

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

" ANATOMIA Y PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA  
Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK, Terminalia amazonia  
(J.F. Gmel) y Pouteria gallifruca Cronquist"



TESIS DE REFERENCIA  
**NO**  
SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA  
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1988

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
+ (1062)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Aníbal Martínez
VOCAL I	Ing. Agr. Gustavo Méndez G.
VOCAL II	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
VOCAL III	Ing. Agr. Mario Melgar M.
VOCAL IV	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL V	Pto. Agr. Byron Milian Vicente
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1565

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	.....
Asunto	.....
	.....

Guatemala,  
13 de septiembre de 1988

Ingeniero Agrónomo  
ANIBAL B. MARTINEZ M.  
Decano, Facultad de Agronomía  
Presente.

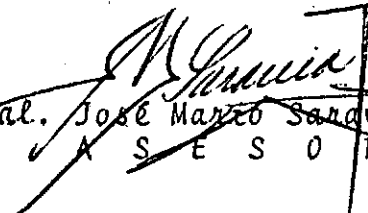
Señor Decano:

Me permito hacer de su conocimiento que he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis titulado: "ANATOMIA Y PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA DE Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK, Terminalia amazonia (J.F. Gmel) y Pouteria gallifruca Cronquist, desarrollado por el estudiante Héctor Conrado Valdés Marchwordt, carnet No. 80-10112.

El referido trabajo constituye un importante aporte al conocimiento de los recursos naturales renovables del país, y creemos contribuirá a fortalecer la actividad forestal nacional. Habiéndose cubierto en su ejecución los requisitos académicos exigidos por la Facultad, solicito sea aprobado como tesis de grado.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

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

c.c. archivo  
/eqded.

Guatemala,  
septiembre de 1988

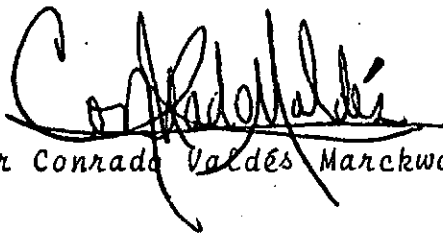
Honorables Miembros  
Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía.

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, me es grato someter a consideración de ustedes, el trabajo de tesis titulado:

"ANATOMIA Y PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA DE Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK, Terminalia amazonia (J. F. Gmel) y Pouteria gallifruca Conquist"

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo merezca su aprobación, me despido atentamente,



Br. Héctor Conrado Valdés Marchwordt

## ACTO QUE DEDICO

### A DIOS NUESTRO PADRE

*Por habernos dado la capacidad de discernir y con ello ser capaces de fraguar nuestra existencia futura.*

### A MIS PADRES

*Como recompensa a sus múltiples esfuerzos durante el desarrollo de mi formación profesional.*

### A MIS HERMANOS Y CUÑADO

*Por compartir sabios consejos*

### A MIS TIOS Y PRIMOS

*Con quienes deseo compartir este triunfo.*

### A MIS AMIGOS

*En especial a Luis Fernando Recinos Bracamonte, como una ofrenda a su memoria.*

## TESIS QUE DEDICO

- A: *Los Bosques de mi país, como un aporte para lograr su manejo racional y contribuir así al desarrollo de la sociedad Guatemalteca.*
- A: *La población rural guatemalteca.*
- A: *El Colegio Mixto Capouilliez y a la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.*

## AGRADECIMIENTO

A los Ingenieros Agrónomos Rolando Aguilera, Edgar O. Franco y Carlos René Casasola Díaz, al Ingeniero Civil Iván Gálvez Aqueche, a los señores Saúl Leiva y Herman Cruz, por la confianza y apoyo brindado durante el desarrollo de la presente investigación.

Al Ingeniero Forestal José Mario Saravia Molina, por la asesoría y revisión del presente trabajo.

A mis compañeros universitarios de la primera promoción de Recursos Naturales Renovables y de los cursos especializados " Caracterización y Diagnóstico del Parque Nacional Río Dulce", por el mutuo apoyo brindado para el logro de un objetivo común.

Al Departamento de Chiquimula, en especial a la familia Roldán Valdés, por haberme acogido y brindado calor hogareño durante el desarrollo de una parte fundamental de mi carrera (EPS) y durante mis primeras experiencias laborales.

A mis amigos del área rural del Nor-oriente del país, que en una u otra forma dieron su aporte para mi formación profesional.

*Toda la información contenida en este trabajo, es propiedad de la Dirección General de Investigación DIGI, de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del Instituto de Investigaciones Agronómicas -IIA-, Facultad de Agronomía de la misma Universidad, reproduciéndose con previa autorización.*



## INDICE GENERAL

	Pag.
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
<b>I INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
1. Generales	3
2. Específicos	3
<b>III REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	<b>4</b>
1. Antecedentes	4
2. Importancia de estudios tecnológicos	4
3. Características generales de la madera	5
4. Planos de la madera	7
5. Técnicas de identificación macroscópica de la madera	8
6. Características para pulpa y papel	8
7. Generalidades de las propiedades físicas	10
7.1 Densidad	11
7.2 Contracción	11
7.3 Contenido de humedad	12
8. Selección del número y tamaño de muestra	12
8.1 Características anatómicas	13
8.2 Propiedades físicas	13
9. Métodos para ensayos tecnológicos	13
10. Requisitos básicos de las maderas para determinar su uso adecuado	14
10.1 Estructuras	14
10.2 Encofrados	14
10.3 Carpintería de obra	14
10.4 Pisos	15
10.5 Mangos y herramientas, artículos atléticos y deportivos	15
10.6 Ebanistería	15
10.7 Durmientes	15

	Pág.
IV MATERIALES Y METODOS	16
1. Localización del área de recolección de las muestras	
2. Características generales del área de recolección	16
3. Selección de especies	17
4. Selección de individuos	17
5. Muestras de madera	18
5.1 Características anatómicas	18
5.2 Propiedades físicas	18
6. Preparación y análisis del material	19
6.1 Características anatómicas	19
6.2 Propiedades físicas	21
V RESULTADOS Y DISCUSION	23
VI CONCLUSIONES	35
VII RECOMENDACIONES	36
VIII BIBLIOGRAFIA	37
IX APENDICES	41
1. Apéndice I (mapa de ubicación del área de recolección de muestras)	42
2. Apéndice II (tablas de clasificación de maderas)	43
2.1 Tabla de clasificación según características anatómicas generales	44
2.2 Tabla de clasificación según características anatómicas macroscópicas	45
2.3 Tabla de clasificación según características anatómicas microscópicas (vasos y parénquima)	46
2.4 Tabla de clasificación según características anatómicas microscópicas (radios y fibras)	47

	Pág.
2.5 Tabla de clasificación según relación Runkel	48
2.6 Tabla de clasificación según densidad aparente seca	48
2.7 Tabla de clasificación según la contracción volumétrica	49
2.8 Tabla de clasificación según relación Contracción tangencial (CT) / Contracción radial (CR)	49

## INDICE DE CUADROS

	Pag.
1. Características de la especie	23
2. Características anatómicas generales	24
3. Características anatómicas macroscópicas	25
4. Características anatómicas microscópicas (vasos y parénquima)	26
5. Características anatómicas microscópicas (radios)	28
6. Características anatómicas microscópicas (fibras)	29
7. Densidad aparente, contenido de humedad, <u>contra</u> <u>cción</u> tangencial, radial y longitudinal.	30
8. Contracción volumétrica y relación <u>contra</u> <u>cción</u> tangencial (CT) / <u>contra</u> <u>cción</u> radial (CR)	31

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
1. Microfotografías de las estructuras anatómicas de <u>Lonchocarpus latifolius</u> (Willd) HBK	32
2. Microfotografías de las estructuras anatómicas de <u>Terminalia amazonia</u> (J.F. Gmel).	33
3. Microfotografías de las estructuras anatómicas de <u>Pouteria gallifruca</u> Cronquist	34

ANATOMIA Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK, Terminalia amazonia (J. F. Gmel) Y Pouteria gallifruca Cronquist.

ANATOMY AND PHYSICAL WOOD PROPERTIES OF THE SPECIES: Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK, Terminalia amazonia (J. F. Gmel) AND Pouteria gallifruca Cronquist.

### RESUMEN

Se describe la estructura anatómica y propiedades físicas de la madera del fuste de Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK (medallo o chaperno blanco), Terminalia amazonia (J.F. Gmel) (naranja o canxán) y Pouteria gallifruca Cronquist (chico hembra) del bosque muy húmedo subtropical (cálido) de Guatemala, Livingston, Izabal. Se pretende aportar información para elaborar una clave dicotómica en anatomía de maderas y proporcionar elementos de valor para en un futuro seleccionar usos adecuados en la industria de la madera.

Se seleccionaron árboles por su abundancia; extrayéndose discos para analizar la estructura anatómica, observando características generales, macroscópicas y microscópicas, obteniéndose pequeños bloques orientados transversal, radial y tangencialmente, que fueron ablandados para hacer cortes del tejido y preparar montajes permanentes, sobre los cuales se midieron las estructuras, calculándose estadísticos simples; trozas y probetas para análisis físicos, según normas ASTM (2). Los resultados obtenidos fueron comparados y clasificados en tablas desarrolladas para el efecto.

La madera de Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK de textura mediana; poros solitarios, muy pocos y muy grandes; parénquima abundante; radios biseriados y multiseriados, numerosos; pesada, contracción volumétrica alta y moderadamente estable, podría utilizarse en construcción rústica. La madera de Terminalia amazonia (J.F. Gmel) de textura fina; poros solitarios raramente en grupos, muy pocos y medianos; parénquima escaso; radios uniseria

dos, numerosos; grano ondulado y crespo; muy pesada, contracción volumétrica media y estable, podría recomendarse preliminarmente para uso en estructuras, carpintería de obra, durmientes y ebanistería. La madera de Pouteria gallifructa Cronquist de textura fina; poros múltiples radiales, muy pocos y pequeños; parénquima medianamente abundante; radios biseriados, numerosos; grano ondulado; extremadamente pesada, contracción volumétrica alta y muy estable, preliminarmente podría recomendarse en fabricación de pisos y durmientes. Las tres especies son de pared delgada y relación Runkel grupo III, clasificadas como buenas para papel.

## I. INTRODUCCION

Guatemala de acuerdo a sus características climáticas, topográficas y edáficas, es considerado un país eminentemente forestal, ya que un 72.8% de su territorio presenta tal vocación; pero la distribución de la tierra, las costumbres y tradiciones de la población, y el desconocimiento de las potencialidades económicas de la actividad forestal, han determinado el desarrollo de una actividad económica netamente agrícola, lo cual ha contribuido a la degradación y desaparición total de grandes extensiones de masas boscosas. A la vez, en diversas regiones antes cubiertas de espesos bosques, la extracción de madera se ha constituido y sigue constituyendo en una de las principales fuentes de acumulación de capital, sin importar la perpetuidad del recurso; dicha extracción no tecnificada ha contribuido en gran medida a la degradación genética de los bosques del país.

Siendo de vital importancia para el desarrollo de un país la utilización racional de sus recursos naturales, se requiere del empleo de un sistema de aprovechamiento integral, económico y permanente, el cual necesita ser apoyado por una investigación en diversas áreas.

Siendo el recurso bosque la base de la existencia permanente de el conjunto de Recursos Naturales Renovables, la investigación forestal es prioritaria, teniendo la necesidad de llevarse a cabo estudios profundos en áreas temáticas como la evaluación del bosque, silvicultura, extracción, industrialización, hasta la comercialización de los productos forestales.

La investigación de gran incidencia en el aprovechamiento integral del abundante número de especies forestales de las regiones tropicales y subtropicales, corresponde a estudios tecnológicos, ya que en base a ellos es posible determinar los usos probables de la madera, encontrar valores tecnológicos que permitirán su clasificación, normalización y una adecuada comerciali-



zación, permitiendo así, la introducción de nuevas especies en el mercado nacional e internacional.

El presente estudio trata sobre la descripción de la anatomía y las propiedades físicas de la madera del fuste de tres especies del Bosque muy húmedo subtropical (cálido) de Guatemala. En base al análisis de las características anatómicas, se determinó la propiedad de cada especie para la elaboración de pulpa y papel (según Runkel), aportando además información de interés para la elaboración de una clave dicotómica en anatomía de maderas latifoliadas de Guatemala, siendo junto con las propiedades físicas un aporte para en un futuro seleccionar usos adecuados de las maderas.

El trabajo de campo se realizó en la Franja Transversal del Norte-Bloque Chocón, Livingston, Izabal, durante el mes de diciembre 1987. El trabajo de laboratorio fue desarrollado 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.

El presente trabajo fue realizado como un aporte al proyecto de investigación "Anatomía y Propiedades fisicomecánicas de veinte maderas de Guatemala", auspiciado por la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala y ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agronómicas y el Centro de Investigación de Ingeniería, a través de estudiantes - investigadores de la Facultad de Agronomía e Ingeniería de la misma Universidad.

## II. OBJETIVOS

### 1. Generales

- 1.1 Estudiar la estructura anatómica y las propiedades físicas de la madera del fuste comercial de Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK, Terminalia amazonia (J.F. Gmel) y Pouteria gallifruca Cronquist del bosque muy húmedo subtropical (cálido) de Guatemala.
- 1.2 Contribuir a la generación de información tecnológica de especies maderables del país.

### 2. Específicos

- 2.1 Describir la estructura anatómica y las principales propiedades físicas de la madera de Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK, Terminalia amazonia (J.F. Gmel) y Pouteria gallifruca Cronquist.
- 2.2 Determinar las propiedades de Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK, Terminalia amazonia (J.F. Gmel) y Pouteria gallifruca Cronquist para la elaboración de pulpa y papel, según factor Runkel.
- 2.3 Aportar información para la elaboración de una clave dicotómica en anatomía de maderas de Guatemala.

### III. REVISION BIBLIOGRAFICA

#### 1. Antecedentes

En Guatemala han sido estudiadas las características tecnológicas de la madera de especies tanto coníferas como latifoliadas, sin embargo, estos estudios se han desarrollado aisladamente y no incluyen la totalidad de información tecnológica.

El Centro Técnico de Evaluación Forestal (10) en su "Estudio de la estructura y características dimensionales de 50 especies forestales de El Petén", se concreta únicamente a la estructura anatómica. Valle Dawson (35) en el "Vademecum Forestal" solamente hace mención de peso específico, dureza y flexión estática para especies forestales de El Petén.

Los estudios sobre las características tecnológicas de la madera encaminados a la determinación de usos probables para la industria, se iniciaron a principios de siglo en las regiones nórdicas, los cuales se extendieron recientemente a las regiones tropicales y subtropicales al sentirse la necesidad en el mundo industrializado de la utilización de las llamadas maderas preciosas.

#### 2. Importancia de estudios tecnológicos

El comportamiento de una madera durante su uso está íntimamente relacionado con su anatomía; la forma y dimensiones de los elementos estructurales, así como su organización dentro del cuerpo de la madera, determinan las características tecnológicas de cada especie. (13).

Basándose en estudios tecnológicos es posible planear la máxima utilización y conservación de los productos maderables, así la industria obtendrá un número mayor de especies disponi-

bles y consecuentemente mayores posibilidades de diversificación, sustitución de maderas, nuevos mercados y mayores beneficios económicos (13).

### 3. Características generales de la madera

Las magnoliophytas constituyen en la actualidad el grupo de plantas dominantes sobre la superficie de la tierra, dividiéndose en magnoliopsidas y liliopsidas; para fines maderables, es dentro de las magnoliopsidas en donde se encuentran los árboles de gran talla, cuya madera es susceptible de explotación. (5).

La madera representa todas aquellas porciones de los ejes de las plantas, principalmente troncos, provistos de crecimiento secundario que se produce por división de las células del cambium. La división de estas células da origen a distintos elementos de la madera que pueden tener funciones diversas, ya que forman vasos leñosos que son parte del tejido de conducción y fibras o traqueidas que son elementos que van a dar resistencia al vegetal formando una estructura de sostén o tejido esquelético. (5).

Las células que constituyen la madera muestran cierta variabilidad en cuanto a su ordenación, disposición y abundancia, siendo característica de cada especie; la ordenación de la mayoría de estas células tiene una orientación paralela al eje del tronco y un número menor tiene una disposición perpendicular al eje y por lo tanto, una orientación radial al mismo (5).

Los tejidos del xilema que se forman primero y que conservan una posición interna se les conoce como duramen, a los de color más claro y que guardan una posición externa se les conoce como albura. El color más oscuro en el duramen es debido a la presencia de extractivos como taninos, resinas, gomas, materiales colorantes y de desecho, que por lo general tienen color

oscuro y que son causantes de la coloración diferente a esa porción del xilema que los contiene (5).

Para clasificar maderas se considera de importancia los siguientes términos; *textura* que se refiere al tamaño de los elementos más abundantes, vasos, fibras o traqueidas (poros pequeños da *textura fina*); *grano* o *hilo* que se refiere a la dirección general de orientación de los elementos celulares, principalmente fibras en latifoliadas y traqueidas en coníferas, de manera que puede haber grano recto y paralelo al eje longitudinal del tronco, inclinado y por lo general en espiral al tronco, entrecruzado, ondulado y en apariencia de hoyuelos. Algunas sustancias contenidas en la madera le dan ciertos caracteres distintivos, el olor y el sabor. La presencia de extractivos influye en parte en la capacidad de reflejar luz, mostrando cierto lustre o brillo característico de cada especie. El *veteado* es un carácter fundamental para el uso de la madera, sobre todo cuando se le emplea con fines estéticos o decorativos (5).

La madera de las latifoliadas es más compleja que la de las coníferas, ya que en su estructura hay mayor especialización y más variedad en sus elementos. El elemento más característico de las latifoliadas son los vasos o poros, formados por cadenas de células tubulares ensambladas una a continuación de otra, formando un sistema de conducción ascendente de soluciones. Al observar las estructuras en sentido transversal al eje del tronco, se les denomina poros y por lo general es el carácter que más sobresale debido a su mayor diámetro en comparación con el de los otros elementos. La disposición y abundancia de los poros dentro de los anillos de crecimiento es característica de cada especie y puede presentarse en forma anular, semianular o difusa (5).

Las células de parénquima, presentes tanto en coníferas como en latifoliadas, son elementos de paredes delgadas, de forma más bien cúbica, presentes tanto longitudinal como radialmente

y distinguiéndose del resto de los elementos celulares por ser más claros; su grado de distribución, tipo y abundancia es característico de la especie, ya que puede presentarse independiente o asociado a vasos, puede estar en forma difusa o en agregados que pueden presentarse en manchones o en bandas predominantemente tangencial, oblicuas o irregulares, cuando está asociado a vasos puede estar dispuesto en un solo lado, rodeando a los vasos, formando alas rodeando a los vasos o uniéndolos, así mismo puede estar delimitando los anillos de crecimiento (5).

Las fibras son los elementos encargados del soporte mecánico, su forma es fusiforme, alargada, de tamaño menor que el de las traqueidas de las coníferas, son delgadas, el grosor de su pared y su tamaño es característico de la especie, sus puntuaciones son pequeñas. Estos elementos son los principales responsables del comportamiento fisicomecánico de las maderas latifoliadas (5).

Otro carácter de importancia es la presencia de materiales que ocluyen la cavidad de los vasos y las células de parénquima, estos pueden ser de muy diversos orígenes y características químicas, como tálides, gomas, resinas, que en algunos casos pueden conferir a las maderas características de resistencia natural al ataque de hongos e insectos o caso contrario, ser atractivos de insectos; estos materiales son los responsables de la duraminización, de el color y olor de las maderas. Otros materiales algunas veces presentes dentro del parénquima, son cristales de carbonato de calcio y sílice, este último responsable de problemas durante el aserrado (5).

#### 4. Planos de la madera

Dado el origen biológico de la madera, las características tanto anatómicas como fisicomecánicas van a ser diferentes

en cada uno de los planos que la forman debido a su anisotropía; sus propiedades variarán de acuerdo con la dirección del eje o plano según el cual se va a realizar el análisis. De esta manera se pueden distinguir tres ejes distintos; eje longitudinal, paralelo al eje principal del tronco; eje radial, formando una línea radial al cono del tronco y perpendicular a la corteza; eje tangencial, formando una tangente sobre los anillos de crecimiento y perpendicular al eje radial. La intersección de estos ejes forman los llamados planos de la madera:

- a. Plano transversal (x)
- b. Plano longitudinal radial (r)
- c. Plano longitudinal tangencial (t)

Como en cada uno de los planos las estructuras anatómicas se observan de manera diferente, es conveniente observarlos en conjunto para tener una idea clara, tridimensional de las células y tejidos que constituyen la madera (5).

##### 5. Técnica de identificación macroscópica de la madera

Para estudiar una pieza de madera con miras a su identificación, es necesario obtener una superficie limpia y plana para efectuar la observación; dicha superficie plana se puede obtener por medio de un corte de navaja efectuado de una sola vez sobre la superficie transversal de la pieza a estudiar, en ocasiones, tanto el corte como la posterior observación se facilitan humedeciendo ligeramente la superficie a cortar. La observación de las características estructurales puede realizarse a simple vista cuando la textura de la madera es gruesa o con la ayuda de una lupa de 10 aumentos (10X), en el caso de una madera de textura fina (5).

##### 6. Características para pulpa y papel

Según las consideraciones de Runkel citado por Acosta

(1), puede decirse que aunque las fibras largas de las coníferas permiten una mayor variedad de tratamientos, las fibras cortas de las latifoliadas no son obstáculo para obtener papeles firmes y resistentes.

Poco se conoce sobre la influencia de la longitud de las fibras sobre el dobléz, la reventazón y la longitud de ruptura, siendo la resistencia al desgarré disminuída directamente con la disminuciónde dicha longitud (1).

Las mediciones que se hacen para analizar las posibilidades de las especies maderables en la industria de pulpa y papel, se realizan sobre tejido macerado (1).

Teniendo en cuenta el espesor de las paredes y el diámetro del lumen de las fibras, Runkel citado por Acosta (1), hizo los siguientes grupos:

- a. Grupo I. - Madera liviana, fibras de paredes delgadas y lumen amplio, lo cual permite un colapso completo de la fibra en el papel y la adhesión muy buena de fibra a fibra. Excelente para papel.
- b. Grupo II. - Madera liviana, fibras de paredes delgadas y lumen relativamente amplio, lo cual permite un aplastamiento de la fibra en la elaboración de papel, hasta quedar casi completamente plana, la adhesión de fibra a fibra es buena. Muy buena para papel.
- c. Grupo III - Madera semipesada, fibras de paredes medianas y lumen medianamente amplio; las fibras se aplastan poco en la elaboración de papel y la adhesión de fibra a fibra es regular. Buena para papel.



- d. Grupo IV - Madera pesada, fibras de paredes gruesas y lumen amplio; las fibras sufren un escaso aplastamiento y tendrán una leve adhesión entre fibra y fibra. Regular para papel.
- e. Grupo V - Madera muy pesada, fibras de paredes muy gruesas y lumen angosto; las fibras no sufrirán ningún aplastamiento y la adhesión de fibra a fibra será muy leve. Mala para papel.

Las maderas que se ubiquen en los grupos I, II y III producirán los papeles más resistentes, transparentes y con buenas condiciones adhesivas de fibra a fibra. Las maderas que se ubiquen en los grupos IV y V, producirán papeles opacos, con leve adhesión de fibra a fibra y menos resistentes.

Según Mena de Enríquez (18), las características recomendables para esperar de una madera mejores posibilidades para la elaboración de pulpa química para papel son: Baja densidad, porcentaje de corteza relativamente poco, bajo contenido de extractables, bajo contenido de lignina, alto contenido de celulosa, alto rendimiento de pulpa producida, largo de fibra mayor y factor  $R_{nkel}$  menor o igual a 1.

#### 7. Generalidades de las propiedades físicas

La densidad y las contracciones tienen influencia sobre los aspectos de trabajabilidad de la madera, ya que si sus valores son altos o bajos, también serán altas o bajas las propiedades mecánicas y los grados de deformación (1).

Estas dos propiedades se encuentran íntimamente relacionadas y en general para una misma disminución del contenido de

humedad, las maderas con densidad aparente alta sufren mayores contracciones que las de densidad aparente baja, esto es explicable, porque las maderas pesadas tienen una mayor cantidad de pared celular para dejar hinchar o contraer, aunque esto no es una regla general, es un buen indicador del comportamiento de las maderas, las excepciones que se presenten, son debidas posiblemente a que todo no es pared celular y en el lumen de las fibras puede haber materiales infiltrados que reducen la contracción y el hinchamiento (1).

### 7.1 Densidad

La determinación de este valor es una referencia útil de calidad, puede ayudar en la selección y clasificación de maderas, permite estimar su resistencia, habilidad para sostener clavos y facilidad de trabajo en las máquinas; es también índice de la resistencia a diversos usos y sirve como base para estimar rendimientos de pulpa y requisitos para las conciones. En términos generales, se puede decir, que la densidad depende del tamaño de las células, espesor de las paredes celulares y la interrelación entre el número de las diferentes clases de células constituyentes del leño (1).

### 7.2 Contracción

Las contracciones en una muestra de madera se presentan al disminuir su contenido de humedad por debajo del punto de saturación de la fibra. El agua u otros líquidos polares al salir de la pared celular causan un acercamiento de las microfibrillas, el cual está en proporción al líquido extraído. Una excepción de que la madera no se contrae abajo del punto de saturación de la fibra, es el colapso (aplastamiento de células por secado brusco), defecto que al presentarse hace que los datos de contracción obtenidos no puedan darse como cambios dimensionales normales de la madera (1).

Los valores de contracción indican la estabilidad dimensional o los cambios que puede tener una madera al ser sometida a condiciones variables de humedad relativa. Dichos valores permiten recomendar ciertos usos y ayudan en la elaboración de programas de secado (1).

### 7.3 Contenido de humedad

La madera es una sustancia higroscópica con gran afinidad por el agua (líquida o en vapor) y otros líquidos polares (1), todas las propiedades físicas, mecánicas y no mecánicas, características de elaboración, resistencia al ataque de hongos, son afectadas por las fluctuaciones en los contenidos de humedad, siendo esta la razón por la cual los valores obtenidos en ensayos de madera deben ir acompañados de los respectivos contenidos de humedad (1).

### 8. Selección del número y tamaño de muestra

Según Noack citado por Aróstegui et al. (3), para los fines prácticos de un estudio de orientación sobre las propiedades tecnológicas, es suficiente tener  $\pm 15\%$  de precipión del valor promedio; para ello se necesitan solamente 5 árboles seleccionados al azar. Ha sido demostrado claramente en la práctica que lo más económico es tomar dos muestras de cada árbol.

Pearson et. al. citado por Aróstegui et. al. (3) han demostrado que las variaciones de las propiedades entre árboles son más significativas que las variaciones dentro de un árbol, así que se obtiene mayor precisión de valores promedios al incluir más árboles y menos muestras de cada árbol.

### 8.1 Características anatómicas

Acosta (1) escogió la zona en donde fuera más abundante cada especie, utilizando datos de inventarios forestales, seleccionó de cada especie tres árboles distantes entre sí por lo menos 100 metros, de los tres árboles seleccionados se tumbó uno para los análisis respectivos y los otros dos sirvieron de base para recolectar el material de herbario aún no obtenido. Rendel y Clark citado por el Centro Técnico de Evaluación Forestal (10), aconsejan tomar 4 árboles y obtener 5 muestras de cada uno, haciendo 25 mediciones en cada muestra.

### 8.2 Propiedades físicas

Dudek et al. (8), tomaron de 4 a 5 árboles por especie, distribuidos en diferentes zonas selváticas.

Según ASTM D 143-52 Sección 4 (2), por cada especie a ser evaluada al menos 5 árboles representativos de la especie deberán ser seleccionados.

## 9. Métodos para ensayos tecnológicos

Dentro de los países que conforman el cono sur, se aplican varios métodos de ensayos de maderas, tales como: Normas ASTM de EE.UU., Normas DIN de Alemania, Normas AFNOR de Francia, Normas ABNT de Brasil; habiéndose encontrado que en Chile se utilizan las tres primeras normas mencionadas. Sin embargo, no se ha encontrado una correlación entre esos métodos, por lo que no puede realizarse conversiones de unos a otros. Recientemente, el Comité de Maderas de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), ha intentado unificar criterios y ha recomendado la adopción de las normas ASTM por contar la mayoría de los países de América con equipos adecuados para la aplicación de estas normas (29).

10. Requisitos básicos de las maderas para determinar su uso adecuado (26)

10.1 Estructuras

- a. Densidad aparente seca de 0.4 a 0.8
- b. Moderada a baja contracción volumétrica (menor que 12%).
- c. Buena estabilidad, relación CT/CR menor o igual que 2.0.
- d. Resistente al ataque de hongos e insectos o fácil de tratar.

10.2 Encofrados

- a. Densidad aparente seca de 0.4 a 0.6
- b. Estabilidad dimensional (Contracción volumétrica menor o igual a 1.6)
- c. Color uniforme.
- d. Adecuada resistencia mecánica.
- e. Baja absorción de humedad.
- f. Facilidad de trabajo.

10.3 Carpintería de obra

- a. Buen comportamiento al trabajo con máquinas de carpintería.
- b. Estabilidad dimensional (Contracción volumétrica menor o igual a 12%; Relación CT/CR menor o igual a 2.0)
- c. Buena apariencia.
- d. Textura media a fina y uniforme.
- e. Acabado bueno a regular.
- f. Liviana a moderadamente pesada.

#### 10.4 Pisos

- a. Densidad aparente seca mayor o igual a 0.7
- b. Poca o moderada contracción volumétrica (10% a 15%)
- c. Buena característica para el trabajo a máquina.
- d. Buena apariencia.

#### 10.5 Mangos de herramientas, artículos atléticos y deportivos

- a. Densidad aparente seca entre 0.55 y 0.65 a 12% de humedad.
- b. Grano recto.
- c. Buena apariencia.
- d. Fácil de trabajar mecánicamente.

#### 10.6 Ebanistería

- a. Poca contracción.
- b. Buena apariencia.
- c. Buen acabado.
- d. Buen comportamiento al encolado.
- e. Buena resistencia y dureza.

#### 10.7 Durmientes

- a. Buena durabilidad o aceptar tratamiento.
- b. Poca tendencia a agrietarse durante el secado.

#### IV. MATERIALES Y METODOS

##### 1. Localización del área de recolección de las muestras

El material de estudio se recolectó en la región denominada "Chocón Nacional", ubicada al este de la Franja Transversal del Norte - FTN - Municipio de Livingston, departamento de Izabal.

La región se localiza en la vertiente del Mar de las Antillas, entre los meridianos  $89^{\circ} 05'$  a  $89^{\circ} 30'$  longitud oeste y los paralelos  $15^{\circ} 43'$  a  $15^{\circ} 53'$  latitud norte; la escuela nacional campesina Chocón Nacional del Instituto Nacional de Transformación Agraria -INTA-, ubicada en Puerto Modesto Méndez fue el centro de operaciones, encontrándose a 315 kilómetros de ciudad Guatemala a través de la ruta asfaltada CA-9 y CA-13 que de esta ciudad conduce a Ciudad Flores, El Petén.

##### 2. Características generales del área de recolección.

La región es en su mayoría plana, con algunas elevaciones rocosas hacia la Sierra de Santa Cruz; su altitud oscila entre los 100 a 300 metros sobre el nivel del mar; los suelos son poco profundos, poco evolucionados y con afloramientos rocosos. La zona de vida predominante es el Bosque muy húmedo subtropical (cálido), con temperaturas oscilantes entre los  $22^{\circ} \text{C}$  a  $38^{\circ} \text{C}$  y precipitaciones de 1580 milímetros a 2066 milímetros por año.

La tenencia de la tierra es comunal y privada adjudicada por el gobierno a través del Instituto Nacional de Transformación Agraria -INTA-

### 3. Selección de especies

La selección de las especies estudiadas se hizo en base a su abundancia, usos frecuentes y escasa información tecnológica.

Con respecto a su abundancia, se tomó como base el inventario Forestal Nacional "Bloque Chocón" Franja Transversal del Norte, informe general (11), revisando tablas de frecuencia, número de árboles por hectárea y volumen de la especie por hectárea; además se realizaron recorridos de campo guiados por conocedores del lugar, para detectar así las especies y zonas de abundancia actuales, debido al cambio ocasionado por el avance de la frontera agrícola. Las especies más usadas se detectaron en entrevistas a madereros y aserraderos que procesan madera latifoliada ubicados a lo largo de la ruta al Atlántico (departamentos de Guatemala, El Progreso, Zacapa e Izabal) y en la ciudad capital. La revisión bibliográfica contribuyó para la selección final, descartando la especie que para el país tuviera estudios tecnológicos completos.

Las especies seleccionadas fueron:

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| a. Medallo o Chaperno blanco | <u>Lonchocarpus latifolius</u> (Willd)<br>HBK |
| b. Naranja o Canxán          | <u>Terminalia amazonia</u> (J.F. Gmel)        |
| c. Chico hembra              | <u>Pouteria gallifruca</u> Cronquist          |

### 4. Selección de individuos

Se tomaron 5 árboles por especie distanciados al menos 100 metros, los cuales fueron seleccionados dentro de las zonas de abundancia previamente detectadas.

Los árboles escogidos fueron representativos de la especie, tanto en forma como en dimensiones, evitándose ejemplares



excepcionales o que presentaran madera de reacción (madera presente en árboles inclinados), con DAP mínimo de 40 centímetros, fuste comercial mínimo de 5 metros de longitud, libres de defectos aparentes (copas quebradas, ataque de hongos e insectos).

La identificación de la especie en el campo se hizo posible haciéndose acompañar por una persona conocedora, siendo complementada con la recolección de muestras botánicas, que posteriormente se identificaron en el Herbario de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## 5. Muestras de madera

### 5.1 Características anatómicas

De cada árbol se extrajo un disco de 10 centímetros de espesor, el cual fue cortado a una altura de 1.50 metros medidos a partir del tocón o a 1.50 metros a partir de la finalización de las gambas (al existir éstas).

Los discos extraídos fueron utilizados para la observación de las características generales y macroscópicas de la madera, para lo cual se realizaron cortes en los diferentes planos, obteniéndose superficies lisas para facilitar la observación. De cada disco fueron también extraídos 5 bloques de 1.5 x 1.5 x 2 centímetros, perfectamente orientados, mostrando los tres planos de la madera, los cuales se utilizaron para la observación de las características microscópicas.

### 5.2 Propiedades físicas

El seccionamiento de la troza para extracción de las probetas se realizó según lo estipulado en ASTM D 143-52 sección 5 (2), a partir de la porción de la troza de en donde se extrajo el disco para las características anatómicas.

Las probetas para Densidad aparente, contracción volumétrica y contenido de humedad, fueron preparadas según ASTM D 143-52 sección 38 y 114 (2), la cual indica que se deben cortar 6 probetas de 5 x 5 x 15 centímetros por árbol, localizándose una cerca de la parte central, una cerca de la periferia y 4 distribuidas entre el centro y la periferia.

Las probetas para contracción tangencial y radial, se prepararon según ASTM D 143-52 sección 39, 40 y 116 (2), la cual indica que se deben cortar 4 probetas de 2.5 x 2.5 x 10 centímetros, logrando que la mayor dimensión corresponda al plano tangencial o radial según el caso; se cortaron 2 probetas de la parte central y 2 de la periferia.

Para la contracción longitudinal fueron utilizadas las mismas probetas que para contracción volumétrica.

## 6. Preparación y análisis del material

El material a analizar fue preparado en los laboratorios de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### 6.1 Características anatómicas

Los bloques extraídos se utilizaron para efectuar los cortes del tejido maderable y analizar sobre ellos la estructura anatómica. Se procedió a ablandar los bloques para posteriormente lograr cortes del tejido con el uso de un microtomo de deslizamiento horizontal; se usaron diferentes técnicas de ablandamiento, dependiendo de la dureza de la madera, Pouteria gallifruca Cronquist y Terminalia amazonia (J.F. Gmel) se trataron con carbonato de sodio al 10% y luego con una mezcla de ácido acético concentrado y peróxido de hidrógeno de 30 volúmenes (relación 1:3), manteniéndose en ebullición por 3 y

1 1/2 horas respectivamente. Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK, se mantuvo en agua hirviendo durante una hora.

Con los bloques ablandados se procedió a hacer los cortes del tejido maderable en los tres planos, el ángulo de corte varió de 0° a 10° y el espesor de 10 a 20 micras dependiendo la dureza de la madera. Los cortes se colocaron en una mezcla de glicerina y alcohol, seleccionando los mejores, se lavaron con agua destilada para eliminar el alcohol y la glicerina, se colorearon con Safranina al 1% (1 a 12 horas), para luego deshidratarlos en la serie alcohólica ascendente 30%, 50%, 70%, 95%, etanol absoluto, etanol absoluto-xilol en volúmenes iguales (5 a 10 minutos cada paso), colocándolos por último en xilol, en donde permanecieron hasta el momento de hacer los montajes permanentes (fijados con gelatina o bálsamo de Canadá). Se prepararon 5 montajes de cada uno de los 3 planos por árbol.

El tejido macerado se preparó cortando finas astillas, colocándolas en un tubo de ensayo, agregando una mezcla de igual volumen de ácido crómico (10%) y ácido nítrico (10%), permaneciendo así de 5 a 10 días (dependiendo la dureza de la madera); se centrifugó a bajas velocidades hasta obtener sedimentación del tejido (3 a 5 minutos), se decantaron los ácidos y luego se agregó agua destilada para lograr un lavado intenso de la maceración, evitando con ello alteración del colorante por la acción de los ácidos; durante el lavado también se centrifugó de manera similar, coloreando posteriormente con Safranina al 1% (1 a 12 horas), se centrifugó e hicieron los montajes, preparándose 5 placas de tejido por árbol.

Para llevar a cabo la clasificación de las estructuras anatómicas, se hizo uso de las tablas que para el efecto utilizaron Acosta (1) y Valle Dawson (35).

Para determinar la probabilidad del uso de cada madera en la industria papelera según el factor Runkel, se comparó este valor en una tabla que desarrolló el mismo, citada por Acosta (1) y modificada por el autor del presente documento, el valor a comparar resultó de la relación  $\text{Runkel} = \text{espesor de pared de fibras} / \text{diámetro del lumen de fibras}$ .

Las estructuras anatómicas se observaron con el uso de un microscopio binocular Leitz Wetzlar y fueron fotografiadas haciendo uso de un microscopio binocular Leitz Wetzlar-Dioplan de 3 cabezales con cámara incorporada Wild MPS 51 S SPOT automática, utilizando películas ASA 100.

Los valores dimensionales obtenidos de cada elemento anatómico estructural necesarios para su clasificación, fueron medidos con el uso de un micrómetro ocular, calculándose su valor promedio ( $\bar{X}$ ), máximo, mínimo, moda, desviación standard (S) y coeficiente de variación (CV), sobre 100 repeticiones de cada estructura.

## 6.2 Propiedades físicas

Las probetas extraídas fueron sometidas a los análisis respectivos, pesándose, tomándose sus dimensiones y volumen en estado verde y posteriormente secadas al horno ( $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ ) gradualmente. Para el cálculo de el contenido de humedad, se pesó periódicamente conforme se sucedía el secado, hasta lograr peso constante y aplicar así la relación de porcentaje del contenido de humedad =  $(\text{peso fresco} - \text{peso seco} / \text{peso seco}) \times 100$ . Para calcular la densidad aparente se utilizaron las dos relaciones siguientes: Densidad aparente verde (grm/cc) =  $\text{peso verde} / \text{volumen verde}$ , densidad aparente seca (grm/cc) =  $\text{peso seco al horno} / \text{volumen verde}$ , siendo esta última relación utilizada para clasificar las maderas de acuerdo a la tabla que para el efecto desarrolló Marcwardt y Heck citado por Llach Cordero (17).

Para el cálculo de las contracciones se utilizaron las 5 relaciones siguientes: (CT) Contracción tangencial (%) =  $\left[ \frac{\text{dimensión verde tangencial} - \text{dimensión seca tangencial}}{\text{dimensión verde tangencial}} \right] \times 100$ , (CR) Contracción radial (%) =  $\left[ \frac{\text{dimensión verde radial} - \text{dimensión seca radial}}{\text{dimensión verde radial}} \right] \times 100$ , (CL) Contracción longitudinal (%) =  $\left[ \frac{\text{dimensión verde longitudinal} - \text{dimensión seca longitudinal}}{\text{dimensión verde longitudinal}} \right] \times 100$ , (CV) Contracción volumétrica calculada (%) =  $\left[ \frac{(100 + CR)(100 + CT)(100 + CL)}{10,000} \right] - 100$ , (CV) Contracción volumétrica por medición directa (%) =  $\left[ \frac{\text{dimensión verde volumétrica} - \text{dimensión seca volumétrica}}{\text{dimensión verde volumétrica}} \right] \times 100$ ; con el valor de contracción volumétrica calculada se clasificaron las maderas de acuerdo a la tabla utilizada por Aróstegui et. al. (3). La relación Contracción tangencial (CT) / Contracción radial (CR) es de interés para determinar el grado de estabilidad dimensional de las maderas, esta relación fue clasificada de acuerdo a la tabla utilizada por Aróstegui et. al. (3) y modificada por el autor del presente documento.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

CUADRO No. 1 - CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS ARBOLES MUESTREADOS
<p><u>Lonchocarpus</u> <u>latifolius</u> (Willd) HBK</p>	<p>Medallo ♂ Chaperno Blanco</p>	<p>Presencia de epífitas, fuste ondulado, corteza lisa de color café pálido verdoso con manchas oscuras, hojas de color verde oscuro. Altura total promedio 40 metros. Altura fustal promedio 10.67 metros. DAP promedio 0.56 metros. Copa semidensa.</p>
<p><u>Terminalia</u> <u>amazonia</u> (J.F. Gmel)</p>	<p>Naranjo ♂ Canxán</p>	<p>Fuste recto, corteza medianamente rugosa de color pardo amarillento. Altura total promedio 15 metros. Altura fustal promedio 10 metros. DAP promedio 0.40 metros. Altura de gambas promedio 2.50 metros. Copa semidensa.</p>
<p><u>Pouteria</u> <u>gallifructa</u> Cronquist</p>	<p>Chico hembra</p>	<p>Presencia de epífitas y musgo, fuste recto, corteza rugosa de color pardo blancuzco, exudación de látex color blanco. Altura total promedio 20.5 metros. Altura fustal promedio 11.5 metros. DAP promedio 0.41 metros. Copa semidensa.</p>

Cuadro 2. Características anatómicas generales

NOMBRE CIENTIFICO	COLOR			OLOR	SABOR	BRILLO	DISEÑO	GRANO	TEXTURA
	ALBURA	DURAMEN	TRANSICIÓN [albura/duramen]						
<u>Lonchocarpus latifolius</u>	amarillo pálido cremoso (HUE 2.5 y 7/4)	amarillo intenso, con vetas pardas pardas rojizo. (HUE 10 YR 6/6)	abrupta	aromático	dulce	muy lustrosa	cromático (x)	inclinado (x) entrecruzado (x)	mediana
<u>Terminalia amazonia</u> (J.F. Gmel)	amarillo pálido, contraste verde pálido (HUE 5 y 8/4)	amarillo pálido, vetas pardas rojizo claro y obscuro (HUE 2.5 y 7/4)	escasamente notoria	no distintivo	no distintivo	muy lustrosa	cromático (x). rayado (x).	ondulado (x) crespado (x)	fina
<u>Pouteria gallifruca</u> Cronquist	rosado pálido (HUE 7.5 YR 8/4)	café rojizo intenso (HUE 5 YR 6/4)	abrupta	desagradable	amargo	medianamente lustrosa	liso	ondulado (x). irregular (x).	fina

Para Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK y Terminalia amazonia (J.F. Gmel) el diseño con trazos cromáticos le da cierto atractivo a la madera. El olor aromático y sabor dulce de Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK podría ser indicador del almacenaje alto de materiales atrayentes de hongos e insectos, ya que esta madera fue infestada por hongos (mancha azul) a la semana de cortada; el sabor y olor no distinguibles de Terminalia amazonia (J.F. Gmel) podría indicar leve almacenaje de materiales atrayentes; el olor desagradable y sabor amargo de Pouteria gallifruca Cronquist podría relacionarse con el almacenaje de materiales repelentes de hongos e insectos.

El grano es un indicador de la respuesta de la madera a pruebas mecánicas y por consiguiente un factor de utilidad para recomendar el mejor uso de las mismas, el grano ondulado o crespado se comporta algunas veces como el recto, el grano incli-

nado posee menor resistencia mecánica que grano recto (23). De las especies estudiadas Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK presentó grano inclinado y entrecruzado, Terminalia amazonia (J.F. Gmel) grano ondulado y crespado, Pouteria gallifruca Cronquist grano ondulado e irregular.

Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK posee textura mediana, Terminalia amazonia (J.F. Gmel) y Pouteria gallifruca Cronquist poseen textura fina; relacionándose además con el acabado de la madera, dando textura fina mejor acabado (3).

Cuadro 3. Características anatómicas macroscópicas

Especie	P Ó R O S					PARENQUIMA			RADIOS			Demarcación Anillos	
	Distribución	Agrupación	Disposición	Visibilidad	Contenido	Disposición	Contraste en color	Visibilidad	Contraste en color	Forma	Tipo		Visibilidad
1	Difusa	solitarios	más anchos que los radios	Simple vista	gomas	Asociado a vasos, dispuesto en bandas tangenciales largas onduladas levemente	Con tejido de fondo más claro	Simple vista	Contraste con tejido de fondo	Oblongos	Raramente agregados	Uso de estereos copio (10X)	Compactación líneas de parénquima, difícilmente anuales
2	Difusa	Solitarios, raramente en grupos de dos	Radial	Simple vista	Tilidos	Asociado a vasos aliforme	Levemente con tejido de fondo más claro	Uso de estereos copio (10X)	Levemente con tejido de fondo	Fusiforme	De dos tipos	Uso de estereos copio (10X)	Levemente por zona oscura de leño tardío
3	Difusa	Múltiples radiales	En series radiales	Simple vista	gomas	Asociado a vasos, en bandas tangenciales largas	Con tejido de fondo	Uso de estereos copio (10X)	Contraste con tejido de fondo	Fusiforme	De dos tipos	Uso de estereos copio (10X)	Leve compactación de líneas de parénquima.

\*1 Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK.

\*2 Terminalia amazonia (J.F. Gmel).

\*3. Pouteria gallifruca C.



Las tres especies analizadas mostraron porosidad difusa, variando en agrupación; siendo solitarios en Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK (figura 1-a), solitarios o raramente en grupos de dos en Terminalia amazonia (J.F. Gmel) (figura 2-a) y múltiples radiales en Pouteria gallifruca Cronquist (figura 3-a).

El parénquima longitudinal de Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK puede ser observado a simple vista, a diferencia de Terminalia amazonia (J.F. Gmel) y Pouteria gallifruca Cronquist en donde fue observado con el uso de estereoscopio de 10 aumentos (10X); la demarcación de los anillos de crecimiento por líneas de parénquima en Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK y Pouteria gallifruca Cronquist claramente demuestra la mayor abundancia del parénquima en comparación con Terminalia amazonia (J.F. Gmel).

Cuadro 4. Características anatómicas microscópicas (vasos y parénquima).

NOMBRE CIENTIFICO (Especie)	Vasos o Poros								Parenquima
	Abundancia		Tamaño		Placa Perforada	Punteaduras			
	No. / mm <sup>2</sup>	Clasificación	Diámetro Tangencial (u)	Clasificación		Tipo	Tamaño		
							Diámetro tangencial (u)	Clasificación	
<u>Lonchocarpus latifolius</u> (Willd) HBK	X = 4 max = 6 mín = 2 moda = 4 S = 0.88 CV = 22.5%	Muy pocos	X = 208.34 max = 326.4 mín = 102 moda = 204 S = 53.9 CV = 25.9%	Muy grandes	Simple	Areolada alterna, con abertura incluida	X = 8.05 max = 9.57 mín = 6.67 moda = 8 S = 1.33 CV = 16.5%	Mediana	Abundante paratraqueal, aliforme confluyente en bandas tangenciales conduladas
<u>Terminalia amazonia</u> (J.F. Gmel)	X = 8 max = 11 mín = 5 moda = 8 S = 1.59 CV = 20%	Muy pocos	X = 113.26 max = 183.6 mín = 61.2 moda = 112.2 S = 22.62 CV = 19.98%	Medianos	Simple	Areolada alterna, con abertura incluida	X = 9.93 max = 12 mín = 8 moda = 11.6 S = 2 CV = 20.2%	Mediana	Escaso paratraqueal, unilateral, tangencial, aliforme comúnmente, raramente aliforme confluyente.
<u>Pouteria gallifruca</u> Cronquist	X = 13 max = 20 mín = 8 moda = 12 S = 3.5 CV = 25.7%	Muy pocos	X = 71.05 max = 112.2 mín = 40.8 moda = 71.4 S = 18.08 CV = 25.4%	Pequeños	Simple	Areolada alterna, con abertura incluida	X = 6 max = 8.7 mín = 2.64 moda = 4.8 S = 1.42 CV = 23.7%	Mediana	Medianamente abundante, apotraqueal en bandas concéntricas continuas [1 a 3 células de espesor] bandas muy delgadas y frecuentes algunas veces de apariencia reticular.

Las tres especies poseen según su abundancia muy pocos vasos o poros; según su tamaño Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK se clasifica como de poros muy grandes, Terminalia amazonia (J.F. Gmel) como de poros medianos y Pouteria gallifruca Cronquist como de poros pequeños. Esta característica se relaciona con la textura, densidad y acabado de la madera, dando a menor tamaño de poro, textura fina, densidad mayor y mejor acabado (3).

Las punteaduras y perforaciones (placa perforada) para las tres especies son de similar clasificación (areoladas alternas con abertura incluida y simple respectivamente), variando levemente el diámetro, que para Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK (figura 1-d) es de 8.05 micras (u), Terminalia amazonia (J.F. Gmel) (figura 2-d) de 9.93 micras (u) y Pouteria gallifruca Cronquist (figura 3-d) de 6 micras (u), siendo clasificadas como de tamaño mediano.

El parénquima longitudinal para las tres especies estudiadas es característico de la especie; Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK lo presenta abundante, paratraqueal, aliforme confluyente en bandas tangenciales onduladas (figura 1-a), Terminalia amazonia (J.F. Gmel) lo presenta escaso, paratraqueal, unilateral tangencial, aliforme comúnmente, raramente aliforme confluyente (figura 2-a) y Pouteria gallifruca Cronquist lo presenta medianamente abundante, apotraqueal en bandas concéntricas continuas, bandas muy delgadas y frecuentes algunas veces de apariencia reticular (figura 3-a).

Las células de parénquima longitudinal pueden tener presencia de materiales que las ocluyen, estos materiales darán a la madera resistencia natural al ataque de hongos e insectos, en algunos casos, y en otros serán atractivos (5); Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK con abundante parénquima longitudinal tiene la capacidad de almacenar alta cantidad de estos materiales, no así Terminalia amazonia (J.F. Gmel) con

escaso parénquima longitudinal y *Pouteria gallifruca* Cronquist con parénquima longitudinal medianamente abundante.

Cuadro 5. Características anatómicas microscópicas (radios)

Nombre Científico (Especie)	Clase	No./mm	Abundancia	Espaciamiento	Radios				Clasificación KRIBS [35]	Punteaduras
					Anchura		Altura			
					Valor (u)	Clasificación	Valor (u)	Clasificación		
<i>Lonchocarpus latifolius</i> (Willd) HBK	Biseriados y Multiseriados	$\bar{X} = 7$ max = 12 min = 5 moda = 7 S = 1.44 CV = 19.8%	Numero- sosa	Normalmente espaciados	$\bar{X} = 36.13$ max = 51 min = 25.5 moda = 30.6 S = 8.54 CV = 23.6%	Finos	$\bar{X} = 204.65$ max = 285.6 min = 153 moda = 204 S = 24.16 CV = 11.8%	Bajos	Homogéneo tipo I	Similares a las intervasculares
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel)	Uniseriados	$\bar{X} = 12$ max = 15 min = 9 moda = 12 S = 1.68 CV = 13.6%	Numero- sosa	Ligeramente compactados	$\bar{X} = 24.11$ max = 29 min = 17.4 moda = 23.2 S = 3.47 CV = 14.4%	Muy finos	$\bar{X} = 324.03$ max = 581.4 min = 163.2 moda = 204 S = 107.32 CV = 33.1%	Bajos	Heterogéneo tipo III	Similares a las intervasculares
<i>Pouteria gallifruca</i> Cronquist	Biseriados	$\bar{X} = 12$ max = 15 min = 10 moda = 12 S = 1.4 CV = 11.2%	Numero- sosa	Ligeramente compactados	$\bar{X} = 27.8$ max = 40.8 min = 20.4 moda = 510 S = 155.43 CV = 32.5%	Finos	$\bar{X} = 478.29$ max = 1020 min = 204 moda = 510 S = 155.43 CV = 32.5%	Bajos	Heterogéneo tipo I	Similares a las intervasculares

Los radios (parénquima radial) para las tres especies se clasifican como numerosos; biseriados, multiseriados, normalmente espaciados, finos, bajos y homogéneos tipo I para *Lonchocarpus latifolius* (Willd) HBK (figura 1-b); uniseriados, ligeramente compactados, muy finos, bajos y heterogéneos tipo III para *Terminalia amazonia* (figura 2-b); biseriados, ligeramente compactados, finos, bajos y heterogéneos tipo I para *Pouteria gallifruca* (figura 3-b).

Los radios también tienen función de almacén de materiales atrayentes o repelentes de hongos e insectos (5); *Lonchocarpus latifolius* (Willd) HBK con radios biseriados, multise-

riados y de 36.13 micras (u) de anchura podría almacenar mayor cantidad de materiales que las otras dos especies estudiadas.

Cuadro 6. Características anatómicas microscópicas (fibras)

NOMBRE CIENTIFICO (Especie)	F I B R A S									
	Longitud		Tamaño		Diámetro de lumen (u)	Espesor		Relación Runkel		
	Valor (u)	Clasificación	Diámetro total (u)	Clasificación		Valor (Ø lumen/Ø total)	Clasificación	Valor	Grupo	Clasificación
<u>Lonchocarpus latifolius</u> (Willd) HBK	X = 1273.78 max= 1856.4 min= 897.6 moda= 1275 S = 234.97 CV= 18.45%	Mediana	X = 19.08 max = 29 min = 13.05 moda= 17.4 S = 3.5 CV = 18.3%	Mediano	X = 10.7 max = 20.3 min = 5.8 moda= 11.6 S = 2.3 CV = 23%	0.56	Delgada	0.78	III	Buena para papel
<u>Terminalia amazonia</u> (J.F. Gmel)	X = 1408.1 max= 1938 min= 816 moda= 1581 S = 267.5 CV = 19%	Mediana	X = 23.45 max= 29 min= 18.85 moda= 26.1 S = 2.66 CV = 11.34%	Mediano	X = 14.8 max= 21.75 min= 8.7 moda= 14.5 S = 2.55 CV = 17.24%	0.63	Delgada	0.58	III	Buena para papel
<u>Pouteria gallifructa</u> Cronquist	X = 1469 max= 1885 min= 1189 moda= 1464 S = 385.39 CV = 12.62%	Mediana	X = 25.5 max= 29 min= 20.3 moda= 26.1 S = 2.36 CV = 9.25	De medianas a grandes	X = 16.97 max= 22.6 min= 14.5 moda= 14.5 S = 2.4 CV = 14.26%	0.67	Delgada	0.501	III	Buena para papel

La clasificación de las fibras para las especies analizadas ocurre de manera similar; en longitud y tamaño se clasifican como medianas, según espesor de pared como delgada y relación Runkel grupo III. Pouteria gallifructa Cronquist muestra mayor diámetro de lumen, pero también mayor diámetro total y Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK muestra menor diámetro de lumen, pero menor diámetro total, deduciéndose según los valores que el grosor de pared es similar.

La relación Runkel grupo III, indica que las especies analizadas son Buenas para papel, pues se puede lograr buen aplastamiento de la fibra y buena adhesión de fibra a fibra por ser de pared delgada.

Cuadro 7. Densidad aparente, contenido de humedad, contracción tangencial, radial y longitudinal.

NOMBRE CIENTÍFICO (Especie)	Densidad Aparente			Contenido de humedad (%)	Contracción		
	S e c a		Verde (gram/cc)		Tangencial (%)	Radial (%)	Longitudinal (%)
	Valor (gram/cc)	Clasificación					
<i>Lonchocarpus latifolius</i> (Willd) HBK	0.593	Pesada	0.775	76	9.48	4.43	0.297
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel)	0.661	Muy pesada	0.874	64	6.62	4.05	0.249
<i>Fouquieria galliflora</i> Cronquist	0.905	Extremadamente pesada	1.186	46.6	7.9	5.53	0.25

La presencia de mayor número de puntuaciones en las caras radiales de los elementos celulares desvía de su orientación a las microfibrillas que les son vecinas, ocasionando reducción en las contracciones (23), lo cual se cumple con los valores obtenidos en la presente investigación, en donde la contracción radial para las tres especies es menor que la contracción tangencial.

El grano de la madera se relaciona con la contracción longitudinal, debido al proceso de secado, la contracción longitudinal posee valores mayores cuando el hilo o grano es inclinado (23); lo anterior se confirma en *Lonchocarpus latifolius* (Willd) HBK que presenta la contracción longitudinal mayor y grano inclinado.

Cuadro 8. Contracción volumétrica y relación contracción tangencial (CT) / contracción radial (CR).

NOMBRE CIENTÍFICO (Especie)	CONTRACCIÓN					
	Volumétrica calculada	Clasificación	Volumétrica medición directa (%)	Relación CT / CR		
				Valor	Clasificación	Estabilidad
<u>Lonchocarpus latifolius</u> (Willd) HBK	14.67	Alta	10.92	2.14	Media	Moderadamente estable, pocas grietas, leve atención al secado
<u>Terminalia amazonia</u> (J.F. Gmel)	11.21	Media	10.3	1.63	Baja	Estable, muy pocas grietas, muy leve atención al secado
<u>Pouteria gallifruca</u> Cronquist	14.15	Alta	12.9	1.43	Muy baja	Muy estable, no se agrieta, ninguna atención al secado

A mayor densidad, mayor pared celular, y mayor contracción (1); lo cual se comprueba en Pouteria gallifruca Cronquist en donde la densidad aparente y la contracción volumétrica por medición directa son los mayores valores reportados.

Los valores de Contracción Tangencial (CT) / Contracción radial (CR) indican la estabilidad dimensional de la madera al ser sometida a condiciones variables de humedad relativa, dichos valores permiten recomendar usos y ayudan en la elaboración de programas de secado (1); Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK con relación CT / CR de 2.14 indica que es una madera moderadamente estable, se agrieta poco (leve atención al secado); Terminalia amazonia (J.F. Gmel) con relación CT / CR de 1.63 indica que es una madera estable, se agrieta muy poco (muy leve atención al secado); Pouteria gallifruca Cronquist con relación CT / CR de 1.43 indica que es una madera muy estable, no se agrieta (ninguna atención al secado).

1. MICROFOTOGRAFIAS *Lonchocarpus latifolius* (Willd) HBK



Figura 1-a. Plano transversal  
(x)  
-10X-

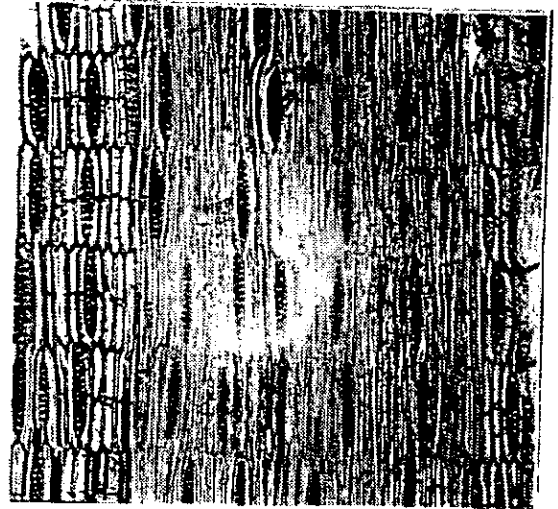


Fig. 1-b. Plano longitudi-  
nal tangencial  
(t)  
-10X-

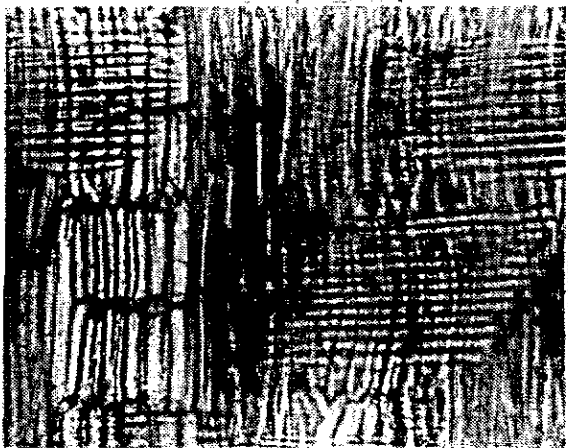


Figura 1-c. Plano longitudi-  
nal radial (r)  
-16X-

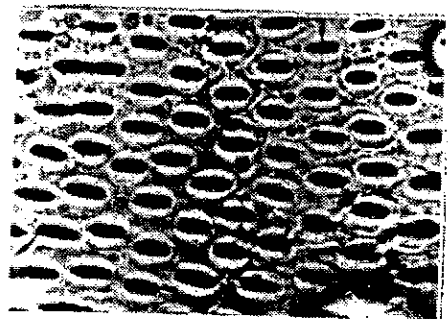


Figura 1-d. Punteaduras  
intervascu-  
lares  
-100X-

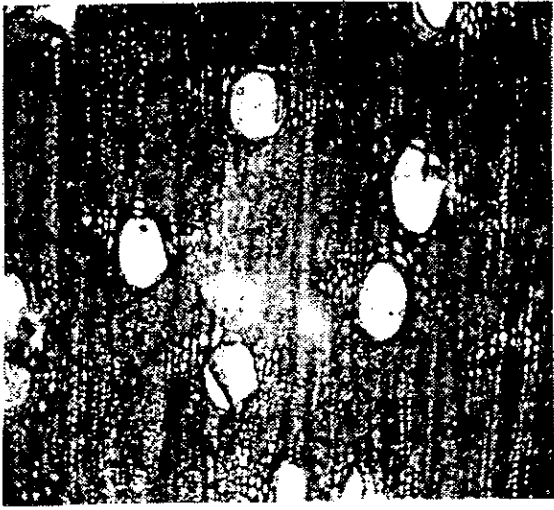
2. MICROFOTOGRAFIAS *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel)

Figura 2-a. Plano transversal  
(x)  
-10X-

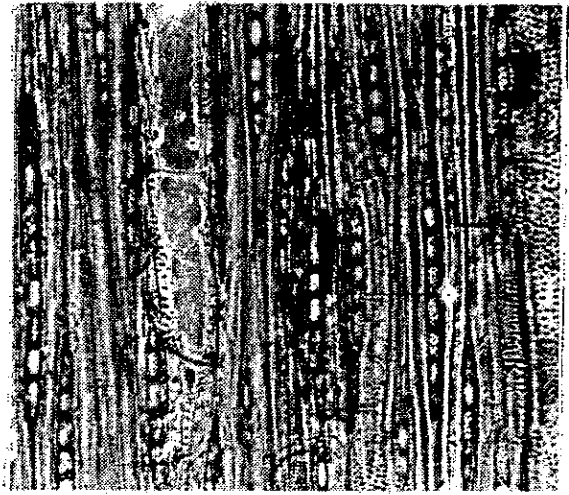


Figura 2-b. Plano longitudinal  
tangencial (t)  
-16X-

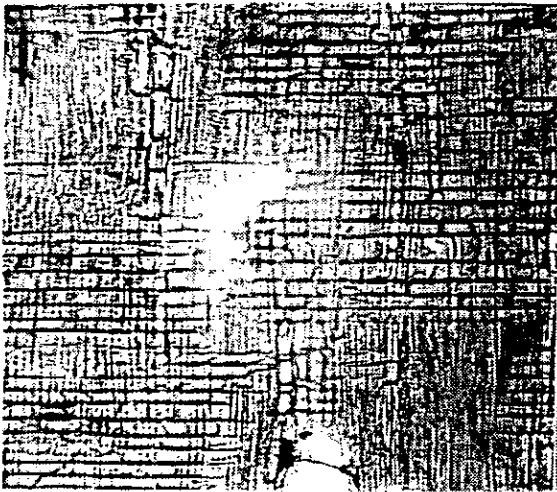


Figura 2-c. Plano longitudi-  
nal radial (r)  
-10X-

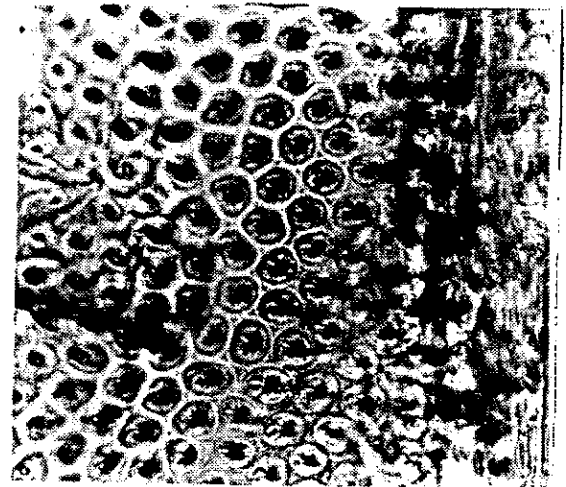


Figura 2-d. Punteaduras in-  
tervasculares  
-100X-



3. MICROFOTOGRAFIAS *Pouteria gallifruca* Cronquist

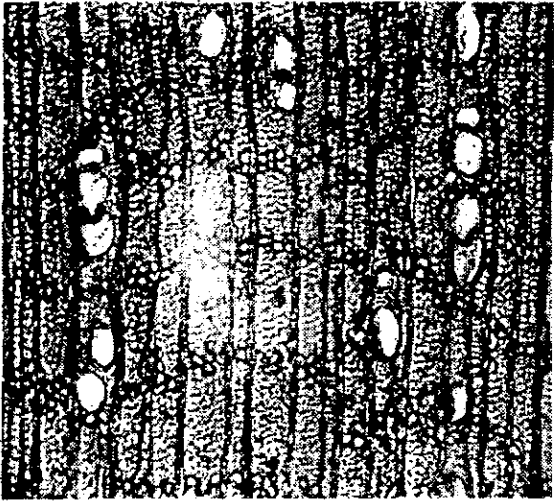


Figura 3-a. Plano transver-  
sal (x)

-10X-

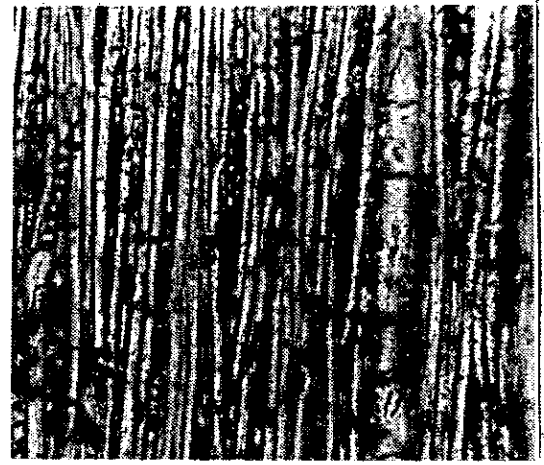


Figura 3-b. Plano longitudinal  
tangencial (t)

-16X-

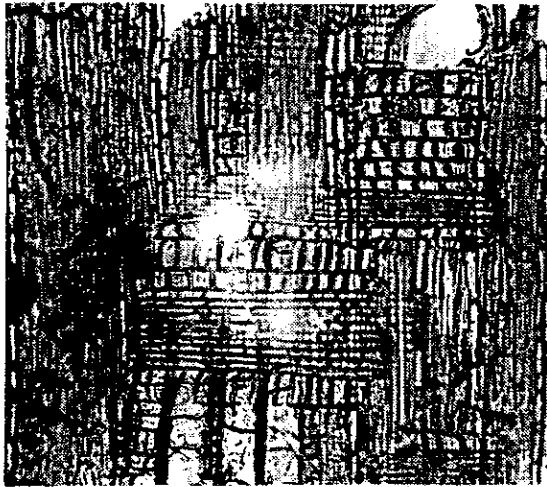


Figura 3-c. Plano longitudi-  
nal radial (r)

-10X-

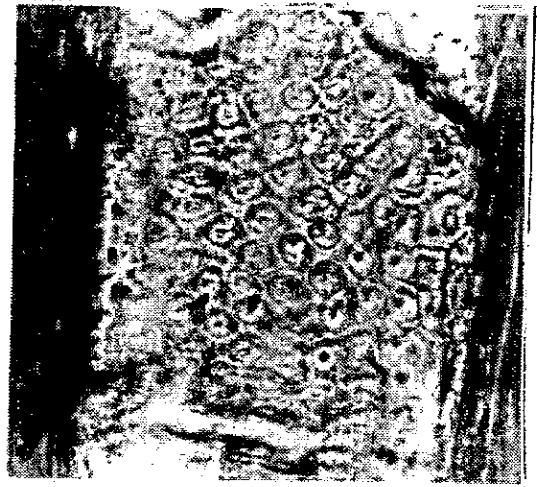


Figura 3-d. Punteaduras in-  
tervasculares

-100X-

## VI. CONCLUSIONES

1. La madera de Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK (medallo o chaperno blanco), posee textura mediana, porosidad difusa; poros solitarios, muy pocos y muy grandes; parénquima abundante, paratraqueal en bandas tangenciales onduladas; radios biseriados y multiseriados, numerosos, normalmente espaciados, finos, bajos y homogéneos tipo I; fibras de longitud y tamaño mediano, con pared delgada, clasificada como pesada, contracción volumétrica alta y moderadamente estable.
2. La madera de Terminalia amazonia (J.F. Gmel) (naranja o canxán), posee textura fina, porosidad difusa; poros solitarios raramente en grupos, muy pocos y medianos; parénquima escaso paratraqueal, unilateral o aliforme, raramente confluyente; radios uniseriados, numerosos, ligeramente compactados, muy finos, bajos y heterogéneos tipo III; fibras de longitud y tamaño mediano, pared delgada; clasificada como muy pesada, contracción volumétrica media y estable.
3. La madera de Pouteria gallifructa Cronquist (chico hembra) posee textura fina, porosidad difusa; poros múltiples radiales, muy pocos y pequeños; parénquima medianamente abundante, apotraqueal en bandas concéntricas delgadas; radios biseriados, numerosos, ligeramente compactados, finos, bajos y heterogéneos tipo I; fibras de longitud y tamaño mediano a grande, pared delgada; clasificada como extremadamente pesada, contracción volumétrica alta y muy estable.
4. Las tres especies presentan placa perforada simple, puntea duras areoladas alternas con abertura incluida y de tamaño mediano. Según el factor Runkel, se clasifican dentro del grupo III, considerándose buenas para la fabricación de papel.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Es recomendable el análisis químico de las maderas estudiadas (contenido de celulosa, hemicelulosa, lignina y extractivos), para determinar su real aptitud como posible fuente de materia prima para la industria papelera.
2. Enriquecer el presente estudio con ensayos mecánicos completos, trabajabilidad y durabilidad de la madera, para así determinar los usos más convenientes.
3. Estudiar la relación entre la abundancia de parénquima en el xilema y la atracción o repelencia de hongos e insectos.
4. Realizar análisis detallado del secado de la madera para las especies estudiadas y poder así desarrollar programas de secado acorde a las características implícitas en cada madera..
5. Según la información obtenida, puede recomendarse preliminarmente el uso de Pouteria gallifrucra Cronquist en fabricación de pisos y durmientes; Terminalia amazonia (J.F. Gmel) en estructuras, carpintería de obra, durmientes y ebanistería; Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK en construcción rústica).
6. Estudiar el comportamiento silvicultural de las especies evaluadas con fines de completar el conocimiento de sus potencialidades.
7. Es aconsejable continuar con estudios tecnológicos de maderas de especies latifoliadas que vegetan en el norte del país, ya que en esa región se ocultan especies aún no estudiadas que podrían tener alto potencial para la industria maderera.

## 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. Ensaio físicos e mecânicos de madeiras; método brasileiro. Brasil. 10 p.
5. BARAJAS MORALES, J.; ECHENIQUE MANRIQUE, R.; CARMONA VALDOVINOS, T.F. 1981. La madera y su uso en la construcción no. 3: estructura e indentificación. 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, S.; FORSTER, B.; KLISSENBAUER, K. 1981. Lesser know liberian timber species: description of physical and mechanical properties, natural durability, treatability, workability and suggested uses. Germany, Deutsche Gesellschaft für 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 Forestales. 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/FVDEP. 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.; ZEEUW, 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 Nacional 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 Liebn 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 (Méx.) 14(4):23-26.
28. ROGEL 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.N. VON. 1969. Investigación de algunas especies arbóreas de los bosques tropicales de México, 3. México y sus Bosques (Méx.) 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 austini, Persea sp. aff. vesticula, Persea schiedeana. Turrialba (C.R.) 20(2): 223-232.
33. \_\_\_\_\_ . 1970. Maderas latinoamericanas, 3. Podocarpus standleyi, Podocarpus oleifolius, Drimys granadensis, Magnolia poasana y Didymopanax pittieri. Turrialba (C.R.) 20(1):105-115.

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

Vo. Bo.  
Patruelle

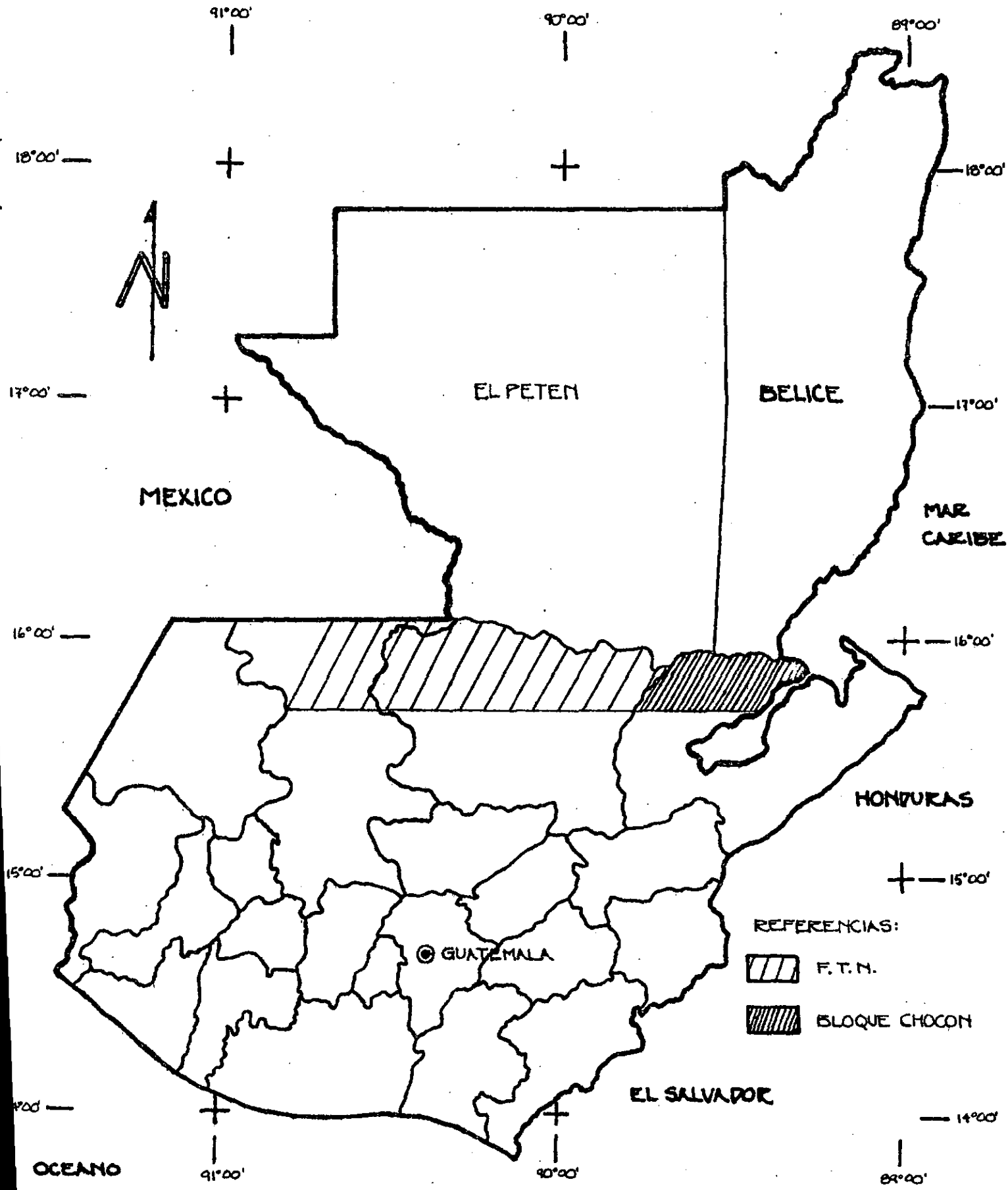


IX. APENDICES



1. APENDICE I

MAPA DE UBICACION



ESCALA APROX. 1:2,000,000

2. APENDICE II

(TABLAS DE CLASIFICACION DE MADERAS)

## 2.1 Tabla de clasificación, características anatómicas generales

CARACTERISTICAS GENERALES (ARBOL RECIEN CORTADO)		
* Color (x), (r)	Albura Duramen	
Transición (x)	Poca o ninguna diferencia Gradual o abrupta	
Anillos (x)	Descripción Visibilidad	
Manchas en la madera (x), (t)	Exudación conductos gomíferos Decoloración por hongos Concentración de sustancias minerales Oxidación de contenidos celulares	
Lustre o brillo	Poco lustrosa Medianamente lustrosa Muy lustrosa	
Olor	Ausente o no distintivo Aromático Desagradable Otros	
Sabor	Ausente o no distintivo Amargo, dulce, picante Otros	
Diseño o Dibujo (r), (t)	Rayado Parabólico Veteado Jaspeado o floreado Espigado Cromático Liso	
Grano (madera rajada) (r), (t)	Recto Inclinado Espiralado Entrecruzado Ondulado Crespo Irregular	
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.
	Mediana	Término medio de las anteriores, diámetro de vasos 150 a 250 micras.
	Homogénea	Elementos grandes o pequeños sin variación en todo el leño.
	Heterogénea	Diferencia entre leño temprano y tardío.

2.2 Tabla de clasificación, características anatómicas macroscópicas

CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS		
Porosidad	Difusa Circular Semicircular	
Anillos de crecimiento demarcados por (x)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porosidad circular</li> <li>- Porosidad semicircular</li> <li>- Parénquima marginal</li> <li>- Zona oscura de leño tardío</li> <li>- Compactación de líneas de parénquima</li> <li>- Disminución de líneas de parénquima</li> <li>- Ausencia de vasos en una zona angosta de leño tardío de igual color al temprano</li> <li>- Otros</li> </ul>	
Poros ( x )	Agrupación	Solitarios, múltiples radiales, múltiples racemiformes.
	Disposición	Ondulada tangencial, concéntrica, diagonal, series radiales, series radiales oblicuas, dendrítica o flamiforme, rara vez en contacto con los radios, más anchos que los radios, otros.
	Visibilidad	Simple vista o con lente.
	Contenido	Tilides, gomas, sustancias minerales (x), (r), (t). Generalmente cerrados.
Parénquima	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visibilidad con o sin lente (x)</li> <li>- Asociado o no a vasos (x), (r), (t).</li> <li>Bandas tangenciales largas, cortas, onduladas, formando retículos con los radios, marginal, otros.</li> <li>- Contraste de color con tejido de fondo.</li> </ul>	
Radios (x), (r), (t)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visibilidad con o sin lente</li> <li>- Contraste de color con el tejido de fondo</li> <li>- Forma (t): Fusiforme, oblongos, lineales, como puntos, otros.</li> <li>- Claramente de dos tipos, agregados, compuestos.</li> </ul>	

## 2.3 Tabla de clasificación, características anatómicas microscópicas

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS (VASOS Y PARENQUIMA)			
Vasos	Abundancia por m <sup>2</sup> (x)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy pocos</li> <li>- Pocos</li> <li>- Moderadamente pocos</li> <li>- Moderadamente numerosos</li> <li>- Numerosos</li> <li>- Muy numerosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>menos de 16</li> <li>16 a 25</li> <li>26 a 50</li> <li>51 a 75</li> <li>76 a 100</li> <li>más de 100</li> </ul>
	Tamaño, diámetro tangencial con espesor de pared (x)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy pequeños</li> <li>- Pequeños</li> <li>- Medianos</li> <li>- Grandes</li> <li>- Muy grandes</li> <li>- Extremadamente grandes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>menos de 50 u</li> <li>51 u a 100 u</li> <li>101 u a 150 u</li> <li>151 u a 200 u</li> <li>201 u a 300 u</li> <li>301 u y más</li> </ul>
Maderas con porosidad circular o con dos tipos muy definidos no se toma el número por mm <sup>2</sup> , o si se da el dato hacerlo por separado para cada zona. Los poros en múltiples o agrupaciones racemiformes se cuentan por uno solo para el número por mm <sup>2</sup>			
Tipo de perforación	Simple, simple y orlada Escalariforme, reticulada y efedroide		
Punteaduras intervasculares	Tipo (r), (t)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simples (la cavidad permanece igual)</li> <li>Areoladas (la cavidad se estrecha hacia el lumen)</li> </ul>	
		Tipo de areoladas	Opuestas, escalariiformes, en cribas, alternas.
	Abertura	Incluida, extendida, tocando el borde de la punteadura	
	Tamaño	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pequeñas</li> <li>Medianas</li> <li>Grandes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 u a 4 u</li> <li>5 u a 10 u</li> <li>11 u a 50 u</li> </ul>
En muchas maderas es difícil encontrar punteaduras intervasculares, debido a la ausencia de verdaderos pares de vasos.			
Parénquima	Apotraqueal (x), (r), (t)	Difuso, reticular, escalariforme, difuso en agregados (bandas o islotes tangenciales cortos), líneas o bandas concéntricas continuas.	
	Paratraqueal (x), (r), (t)	Escaso o angostamente paratraqueal, unilateralmente paratraqueal tangencial o radial, vasicéntrico, aliforme, confluyente horizontal o diagonal, aliforme-confluyente, en líneas o bandas tangenciales onduladas, en líneas o bandas concéntricas.	
	Marginal (r), (t)	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.	
	Contenido (t), (r)	Cristales: Cuadrados, romboides, aciculares, rafidios, drusas, arena cristalífera, otros. Depósitos: Tipo y color de la sustancia.	

2.4 Tabla de clasificación, características anatómicas microscópicas.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS (RADIOS Y FIBRAS)				
Ra-           dios	Clase	Uniseriados, biseriados y multiseriados		
	Abundancia, número por mm. lineal (x), (t)	Muy numerosos	más de 20	
		Numerosos	de 6 a 20	
		Escasos	menos de 5	
		Algunas veces es difícil determinarla en (x) pues se confunden con células longitudinales.		
	Espaciamiento. (número por mm. lineal) (t), (x)	Ampliamente espaciados	5 o menos	
		Normalmente espaciados	6 a 9	
		Ligeramente compactados	10 a 13	
		Compactados	14 a 20	
		Estrechamente compactados	21 a más	
Anchura (t)	Muy finos	Menos de 25 u		
	Finos	25 u a 50 u		
	Medianos	50 u a 100 u		
	Anchos	100 u a 200 u		
	Muy anchos	200 u a más		
	Medido en la parte media de la altura total o en número de células de los más estrechos.			
Altura (t)	Muy bajos	Menos de 200 u		
	Bajos	200 u a 500 u		
	Medianos	500 u a 800 u		
	Altos	800 u a 2 mm.		
	Muy altos	más de 2 mm.		
Clasificación Kribs	Tipo heterogéneo I, II (A o B) y III.			
	Tipo homogéneo I, II y III			
Al medir el ancho se toman en cuenta las células acompañantes; al medir la altura se toman en cuenta las células oleíferas, pero no se incluyen los radios con más de una parte multiseriada (fusionados longitudinalmente). Los radios compuestos y agregados se describen por separados.				
Punteaduras se describen similar a las intervasculares				
Fi-    bras	Longitud (m)	Cortas	Menos de 900 u	
		Medianas	900 u a 1600 u	
		Largas	más de 1600 u	
	Tamaño (m)	Pequeñas	Menos de 16 u	
		Medianas	16 u a 25 u (diámetro)	
	Grandes	26 u a 30 u		
	Muy grandes	más de 30 u		
	Diámetro tangencial, incluyendo espesor de paredes. Medido en parte media de longitud total.			
Espesor de pared	Muy delgada	Más de 0.75		
	Delgada	0.75 a 0.50		
	Gruesa	0.50 a 0.30		
	Muy gruesa	0.30 y más		
	Según relación: $\emptyset$ lumen / $\emptyset$ total Se medirá diámetro del lumen (u) en la parte media de la longitud total de la fibra.			

2.5 Tabla de clasificación según la relación Runkel citada por Acosta Contreras y modificada por el autor.

Grupo No.	Rango	Clasificación
I	Menor de 0.25	Excelente para papel
II	De 0.25 a 0.49	Muy buena para papel
III	De 0.50 a 0.9	Buena para papel
IV	De 1 a 2	Regular para papel
V	mayor de 2	Mala para papel

2.6 Tabla de clasificación según densidad aparente seca desarrollada por Markwardt y Heck, citados por Llach Cordero.

Grupo No.	Rango	Clasificación
1	Menor de 0.20	Extremadamente liviana
2	De 0.20 a 0.25	Excesivamente liviana
3	De 0.25 a 0.30	Muy liviana
4	De 0.30 a 0.36	Liviana
5	De 0.36 a 0.42	Moderadamente liviana
6	De 0.42 a 0.50	Moderadamente pesada
7	De 0.50 a 0.60	Pesada
8	De 0.60 a 0.72	Muy pesada
9	De 0.72 a 0.86	Excesivamente pesada
10	Mayor de 0.86	Extremadamente pesada

2.7 Tabla de clasificación según la contracción volumétrica utilizada por Arostegui et. al.

Grupo No.	Rango (%)	Clasificación
1	Menor de 9	Muy baja
2	De 9.1 a 11	Baja
3	De 11.1 a 13	Media
4	De 13.1 a 15	Alta
5	Mayor de 15	Muy alta

2.8 Tabla de clasificación según la relación de contracción tangencial y radial (CT / CR) utilizada por Arostegui et. al. y modificada por el autor.

Grupo No.	Rango	Clasificación	Estabilidad
1	Menor de 1.5	Muy baja	Muy estable (no se agrietan, buen secado)
2	1.51 a 2	Baja	Estable (muy pocas grietas, muy leve atención al secado)
3	2.1 a 2.5	Media	Moderadamente estable (pocas grietas, leve atención al secado).
4	2.51 a 3	Alta	Inestable (se agrietan, atención al secado)
5	Mayor de 3	Muy alta	Muy inestable (fuertes grietas, secado cuidadoso)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Año 30 de septiembre, 1988

"IMPRIMASE"



ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.  
DECANO

Biblioteca Central