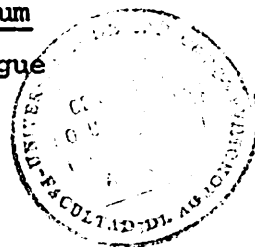


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

ANATOMIA Y PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA DE Calophyllum
brasiliense Camb. in St. Hil, Vochysia hondurensis Sprague
Y Symphonia globulifera L.



TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

P O R

CARLOS RENE CASASOLA DIAZ

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, octubre de 1988

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal B. Martínez Muñoz
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez Gómez
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL CUARTO	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL QUINTO	P.A. Byron Milián Vicente
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

24 de octubre de 1988

Ingeniero Agrónomo
Aníbal Martínez
Decano de la
Facultad de Agronomía

Ingeniero Martínez:

Me permito informarle que he procedido a asesorar al estudiante CARLOS RENE CASASOLA DIAZ, quien ha desarrollado el trabajo de tesis titulado "ANATOMIA Y PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA DE Calophyllum brasiliense Camb. in St. Hil, Vochysia hondurensis Sprague y Symphonia globulifera L.

Habiendo revisado el informe final del referido estudio, considero que el mismo además de ser una valiosa contribución a un mayor conocimiento de los recursos forestales del país, llena los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía para ser aceptado como tesis de grado, motivo por el cual solicítale sea aprobado para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Ftal. José Mario Saravia Molina
A S E S O R

cc. archivo

JMSM/edee

Guatemala,
Octubre de 1988

SEÑORES
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
FACULTAD DE AGRONOMIA
PRESENTE

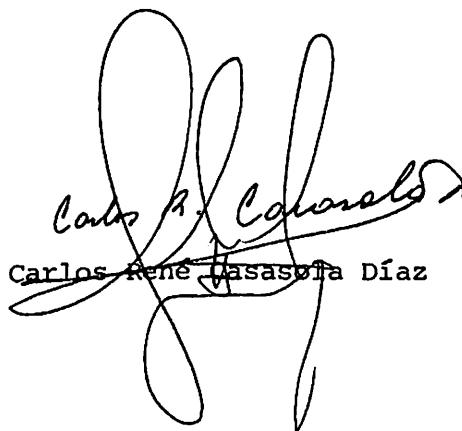
SEÑORES:

En cumplimiento con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, expongo al criterio de ustedes el trabajo de tesis titulado:

"ANATOMIA Y PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA Calophyllum brasiliense Camb. in St. Hil. Vochysia hondurensis Sprague y Symphonia globulifera L."

Esperando contar con la aprobación del mismo,

Atentamente,


Carlos René Lasasota Díaz

ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES: Carlos E. Casasola S.
Artemisa Díaz

A MIS HERMANOS: Edna Marylena
Sergio Ivan
Flor de María
Randolfo Augusto

A MI CUÑADO: Otto Paz

A MIS FAMILIARES EN GENERAL

TESIS QUE DEDICO

A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A: MIS MAESTROS Y CATEDRATICOS EN GENERAL, MIS AGRA-
DECIMIENTOS POR SUS SABIAS ENSEÑANZAS

A: MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS QUE COMPARTIERON Y CONVI-
VIERON AÑOS DE ESTUDIO

A: LOS AGRICULTORES QUE SE FORJAN EN EL CAMPO DE NUES-
TRA PATRIA

RECONOCIMIENTO

- A: Ing. Ftal. José M. Saravia M.
Por su asesoría durante la realización del presente trabajo de tesis.
- A: Ing. Agr. Edgar O. Franco
Por las observaciones y sugerencias planteadas para el mejoramiento del trabajo
- A: Ing. Agr. Héctor C. Valdes Marckwordt
Por su colaboración y compañerismo demostrados en la realización del trabajo.
- A: Sr. Saúl Leiva por su colaboración brindada durante la realización del trabajo de campo

Los datos contenidos en este trabajo son propiedad de la Dirección General de Investigaciones -DIGI- de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Instituto de Investigaciones Agronómicas -IIA- de la Facultad de Agronomía de la misma Universidad; publicándose con la debida autorización.

CONTENIDO

	<u>PAG.</u>
Lista de Cuadros	i
Lista de Figuras	ii
 RESUMEN	 iii
 I. INTRODUCCION	 1
 II. OBJETIVOS	 3
 III. REVISION DE LITERATURA	 4
1. Antecedentes	4
2. Anatomía de la madera	4
2.1 Características anatómicas de las magnoliophytes	5
3. Propiedades para elaboración de pulpa y papel	7
4. Número y tamaño de las muestras	9
4.1 Estudio anatómico	9
4.2 Estudio de propiedades físicas	9
4.3 Generalidades de las propiedades físicas	10
4.3.1 Densidad básica	10
4.3.2 Contracciones	11
4.3.3 Contenido de humedad	12
4.3.4 Posibles usos de la madera en base a sus propiedades físicas	13
 IV. MATERIALES Y METODOS	 15
1. Procedencia de las muestras	15
2. Priorización de las especies a estudiar	15
3. Toma de muestras	16
4. Estudio anatómico	16

	<u>PAG.</u>
4.1 Preparación de la muestra	16
4.2 Preparación del tejido macerado	18
4.3 Observación de las características microscópicas	19
4.4 Observación de las características generales	22
5. Estudio de las propiedades físicas	23
5.1 Descripción de los ensayos de propiedades físicas	24
5.1.1 Densidad de la madera	24
4.5.1.2 Contracción de la madera	25
4.5.1.3 Humedad de la madera	26
V. RESULTADOS Y DISCUSION	28
1. Estudio anatómico	28
2. Propiedades físicas	36
2.1 Densidad básica	36
2.2 Contracciones	36
2.3 Contenido de humedad	38
VI. CONCLUSIONES	39
VII. RECOMENDACIONES	42
VIII. BIBLIOGRAFIA	43

LISTA DE CUADROS

<u>CUADRO NO.</u>		<u>PAG.</u>
1	Características anatómicas de los vasos	28
2	Características anatómicas del tejido parenquimático	29
3	Características anatómicas de las fibras	30
4	Características para elaboración de papel	31
5	Características generales	32
6	Características físicas	36

LISTA DE FIGURAS

	<u>PAG.</u>
FOTOMICROGRAFIAS DE <u>Calophyllum</u> <u>brasiliense</u>	33
FOTOMICROGRAFIAS DE <u>Vochysia</u> <u>hondurensis</u>	34
FOTOMICROGRAFIAS DE <u>Symphonia</u> <u>globulifera</u>	35

ANATOMIA Y PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA DE Calophyllum brasiliense Camb. in St. Hil., Vochysia hondurensis Sprague y Symphonia globulifera L.

ANATOMY AND PHYSICAL WOOD PROPERTIES OF THE SPECIES: Calophyllum brasiliense Camb. in St. Hil., Vochysia hondurensis Sprague and Symphonia globulifera L.

Carlos René Casasola Díaz

R E S U M E N

Este trabajo constituye un estudio de la anatomía y propiedades físicas de la madera de Calophyllum brasiliense, Vochysia hondurensis y Symphonia globulifera.

Los objetivos específicos del trabajo fueron el análisis de la anatomía y propiedades físicas de las especies antes mencionadas, así como la determinación de sus propiedades para la elaboración de pulpa y papel, además de generar información preliminar para la elaboración de una clave anatómica de maderas de Guatemala.

La recolección de las muestras se realizó en la región conocida como Chocón Nacional, en el bosque muy húmedo subtropical (cálido), en el municipio de Livingston en el departamento de Izabal,

Las muestras se obtuvieron en el área de ocurrencia natural de las especies, para lo cual se ubicaron 5 sitios en donde la vegetación era más abundante; en cada uno de ellos se colectó un árbol que presentaba las características tipo de las especies seleccionadas para el estudio. Luego de obtenidas las muestras en el bosque, fueron trasladadas a los laboratorios de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala en donde fueron analizadas.

Para el estudio anatómico se hicieron montajes permanentes, los cua

les fueron observados al microscopio; y para el estudio de las propiedades físicas se obtuvieron probetas de las especies seleccionadas, las cuales fueron analizadas bajo los lineamientos de A S T M D 143 - 52.

Del estudio anatómico realizado, básicamente se determinó que por el diámetro de los poros Calophyllum brasiliense y Symphonia globulifera pueden catalogarse como especies que presentan una madera de textura fina, mientras que Vochysia hondurensis se le cataloga como una especie con madera de textura gruesa.

Del análisis de fibras efectuado, las especies que presentan potencial para la elaboración de pulpa y papel según el factor Runkel son Calophyllum brasiliense y Vochysia hondurensis, descartándose para tal fin a Symphonia globulifera.

En cuanto a las propiedades físicas, la densidad básica mayor fue reportada por Symphonia globulifera, siguiéndole Calophyllum brasiliense y Vochysia hondurensis.

Al analizar la contracción, básicamente se determinó que Calophyllum brasiliense presenta la madera más estable, no susceptible a grietas y deformaciones. Por otro lado Vochysia hondurensis presenta una madera medianamente estable, con cierta tendencia a las grietas y deformaciones leves; mientras que Symphonia globulifera es susceptible a sufrir graves daños y deformaciones, por lo que requiere de un programa de secado cuidadoso.

El estudio se complementó con microfotografías de los elementos anatómicos analizados a cada especie.

I. INTRODUCCION

En Guatemala se cuenta con una gran diversidad de especies forestales de valor económico, pero a la fecha es poco o nada lo que se conoce de sus propiedades tecnológicas; situación que coadyuva al manejo inadecuado y a la subutilización de las mismas.

Día a día se sacrifican miles de árboles con maderas secundarias principalmente para habilitar tierras en la agricultura y ganadería mediante el sistema de roza, tumba y quema, que es característico en los países tropicales del llamado tercer mundo; sin que exista el menor aprovechamiento de este material.

Esta situación altamente perjudicial a los intereses del país se debe en gran parte al desconocimiento de las propiedades tecnológicas de las maderas que se tienen; mientras que la situación fuese otra si la industria forestal fuera manejada bajo conceptos técnicos para lograr un aprovechamiento económico, integral y permanente, lo cual sería un potencial para elevar el nivel de vida de la población del campo especialmente y se evitarían los disturbios ecológicos actuales.

La determinación de las características anatómicas y físicas es de gran utilidad si se desean conocer las propiedades y usos industriales que se puedan dar a una especie en particular; en vista de esto se hace necesario este tipo de investigaciones en el país, ya que con esto se estaría contribuyendo al desarrollo forestal del mismo y se tendrían información básica para buscarle mercado internacional a las especies maderables con que se cuenta,

El trabajo de campo se realizó en la Franja Transversal del Norte, en el bloque Chocón; el cual se ubica en el municipio de Livingston en el departamento de Izabal en el mes de diciembre de 1987.

El trabajo de laboratorio se realizó en los laboratorios de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante los meses de enero a mayo de 1988,

Esta investigación se enmarca dentro del proyecto "Anatomía y propiedades físico-mecánicas de 20 maderas de Guatemala", adscrito al subprograma de investigación en silvicultura y sistemas agroforestales; del programa de recursos naturales renovables que realiza el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y con el financiamiento y apoyo de la Dirección de Investigaciones de la misma Universidad.

II. OBJETIVOS

1. GENERALES:

- 1.1 Estudiar la madera de Calophyllum brasiliense Camb. in St. Hil. Vochysia hondurensis Sprague y Symphonia globulifera L. del bosque muy húmedo sub-tropical cálido de Guatemala, con la finalidad de obtener información acerca de su anatomía y propiedades físicas.
- 1.2 Generar tecnología en la Facultad de Agronomía en el estudio de la madera.

2. ESPECÍFICOS:

- 2.1 Describir la anatomía de Calophyllum brasiliense Camb. in St. Hil. Vochysia hondurensis Sprague y Symphonia globulifera L.
- 2.2 Determinar las propiedades físicas de Calophyllum brasiliense Camb. in St. Hil., Vochysia hondurensis Sprague y Symphonia globulifera L.
- 2.3 Determinar las propiedades para elaboración de papel de Calophyllum brasiliense Camb. in St. Hil., Vochysia hondurensis Sprague y Symphonia globulifera L.
- 2.4 Generar información para la elaboración de una clave anatómica de maderas de Guatemala.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

1. ANTECEDENTES.

A la fecha son pocos los estudios realizados sobre las maderas de Guatemala. Schaffer (1961) evaluó la capacidad de producción de pulpa y papel de algunos pinos de México y Centro América. De la Cruz (1973) realizó un estudio sobre la anatomía de 50 especies forestales del petén; por otro lado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala se han evaluado algunas propiedades mecánicas de ciertas especies forestales del país.

En el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial se ha investigado sobre la potencialidad de algunas especies para la fabricación de pulpa y papel; pero lo más común es encontrar obras de carácter regional que aportan descripciones anatómicas, habitat, distribución de las especies, generalidades y posibles usos.

Cabe señalar el hecho de que los estudios realizados a la fecha constituyen esfuerzos aislados, no existiendo estudios que integren la anatomía y propiedades físicas, lo que ha evitado utilizar en una forma eficiente la poca información disponible,

2. ANATOMÍA DE LA MADERA.

La anatomía de la madera comprende el estudio de las características generales u organolépticas (son aquellas perceptibles por los órganos sensoriales) y las estructuras macroscópicas y microscópicas de la madera (3).

Se divide en dos ramas que son la anatomía sistemática, que trata

sobre la identificación de las especies maderables en base a las características anatómicas, lo cual permite elaborar claves de identificación y la anatomía aplicada que estudia la influencia de la anatomía en las propiedades tecnológicas de la madera, ésta comprende la anatomía tecnológica, patológica, ecológica y fisiológica (3).

Por su parte la anatomía tecnológica, permite explicar los fenómenos inherentes a la contracción, expansión, su resistencia mecánica en relación a su densidad; también se aplica en la solución de problemas técnicos de secado, impregnación y trabajabilidad (3).

2.1 Características anatómicas de las magnoliophytas:

La madera de las magnoliophytas o latifoliadas, presenta una mayor complejidad que las coníferas; esta situación se debe a que en el leño de las magnoliophytas existe una mayor especialización y número en sus elementos.

El elemento más característico son los denominados vasos, los cuales están formados por una cadena de células intercomunicadas por donde ascienden las soluciones a los lugares de síntesis.

En las secciones transversales del leño se observan otro tipo de estructuras denominadas poros y por lo general es el carácter que más sobresale debido a su mayor diámetro en comparación con el de los demás elementos anatómicos (5).

En cierta medida la disposición y abundancia de los poros dentro de los anillos de crecimiento es característica de cada especie y ésta se puede presentar en forma anular, semianular o bien difusa (5).

Otros elementos presentes en el leño son las células de parén-

quima que cumplen con la función de almacenar sustancias de reserva y presentan paredes delgadas, de forma más bien cúbica que se distinguen del resto de elementos celulares por ser más claros y se presentan tanto en los cortes radiales como transversales (5).

La distribución, tipo y abundancia del tejido parenquimático es característica, ya que se puede presentar independientemente o asociada a los vasos; pueden estar en forma difusa o en agregados, estos últimos pueden presentarse en manchones o en bandas en sentido predominantemente tangencial o bien en forma irregular.

Cuando está asociado a los vasos puede estar dispuesto en un solo lado, rodeando a los vasos, formando alas rodeando a los vasos o bien uniéndolos; asimismo, puede presentarse delimitando los anillos de crecimiento (5).

Las fibras son los elementos encargados del soporte de tipo mecánico, su forma es fusiforme, alargada, son delgadas y el grosor de su pared y su tamaño es característico a cada tipo de madera y sus puntuaciones son pequeñas; estos elementos son los que determinan las propiedades físico-mecánicas (5).

Otros caracteres presentes en el xilema son los materiales que ocluyen la cavidad de los vasos y las células de parénquima que pueden ser de muy diversos orígenes y características de orden químico; estos pueden ser los tálides, gomas, resinas, etc., que en algunos casos pueden conferir a las maderas características contra el ataque de hongos e insectos (5).

Estos materiales que ocluyen la cavidad de los vasos, son los responsables de la duraminización, el color y el olor de las maderas (5).

Dentro del parénquima se pueden observar cristales de carbonatos de calcio y sílice, este último causa problemas durante el aserrado (5).

3. PROPIEDADES PARA ELABORACION DE PULPA Y PAPEL.

De acuerdo a las consideraciones de Runkel, citado por Acosta (1), las fibras cortas de las latifoliadas no son obstáculo para obtener papeles firmes y resistentes.

La resistencia al desgarramiento se ha notado que es disminuída directamente con la disminución de dicha longitud (1).

Las fibras en su estado lignificado forman una especie de tubo, pero con la deslignificación y el tratamiento mecánico comienza una deformación cuyo tipo depende del espesor de las paredes y el diámetro del lumen. La deformación ocurre provocando una deformación elíptica en mayor o menor grado, o llegando a un colapso total que da a la fibra el aspecto de una cinta; o no ocurre y se mantiene la forma circular de la fibra (1).

Se ha determinado que existe una evidente relación entre el peso es pecífico y las propiedades del papel; los grupos Runkel relacionan a este peso aumentando desde el grupo I de las maderas livianas has ta el grupo V de las maderas pesadas.

Las células parenquimáticas por su plano de contacto y su contenido de hemicelulosa, no producen efectos desfavorables para la producción de papel y contribuyen al poder adhesivo entre fibra y fibra (1).

Por otro lado la presencia de tílides anteriormente originaba que la madera fuera descartada para la producción de papel, pero con

los nuevos tratamientos químicos se han superado las dificultades que causaban (1).

La relación Runkel toma en cuenta el espesor de las paredes y el diámetro del lumen, de allí se hicieron los siguientes grupos:

GRUPO I: Madera liviana, fibras de paredes delgadas y de lumen amplio.

GRUPO II: Madera liviana, fibras de paredes delgadas y de lumen relativamente amplio.

GRUPO III: Madera semi-pesada, fibras de paredes delgadas y lumen medianamente amplio.

GRUPO IV: Madera pesada, fibras de paredes gruesas y de lumen angosto.

GRUPO V: Madera muy pesada, fibras de paredes muy gruesas y de lumen muy angosto.

Según estas agrupaciones, en general puede decirse que la madera de los grupos I, II y III producirán los papeles más resistentes, transparentes y con buena adhesión entre fibra y fibra. La madera de los grupos IV y V producirán papeles opacos, menos resistentes y con menos adhesión entre fibras (1).

En la siguiente tabla se presenta la clasificación Runkel (10):

<u>FACTOR RUNKEL</u>	<u>CARACTERISTICA</u>	<u>GRUPO</u>
0.25	Excelente para papel	I
0.25 - 0.50	Muy buena para papel	II
0.50 - 1.00	Buena para papel	III
1.00 - 2.00	Regular para papel	IV
2.00	Mala para papel	V

4. NUMERO Y TAMAÑO DE LAS MUESTRAS.

4.1 Estudio anatómico:

No todos los autores coinciden en el número de árboles que han de tumbarse para llevar a cabo la preparación de muestras para estudios anatómicos. Acosta (1) y Flores (9) trabajaron con muestras provenientes de un árbol. Randle y Clarck, citados por De la Cruz (10), aconsejan tomar cuatro árboles y obtener cinco muestras de cada uno y hacerle veinticinco mediciones a cada muestra.

Es frecuente encontrar estudios anatómicos en los que se usan calificativos como grandes - pequeños, anchos - angostos, abundantes - escasos, etc.; sin que en los textos aparezcan los valores que corresponden a dichas clasificaciones.

4.2 Estudio de propiedades físicas:

Para determinar el número de muestras necesarias para estudios físicos de la madera, es necesario tener un índice de la variación de estas propiedades dentro del árbol mismo y también entre los árboles de la misma especie en diferentes sitios (26).

Es recomendable efectuar un sorteo al azar para determinar qué árbol ha de tumbarse, así como también las muestras del árbol mismo (26).

La variación de las propiedades físicas dentro del árbol es menor que la variación de las propiedades entre diferentes árboles de la misma especie, de acuerdo con esto, un número de muestras tomadas de diferentes árboles y sitios es más efectivo que un número equivalente de muestras obtenidas de menos árboles y menos sitios (26).

4.3 Generalidades de las propiedades físicas:

4.3.1 Densidad básica:

Este parámetro puede ayudar en la selección y clasificación de la madera para determinado uso industrial, a la vez permite conocer su resistencia mecánica, habilidad para sostener clavos, rendimientos de pulpa y facilidad de trabajo en las máquinas (1).

La densidad básica se define como la relación entre el peso seco al horno y el volumen verde de la madera; no obstante la diferencia suele emplearse como sinónimo el término peso específico, que es la relación entre el peso seco de la madera y el peso de un volumen igual de agua (3).

La densidad básicamente dependerá del tamaño de las células, el espesor de sus paredes y la interrelación entre el número de las diferentes clases de células que constituyen el leño (1).

Una característica sobresaliente de la madera es su baja densidad, comparada con su gran resistencia mecánica; por lo cual es un elemento importante en las construcciones (3).

Utilizando la densidad básica, las maderas pueden clasificarse de acuerdo a la siguiente tabla (1):

Liviana	Menos de 0.36
Moderadamente liviana a moderadamente pesada	0.36 - 0.50
Pesada	Más de 0.50

4.3.2 Contracciones:

Estas son debidas a la pérdida de humedad que experimenta la madera. Los valores de contracción son un índice de la estabilidad dimensional que puede tener la madera al ser sometida a condiciones variables de humedad (1).

La contracción que sufre la madera, es consecuencia del cambio de su contenido de humedad por debajo del punto de saturación de la fibra (3).

La causa de estos cambios dimensionales se debe en gran parte a la pérdida o entrada del agua higroscópica entre la estructura celulósica de la pared celular. El agua libre no tiene influencia en estos cambios (3).

Debido a las variaciones ambientales de humedad relativa y temperatura, la madera está sujeta a estos cambios dimensionales; además estos cambios son diferentes según las secciones de la madera, por lo que en la parte interna se originan tensiones que causan defectos durante el secado, tales como grietas y deformaciones (3).

Al hacer referencia a contracciones, se ha tenido en cuenta la siguiente clasificación (1).

<u>CLASIFICACION</u>	<u>RADIAL</u>	<u>TANGENCIAL</u>
Muy alta	3.0	6.3
Alta a moderada	1.6	3.6
Baja a muy baja	0.6	1.1

La relación contracción tangencial y radial (CT/CR), es un índice de la estabilidad dimensional de la madera; al acercarse a 1 la madera es más estable y tiene buen com-

portamiento durante el secado (3).

Si los cambios dimensionales son proporcionales a los contenidos de humedad de la pared celular, se puede deducir que las maderas con mayor densidad contienen más agua higroscópica que las maderas con menor densidad (3).

Con base en la relación de la contracción tangencial y radial, las maderas pueden clasificarse de acuerdo a la siguiente tabla (1):

<u>CLASIFICACION</u>	<u>RELACION (CT/CR)</u>
Maderas estables no se agrietan y deforman	1 - 1.5
Maderas medianamente estables, grietas y deformaciones leves	1.5 - 2.5
Maderas inestables, graves daños y deformaciones (secado cuidadoso)	Más de 2.5

4.3.3 Contenido de humedad:

Este parámetro tiene importancia en la utilización de la madera, ya que influye en el peso, resistencia de índole mecánica, contracción y expansión, conductibilidad térmica, durabilidad, inflamabilidad y permeabilidad (3).

La madera es una sustancia higroscópica, con gran afinidad por el agua y otros líquidos polares; contiene a-

agua bajo tres formas que son el agua libre llenando los espacios celulares, el agua higroscópica que se localiza infiltrada en las paredes celulares y el agua de constitución que forma parte de la estructura molecular (3).

Cuando toda el agua libre se ha evaporado y comienza a perderse el agua higroscópica se conoce como punto de saturación de la fibra, el cual influye en forma significativa en las propiedades físicas y mecánicas ya que a menor contenido de humedad es mayor la resistencia mecánica de la madera (3).

Todas las propiedades tecnológicas de la madera, características de elaboración, ataque de hongos, son afectadas por los contenidos de humedad y es por esta razón que los valores obtenidos en los ensayos deben ir acompañados de los respectivos valores de humedad (1).

4.3.4 Posibles usos de la madera en base a sus propiedades físicas (26):

4.3.4.1 Estructuras:

Densidad básica de 0.4 a 0.8

Contracción volumétrica menor del 12%

Relación CT/CR igual o menor de 2.0

4.3.4.2 Encofrados:

Densidad básica de 0.4 a 0.6

Contracción volumétrica igual o menor de 1.6

Baja absorción de humedad

4.3.4.3 Carpintería de obra:

Contracción volumétrica igual o menor del 12%

Relación CT/CR igual o menor de 2.0

4.3.4.4 Pisos:

Densidad básica igual o mayor de 0.7

Contracción volumétrica del 10 al 15%

4.3.4.5 Mangos de herramientas; artículos deportivos:

Densidad básica de 0.55 a 0.65.

4.3.4.6 Durmientes, postes y pilotes:

Densidad básica mayor de 0.6

Relación CT/CR de 1.5 a 2.5

IV. MATERIALES Y METODOS

1. PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS.

El material de estudio se colectó en la zona conocida como Chocón Nacional, ubicada en el municipio de Livingston en el departamento de Izabal.

La zona en mención cubre un área aproximada de 450 kilómetros cuadrados, enmarcada en la zona de vida que corresponde al bosque muy húmedo subtropical (cálido) (7).

La única vía de acceso al lugar es la ruta CA-9 por la cual se llega al cruce de La Ruidosa, para después proseguir por la ruta CA-13 por la cual se llega al puerto Modesto Méndez que fué el centro de operaciones.

2. PRIORIZACION DE LAS ESPECIES A ESTUDIAR.

Las especies a estudiar fueron seleccionadas en base a su frecuencia de uso por los habitantes del lugar, su abundancia en el bosque y de la información que se tenía de ellas descartándose aquellas que ya hubiesen sido estudiadas.

Para determinar su frecuencia de uso, se realizó una encuesta en diferentes aserraderos del nor-orienté del país que se abastecen de madera de latifoliadas y a la vez se encuestó a los habitantes del lugar con el objeto de establecer cuáles son las especies más utilizadas en el área.

Con respecto a la abundancia en el bosque, ésta se determinó en base al inventario forestal del bloque Chocón (11), haciéndose a-

demás caminamientos con guías conocedores del lugar para corroborar la información contenida en el documento en vista del estado actual de la vegetación por el avance de la frontera agrícola.

3. TOMA DE MUESTRAS.

Los árboles de donde se obtuvo el material para el estudio debieron estar en buenas condiciones fitosanitarias y libres de defectos. De cada especie se colectó material de herbario para su completa identificación.

Se seleccionaron 5 sitios en donde la vegetación era más abundante en base al inventario forestal del bloque Chocón (11) y en cada uno de ellos se colectó 1 árbol que presentaba las características tipo de cada una de las especies seleccionadas para el estudio.

Los árboles que se tumbaron debieron tener un mínimo de 40 cm de DAP y una altura del fuste comercial mayor de los 5 metros (24).

Para el estudio anatómico se cortaron discos de 10 cm de espesor de la sección comprendida del tocón a 1.50 metros hacia arriba del fuste comercial (24).

Las pruebas para los ensayos de propiedades físicas, se cortaron de acuerdo a las especificaciones de ASTM D 143-52 en el propio bosque, utilizando para ello una motosierra Stihl 0-70.

4. ESTUDIO ANATOMICO.

4.1. Preparación de la muestra (1):

En el laboratorio se procedió a cortar bloques de 1.5 x

1.5 x 2 centímetros de la parte media del durámen de los discos de 10 centímetros de espesor, sobre los cuales se estudiaron las características anatómicas. Todas las muestras fueron previamente identificadas.

Cada una de las caras estaba perfectamente orientada, de tal manera que correspondiera a los cortes transversal (x), radial (r) y tangencial (t). De cada bloque se obtuvieron 15 montajes, 5 por cada plano y a cada montaje se le efectuaron 25 mediciones.

Para facilitar los cortes al microtomo, el material fué previamente ablandado con agua hervida hasta que se notó turgencia en el bloque.

El ángulo de corte varió entre 10 y 20 grados, según la dureza de la madera. Los cortes se hicieron entre 18 a 25 micrones de espesor; se tiñeron con safranina al 1% y se prepararon montajes permanentes usando bálsamo del Canadá.

Procedimiento (1):

El bloque previamente ablandado se colocó en un microtomo de deslizamiento horizontal, para efectuar los cortes transversal, radial y tangencial respectivamente. Ya obtenidos así los cortes, se colocaron en safranina, solución 1 % en agua durante 6 horas; para luego deshidratarlos en la serie alcohólica ascendente 30%, 50%, 70%, 95% etanol absoluto, etanol absoluto - xilol en volúmenes iguales (duración de 5 a 10 minutos cada paso) y por último se colocaron en xilol en donde permanecieron hasta el momento de hacer el montaje.

Para evitar que las muestras se enrollasen al efectuar el corte, se remojó la cuchilla del microtomo con una mezcla de partes iguales de glicerina y alcohol, dejando que cada

sección permaneciera en la cuchilla durante varios segundos después del corte; la sección así obtenida fué transferida a un plato conteniendo la misma mezcla.

A cada uno de los elementos anatómicos se les realizó un análisis estadístico descriptivo, los parámetros que se obtuvieron fueron la moda, media de la población, valores máximos y mínimos, desviación estandard y coeficiente de variación.

4.2 Preparación del tejido macerado (1):

De los blquecitos de cada especie, se tomaron finas astillas, se pusieron en un tubo de ensayo y se cubrieron con una mezcla de volúmenes iguales de ácido crómico al 10% y ácido nítrico al 10%. En este estado permanecieron de 6 a 10 días dependiendo de la dureza de la madera.

La maceración así obtenida, se tiñó con safranina y se hicieron los montajes permanentes.

El proceso fué el siguiente:

Una vez separados los elementos por la acción de los ácidos, se cambió dicha mezcla con agua teniendo cuidado de que no quedara ácido en los elementos para que no causaran alteraciones en el colorante.

Este material se centrifugó en los diferentes pasos mencionados a velocidades bajas durante 5 minutos, ésto para evitar aplastamientos y deformaciones de los elementos constitutivos del leño.

Luego del agua se colocó la maceración en safranina durante 6 horas y posteriormente se deshidrató en la serie alcohólica ascendente de etanol 30%, 50%, 70%, 95% y etanol absoluto (5 a 10 minutos cada paso); luego a etanol absoluto - xilol

para finalmente dejarla en xilol hasta el momento de hacer el montaje.

4.3 Observación de las características microscópicas (1) (13):

Se indican con (x), (r), (t) y (m), según las características en que hallan sido observadas en los cortes transversal, radial, tangencial y tejido macerado.

Distribución de los Poros:

Difusa

Circular

Semicircular.

Anillos de Crecimiento:

Demarcados por:

Tejido más denso

Porosidad circular

Parénquima terminal en bandas.

Disposición de los Poros:

Solitarios

Múltiple radial

Agrupación racemiforme

Poros/Vasos Panshin (20):

1. Número por mm² (x)

Muy pocos	menos de 16
Pocos	16 - 25
Moderadamente pocos	26 - 50
Moderadamente numerosos	51 - 75
Numerosos	76 - 100
Muy numerosos	más de 100

2. Tamaño, diámetro tangencial incluyendo el espesor de la pared (Micras = u) (x)

Muy pequeños	menos de 50 u
Pequeños	51 u - 100 u
Medianos	101 u - 150 u
Grandes	151 u - 200 u
Muy grandes	200 u - 300 u
Extremadamente grandes	más de 300 u

Los poros múltiples o agrupaciones racemiformes, se cuentan por uno solo para el número por mm².

Placa Perforada (r), (t):

Simple

Escaleriforme

Reticulada

Efedroide

Puntuaciones:

1. Tipo (r), (t)

Simple y areoladas

2. Abertura (r), (t)

Incluida, extendida, tocando el borde de la punteadura, coalescente.

3. Disposición (r), (t)

Alternas, opuestas, escaleriformes, cribiformes

4. Tamaño, diámetro en micras (t), (r)

Pequeñas	2 u - 4 u
Medianas	5 u - 10 u
Grandes	11 u - 50 u

Las punteaduras radiovasculares se describieron junto a las intervasculares, para hacer más notoria su semejanza o diferencia.

Parenquima:

1. Paratraqueal (x), (r), (t)

Escaso, vasicéntrico, aliforme, confluyente, en líneas o bandas tangenciales, unilateral.

2. Apotraqueal (x), (r), (t)

Difuso, difuso en agregados, reticular, escaleriforme, en líneas o bandas concéntricas.

3. Marginal (x), (r)

Término utilizado por parénquima inicial y terminal, los cuales presentan dificultades al decidir si la banda está al comienzo o al final del anillo de crecimiento.

Radios:

1. Número por mm lineal (t), (x)

Muy numerosos	más de 20
Numerosos	6 - 20
Escasos	menos de 5

2. Espaciamiento, número por mm lineal (t), (x) (7)

Ampliamente espaciados	5 o menos
Normalmente espaciados	6 - 9
Ligeramente espaciados	10 - 13
Compactados	14 - 20
Estrechamente compactados	21 o más

3. Anchura, valor en micras medido en la parte media de la altura total (t)

Muy finos	menos de 25 u
Finos	25 u - 50 u
Medianos	50 u - 100 u
Anchos	100 u - 200 u
Muy anchos	más de 200 u.

4. Altura, valor en micras y en número de células (t)

Muy bajos	menos de 200 u
Bajos	200 u - 500 u
Medianos	500 u - 800 u
Altos	800 u - 2 mm
Muy altos	más de 2 mm

Fibras:

1. Longitud de micras (m), (t)

Cortas	Menos de 900 u
Medianas	900 u - 1600 u
Largas	más de 1600 u

2. Tamaño, diámetro tangencial en micras incluyendo el espesor de las paredes, medido en la parte media de la longitud total (m), (t)

Pequeñas	Menos de 16 u
Medianas	16 u - 25 u
Grandes	26 u - 30 u
Muy grandes	más de 30 u

4.4 Observación de las características generales (l);

4.4.1 Color de albura (x), (r)

4.4.2 Color de duramen (x), (r)

El color se determinó en base a la escala Munsell.

4.4.3 Lustre o brillo (t), (r)

Poco lustrosa, medianamente lustrosa, muy lustrosa.

4.4.4 Olor (madera recién cortada)

Ausente o no distintivo, aromático, desagradable, otros.

4.4.5 Sabor (madera recién cortada)

Ausente o no distintivo, amargo, dulce, picante, otros

4.4.6 Grano (madera rajada) (r), (t)

Recto, oblicuo, entrecruzado, crespo

4.4.7 Textura

Gruesa: Células amplias, diámetro tangencial de los vasos mayor de 250 micras, radios grandes, parénquima abundante.

Fina: Células pequeñas, diámetro tangencial de los vasos menor de 150 micras, parénquima escaso; muchas fibras.

Homogénea: Elementos grandes o pequeños sin variación en todo el leño.

Heterogénea: Con diferencia entre leño temprano y tardío.

4.5 Estudio de las propiedades físicas:

La preparación de las probetas, es un factor muy importante en los ensayos de propiedades físicas de la madera, pues tanto la inadecuada orientación de los anillos de crecimiento como la dirección de las fibras con relación a los ejes de la pieza,

traen consigo resultados incorrectos.

Las probetas para los ensayos de propiedades físicas se elaboran siempre en forma que dos de sus lados opuestos tengan cara tangencial paralela a los anillos de crecimiento y los otros dos, cara radial (1).

Al inicio de los ensayos es muy importante numerar las piezas y tener a mano todo el material a utilizar.

El orden de los ensayos fué:

1. Densidad
2. Contracción de la madera
3. Contenido de humedad.

Todos los ensayos fueron realizados bajo las especificaciones del manual de ASTM D 143-52, en donde se describen los procedimientos para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

4.5.1 Descripción de los ensayos de propiedades físicas:

4.5.1.1 Densidad de la madera (ASTM D 143-52)

La densidad de la madera, es el cociente de dividir el peso de la probeta entre el volumen de la misma probeta.

Densidad bajo diferentes formas:

a. Densidad de la madera con un contenido de humedad mayor del 30% =
$$\frac{\text{Peso verde}}{\text{Volumen verde}} \quad (\text{gr/cc})$$

b. Densidad básica =
$$\frac{\text{Peso seco horno}}{\text{Volumen verde}} \quad (\text{gr/cc})$$

Para la determinación de la densidad verde la única condición requerida fué que la madera tu viera un contenido de humedad superior al 30%. Para la determinación de la densidad básica, se colocaron las probetas en un horno a una temperatura de $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, hasta que se obtuvieron pesos constantes en las pesadas consecutivas.

La temperatura se fué incrementando lentamente para evitar el agrietamiento de las probetas.

El volumen se determinó por desplazamiento de agua, para lo cual fué necesario cubrir con una delgada capa de parafina las probetas, esto con el objeto de evitar la absorción de humedad y obtener falsos resultados (26).

4.5.1.2 Contracción de la madera (ASTM D - 143)

Contracción de la madera, es la reducción dimensional que expcrimenta la madera desde la condición verde hasta seca al horno. Puede ser radial, tangencial, longitudinal y volumétrica.

Contracción radial:

$C = \frac{\text{Dimensión radial de la probeta verde} - \text{dimensión radial de la probeta seca al horno}}{\text{dimensión radial de la probeta verde}} \times 100 (\%)$.

Contracción tangencial:

$C = \frac{\text{Dimensión tangencial de la probeta verde} - \text{dimensión tangencial de la probeta seca al horno}}{\text{dimensión tangencial de la probeta verde}} \times 100 (\%)$.

Contracción longitudinal:

$C = \frac{\text{Dimensión longitudinal de la probeta verde} - \text{dimensión longitudinal de la probeta seca al horno}}{\text{dimensión longitudinal de la probeta verde}} \times 100 (\%)$.

Contracción volumétrica:

Contracción volumétrica calculada:

$$C = \frac{(100 + CR) (100 + CT) (100 + CL)}{10^4} - 100 (\%)$$

Contracción volumétrica por medición directa:

$C = \frac{\text{Volumen de la probeta en condición verde} - \text{volumen de la probeta en condición seca al horno}}{\text{volumen de la probeta en condición verde}} \times 100 (\%)$.

Se entiende como madera verde, aquella cuyo contenido de humedad es superior al 30%. Para la determinación de las dimensiones de las probetas, se utilizó un micrómetro con la aproximación y exactitud necesarias.

4.5.1.3 Humedad de la madera (ASTM D 143-52)

La humedad de la madera se determinó por medio de la fórmula:

$$HC = \frac{\text{Peso de madera verde} - \text{peso de madera seca horno}}{\text{Peso de madera seca horno}} \times 100$$

Primeramente se pesaron las probetas en condi-

ción verde, para luego someterlas a una temperatura de $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, la temperatura se incrementó lentamente. La madera se consideró seca al horno cuando dió un peso constante después de pesadas sucesivas.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

1. ESTUDIO ANATOMICO.

En lo referente a la distribución de los poros de las especies estudiadas, se encontró que las tres presentan porosidad difusa y con una distribución que varía según la especie (ver figuras 1, 5, 9). El diámetro de los poros está relacionado con la textura de la madera (3), de allí que Calophyllum brasiliense y Symphonia globulifera puedan unificarse como maderas de textura fina y Vochysia hondurensis como madera de textura gruesa.

Cuadro 1. Características anatómicas de los vasos.

V A S O S						
ESPECIE	P O R O S				ELEMENTOS VASCULARES	
	DISTRIBUCION	DISPOSICION	No. POR mm ²	Ø TANGENCIAL (u)	PUNTUACIONES	PLACA PERFORADA
<u>Calophyllum brasiliense</u>	Difusa	Múltiple radial racemiforme y escasamente solitarios.	Muy pocos. max = 11 mín = 3 X = 7.06 Mo = 8 S = 2.08 CV = 29%	Medianos a muy grandes. max = 224.40 mín = 112.20 X = 173.80 Mo = 183.60 S = 32.35 CV = 18.6%	Simple con abertura incluída y disposición escaleriforme, medianas max = 9 mín = 5 X = 7 Mo = 7 S = 1.33 CV = 18.5%	Simple
<u>Vochysia hondurensis</u>	Difusa	Solitarios múltiple radial y escasamente racemiforme	Muy pocos max = 5 mín = 2 X = 3.5 Mo = 4 S = 1.16 CV = 33%	Grandes a extremadamente grandes max = 326.40 mín = 153.00 X = 230.97 Mo = 214.20 S = 36.97 CV = 16	Simple con abertura incluída y disposición escaleriforme, grandes max = 20 mín = 12 X = 17 Mo = 19 S = 2.85 CV = 15.6%	Simple
<u>Symphonia globulifera</u>	Difusa	Solitarios y escasamente múltiple radial	Muy pocos max = 12 mín = 4 X = 8.9 Mo = 8 S = 2.17 CV = 24.6%	Medianos a muy grandes max = 265.2 mín = 112.2 X = 187.91 Mo = 204 S = 32.51 CV = 17.3%	Simple con abertura extendida y disposición alterna, medianas a grandes. max = 12.96 mín = 9.72 X = 11.81 Mo = 11.86 S = 1.46 CV = 12.4%	Simple

Cuadro 2. Características anatómicas del tejido parenquimático.

ESPECIE	PARENQUIMA				
	AXIAL	RADIAL			
	TIPO	CLASE	PO. POR RA	ANCHURA (u)	ALTURA (u)
<u>Calophyllum</u> <u>brasiliense</u>	Paratraqueal en bandas tangenciales	Homogéneos uniseriados y heterogéneos del tipo III	Numerosos max = 13 mín = 7 $\bar{x}$ = 10.50 Mo = 12 S = 2.55 CV = 24.3%	Muy finos a finos max = 28.56 mín = 12.24 $\bar{x}$ = 19.53 Mo = 20.40 S = 3.38 CV = 17.3%	Muy bajos a bajos max = 275.40 mín = 58.10 $\bar{x}$ = 154.45 Mo = 153.00 S = 53.28 CV = 34.5%
<u>Vochysia</u> <u>hondurensis</u>	Paratraqueal confluyente y apotraqueal difuso en agregados	Heterogéneos multiseriados tipo II escasamente heterogéneos tipo III	Escasos max = 4 mín = 2 $\bar{x}$ = 3.1 Mo = 4 S = 0.97 CV = 28%	Finos a medianos max = 81.60 mín = 27.54 $\bar{x}$ = 48.88 Mo = 51.00 S = 15.02 CV = 26.6%	Bajos a altos max = 1173.00 mín = 244.80 $\bar{x}$ = 622.80 Mo = 661 S = 184.68 CV = 29.7%
<u>Symphonia</u> <u>globulifera</u>	Paratraqueal en bandas tangenciales	Heterogéneos del tipo II y heterogéneos del tipo III escasamente	Numerosos a escasos max = 10 mín = 4 $\bar{x}$ = 7 Mo = 6 S = 1.76 CV = 25%	Muy finos a medianos max = 71.40 mín = 10.20 $\bar{x}$ = 39.50 Mo = 51 S = 20.19 CV = 51%	Altos a bajos max = 1998 mín = 374.40 $\bar{x}$ = 800.70 Mo = 816 S = 481.98 CV = 60.3%

El tipo de parénquima de las especies estudiadas es paratraqueal en bandas tangenciales, Vochysia hondurensis, presenta además el tipo apotraqueal difuso en agregados.

Según la clasificación Kribs del parénquima radial, las especies presentan más de una clase de radios. Este contenido de células parenquimáticas le confieren al tejido xilemático cualidades para la elaboración de papel por su contenido de hemicelulosa y su plano de contacto; contribuyendo así al poder adhesivo entre fibras.

Según Barajas (5), la cantidad de células parenquimáticas es un factor que se puede citar en lo referente a la ocurrencia de enfermedades de la madera causadas por hongos, ya que los hongos que causan manchas en la madera utilizan los almidones contenidos en el parénquima como alimento.

De lo anterior es de esperarse que Vochysia hondurensis sea una especie bastante susceptible a este tipo de daños, ya que al micros-

copio se le puede observar una relativa abundancia de este tipo de células.

Cuadro 3. Características anatómicas de las fibras.

ESPECIE	F I B R A S	
	LONGITUD (u)	DIAMETRO (u)
<u>Calophyllum</u> <u>brasiliense</u>	Medianas max = 1410 mín = 960 $\bar{X}$ = 1172 Mo = 1440 S = 131.97 CV = 11.3%	Medianas a grandes max = 28.8 mín = 21.6 $\bar{X}$ = 24.48 Mo = 24.00 S = 2.63 CV = 10.7%
<u>Vochysia</u> <u>hondurensis</u>	Medianas a largas max = 1560.00 mín = 1080.00 $\bar{X}$ = 1326 Mo = 663 S = 153.89 CV = 11.6%	Grandes a muy grandes max = 48 mín = 29 $\bar{X}$ = 35.04 Mo = 33.60 S = 6.32 CV = 18%
<u>Symphonia</u> <u>globulifera</u>	Medianas a largas max = 1980.00 mín = 24.00 $\bar{X}$ = 1854.00 Mo = 1800.00 S = 121.17 CV = 6.54%	Medianas a muy grandes max = 34.80 mín = 24.00 $\bar{X}$ = 29.52 Mo = 28.8 S = 3.94 CV = 13.35%

En cuanto a las fibras, el grosor de sus paredes y el diámetro de sus lúmenes, definen las propiedades para elaboración de pulpa y papel, además de conferirle a la madera ciertas cualidades de uso, especialmente de índole mecánico (1).

Calophyllum brasiliense y Symphonia globulifera están catalogadas dentro del mismo rango en cuanto al diámetro de fibras se refiere; con la diferencia de que las paredes de las fibras de Symphonia globulifera son relativamente gruesas al extremo de que sus lúmenes se observan bastante reducidos al microscopio y no así sus paredes, motivo por el cual ésta sea una madera relativamente densa y que no presenta las cualidades para pulpa y papel según la relación Runkel.

Cuadro 4. Características para elaboración de papel.

ESPECIE	GRUPO RUNKEL	CARACTERISTICA
<u>Calophyllum brasiliense</u>	III	Buena para papel
<u>Vochysia hondurensis</u>	III	Buena para papel
<u>Symphonia globulifera</u>	V	Mala para papel

Por otro lado se ha determinado que la resistencia al desgarramiento en el papel es disminuída directamente con la disminución de la longitud de la fibra (1); en este aspecto Vochysia hondurensis y Symphonia globulifera están clasificadas en el mismo grupo como medianas a largas, mientras que Calophyllum brasiliense presenta fibras medianas.

En lo que respecta a los contenidos celulares, se encontró que Calophyllum brasiliense presenta ciertos cristales en el parénquima y latex en los radios, además de tílides que ocluyen la cavidad de sus vasos. En Vochysia hondurensis se encuentran pequeñas cantidades de gomas en los vasos y sílice en los radios, lo cual puede causar problemas durante el aserrado (5), ya que ésto le quita el filo a las sierras. Por último en Symphonia globulifera se encontraron cristales en el parénquima y gomas en los vasos.

Cuadro 5. Características generales.

ESPECIE	COLOR	LUSTRE	OLOR	SABOR	GRANO	TEXTURA	VISIB. ELEMENTOS
<u>Calophyllum</u> <u>brasiliense</u>	<u>Albura</u> rosa <u>Durámen</u> café rojizo	Medianamen- te lustrosa	Desagrada- ble	No distin- tivo	<u>Tangenc.</u> Recto <u>Radial</u> Inclinado	Fina	Poros simple vista rayos con lupa pa- rénquima simple vis- ta
<u>Vochysia hondurensis</u>	<u>Albura</u> café <u>Durámen</u> Olivio pálido	Muy lustro- sa	Desagrada- ble	No distin- tivo	<u>Tangenc.</u> recto <u>Radial</u> inclinado	Gruesa	Poros simple vista rayos simple vista parénquima simple vista
<u>Symphonia globulifera</u>	<u>Albura</u> amarillo pálido <u>Durámen</u> Café ama- rillento	Medianamen- te lustro- sa	No distin- tivo	Amargo	<u>Tangenc.</u> Recto <u>Radial</u> Recto	Fina	Poros simple vista rayos simple vista parénquima simple vista

FOTOMICROGRAFIAS DE Calophyllum brasiliense

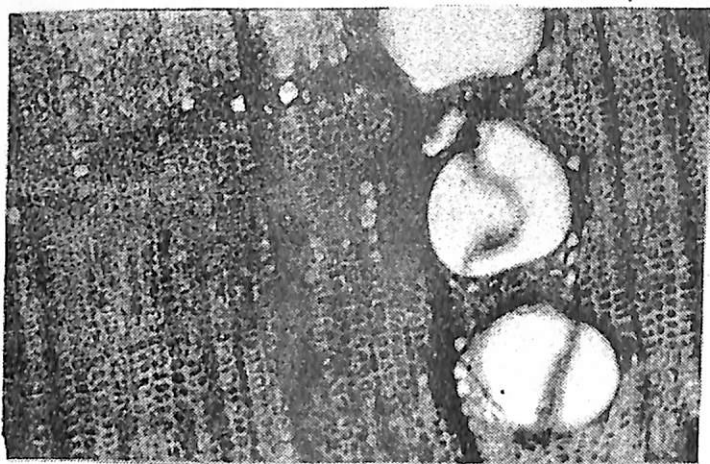


Figura 1. Sección transversal
(16X)

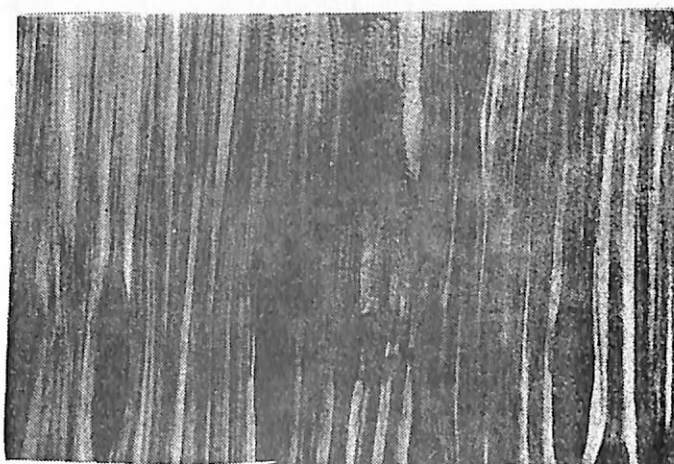


Figura 2. Sección tangencial
(16X)

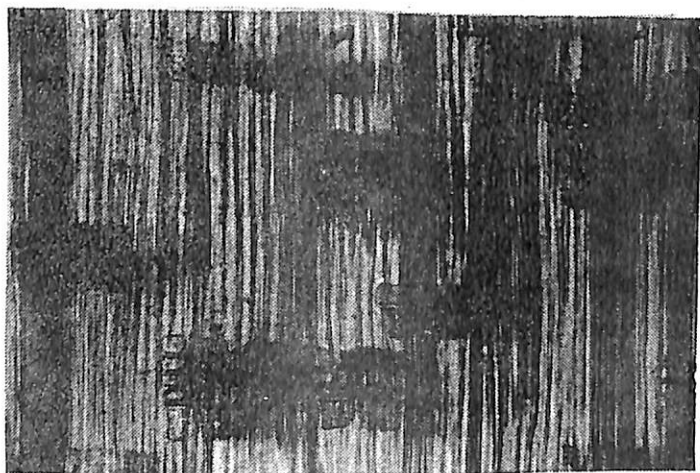


Figura 3. Sección radial (16X)

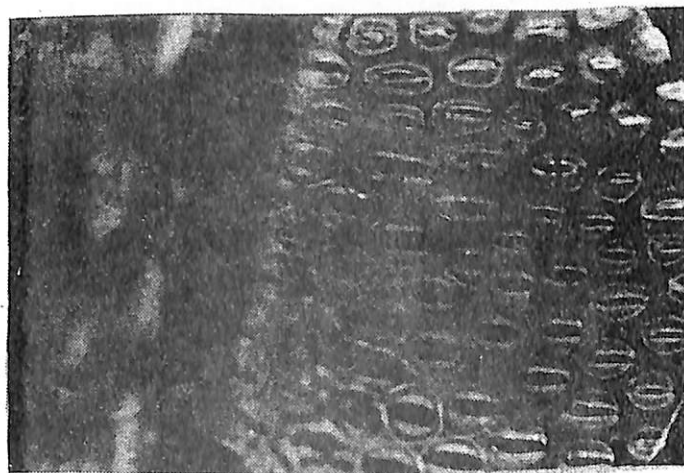


Figura 4. Puntuaciones
(95X)

FOTOMICROGRAFIAS DE Vochysia hondurensis

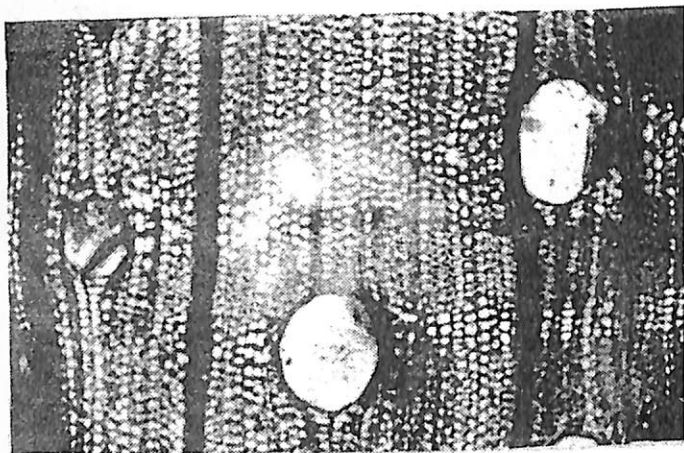


Figura 5. Sección transversal
(10X)

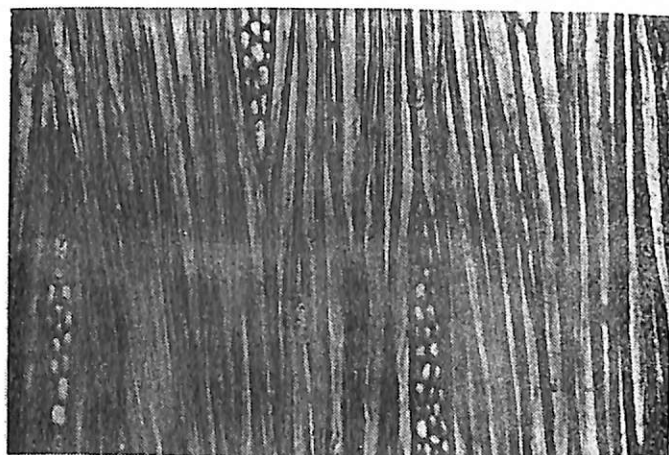


Figura 6. Sección tangencial
(16X)

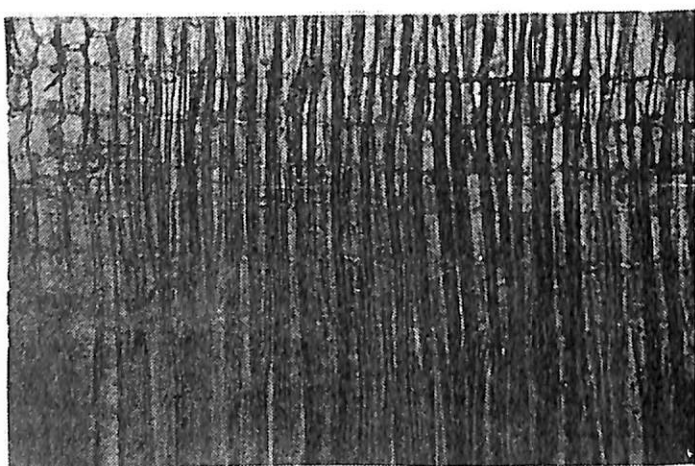


Figura 7. Sección radial
(16X)

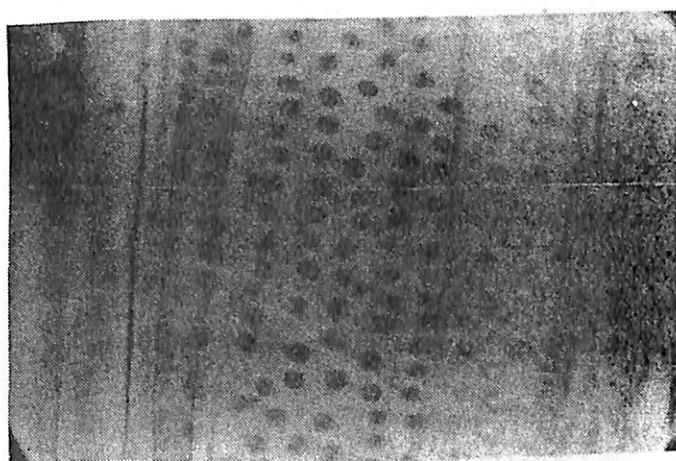


Figura 8. Puntuaciones
(95X)

FOTOMICROGRAFIAS DE Symphonia globulifera

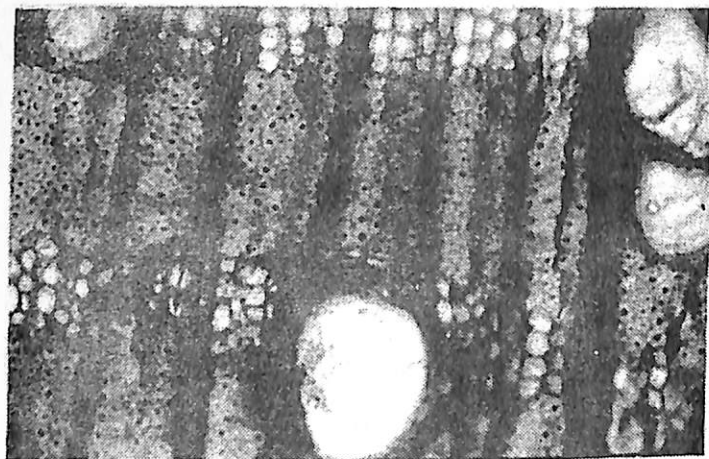


Figura 9. Sección transversal
(16X)

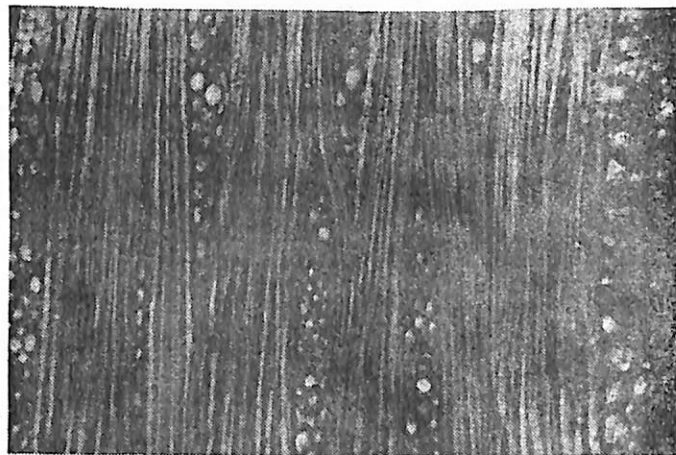


Figura 10. Sección tangencial (16X)

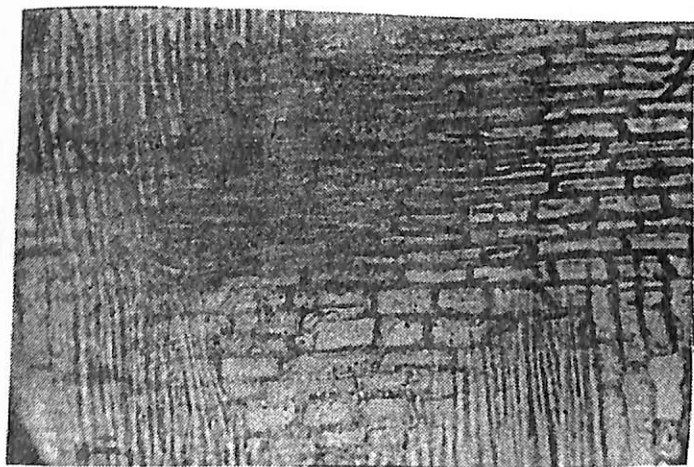


Figura 11. Sección radial
(16X)

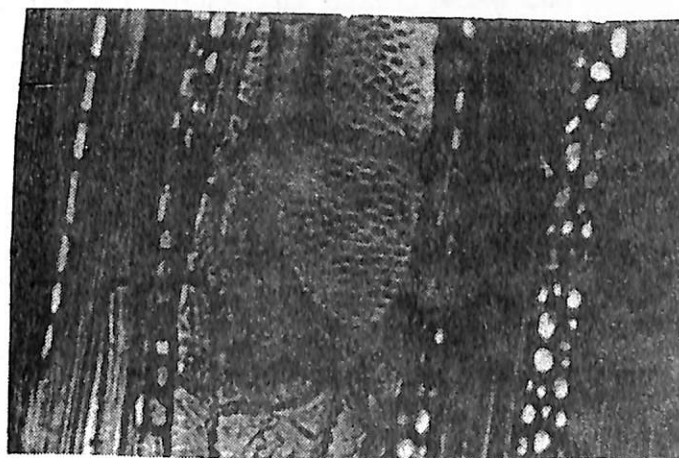


Figura 12. Puntuaciones
(95X)

2. PROPIEDADES FISICAS.

Cuadro 6. Características físicas.

	Densidad básica	Densidad verde	CR %	CT %	CL %	CV % Calculada	CV Med. Dir.	CT/CR	CH %
<u>Calophyllum</u> <u>brasiliense</u>	0.54	0.81	5.34	7.19	0.03	12.95	13.4	1.35	46.95
<u>Vochysia</u> <u>hondurensis</u>	0.42	0.89	2.30	5.22	0.44	8.11	8.88	2.27	178.58
<u>Symphonia</u> <u>globulifera</u>	0.61	1.10	2.63	7.36	0.17	10.37	11.00	2.80	65.14

2.1 Densidad básica:

Esta característica está relacionada con la resistencia mecánica de la madera (3). De las especies estudiadas la mayor densidad básica le corresponde a Symphonia globulifera con un valor de 0.61 gr/cc, siguiéndole Calophyllum brasiliense con 0.54 gr/cc y finalmente Vochysia hondurensis con un valor de 0.42 gr/cc.

Del análisis efectuado se clasificó a Symphonia globulifera como una especie de madera pesada, mientras que Calophyllum brasiliense y Vochysia hondurensis se clasifican como especies de madera moderadamente liviana a moderadamente pesada (1).

2.2 Contracciones:

De los valores de contracción encontrados, se determinó que la contracción en el plano tangencial es la más severa, siguiéndole la contracción radial y la longitudinal que es la menos perceptible.

La especie que presenta mayor valor de contracción tangencial es Symphonia globulifera (7.36%), aunque de valor muy similar a Calophyllum brasiliense (7.19%); Vochysia hondurensis presenta el valor menor (5.22%).

Con base en los valores antes mencionados, Symphonia globulifera y Calophyllum brasiliense se catalogan como especies con madera que presenta contracción tangencial muy alta; mientras que Vochysia hondurensis se clasifica como una especie con madera de contracción alta (1).

Analizando la contracción en el plano radial, el valor más alto se le confiere a Calophyllum brasiliense (5.34%) siguiéndole el valor de Symphonia globulifera (2.63%) y finalmente Vochysia hondurensis (2.3%).

De lo anterior se deduce que Calophyllum brasiliense es una especie que presenta madera con contracción radial muy alta; por otro lado Symphonia globulifera y Vochysia hondurensis se unifican como especies con madera de contracción radial alta (1).

El mayor valor de contracción longitudinal se le determinó a Vochysia hondurensis (0.44%); que es relativamente diferente a Symphonia globulifera (0.17%) y Calophyllum brasiliense (0.03%).

Por otro lado la relación contracción tang/contracción radial da un índice del comportamiento de la madera al secado y diferentes usos a contenidos de humedad relativa variables (1).

Los valores de la relación antes mencionada para las especies estudiadas difieren entre sí, teniendo que Calophyllum brasiliense presenta el valor más bajo (1.35), lo cual supone que sea una madera estable que no se agrieta, Vochysia hondurensis (2.27) es de esperarse que presente características de buen secado y sufra grietas y deformaciones leves; mientras que Sym-

phonia globulifera (2.8) sí presenta características de una madera que requeriría de un programa de secado bastante cuidadoso por la susceptibilidad a sufrir graves daños y deformaciones.

2.3 Contenido de humedad:

El contenido de humedad es un factor que afecta tanto a la madera elaborada como no elaborada. Arostegui (3), relacionó la velocidad de secado con la densidad básica, encontrando que las maderas con mayor densidad alcanzan el equilibrio higroscópico con mayor lentitud.

Los valores de contenidos de humedad de las especies estudiadas difieren entre sí, teniendo que el valor más alto lo reportó Vochysia hondurensis (178.58%), siguiéndole en su orden Symphonia globulifera (65.14%) y Calophyllum brasiliense (46.95%).

Un aspecto que cabe mencionar es que la mayor incidencia de enfermedades fungosas se presenta en las etapas iniciales del secado, o sea cuando la humedad de la pieza es mayor; por lo cual se hace necesario tomar las medidas preventivas en las etapas iniciales del secado (5).

VI. CONCLUSIONES

1. La madera de Calophyllum brasiliense presenta un color rojizo, medianamente listrosa con un olor desagradable y sabor no distintivo, en el plano radial presenta grano inclinado, mientras que en el tangencial el grano es recto y su textura se clasifica como fina. La distribución de los poros es difusa y su disposición es múltiple radial-racemiforme y escasamente solitarios, por su abundancia se catalogan como muy pocos, su diámetro tangencial va de medianos a muy grandes, sus puntuaciones son simples con abertura incluida y disposición escaleriforme, de tamaño medianas. La placa perforada de los vasos es simple. El parénquima axial es del tipo paratraqueal en bandas tangenciales; los radios son homogéneos, uniseriados y heterogéneos del tipo III, numerosos y con una anchura que va de muy finos a finos y una altura que los clasifica como muy bajos a bajos. Sus fibras por su longitud se clasifican como medianas y por su diámetro como medianas a grandes.
2. La madera de Vochysia hondurensis presenta una coloración que va de café a olivo pálido, es muy lustrosa con un olor desagradable y su sabor es no distintivo. Su grano en el plano radial es inclinado y en el tangencial es recto y su textura es gruesa. Su porosidad es difusa, con una disposición múltiple radial-racemiforme y escasamente solitarios, por su abundancia se catalogan como muy pocos, el diámetro tangencial va de medianos a muy grandes y sus punteaduras son simples con abertura incluida, de disposición escaleriforme y tamaño medianas, la placa perforada de los vasos es simple. El parénquima axial es del tipo paratraqueal confluyente y apotraqueal difuso en agregados, los radios son heterogéneos multiseriados tipo II y escasamente heterogéneos tipo III, por su abundancia se consideran como escasos, con una anchura que va de finos a medianos y con una altura de bajos a altos. Sus fibras por su longitud se clasifican como medianas a largas y por su diámetro grandes a muy grandes.

3. La madera de Symphonia globulifera presenta una coloración que va de un amarillo pálido a un café amarillento, es medianamente lustrosa, de sabor amargo y un olor no distintivo. El grano en el plano radial y tangencial es recto y de textura fina. Su porosidad es difusa, con una disposición que va de solitarios a escasamente múltiple radial, por su abundancia se consideran como muy pocos, de tamaño medianos a muy grandes; sus punteaduras son simples con abertura incluida y disposición alterna, de tamaño medianas a grandes. La placa perforada de sus vasos es simple. El parénquima axial es del tipo paratraqueal en bandas tangenciales, los rayos son heterogéneos del tipo II y heterogéneos del tipo III escasamente, por su abundancia se consideran como numerosos a escasos, con una anchura que va de muy finos a medianos y con una altura de bajos a altos. Sus fibras por su longitud se clasifican como medianas a largas y su diámetro va de medianas a muy grandes.
4. De las tres especies estudiadas, Vochysia hondurensis presentó inclusiones de sílice en los radios.
5. Calophyllum brasiliense y Vochysia hondurensis se sitúan en el grupo III de las categorías de Runkel, por lo que presentan buenas características para la elaboración de papel; sin embargo, las propiedades de Symphonia globulifera la sitúan en el grupo V, por lo que se descarta su uso para tal fin.
6. Con base en los valores de densidad básica Vochysia hondurensis (0.42 gr/cc) y Calophyllum brasiliense (0.54 gr/cc) se clasifican como maderas moderadamente livianas a moderadamente pesadas, mientras que Symphonia globulifera (0.61 gr/cc) se clasifica como especie con madera pesada.
7. Según la relación contracción tangencial/contracción radial, es de esperarse que Calophyllum brasiliense no sugra grietas y deformacio-

nes en el proceso de secado, mientras que la madera de Vochysia hondurensis pueda sufrir grietas y deformaciones leves y Symphonia globulifera sufra graves daños y deformaciones, por lo que requiere de un programa de secado cuidadoso.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar el análisis químico y de procesamiento industrial de Calophyllum brasiliense y Vochysia hondurensis con fines de producción de pulpa y papel.
2. Se recomienda realizar el estudio de propiedades mecánicas, secado y trabajabilidad de las especies estudiadas, como un complemento al presente estudio.
3. Según los datos obtenidos, puede recomendarse preliminarmente a Calophyllum brasiliense para estructuras tales como muebles, decoración de interiores y artículos en los que se requiera de un acabado fino y estético, Vochysia hondurensis para construcción de cajas, muebles baratos y construcciones temporales que no requieran alta resistencia mecánica y artículos que no requieran un acabado de lujo, Symphonia globulifera para mangos de herramientas, artículos deportivos, pisos de servicio pesado, postes, durmientes y pilotes.
4. Estudiar la relación entre la abundancia de parénquima en el xilema y su relación con la incidencia de enfermedades fungosas; con el objeto de elaborar un programa de medidas preventivas.
5. Estudiar el comportamiento silvicultural de las especies evaluadas con fines de completar el conocimiento de sus potencialidades.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA CONTRERAS, I. 1967. Descripción anatómica, propiedades físicas y algunos usos de 25 maderas de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA, 192 p.
2. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (EE.UU.). 1974. Annual book of ASTM standards: part 22. Easton, Md., EE.UU., American National Standards Institute. p. 34-91.
3. AROSTEGUI V., A.; GONZALEZ F., V.R.; SATO A., A. 1980-1981. Propiedades tecnológicas y usos de la madera de 40 especies del bosque nacional Alexander Von Humboldt. Revista Forestal del Perú (Perú) 10(1-2):3-82.
4. ASOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. 1940. En sitios físicos e mecánicos de madeiras; método brasileiro. Brazil. 10 p.
5. ✓ BARAJAS MORALES, J.; ECHENIQUE MANEIQUE, R.; CARMINA VALDOVINOS, T. F. 1981. La madera y su uso en la construcción no. 3: estructura e identificación. México, Editorial Tipos Futura. 70 p.
6. ✓ CACERES ROJAS, H. 1965. Estudios tecnológicos sobre algunas maderas colombianas. Bogotá, D.E., Col.; Instituto de Investigaciones Tecnológicas. 51 p.
7. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 20-23.
8. ✓ DUDEK, D.; FORSTER, B.; KLISSENBAUER, K. 1981. Lesser knoen libe-rian timber species: description of physical and mechanical properties, natural durability, treatability, workability and suggested uses. Germany, Deutsche Fesellschaft for Technische Zusammenarbeit. 168 p.
9. ✓ FLORES RODRIGUEZ, L.J. 1981. Anatomía de la madera de tres especies tropicales mexicanas. 2 ed. México, D.F., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico no. 24. 13 p.
10. GUATEMALA. CENTRO TECNICO DE EVALUACION FORESTAL. 1973. Estudio de la estructura anatómica y características dimensionales de 50 especies forestales del Petén. Guatemala. 84 p.
11. ———. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. DEPARTAMENTO DE INVENTARIOS FORESTALES. 1982. Inventario forestal nacional "Bloque Chocón" franja transversal del norte; informe general. Guatemala. 44, 6.4 p.

12. HUERTA CRESPO, J. 1978. Anatomía de la madera de 12 especies de coníferas mexicanas. 3 ed. México, D.F., Dirección General de Investigación y Capacitación Forestal, Boletín Técnico no. 51. 56 p.
13. _____. 1981. Anatomía macroscópica y algunas características físicas de 17 maderas tropicales mexicanas. 2 ed. México, D.F., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Divulgativo no. 46. 61 p.
14. INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS (SWITZERLAND). 1957. International glossary of terms used in wood anatomy. Tropical Woods (EE.UU.) no. 107:1-36.
15. KRIBS, D.A. 1950. Commercial foreign woods on the american market: A manual to their structure, identification, uses, and distribution. Michigan, EE.UU., Edwards Brothers. 157 p.
16. KUKACHKA, B.F.; McCLAY, T.A.; BELTRANENA M., E. 1968. Propiedades seleccionadas de 52 especies de maderas del departamento de El Petén; proyecto de evaluación forestal. Guatemala, FAO/FYDEP. Boletín no. 2. 88 p.
17. LLACH CORDERO, L. s.f. Propiedades físicas y mecánicas de ciento trece especies. FO:SF/PAN6. Informe Técnico no. 3. pt. 3, p. 454-752.
18. MENA MARINELLI DE ENRIQUEZ, O.L. 1976. Análisis físico, químico y morfológico de seis especies de maderas latifoliadas de El Petén. Tesis Químico Farmacéutico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 36 p.
19. MUNSELL COLOR MACBETH A DIVISION OF KOLLMORGEN CORPORATION. 1975. Munsell; soil color charts. Baltimore, Md., EE.UU. 17 p.
20. PANSHIN, A.J.; SEEUW, C DE. 1980. Textbook of wood technology; structure, identification, properties, and uses of the commercial woods of the United States and Canada. Ed. by Marian D. Provenzano and Stephen Wagley. 4 ed. New York, McGraw-Hill. 722 p. (Series in forest resources).
21. PARADA G., C. DE. 1983. La madera y los trópicos. 5 ed. Guatemala, Impresos Industriales. 264 p.
22. PAZ PEREZ OLVERA, C. DE LA. 1982. Anatomía de la madera de cinco especies de encinos de Durango. 2 ed. México, D.F., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico no. 43. 35 p.

23. _____.; CARMONA VALDOVINOS, T.F. 1982. Influencia del hilo en algunas características tecnológicas de la madera. México, D.F., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico no. 60. p. 5-41.
24. RAMOS ALVAREZ, H. 1981. Instrucciones para recolectar muestras de madera para estudios tecnológicos. México, D.F., Instituto de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico no. 54. 15 p.
25. RICO CARRIZOSA, J.E. 1974. Estudio tecnológico de tres especies maderables del Trópico Americano, Hura crepitans L., Brosimum costarricense Lebn y Ceiba pentandra (L.) Gaertn. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Centro Técnico de Enseñanza e Investigación/ IICA. 103 p.
26. RINCON LA TORRE, C.E. 1980. Evaluación de las propiedades físico-mecánicas y usos probables de la madera de 9 especies del bosque nacional Alexander Von Humboldt (Pucallpa). Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa Académico de Ciencias Forestales. 96 p.
27. RODRIGUEZ ROMERO, F. 1975. Naturaleza de la madera, como materia prima para celulosa. México y sus Bosques (Mex.) 14(4):23-26.
28. ROSEL GOMEZ, M. DE LOS A. 1982. Características anatómicas de la madera de siete especies tropicales. México, D.F., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico no. 86. 55 p.
29. SARAVIA, J.M. 1985. Propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas y acústicas; industrialización de la madera. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 10 p.
30. SCHULZ, H.; GROTHUSS, D.K.V. VON. 1969. Investigación de algunas especies arbóreas de los bosques tropicales de México, 3. México y sus Bosques (Mex.) 3(25):4-22.
31. SLOOTEN, H.J. VAN DER. 1969. Maderas latinoamericanas, 1. Objetivos y especificaciones generales de los estudios. Turrialba (C.R.) 19(3):409-411.
32. _____.; ACOSTA CONTRERAS, I.; AAS, P.S. 1970. Maderas latinoamericanas, 4. Nectandra sp., Ocotea austinii, Persea sp. aff. vesticula, Persea schiedeana. Turrialba (C.R.) 20(2):223-232.
33. _____. 1970. Maderas latinoamericanas, 3. Podocarpus stanleyi, Podocarpus oleifolius, Drimys granadensis, Magnolia poasana y Didymopanax pittieri. Turrialba (C.R.) 20(1):110-115.

34. UNITED KINGDOM. FOREST PRODUCTIS RESEARCH. 1956. A handbook of hardwoods. London, U.K., Her Majesty's Stationary Office. 269 p.
35. VALLE DAWSON, C.H. 1982. Vademecum forestal. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. p. 179-228.
36. VIRRAREAL M., D. 1974. Términos usados en maderas mexicanas. México y sus Bosques (Mex.) 13(3):25-28; 13(5):19-22; 14(1):36-39.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto 12 de octubre, 1988

"IMPRIMASE"


ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O

