

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA
LABORATORIO DE PRODUCTOS FORESTALES

INFORME FINAL

"PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS MADERAS DE POCHOTE,
GUANACASTE Y GENÍZARO PROVENIENTES DEL RALEO DE
PLANTACIÓN DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL FORESTAL
HORIZONTALS EN GUANACASTE

IA1-048



CENÍZARO / GENÍZARO

1999



POCHOTE



GUANACASTE

ING. FLORE DE MARIA MUÑOZ UMAÑA
ING. BERNY VALVERDE CUBERO



CRÉDITOS

- **Donación de material y aserrío:** Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste, Costa Rica.
- **Transporte de material:** Biólogo Luis Cruz Meléndez y Técnico Pedro Rojas Camacho. Laboratorio de Productos Forestales. Instituto de Investigaciones en Ingeniería. Universidad de Costa Rica.
- **Preparación de muestras para ensayos:** Técnico Pedro Rojas Camacho.
- **Otros colaboradores:**

Licda. María Isabel Carpio Malavassi

Ing. Christian Villalta Calderón

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. OBJETIVO.....	4
4. METODOLOGÍA	4
4.1 ACTIVIDADES GENERALES	4
4.2 CONSIDERACIONES ESPECIALES	5
5. RESULTADOS.....	6
5.1 POCHOTE (<i>Bombacopsis quinatum</i>)	6
5.2 GUANACASTE (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	9
5.3 CENIZARO O GENÍZARO (<i>Pithecollobium Saman</i>)	12
5.4 RESUMEN DE RESULTADOS PARA LAS TRES ESPECIES EN ESTUDIO	15
6. USOS	16
6.1 POCHOTE.....	16
6.2. GUANACASTE.....	17
6.3 GENÍZARO	18
7. CONCLUSIONES	19
8. LITERATURA CONSULTADA.....	20



1. INTRODUCCIÓN

La madera ha sido un material necesario para la subsistencia y el progreso del hombre: el fuego, la calefacción, la confección de herramientas, albergues y hasta para la fabricación de abrigo, amoblamiento y usos industriales.

Es bajo el reinado de Luis XIV que se originan las explotaciones racionales de los bosques franceses, por cuanto para Francia la madera constituía un bien de suma importancia en la industria y en las construcciones navales.

En el siglo XIX surgen nuevas e importantes aplicaciones como son: la construcción de líneas ferroviarias (durmientes), el levantamiento de líneas telegráficas y eléctricas (postes) y la industria minera (puntales).

Ya en el siglo XX se da una fuerte competencia entre la madera, el cemento y el acero; materiales plásticos compiten también con la madera; el debobinado permite la formación de paneles que poco a poco van sustituyendo a las "tablas". Pero también surgen nuevos empleos como los químicos; por otro lado, el consumo de pasta de papel crece; la celulosa se utiliza cada vez más; y la destilación permite la extracción de sustancias diversas.

Durante siglos, los principios empíricos rigieron el empleo de la madera, y debido a la poca certeza en cuanto a su comportamiento, los industriales e ingenieros del siglo XX tendieron a minimizar su uso. No es sino hasta que surge la Xilología, ciencia que estudia la madera (su estructura, sus propiedades tecnológicas y sus defectos), y que contempla la realización de ensayos metódicos para conocer sus propiedades, que nuevamente los usuarios vuelven sus ojos a ella.

Si bien la Xilología como ciencia se ubica en el siglo XX, hubo varios acontecimientos que la precedieron, a saber:

- En el siglo XVIII; Duhamel du Monceau, ingeniero de la marina, quizás el fundador de la ciencia forestal, fue el primero en estudiar la madera científicamente. En 1767 publicó la obra titulada "Del transporte, de la fuerza y de la conservación de la madera".



- Un siglo más tarde, en 1848, Chevandier y Wertheim, también ingenieros franceses, publican la obra titulada "Memoria sobre las propiedades de la madera", incluyendo en ella resultados experimentales.
- Igualmente en el siglo XIX, el alemán Julius Nordlinger, trató en conjunto el tema de las propiedades de la madera. En 1860 publicó el libro "Características técnicas de las maderas", en el que recoge las experiencias de Duhamel du Monceau, Chevandier y Wertheim, y las suyas propias.
- En el mismo siglo XIX aparecen otros estudios y publicaciones que comprenden estudios anatómicos y estudios tecnológicos.
- En el siglo XX, concretamente en el año 1910 se crea en Estados Unidos el Laboratorio de Productos Forestales.
- La primera guerra mundial impulsa el estudio de la madera con rigor científico; es el empleo del leño en la construcción de aviones lo que propicia esta corriente. A partir de ese momento, surgen en Estados Unidos, Francia e Inglaterra, los métodos actualmente en uso.

Las posibilidades de empleo de la madera están ligadas a su estructura (plan leñoso: disposición de las células que constituyen).

Por otro lado, las diferentes condiciones que intervienen en la vida del árbol e influyen en su funcionamiento fisiológico (clima, suelo, precipitación, altitud, etc.), repercuten en la estructura y por ende en sus propiedades. Por ello, es importante conocer la procedencia de la madera: clima, suelo, ambiente, donde se desarrolló el árbol. Árboles de una misma especie provenientes de regiones y estaciones diferentes, pueden, en razón de variaciones en su estructura secundaria, presentar propiedades distintas.

La riqueza maderable que tiene Costa Rica debe ser conocida y racionalmente explotada para asegurar su perpetuidad, prosperidad y productividad.



2. ANTECEDENTES

A partir del material de raleo extraído de la Estación Experimental Forestal Horizontes, se prepararon especímenes de prueba para la ejecución de ensayos mecánicos conforme con la norma ASTM D 143-94.

La Estación Experimental Forestal Horizontes se encuentra ubicada geográficamente entre las coordenadas Lambert de 358 – 367 H y 308 – 397 V, en la hoja cartográfica Ahogados, del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica. Políticamente, se encuentra ubicada en la provincia de Guanacaste, cantón Liberia, a 42 Km de la ciudad de Liberia, sobre la carretera al proyecto Ecodesarrollo Papagayo.

Muchas veces en las áreas silvestres con el esfuerzo del personal, de voluntarios, estudiantes y otras personas comprometidas, se han establecido pequeños viveros y se han sembrado árboles, pero a partir de la creación del entonces Subprograma de Masas Arbóreas, hoy Programa de Restauración y Silvicultura, se inicia un proceso técnico y ordenado que incorpora elementos fundamentales en el desarrollo del Área de Conservación Guanacaste (ACG): el propiciar la recuperación de terrenos degradados por actividades anteriores al establecimiento del ACG (que es posible también gracias a la labor del Programa de Prevención y Control de Incendios del ACG); y el desarrollar las primeras herramientas para la utilización de especies arbóreas de reconocida importancia, las especies del bosque seco tropical, zona de vida ya tan alterada en toda su extensión en el continente Americano.

Este compromiso responde directamente a los objetivos de creación del ACG, establecida casi en su totalidad sobre antiguas fincas ganaderas en decadencia, y abandonadas debido a la sobre utilización de las bondades de sus recursos.

Con el fin de contribuir con un mayor conocimiento de nuestros recursos maderables, como también con el afán de estudiar las propiedades del material de raleo del Pochote, Guanacaste y Genízaro que crece en Guanacaste, la Estación Experimental Forestal Horizontes donó al Laboratorio de Productos Forestales, material para el estudio experimental de las propiedades mecánicas de estas tres especies.



3. OBJETIVO

Cuantificar mediante ensayos en el laboratorio, algunas propiedades mecánicas básicas de las maderas de Pochote, Guanacaste y Genízaro, a partir del material de raleo proveniente de plantaciones de la Estación Experimental Forestal Horizontes ubicada en Guanacaste.

4. METODOLOGÍA

4.1 Actividades generales

- Revisión bibliográfica.
- Transportación de las trozas de 1,2 m de longitud desde la Estación a las instalaciones del Laboratorio de Productos Forestales (L.P.F.).
- Preparación de probetas de ensayo de acuerdo con lo descrito en la norma ASTM D143.
- Acondicionamiento del material de ensayo en cuarto de condiciones controladas del laboratorio (LPF) para llevarlo a un contenido de humedad constante (condición seca al aire del material).
- Realización de los ensayos mecánicos de acuerdo con lo descrito en la norma ASTM D 143.



4.2 Consideraciones especiales

El material donado para la realización de las pruebas se encontraba apilado en los terrenos de la Estación Horizontes y, al transportarlo a las instalaciones del laboratorio (LPF), ya se encontraba muy seco, lo que impidió la ejecución de las pruebas físicas. El material había sido cortado por personal de la Estación Forestal Horizontes y sus extremos no habían sido sellados, lo que permitió la salida del agua libre (agua contenida en los espacios intercelulares).

Por otro lado, aunque el material era poco para realizar todos los ensayos mecánicos, se decidió darle utilidad al material cortado, para lo cual se priorizó las pruebas mecánicas que se consideraron fundamentales.

Lo importante era iniciar el proceso de estudio del material de raleo proveniente de plantación. Cada 5 años se esperaba realizar el estudio para darle seguimiento a la variación de las propiedades de la madera de estas tres especies a lo largo del tiempo. Ya en la segunda extracción que correspondería al año 2003, el personal del laboratorio (LPF) participaría desde la selección y aserrío del material, por lo que se realizarían tanto las pruebas físicas como mecánicas.

Concretamente, para este estudio, las propiedades mecánicas determinadas comprenden:

- Flexión estática
- Compresión paralela al grano
- Cortante en la dirección radial
- Cortante en la dirección tangencial
- Dureza



5. RESULTADOS

Este estudio tiene las particularidades de que:

- La materia prima proviene de plantación
- Se trata de material de raleo:
 - ✓ Genízaro y Guanacaste de 6 años de edad, procedentes de una parcela de la plantación.
 - ✓ Pochote de 18 años de edad extraído de una plantación que existe desde hace ya muchos años. (Se enfatiza que no es el Pochote sembrado en el huerto).

5.1 POCHOTE (*Bombacopsis quinatum*)

Estación Experimental Forestal Horizontes
Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica
Material proveniente de raleo: 18 años de edad
Cantidad de trozas: 6



Fuente: Laboratorio de Productos Forestales (INII-UCR).

Cuadro No. 1

Resultados del ensayo de compresión paralela al grano en condición seca al aire para Pochote a partir de material de raleo con 18 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

COMPRESION PARALELA AL GRANO (22 probetas)	
Contenido de humedad (%)	14
Esfuerzo a la máxima carga (kg/cm ²)	243



Cuadro No. 2

Resultados del ensayo a cortante en condición seca al aire para Pochote a partir de material de raleo con 18 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

CORTANTE (20 probetas en cada caso)	
Contenido de humedad (%)	14
Esfuerzo máximo en cortante radial (kg/cm ²)	54
Esfuerzo máximo en cortante tangencial (kg/cm ²)	59

Cuadro No. 3

Resultados del ensayo de dureza en condición seca al aire para Pochote a partir de material de raleo con 18 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

DUREZA (20 probetas en cada caso)	
Contenido de humedad (%)	14
Dureza en el extremo (kg)	270
Dureza en el lado (kg)	192



Cuadro No. 4

Propiedades mecánicas para Pochote (*Bombacopsis quinatum*) de distinta procedencia.

PROCEDENCIA	Bosque Natural Provincia: Guanacaste (1)	Plantación Estación Experimental Forestal Horizontes Provincia: Guanacaste
EDAD	(2)	18 años (3)
CORTANTE		
Contenido de humedad inicial (%)	58	14
Esfuerzo máximo en cortante paralelo al grano (tangencial) (kg/cm ²)	71	59
Esfuerzo máximo en cortante paralelo al grano (radial) (kg/cm ²)	71	54
DUREZA		
Contenido de humedad inicial (%)	58	14
Dureza en el extremo (kg)	250	270
Dureza en el lado (kg)	289	192
COMPRESION		
Contenido de humedad inicial (%)	58	14
Esfuerzo máximo en compresión paralela al grano (kg/cm ²)	234	243

(1) Tuk, J. "Investigación para la sustitución de la madera de Pochote (*Bombacopsis quinatum*) en la fabricación de encofrados". Laboratorio de Productos Forestales – CATIE, Universidad de Costa Rica, 1975.

(2) Condición verde. Edad no disponible

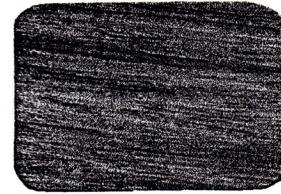
(3) Condición seca al aire. (w = 14%)

Nota: Los valores correspondientes a la referencia (1) se obtuvieron a partir de especímenes extraídos del fuste comercial de árboles de bosque natural y no de material de raleo.



5.2 GUANACASTE (*Enterolobium cyclocarpum*)

Estación Experimental Forestal Horizontes
Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica.
Materia proveniente de raleo: 6 años de edad
Cantidad de trozas: 7



Fuente: Laboratorio de Productos
Forestales (INIL-UCR).

Cuadro No. 5

Resultados del ensayo a flexión estática en condición seca al aire para Guanacaste a partir de material de raleo con 6 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

FLEXION ESTATICA (12 probetas)	
Contenido de humedad (%)	13
Esfuerzo al límite proporcional (kg/cm ²)	173
Módulo de ruptura (kg/cm ²)	391
Módulo de elasticidad (kg/cm ²)	29 953
Trabajo al límite proporcional (kg-m/dm ³)	0,42
Trabajo total (kg-m/dm ³)	5,45

Cuadro No. 6

Resultados del ensayo a compresión perpendicular al grano en condición seca al aire para Guanacaste a partir de material de raleo con 6 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO (20 probetas)	
Contenido de humedad (%)	13
Esfuerzo a la máxima carga (kg/cm ²)	61



Cuadro No. 7

Resultados del ensayo a compresión paralela al grano en condición seca al aire para Guanacaste a partir de material de raleo con 6 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

COMPRESION PARALELA AL GRANO (20 probetas)	
Contenido de humedad (%)	13
Esfuerzo a la máxima carga (kg/cm ²)	146

Cuadro No. 8

Resultados del ensayo a cortante en condición seca al aire para Guanacaste a partir de material de raleo con 6 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

CORTANTE (20 probetas)	
Contenido de humedad (%)	12
Esfuerzo máximo en cortante radial (kg/cm ²)	51
Esfuerzo máximo en cortante tangencial (kg/cm ²)	59

Cuadro No. 9

Resultados del ensayo a dureza en condición seca al aire para Guanacaste a partir de material de raleo con 6 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

DUREZA (20 probetas en cada caso)	
Contenido de humedad (%)	13
Dureza en el extremo (kg)	234
Dureza en el lado (kg)	168



Cuadro No.10

Propiedades mecánicas para Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) de dos procedencias, con 6 años de edad, provenientes de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

PROCEDENCIA	Bosque Natural Provincia: Guanacaste (1)	Estación Forestal Horizontes, Guanacaste
EDAD		6 años
FLEXION ESTATICA		
Contenido de humedad inicial (%)	12	13
Esfuerzo al límite proporcional en flexión estática (kg/cm ²)	412	173
Módulo de ruptura en flexión estática (kg/cm ²)	660	391
Módulo de elasticidad en flexión estática (kg/cm ²)	84 700	29 953
Trabajo al límite proporcional en flexión estática (kg-m/dm ³)	1,12	0,42
Trabajo a la máxima carga en flexión estática (kg-m/dm ³)	6,64	5,45
CORTANTE		
Contenido de humedad inicial (%)	12	12
Esfuerzo máximo en cortante paralelo al grano (tangencial) (kg/cm ²)	70	59
Esfuerzo máximo en cortante paralelo al grano (radial) (kg/cm ²)	57	51
DUREZA		
Contenido de humedad inicial (%)	12	13
Dureza en el extremo (kg)	389	234
Dureza en el lado (kg)	297	168
COMPRESIÓN		
Contenido de humedad inicial (%)	12	13
Esfuerzo máximo en compresión paralela al grano (kg/cm ²)	265	146
Esfuerzo máximo en compresión perpendicular al grano (kg/cm ²)	N.D.	61

(1) Blanco L, Carpio I, Muñoz F., "Fichas técnicas de especies maderables de importancia comercial en Costa Rica". Informe final del proyecto de investigación No. 731-96-292, Laboratorio de Productos Forestales, Universidad de Costa Rica, Año 2001.

Nota: Los valores correspondientes a la referencia (1) se obtuvieron a partir de especímenes extraídos del fuste comercial de árboles de bosque natural y no de material de raleo.



5.3 CENIZARO O GENÍZARO (*Pithecollobium Saman*)

Estación Experimental Forestal Horizontes
Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica
Material proveniente del raleo: 6 Años de Edad
Cantidad de trozas: 6



Fuente: Laboratorio de Productos
Forestales (INII-UCR).

Cuadro No. 11

Resultados del ensayo a flexión estática en condición seca al aire para Genízaro a partir de material de raleo con 6 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

FLEXION ESTATICA (15 probetas)	
Contenido de humedad (%)	14
Esfuerzo al Límite Proporcional (kg/cm ²)	246
Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	715
Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	59 115
Trabajo al Límite Proporcional (kg-m/dm ³)	0,45
Trabajo Total (kg-m/dm ³)	9,87

Cuadro No. 12

Resultados del ensayo de compresión paralela al grano en condición seca al aire para Genízaro a partir de material de raleo con 6 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

COMPRESION PARALELA AL GRANO (10 probetas)	
Contenido de humedad (%)	14
Esfuerzo a la máxima carga (kg/cm ²)	286



Cuadro No. 13

Resultados del ensayo de compresión perpendicular al grano en condición seca al aire para Genízaro a partir de material de raleo con 6 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

COMPRESIÓN PERPENDICULAR AL GRANO (10 probetas)	
Contenido de humedad (%)	14
Esfuerzo a la máxima carga (kg/cm ²)	182

Cuadro No. 14

Resultados del ensayo a cortante en condición seca al aire para Genízaro a partir de material de raleo con 6 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

CORTANTE (15 probetas en cada caso)	
Contenido de humedad (%)	14
Esfuerzo máximo en cortante radial (kg/cm ²)	110
Esfuerzo máximo en cortante tangencial (kg/cm ²)	129

Cuadro No. 15

Resultados del ensayo de dureza en condición seca al aire para Genízaro a partir de material de raleo con 6 años de edad proveniente de plantación: (Estación Experimental Forestal Horizontes. Provincia de Guanacaste).

DUREZA (15 probetas)	
Contenido de humedad (%)	13
Dureza en el extremo (kg)	587
Dureza en el lado (kg)	557



Cuadro No. 16

Propiedades mecánicas para Genízaro (*Pithecollobium saman*) de dos procedencias.

PROCEDENCIA	(1)	Reserva Horizontes, Guanacaste
EDAD	Bosque natural (2)	Plantación 6 años
FLEXION ESTÁTICA		
Contenido de humedad inicial (%)	12	14
Esfuerzo al límite proporcional en flexión estática (kg/cm ²)	428	246
Módulo de ruptura en flexión estática (kg/cm ²)	624	715
Módulo de elasticidad en flexión estática (kg/cm ²)	77 500	59 115
Trabajo al límite proporcional en flexión estática (kg-m/dm ³)	1,38	0,45
Trabajo a la máxima carga en flexión estática (kg-m/dm ³)	5,4	9,87
CORTANTE		
Contenido de humedad inicial (%)	N.D.	14
Esfuerzo máximo en cortante paralelo al grano (tangencial) (kg/cm ²)	N.D.	129
Esfuerzo al máximo en cortante paralelo al grano (radial) (kg/cm ²)	N.D.	110
DUREZA		
Contenido de humedad inicial (%)	12	13
Dureza en el extremo (kg)	409	587
Dureza en el lado (kg)	386	557
COMPRESIÓN		
Contenido de humedad inicial (%)	12	14
Esfuerzo máximo en compresión paralela al grano (kg/cm ²)	276	286
Esfuerzo máximo en compresión perpendicular al grano (kg/cm ²)	58	182

(1) González M, González G., "Propiedades físicas, mecánicas, usos y otras características de algunas maderas comercialmente importantes en Costa Rica", I Parte, Laboratorio de Productos Forestales, Universidad de Costa Rica, 1973. Procedencia desconocida.

(2) Procedencia desconocida. Edad no disponible.

ND: No disponible.

Nota: Los valores correspondientes a la referencia (1) se obtuvieron a partir de especímenes extraídos del fuste comercial de árboles de bosque natural y no de material de raleo.



5.4 Resumen de resultados para las tres especies en estudio

Cuadro No. 17

Resumen de los resultados de propiedades mecánicas para Pochote, Guanacaste y Genízaro procedentes de plantación. Estación Experimental Forestal Horizontes. Guanacaste, Costa Rica.

Material de raleo

ESPECIE	Pochote (<i>Bombacopsis quinatum</i>)	Guanacaste (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	Genízaro (<i>Pithecollobium saman</i>)
EDAD	18 años	6 años	6 años
FLEXION ESTATICA			
Contenido de humedad inicial (%)	N.D.	13	14
Esfuerzo al límite proporcional en flexión estática (kg/cm ²)	N.D.	173	246
Módulo de ruptura en flexión estática (kg/cm ²)	N.D.	391	715
Módulo de elasticidad en flexión estática (kg/cm ²)	N.D.	29 953	59 115
Trabajo al límite proporcional en flexión estática (kg-m/cm ³)	N.D.	0,42	0,45
Trabajo a la máxima carga en flexión estática (kg-m/dm ³)	N.D.	5,45	9,87
CORTANTE			
Contenido de humedad inicial (%)	14	12	14
Esfuerzo máximo en cortante paralelo al grano (tangencial) (kg/cm ²)	59	59	129
Esfuerzo máximo en cortante paralelo al grano (radial) (kg/cm ²)	54	51	110
DUREZA			
Contenido de humedad inicial (%)	14	13	13
Dureza en el extremo (kg)	270	234	587
Dureza en el lado (kg)	192	168	557
COMPRESIÓN			
Contenido de humedad inicial (%)	14	13	14
Esfuerzo máximo en compresión paralela al grano (kg/cm ²)	243	146	286
Esfuerzo máximo en compresión perpendicular al grano (kg/cm ²)	N.D.	61	182

N.D.: No disponible.



6. USOS

6.1 POCHOTE

En Costa Rica, la madera de Pochote ha tenido aplicaciones en:

- Mueblería: en especial para la fabricación de bibliotecas, estanterías y escritorios.
- Construcción: puertas, marcos, rodapiés, encofrados para concreto, madera contrachapada, cuarto redondo y otras aplicaciones.

Estas aplicaciones obedecen a que la madera de Pochote es:

- Fácil de lijar: se logra una calidad superficial excelente con lija No.100 lo que permite buenos acabados.
- Fácil de cepillar: la facilidad de cepillado es alta y libre de defectos como grano arrancado, grano vellosos o grano grueso.
- Bastante estable durante el secado: las pérdidas de material por grietas, rajaduras o pandeo, son mínimas.
- También hay que considerar que debido a que su lustre o brillo es regular, se utilizan barnices o tintes para oscurecerlo.
- Es una madera que posee un grado moderado de resistencia al ataque de termitas en su estado natural.



6.2. GUANACASTE

Son usos conocidos para esta especie :

- Fabricación de puertas, muebles, bateas, ruedas de carreta, artesanías finas, madera contrachapada, torneado, construcción marina, postes, cercas, ebanistería, traviesas para línea férrea, tablilla y carpintería en general.
- El árbol es fijador de nitrógeno.
- Es usado como sombra debido a su densa y amplia copa.
- De la fruta se produce alcohol.
- De las semillas se obtiene lejía, que se utilizó para la elaboración de jabón.
- De la corteza se extrae un tinte color marrón.

Es una madera suave y liviana, con gran parecido al Genízaro pero de textura más suave, de color más claro y de naturaleza menos fina. Ofrece buena trabajabilidad, es moderadamente durable y resistente al ataque de termitas. Oponer bastante resistencia a rajaduras o torceduras.



6.3 GENÍZARO

Son usos conocidos para esta especie:

- Es muy cotizada para la fabricación de muebles, artesanía fina y tablilla para artesonados y pisos.
- Se ha usado como postes para cercas con algún tratamiento de preservación (es fácil de preservar).
- La pulpa que se extrae es buena para la fabricación de papel.
- Es fuente de alimento para la fauna.
- El árbol es fijador de nitrógeno.
- De la fruta se hace alcohol.

La madera de Genízaro es moderadamente fácil de secar; sin embargo, se producen rajaduras en los extremos y los lados durante el secado.



7. CONCLUSIONES

A partir del material disponible se determinaron las propiedades mecánicas en condición seca al aire correspondientes a: flexión estática (exceptuando en la madera de Pochote), cortante, dureza, compresión paralela y compresión perpendicular al grano.

Las tres especies crecen en una plantación ubicada en zona seca: Estación Experimental Horizontes, en la provincia de Guanacaste.

Los valores obtenidos son datos de referencia que pretenden ser el inicio de un estudio sobre la variación de las propiedades físicas y mecánicas del material de raleo de estas tres especies creciendo en plantación.

Los valores que se reportan corresponden a esfuerzos últimos y no a esfuerzos de diseño.

No se interpretan los valores obtenidos ni se generan conclusiones a partir de ellos, ya que se debe contar con más información que permita analizar cómo evolucionan las propiedades en función de la edad de corte del árbol (6, 10, 15, 20, 25 años, etc.) y, en algún momento poder comparar con las propiedades que ofrecen las mismas especies que crecen en bosque natural.



8. LITERATURA CONSULTADA

1. **American Society for Testing and Materials.** Annual Book of ASTM Standars Specimens of Timber. ASTM D143-94.
2. Carpio, I. **Maderas de Costa Rica, 150 Especies Forestales.** EUCR: Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, 1989.
3. De San Román, M. et. al. **Propiedades y usos de cuarenta y ocho especies maderables de Llanos del Cortés, Guanacaste.** Laboratorio de Productos Forestales. CATIE-UCR-MAG. San José, 1981.
4. Fournier, A. y García, E. **Nombres Vernaculares y Científicos de los Árboles de Costa Rica.** 1988.
5. González, E y González, G. **Propiedades físicas, mecánicas, usos y otras características de algunas maderas comercialmente importantes en Costa Rica.** Parte I. Universidad de Costa Rica, Laboratorio de Productos Forestales. San José, 1973.
6. González, G. **Propiedades y usos de quince especies maderables del noreste de Nicaragua.** Laboratorio de Productos Forestales del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, (IICA-CATIE). Nicaragua, 1973.
7. Llach, L. **Propiedades físicas y mecánicas de ciento trece especies.** Parte III. San José, Universidad de Costa Rica, Laboratorio de Productos Forestales. San José, 1973.
8. _____, **Memoria del 2º Congreso Nacional de Ingeniería de la madera.** Instituto Tecnológico de Costa Rica. Centro de Investigación de Ingeniería en Maderas. 1981.



9. Moya, R. **Perspectivas futuras de la industrialización de especies forestales nativas.** Memoria Foro "Especies Forestales Nativas, una opción para la reforestación sustentable en Costa Rica". Asociación Costarricense para el Estudio de Especies Forestales Nativas. Moravia 1996.
10. _____, **Nota Técnica sobre manejo de semillas forestales.** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. No.30 Enero 1998. *Astronium graveolens*.
11. Tuck. J.; Picado F. **Investigación para la sustitución de la madera de Pochote (*Bombacopsis SP*) en la fabricación de encofrados.** Laboratorio de Productos Forestales CATIE. Turrialba; 1975.
12. Tuck., J.; Picado, F. **Propiedades físicas, mecánicas, preservación, durabilidad, cepillado, taladrado, lijado, y torneado de 18 especies maderables de Costa Rica.** Informe Final de Proyecto. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. 1983.
13. _____, **Segundo encuentro regional sobre especies forestales nativas de la zona norte atlántica de Costa Rica.** Memoria. Estación biológica La Selva. Sarapiquí, Costa Rica, 1992.
14. MINAE-SINAC; <http://www.acguanacaste.ac.cr> Area de Conservación Guanacaste, Costa Rica, 1999.