de fácil penetración y de buena retención.

La madera de Ciprés es de difícil penetración y de retención menor que la de Lechoso.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Anónimo. *Annual Book of A.S.T.M., Designación D 143, Parte I, Philadelphia, 1970.*
2. González G., Wiessel C., Slooten H.J. van der. *Propiedades de cuatro especies maderables de Costa Rica, Ciprés, Gavilán, Lechoso, Vainilla. Laboratorio de Productos Forestales-CATIE. 1972. (Mimeografiado).*
3. Wiessel C., Krones M. *Preservación de traviesas de Lechoso (Brosimum utile) por el método de baño caliente y frío. Laboratorio de Productos Forestales-CATIE. 1974. (Mimeografiado).*

**APENDICE I (\*)**

DESCRIPCION MACRO Y MICROSCOPICA  
DE LA MADERA DE POCHOTE  
(BOMBACOPSIS QUIIATUM)

---

(\*) Esta investigación fue realizada por Luis Fdo. Ramírez-Botánico anatomista.

Nombre científico: Bombacopsis quinatum

Nombre vulgar : Pochote

Origen de la muestra: Costa Rica, provincia de Guanacaste (Liberia), finca Guachipelín (Faldas del volcán Rincón de la Vieja), a una altura de 700 mts sobre el nivel del mar. Bosque húmedo tropical, según Holdridge.

Descripción del árbol: árbol de grandes dimensiones, altura promedio de 100 pies, fuste grueso, más amplio en la parte media, cubierto de espinas pronunciadas, sobre todo cerca de la base. Hojas digitadas, compuesta de 5 folíolos generalmente, peciolo largo y baina amplia. El fruto es una cápsula seca que al explotar libera cantidad de pelusa marrón, suave, donde se encuentran sus semillas.

#### Descripción de la madera

Características generales: marcada diferencia de coloración entre albura y duramen; en condición verde la albura es de color gris parduzco y el duramen anaranjado fuerte (oscuro); en condición seca la albura es gris naranja, el duramen anaranjado fuerte. La albura de la muestra utilizada presenta como promedio 6 cm, lo que equivale a un 55 %. Existe fuerte ataque de hongos en albura que produce manchas gris oscuro, casi negro.

Anillos de crecimiento: regularmente diferenciados por bandas oscuras, su recorrido es regular a través del disco y se presentan de 4 a 6 / 2,5 cm (1 pulgada) con un promedio de 5.

Grano: entrecruzado.

Textura: mediana.

Lustre: regular a bajo.

Figura: no existe.

Olor y sabor: no característicos, aunque mantiene cierto olor a humedad ya que conserva esta en sus capas internas, después de expuesta al aire por un largo tiempo.

#### Descripción macroscópica

Poros: fácilmente visible a simple vista; moderadamente grandes (de 0,15 - 0,30 mm); porosidad difusa, con zonas irregulares de alta y baja concentración

sobre todo en albura, que determina el término o inicio de un anillo de crecimiento. Existen muy pocos poros (promedio 10/10 mm<sup>2</sup>, rango 6 -17), de los cuales un 85 % son solitarios de forma oval y un 15 % múltiples radiales especialmente (de 2 a 6 poros conectados radialmente) y muy pocos en sentido tangencial. Contienen estos poros numerosos tálides de paredes delgadas que taponean insistentemente estas cavidades.

Parénquima: visible con lupa, apotraqueal difuso; muy irregular el tamaño de las células y su color más claro, contrasta con las fibras oscuras. La concentración de parénquima no cambia en el duramen, sin embargo en la albura hay diferencias con respecto a los anillos.

Radios: los hay finos, no visibles a simple vista; algunos medianos (de 0,5 a 0,10 mm) generalmente visibles a simple vista. La concentración de radios es baja, 28/5 mm lineales como promedio, rango 23-33/5 mm.

Otros: Tanto los radios, como las fibras y el parénquima, en corte tangencial presentan una disposición estratificada a manera de pisos.

### Descripción microscópica

Poros/vasos: diámetro tangencial, 190  $\mu$  como promedio, ámbito 120-296  $\mu$ ; elementos de los vasos medianos en longitud, promedio 354  $\mu$ , ámbito 272 - 454  $\mu$ . Platinas de perforación regularmente inclinadas: perforaciones tanto simples como múltiples, estas últimas con 2-5 barras.

Se presentan numerosas tálides, de paredes delgadas y un tipo de goma color vino muy abundante. Punteado intervascular alterno, las punteaduras son de forma opuesta al resto de los elementos: las aperturas son incluidas y de forma lenticular. El punteado radio-vascular es semejante al intervascular.

Radios: predominan los radios multiseriados, de 2 a 4 células de ancho (algunos con más); altura promedio 12 células, rango de 7 a 30, o 362  $\mu$ , rango 295-1022  $\mu$ ; a menudo aparecen radios exageradamente largos, con respecto a los demás, lo que se manifiesta en un máximo anormal: los radios cada cierto trecho aparecen fusionados longitudinalmente dando el aspecto de un solo radio sumamente grueso, su disposición es estratificada y en corte longitudinal radial se observan células envolventes bien definidas. Radios multiseriados heterogéneos, tipo II (con colas uniseriadas más cortas que la parte multiseriada y de células erectas).

Fibras: largas, longitud promedio 1831  $\mu$ , ámbito 1285-3000  $\mu$ , diámetro promedio 36  $\mu$ , ámbito 19-54  $\mu$ ; diámetro del lumen 26  $\mu$  (ámbito 12-45  $\mu$ ); espesor promedio de la pared 4.48  $\mu$ , ámbito 2,39 - 7,15  $\mu$ .

Coefficiente de flexibilidad de Peteri:  $P = 51,16$ ; factor de Runkel = 0,33, lo que lo coloca en el grupo II catalogada como buena para pulpa y papel. Fibras de aspecto fusiforme y sumamente septadas a través de toda su longitud.

Inclusiones orgánicas e inorgánicas: cristales romboédricos de oxalato de calcio en los radios y células parenquimatosas.

Contiene una goma color vino en los espacios intercelulares y dentro de los poros, la cual da problemas de manchas, así como lentitud en el secado de la madera.

