



E.N.E.P.I. U.N.A.M.

U.D.C./PROCESOS TECNICOS

PAPELETA DE DEVOLUCION

NOTA:

EL LECTOR SE OBLIGA A DEVOLVER ESTE LIBRO COMO LIBRE EN LA FECHA INDICADA EN EL ULTIMO SELLO.

UNAM
IZTACALA

UNAM
TAMPUS
IZTACALA

DETERMINACION DE LOS INDICES DE CALIDAD DE LAS
PULPAS DE 29 MADERAS TROPICALES DE CHIAPAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

BIOLOGO

PRESENTA

TERESA LUNA OLGUIN

México, D.F., 1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres

A mi hermano

A mis amigos

A mis maestros

Agradezco sinceramente a la Biól. Juana Huerta Crespo, su valiosa orientación para la realización de este estudio.

Así mismo mi agradecimiento para los Biólogos: Ernesto Aguirre L., Gonzalo Flores M., Rodolfo de la Torre A., Beatriz Flores P. y Blanca Gutiérrez B., por sus acertadas opiniones, que contribuyeron a mejorar la presentación del trabajo.

De igual modo reconozco y agradezco el optimismo mostrado por la señora E. Yolanda Soto A., quien se hizo cargo del mecanografiado del cuadro de resultados.

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Anatomía de la Madera del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, bajo la asesoría de la Bióloga Juana Huerta Crespo.

DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CALIDAD DE LAS
PULPAS DE 29 MADERAS TROPICALES DE CHIAPAS.

I N D I C E .

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
ANTECEDENTES	4
OBJETIVOS	11
MATERIAL Y METODOS	11
RESULTADOS	16
- Peso específico	16
- Densidad	17
- Longitud de fibras	18
- Diámetro de fibras	20
- Diámetro del lumen	22
- Grosor de paredes	24
- Coeficiente de rigidez	26
- Coeficiente de flexibilidad	28
- Coeficiente de Peteri	30
- Relación de Runkel	32
DISCUSION	35
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFIA	45

RESUMEN.

En este trabajo se estudiaron 29 maderas tropicales de la Selva Lacandona, Chis. Se procedió a caracterizar el promedio de las dimensiones de las fibras (longitud, diámetro de la fibra, diámetro del lumen y grosor de paredes), de cada una de las especies; así como a determinar los índices de calidad de sus pulpas.

Se encontró en general, que tanto la longitud como el diámetro de las fibras del grupo de especies superaron a los valores reportados anteriormente para maderas duras tropicales.

La calidad de la pulpa resultó estar asociada con el peso específico y con la densidad de las maderas.

Los resultados fueron promisorios ya que solamente 9 especies produjeron - pulpas de mala calidad para papel. Las maderas restantes originaron pulpas distribuidas en regulares, buenas, muy buenas y excelentes para papel.

INTRODUCCION.

La calidad de la pulpa está íntimamente relacionada con la especie maderable de la cual procede (28, 40, 43) y aunque las dimensiones de las fibras, especialmente la longitud, tuvieron una gran importancia en el pasado (28, 43), en la actualidad todavía siguen siendo válidas, pero son más útiles las relaciones que de ellas se puedan derivar; es decir, el coeficiente de rigidez, el coeficiente de flexibilidad, el coeficiente de Peteri y la relación de Runkel (3, 14, 18, 28, 34, 40, 43).

Estos índices de calidad de las pulpas constituyen una magnífica ayuda ya que al determinarlos, se sabe de antemano lo que se puede esperar al emplear tal o cual madera, puesto que cada una de las relaciones entre las dimensiones de sus fibras influyen de manera directa, indirecta o bien complementaria sobre las características generales de la pulpa (densidad, volumen, resistencia al paso del agua y del aire, resistencia a la tensión a la explosión, al rasgado y las propiedades que determinan la impresión). Es decir, las relaciones entre las dimensiones de las fibras contribuyen favorable o adversamente en el tipo y en la calidad del papel producido (54, 64).

Las características tecnológicas como el peso específico (relación peso anhidro o volumen verde); la cantidad de madera temprana, el porcentaje de madera tardía; la cantidad y el tipo de inclusiones; la relación de fibras con respecto a vasos, a rayos o a parénquima leñoso, así como el proceso de fabricación, son también otros importantes indicadores

de la calidad de las pulpas para papel (1, 15, 17, 53, 58).

México no ha podido proporcionarle a su población la cantidad de papel que requiere sin recurrir a la importación. En el año de 1980 el total de los diferentes tipos de papel que se consumieron fue de: 2,430,822 Ton. métricas, de las cuales 534,419 Ton. métricas se importaron. En el año siguiente el total requerido fue de 2,518,931 Ton. métricas, te niéndose que comprar al exterior 568,667 Ton. métricas (8, 9).

Esta situación en menor o mayor grado se viene repitiendo cada año y aunque se han ampliado las fuentes de abastecimiento, estas no han resultado suficientes para satisfacer la demanda cada vez mayor de pa pel.

Ante esta problemática es necesario buscar nuevas fuentes de materia prima para papel; entre ellas destacan los bosques tropicales que poseen una gran diversidad de especies y sobre todo, muchas de ellas presentan rápidos crecimientos.

Esta opción es posible debido a que México tiene una superficie forestal de 29.7 millones de hectáreas de bosques tropicales, que representan alrededor de un 15% del total de la superficie del país (52), lo que justifica realizar investigaciones que permitan conocer las características tecnológicas de las maderas que habitan en este tipo de bosques para poder aprovecharlas de una manera adecuada en la producción de papel.

Y es precisamente el estado de Chiapas donde se puede encontrar un recurso forestal bastante amplio: aproximadamente el 75% de los 3.5 millones de hectáreas de su superficie forestal corresponden a bosques tropicales y subtropicales cuyo aprovechamiento es con base en cedro, caoba, fresno y nogal (38).

En este estudio preliminar se obtuvieron las dimensiones de las fibras con las que se determinaron las relaciones derivadas de ellas y se calificó la calidad de la pulpa de 29 especies maderables que vegetan en la Selva Lacandona de Chiapas.

ANTECEDENTES.

Existen abundantes estudios acerca de las propiedades de las maderas relacionadas con pulpas para papel en especies procedentes de las regiones templadas y frías; sin embargo, es escasa esta información al tratarse de maderas tropicales.

Entre los estudios más importantes de maderas que vegetan en los trópicos del mundo y que se usan como fuente abastecedora de pulpa para papel se citan los siguientes:

Palmer y Tabb (48) discuten la demanda futura de madera, señalando a los trópicos y subtrópicos como las áreas productoras de pulpa más importantes.

Keays (30) cuando señala la demanda mundial de productos de pulpa y de papel para el año 2000, considera a las maderas tropicales como fuente potencial de materia prima, sugiriendo utilizar al árbol completo.

Mirgerie (39) señala a los bosques tropicales como fuente potencial de fibras para la fabricación de papel, analizando posibilidades y aspectos económicos para el desarrollo de una industria papelera basada en el uso de maderas tropicales.

Boyhan (4) señala a las maderas tropicales de Latinoamérica y a las de la Cuenca del Pacífico como fuente potencial de pulpa, proporciona resultados basados en costos de aclareo y de plantaciones de especies de seadas, así como en las características de pulpeo de las maderas duras mezcladas.

Hernadi y Lengyel (24) proponen utilizar en la industria papelera otras fibras cortas como las de paja de arroz, de trigo y de maderas duras.

Lengyel (36) comenta los resultados que se han obtenido en Hungría con maderas duras, en donde en un tiempo relativamente corto han contribuido favorablemente a la producción de materia prima de mejor calidad para la industria de la pulpa y el papel, sugiriendo realizar trabajos similares en países donde existen grandes cantidades de madera de fibra corta.

Gómez (19) mediante resultados de laboratorio y de fábrica en contró que las maderas duras tropicales contribuyen en un 20% al producir cartón corrugado.

Colom (10) y Bustamante (7) al realizar estudios sobre *Quercus coccifera* y *Quercus toza* indican que la primera especie debería ser aprovechada para fabricar papel corrugado y la segunda puede emplearse, mezclada con pulpas de fibra larga, para producir una pulpa de calidad aceptable.

Palmer y Gibbs (47) determinaron las características de la pulpa de *Gmelina arborea* y de *Bursera simaruba* procedentes de Belice, resultando mejor la de *Gmelina arborea* por su rápido crecimiento y por su mayor densidad, lo cual se traduce en una mayor producción de pulpa.

Zobel (60) propone utilizar el potencial del bosque tropical para producir madera dura y sugiere hacer plantaciones a largo plazo con especies de *Gmelina* y de *Eucaliptus* para emplearlos en la fabricación de papel debido a que su madera es excelente, además de que tienen un rápido crecimiento.

Zobel (59) señala que en un lapso de tres años, Brasil será uno de los países de América Latina que podrá obtener pulpa a partir de latifoliadas tropicales.

Bhat (2) señala al bambú y al pasto sabai (*Eulaliopsis binata*) como los principales materiales empleados para fabricar papel en la India; así mismo propone utilizar las especies de latifoliadas que habitan en -

los bosques de ese país como una solución a la deficiencia de materia prima para papel.

Mc. Govern y Simmonds (42) al realizar un estudio con una mezcla de especies de *Prunus*, *Acer*, *Fagus*, *Fraxinus* y *Quercus*, sugieren el uso de por lo menos un 25% de pulpa semiquímica de estas especies para producir papel bond de la más alta calidad.

Brown (6) obtiene por el proceso kraft una disminución en la producción, en la brillantez y en las propiedades de resistencia de las pulpas al emplear una mezcla de *Quercus rubra* y *Quercus alba* con un 24% de corteza.

Williams (57) destaca la importancia que representa el usar las ramas de las maderas duras para fabricar material de empaque y cartón corrugado para la industria envasadora de alimentos que tiene una elevada producción en Japón; señalando además que en el pulpeo kraft se puede usar 25% de maderas blandas y 75% de maderas duras, mientras que en el proceso semiquímico sólo usando mezclas de maderas duras como abedul, tilo, encino, maple, fresno y olmo, sin importar el porcentaje de cada especie.

Nicolás y Navarro (45) cuando procesan al kraft 21 especies de maderas duras tropicales de Filipinas, obtienen resultados satisfactorios al producir pulpas blanqueadas (números de permanganato entre 9.1 y 21), que responden bien al batido.

Jackson y Perkinson (29) en un intento por incorporar a la industria las maderas de los bosques de Panamá, empleando el proceso kraft para el pulpeo de 8 maderas tropicales nativas, señalan que las especies estudiadas responden bien al pulpeo y aunque producen pulpas de baja brillantez, son fácilmente blanqueables.

Namiki (44) marca que las especies que tradicionalmente han contribuido hasta en un 75% en la producción de pulpas para fabricar papel periódico en los procesos químico-mecánico y mecánico refinado han sido *Pseudotsuga menziesii* y *Tsuga heterophylla*, y dado que las maderas duras del Japón ocupan más del 50% del recurso forestal de ese país, propone aumentar el número de especies de este tipo en la producción del papel periódico.

Youngs y Landrie (58) proponen el uso de las pulpas kraft de maderas tropicales para elaborar papeles de buena calidad para varios usos como: periódico, libros, papel seda, secante, cartones corrugado, duro y de partículas.

Boelkel y Zvinakevicius (16) presentan un resumen de la favorable situación que tiene la industria papelera brasileña al emplear en un 100% las fibras de *Eucaliptus* o agregando una pequeña proporción de fibras de *Gmelina arborea*, triplicándose a partir de 1974 su producción de pulpa, con lo cual se transformó en un país exportador con mercado en Europa y en Japón; concluyen que las pulpas de estas especies son complementarias ya que tienen propiedades de pulpeo diferentes.

Mc. Govern (41) al compilar la información de los últimos 30 años, señala la importancia que tiene la incorporación a la industria papera de un gran número de materiales fibrosos, incrementándose con ello la producción en un 20% a un 30% al introducir reciclajes, diversas plantas de especies no maderables, maderas tropicales, varias maderas duras, utilización del árbol completo (incluyendo corteza y ramas), además de los desperdicios forestales.

El mismo autor enfatiza la importancia que ha adquirido la obtención de papel corrugado, utilizando pulpa kraft de maderas tropicales en Columbia Británica, empleándose un 80% o más de este tipo de pulpa para elaborar dicho producto.

Klungnezz y Sanyer (31) determinaron tanto el efecto de las células de parénquima (finos) como el de los vasos sobre el procesamiento de pulpa kraft y semiquímica de encino, resultando que las propiedades de las hojas muestran un drenaje mejorado a consecuencia de la extracción de los finos.

Los mismos autores recomiendan usar estos finos para alimento animal o como materia prima para la producción furfural, dada la digestibilidad enzimática casi completa de las células de parénquima y el alto contenido de xilanas que presentan.

De los pocos estudios relacionados con este tema que se han realiz

zado en México, se anotan los siguientes:

Gómez Lepe (20) y González Ortega (46) estudiaron la anatomía de 49 especies del bosque chiapaneco, con el propósito de emplear a estas maderas en la fabricación de papel.

Guridi (21) hace un estudio de la anatomía de cinco especies tropicales de importancia económica en el que proporciona las dimensiones de las fibras de las maderas.

Flores (15) presenta datos anatómicos, físicos y mecánicos de tres especies tropicales de Chiapas y las señala como fuente de pulpa para papel.

Harand (15) estudia las características físicas, anatómicas y mecánicas y anota la posibilidad de emplear a *Lenchocarpus castilloi*, cuya madera fue recolectada en Quintana Roo, para fabricar papel.

Lamas y Parrilla (32) presentan la aplicación de un modelo estadístico experimental con el fin de lograr un mayor aprovechamiento de las maderas duras en el proceso kraft.

Estos autores al preparar mezclas de *Pinus cocarya*, *Abies religiosa* y *Quercus castanea*, señalan que cuando se introduce hasta un 30% de madera de encino al proceso, disminuye el número de Kappa y la producción de pulpa, encontrando que existe una relación lineal entre las propiedades de la pulpa obtenida y la proporción de madera de encino utili-

zada en el cocimiento.

OBJETIVOS.

- Caracterizar las dimensiones de las fibras (longitud, diámetro del lumen, grosor de las paredes y diámetro de la fibra), de 29 maderas de la Selva Lacandona.
- Determinar los índices de calidad de las pulpas de 29 maderas tropicales, susceptibles de ser aprovechadas en la fabricación de papel.

MATERIAL Y METODOS.

El material empleado en este estudio fue recolectado en Chancalá, Chis., en el mes de marzo de 1980, por el Biólogo Javier Chavelas Polito, del Centro de Investigación Forestal de Trópico Húmedo (CIFTROH), dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.

Las 29 especies son las siguientes:

1. *Aspidosperma cruentum* Woods (bayo)
2. *Blepharidium mexicanum* Standl (popisto)
3. *Bursera sinoruba* (L.) Sarg (palo mulato, chacá)
4. *Cymbopetalum penduliflorum* (Dunal) Baill (orejuelo)
5. *Dendropanax arboreus* (L.) Planch y Decne (sac-chacah)

6. *Dialium guianense* (Aubl) Sandw (guapaque)
7. *Dipholis stevensoni* Standl (guité)
8. *Guarea glabra* Vahl (cedrillo)
9. *Guatteria anomala* R.E. Fries (zopo)
10. *Lenchocarpus castilloi* Standl (machiche)
11. *Lenchocarpus hondurensis* Benth (palo gusano)
12. *Manihara zapota* (L.) v Royen (chicozapote)
13. *Misanteca pekii* I.M. Jonsht. (pimientillo)
14. *Nectandra ambigens* (Blake) C.K. Allen (laurel)
15. *Pithecellobium arboreum* (L.) Urban (frijolillo)
16. *Peulsenia armata* (Miq) Standl (masamorro)
17. *Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugand (amarola)
18. *Pseudolmedia oxyphyllaria* Donn Smith (mamba)
19. *Quercus aglehondurensis* Miller (chiquinib de montaña)
20. *Schizolobium parahybum* (Vell) Blake (guanacaste, palo de picho)
21. *Sebastiania longicuspis* Standl (chechen blanco)
22. *Spondias mombin* L. (jobo)
23. *Swartzia cubensis* (Britt y Wilson) Standl (k'atalox)
24. *Seetia panamensis* Benth (cencerro, chakté)
25. *Talauma mexicana* (D.C.) Donn (jolmashté)
26. *Vatairea lundelli* (Standl) Killip (tinco)
27. *Vitex gaumeri* Greenm (ya'axnik)
28. *Vochusia hondurensis* Sprague (maca blanca)
29. *Zuelania guidonia* (Sw) Britt y Millsp (trementino)

El material y equipo de laboratorio fue proporcionado por el Laboratorio de Anatomía de La Madera del mismo Instituto.

Se empleó una muestra tomada de la parte central de un solo árbol de cada especie.

De toda la cara radial de la muestra disponible que tenía anchura variable, se cortaron varias astillas.

La disociación de la madera se efectuó utilizando una mezcla de ácido acético glacial, ácido nítrico, glicerina y ácido láctico en partes iguales.

La tinción del material disociado se hizo empleando el colorante pardo de Bismark.

La elaboración de las preparaciones fijas se efectuó tomando con un pincel material disociado y teñido, luego se esparció sobre un portaobjetos y se dejó secar.

El montaje de las preparaciones se hizo empleando gelatina glicerinada.

El número de preparaciones fijas de material disociado y teñido fue de diez para cada especie.

Se tomaron al azar 100 fibras de cada especie y utilizando un microscopio estandar, se midió en la misma fibra: el diámetro, la longitud, el diámetro del lumen y el grosor de las paredes de la fibra.

Los datos obtenidos se procesaron en el Departamento de Estadística y Cálculo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.

Usando los valores medios del diámetro del lumen, diámetro de fibra, longitud y grosor de las paredes de la fibra, se hizo la determinación de los índices de calidad de las pulpas, empleando las siguientes relaciones (14, 31, 54, 56).

- coeficiente de rigidez
o índice de rigidez = $\frac{\text{grosor de las paredes de la fibra}}{\text{diámetro de la fibra}} = \frac{2w}{D}$

- coeficiente de flexibilidad = $\frac{\text{diámetro del lumen}}{\text{diámetro de la fibra}} = \frac{l}{D}$

- coeficiente de Peteri
o índice de flexibilidad de Peteri o índice de esbeltez = $\frac{\text{longitud de la fibra}}{\text{diámetro de la fibra}} = \frac{L}{D}$

- relación de Runkel = $\frac{\text{grosor de las paredes de la fibra}}{\text{diámetro del lumen}} = \frac{2w}{l}$

La calidad de la pulpa de cada especie se calificó en base a la clasificación de Runkel (34) que considera 5 grados:

grado I	: menor de 0.25	: excelente para papel
grado II	: 0.25 - 0.49	: muy buena para papel
grado III	: 0.50 - 0.99	: buena para papel
grado IV	: 1.00 - 1.99	: regular para papel
grado V	: mayor de 2.00	: mala para papel

Utilizando las dimensiones de las fibras y la relaciones entre ellas, se construyeron 8 figuras: en las cuatro primeras se presentan las especies agrupadas en base a las dimensiones de sus fibras (longitud, diámetro, grosor de paredes y diámetro del lumen). En las siguientes cuatro, quedan contenidas para cada especie las características tecnológicas de sus respectivas pulpas.

En la figura # 9 se muestra un cuadro en el que fueron ordenadas las especies en orden creciente de peso específico obtenido por revisión bibliográfica (15, 20, 21, 46), excepto cuatro especies (*Quercus anglicohondurensis*, *Talauma mexicana*, *Combretalum penduliflorum* y *Diphorisis stevenseni*), cuyos valores se encontraron posteriormente. Se anota además la densidad, también procedente de información bibliográfica (55), así como los resultados correspondientes a los valores medios, mínimos y máximos de cada una de las dimensiones de las fibras; los valores del coeeficiente de rigidez, de flexibilidad, de Peteri, de la relación de Runkel, así como la calificación de la pulpa, para cada especie.

RESULTADOS.

PESO ESPECIFICO (relación peso anhidro/volumen verde).

El peso específico de las especies de Chancalá osciló entre 0.22 y 1.02 (*Guatteria anomala* y *Swartzia cubensis*, respectivamente).

Con peso específico de 0.21 a 0.50 se encuentran *Guatteria anomala*, *Pseudobombax ellipticum*, *Bursera sinaruba*, *Poulsenia arnata*, *Spondias mombin*, *Schizolobium parahybum*, *Vochysia hondurensis*, *Dendropanax arboreus*, *Blepharidium mexicanum*, *Talaua mexicana* y *Cymbopetalum penduliflorum*.

Entre 0.51 y 0.80 están *Nectandra ambigua*, *Guarea glabra*, *Sebastiania longicauspis*, *Zuelania guidonia*, *Vitex gaumeri*, *Lonchocarpus castilloi*, *Misanteca pekii*, *Lonchocarpus hondurensis*, *Sweetia panamensis*, *Quercus anglohondurensis* y *Dipholis stevensoni*.

Las especies entre 0.81 y 1.10 son *Manilkara zapota*, *Aspidosperma cruentum*, *Dialium guianense*, *Phithecellobium arboreum*, *Swartzia cubensis*, *Vatairea lundelli* y *Pseudolmedia oxyphyllaria*. (Fig. # 9).

DENSIDAD (Kg/m^3)

Esta característica presentó una variación comprendida entre $317 \text{ Kg}/\text{m}^3$ y $989 \text{ Kg}/\text{m}^3$ (*Schizolobium parahybum* y *Swartzia cubensis*, respectivamente).

De $300 \text{ Kg}/\text{m}^3$ a $549 \text{ Kg}/\text{m}^3$ se presentan *Guatteria anomala*, *Pseudobombax ellipticum*, *Bursera simaruba*, *Poulsenia armata*, *Spondias mombin*, *Schizolobium parahybum*, *Vochysia hondurensis*, *Dendropanax arboreus*, *Nectandra ambigens* y *Cymbopetalum penduliflorum*.

Entre $500 \text{ Kg}/\text{m}^3$ y $799 \text{ Kg}/\text{m}^3$ están *Blepharidium mexicanum*, *Guarea glabra*, *Sebastiania longicuspis*, *Zuelania guidonia*, *Vitex gaumeri*, *Misanteca pekii*, *Lenchocarpus hondurensis*, *Phithecellobium arboreum*, *Vatairea lundelli*, *Pseudolmedia oxyphyllaria*, *Talauna mexicana* y *Aspidosperma cruentum*.

Las especies comprendidas entre $800 \text{ Kg}/\text{m}^3$ y $1000 \text{ Kg}/\text{m}^3$ son *Lenchocarpus castilloi*, *Sweetia panamensis*, *Quercus anglohondurensis*, *Manilkara zapota*, *Dialium guianense*, *Swartzia cubensis* y *Dipholis stevensoni*. (fig. # 9).

LONGITUD DE FIBRAS.

Las maderas estudiadas mostraron una variación en la longitud media de sus fibras comprendida de 1.073 mm a 3.050 mm (*Swarzia cubensis* y *Pseudobombax ellipticum*, respectivamente).

Aquellas especies con una longitud de fibra entre 1.000 mm y 1.500 mm son *Swarzia cubensis*, *Sebastiania longicuspis*, *Phithecellobium arboreum*, *Schizolobium parahybum*, *Dialium guianense*, *Sweetia panamensis*, *Misanteca peki* y *Bursera simaruba*.

La mayoría de las especies presenta fibras con longitud de 1.501 mm a 2.000 mm: *Dipholis stevensoni*, *Spondias mombin*, *Vochysia hondurensis*, *Vitex gaumeri*, *Pseudolmedia oxyphyllaria*, *Nectandra ambigens*, *Lonchocarpus hondurensis*, *Manilkara zapota*, *Poulsenia armata*, *Zuelania guidonia*, *Lonchocarpus castillei*, *Quercus anglohondurensis*, *Vatairea luidelli*, *Dendropanax arboreus*, *Guarea glabra*, *Guatteria anomala* y *Blepharidium mexicanum*.

Con fibras mayores de 2.001 mm : *Cymbopetalum penduliflorum*, *Aspidosperma cruentum*, *Talauma mexicana* y *Pseudobombax ellipticum*. (Fig. # 1).

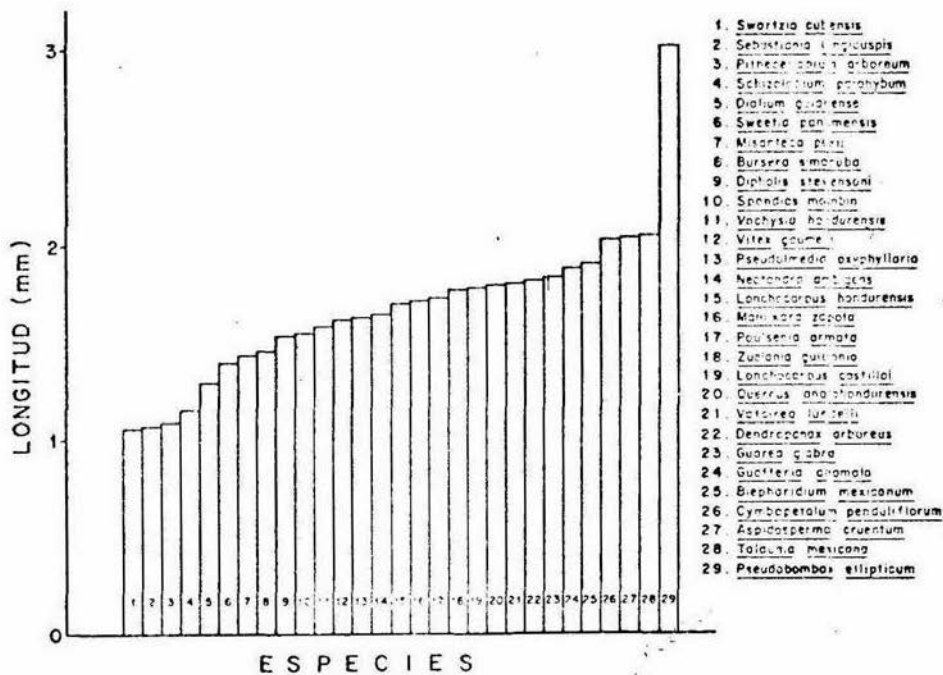


FIG. 1 LONGITUD DE FIBRAS DE 29 MADERAS TROPICALES DE CHIAPAS.

DIÁMETRO DE FIBRAS

El diámetro medio de fibras de las especies tropicales osciló entre 15.3 micras y 49.5 micras (*Sweetia panamensis* y *Schizolobium parahybum*, respectivamente).

Las especies con diámetro entre 15.0 micras y 25.0 micras fueron: *Sweetia panamensis*, *Dialium guianense*, *Phithecellobium arboreum*, *Pseudolmedia oxyphyllaria*, *Sebastiania longicuspis*, *Dipholis stevensoni*, *Swartzia cubensis*, *Lonchocarpus castilloi*, *Lonchocarpus hondurensis*, *Vitex gumeri*, *Misanteca pekii*, *Marrubium zapota*, *Quercus anglohondurensis*, *Vatairea lundelli* y *Guarea glabra*.

Las que tuvieron diámetro de 25.1 micras a 35.0 micras son: *Zuelania guianensis*, *Poulsenia armata*, *Bursera simaruba*, *Blepharidium mexicanum*, *Dendropanax arboreus*, *Aspidosperma cruentum*, *Vochysia hondurensis* y *Nectandra ambigua*.

Las especies con diámetro mayor de 35.0 micras son: *Spondias mombin*, *Pseudobombax ellipticum*, *Talauma mexicana*, *Gutteria anomala*, *Cymbopetalum penduliflorum* y *Schizolobium parahybum*. (Fig. # 2).

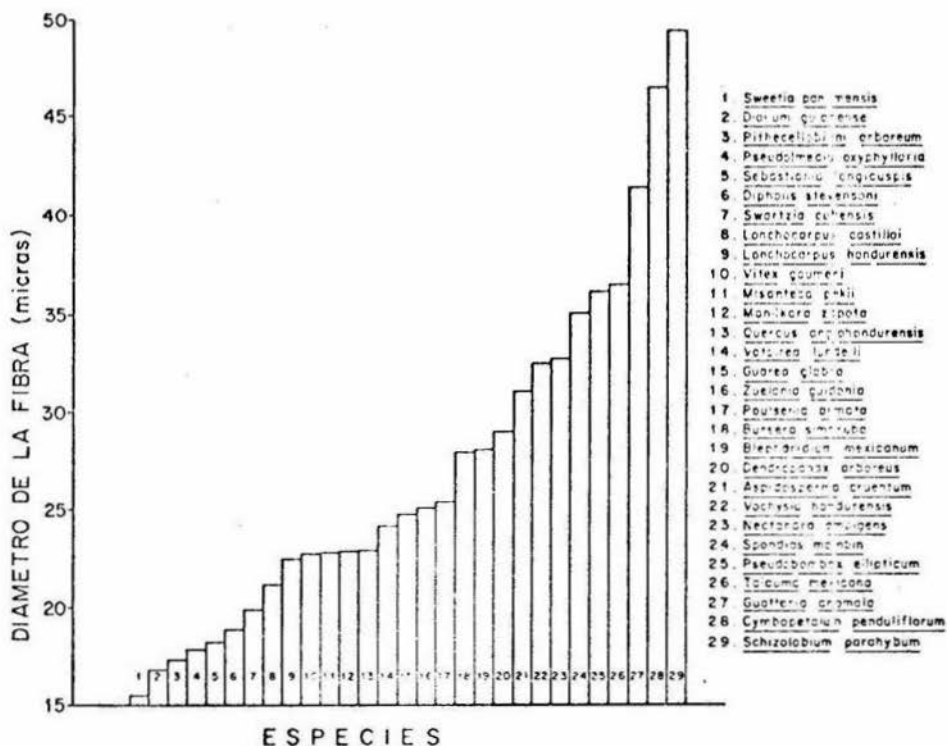


FIG. 2 DIAMETRO DE LAS FIBRAS DE 29 MADERAS TROPICALES DE CHIAPAS.

DIÁMETRO DEL LUMEN

El diámetro del lumen de las fibras de las maderas de Chancalá varió de 0.3 micras a 43.3 micras (*Manilkara zapota* y *Schizolobium parahybum*).

La mayoría de las especies presentaron diámetro del lumen menor de 10 micras: *Manilkara zapota*, *Sweetia panamensis*, *Quercus anglohondurensis*, *Dipholis stevensoni*, *Dialium guianense*, *Aspidosperma cruentum*, *Lonchocarpus castilloi*, *Pseudolmedia oxiphylaria*, *Suartzia cubensis*, *Zuelania guidonia*, *Phithecellobium arboreum*, *Blepharidium mexicanum* y *Lonchocarpus hondurensis*.

Entre 10.0 micras y 20.0 micras se tiene a *Vatairea lundelli*, *Vitex zimmeri*, *Sebastiania longicuspis*, *Guarea glabra*, *Misanthea pehii*, *Pseudobombax ellipticum*, *Vochysia hondurensis*, *Peulsenia armata* y *Bursera simaruba*.

Las maderas con mayor diámetro del lumen (20.1 micras a 50.0 micras) fueron: *Dendropanax arboreus*, *Nectandra ambigens*, *Talauma mexicana*, *Guatteria anomala*, *Spondias mombin*, *Cymbopetalum penduliflorum* y *Schizolobium parahybum*. (Fig. # 3).

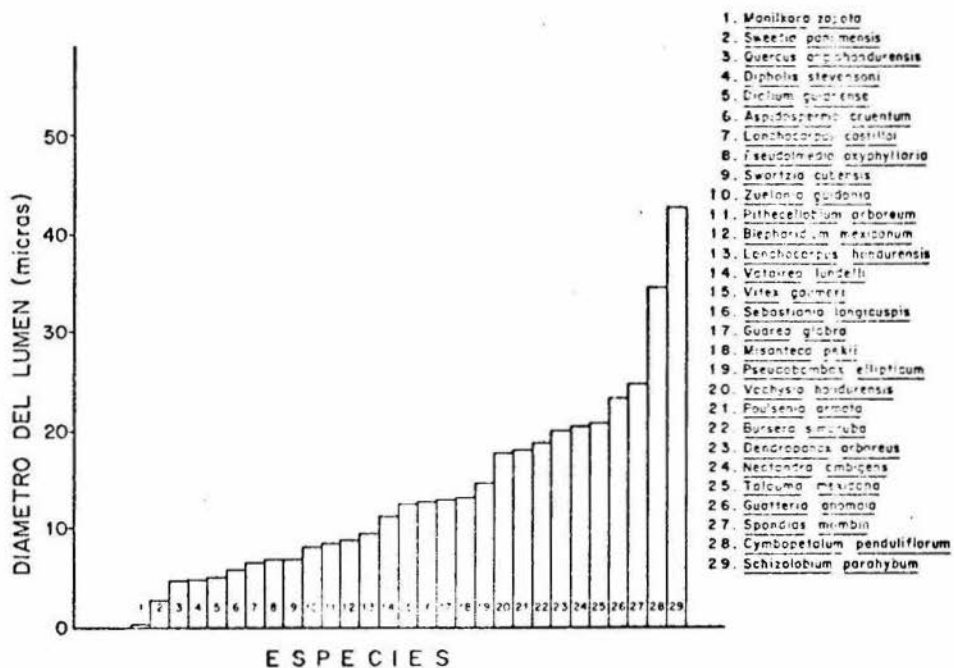


FIG. 3 DIAMETRO DEL LUMEN DE LAS FIBRAS DE 29 MADERAS TROPICALES DE CHIAPAS.

GROSOR DE PAREDES

El grosor medio de paredes de las fibras estudiadas osciló entre 5.2 micras y 25.4 micras (*Sebastiania longicuspis* y *Aspidosperma cruentum*, respectivamente).

Las especies con grosor de paredes de 5.0 micras a 10.0 micras son: *Sebastiania longicuspis*, *Schizolobium parahybun*, *Peulsenia armata*, *Dendropanax arboreus*, *Phithecellobium arbo-
reum*, *Batisera simaruba*, *Misanteca pekii* y *Vitex gaumeri*.

Con grosor de paredes que va de 10.1 micras a 15.0 micras se encuentran las siguientes: *Spondias mombin*, *Pseudozmedia oxyphyllaria*, *Dialium guianense*, *Cymbopetalum penduliflorum*, *Guarea glabra*, *Nectandra ambigens*, *Sweetia panamensis*, *Vatairea Lundelli*, *Swartzia cubensis*, *Lonchocarpus hondurensis*, *Dipholis stevensoni*, *Lonchocarpus castilloi*, *Vochysia hondurensis* y *Talauma mexicana*.

Las maderas que muestran un grosor de paredes entre 15.1 micras y 20.0 micras son: *Zuelania guidonia*, *Guatteria anomala*, *Quercus angiohondurensis*, *Blepharidium mexicanum* y *Pseudobombax ellipticum*.

Las especies con grosor de paredes mayor de sus fibras (de 20.1 micras a 30.0 micras) fueron: *Hamilkara zapota* y *Aspidos*

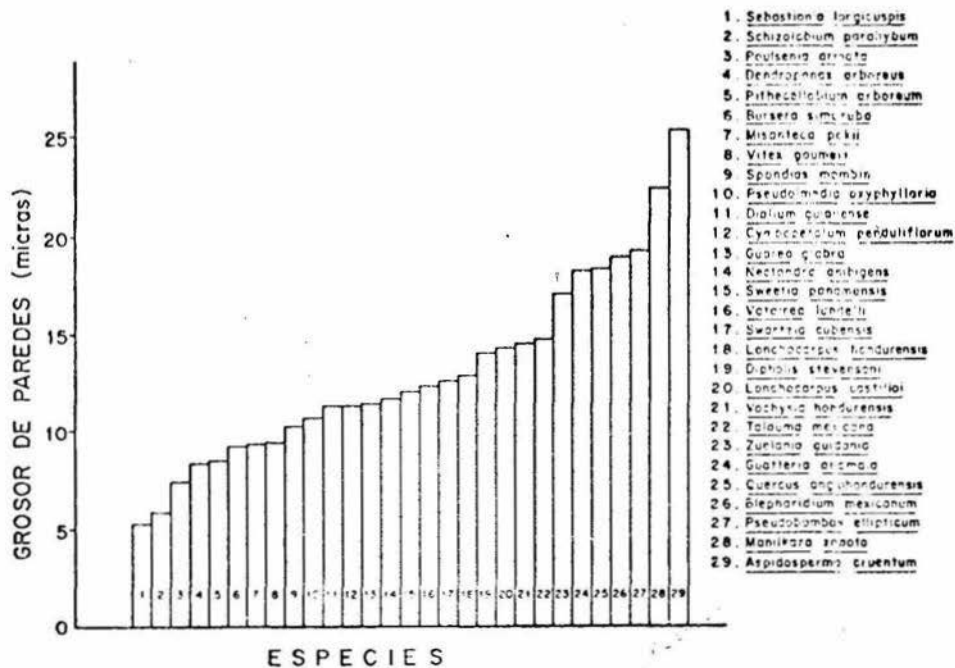


FIG. 4 GROSOR DE PAREDES DE LAS FIBRAS DE 29 MADERAS TROPICALES DE CHIAPAS.

perna cruentum. (Fig. # 4).

COEFICIENTE DE RIGIDEZ

El coeficiente de rigidez de las especies estudiadas quedó comprendido entre 0.118 y 1.119 (*Schizolobium parahybum* y *Manilkara zapota*).

Las maderas con coeficiente de rigidez que va de 0.000 a 0.400 son: *Schizolobium parahybum*, *Cymbopetalum penduliflorum*, *Sebastiania longicuspis*, *Spondias mombin*, *Poulsenia armata*, *Dendropanax arboreus*, *Bursera simaruba* y *Nectandra ambigens*.

La mayoría de las especies tuvieron coeficiente de rigidez entre 0.401 y 0.800: *Talauma mexicana*, *Misanteca pekii*, *Vitex guameri*, *Guatteria anomala*, *Vochysia hondurensis*, *Guarea glabra*, *Phithecellobium arboreum*, *Vatairea Lundelli*, *Pseudobombax ellipticum*, *Lonchocarpus hondurensis*, *Pseudolmedia oxiphyllaria*, *Swarzia cubensis*, *Blepharidium mexicanum*, *Dialium guianense*, *Zuelania guidenia*, *Lonchocarpus castilloi*, *Diphelis stevensoni* y *Quercus anglohondurensis*.

Las últimas tres presentaron coeficiente de rigidez 0.801 a 1.200: *Sweetia panamensis*, *Aspidosperma cruentum* y *Manilkara zapota*. (Fig. # 5).

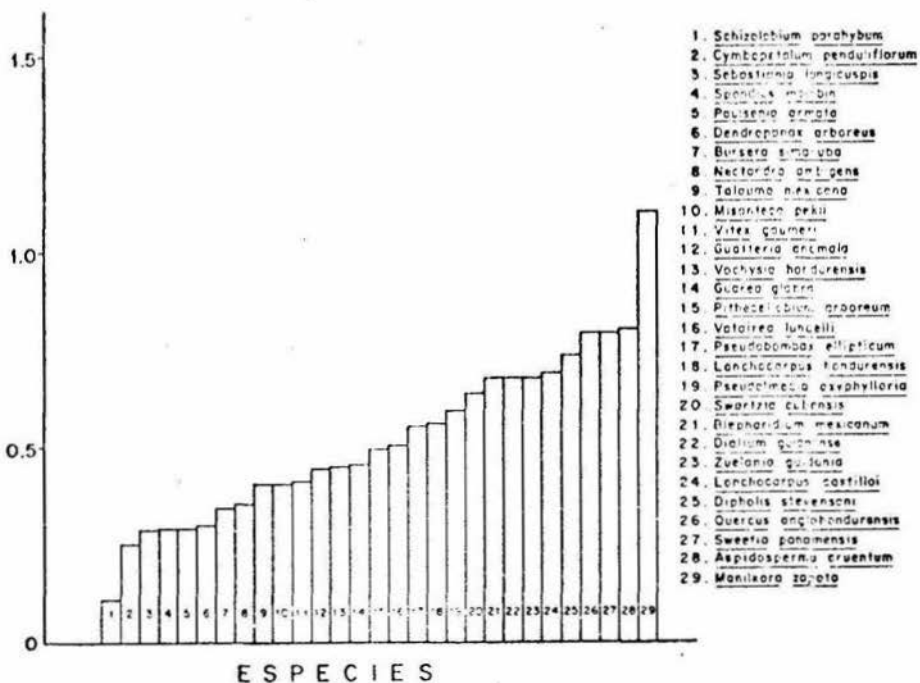


FIG. 5 COEFICIENTE DE RIGIDEZ

COEFICIENTE DE FLEXIBILIDAD

El coeficiente de flexibilidad de las fibras estudiadas varió de 0.012 a 0.875 (*Manilkara zapota* y *Schizolobium parahybum*).

Son cinco las especies que tuvieron un coeficiente de flexibilidad de 0.000 a 0.300: *Manilkara zapota*, *Aspidosperma cruentum*, *Quercus anglohondurensis*, *Sweetia panamensis* y *Dipholis stevenseni*.

La mayor parte de fibras tienen coeficiente de flexibilidad entre 0.301 y 0.600: *Lonchocarpus castilloi*, *Dialium guianense*, *Beapharidium mexicanum*, *Zuelania guidonia*, *Swartzia cubensis*, *Pseudolmedia oxyphyllaria*, *Pseudobombax ellipticum*, *Lonchocarpus hondurensis*, *Vatairea lundelli*, *Phithecellobium arboreum*, *Guarea glabra*, *Vochysia hondurensis*, *Gutteria anomala*, *Vitex gaumeri*, *Talauma mexicana* y *Misanteca pekii*.

Las siguientes ocho presentan coeficientes de flexibilidad de 0.601 a 0.900: *Bursera simaruba*, *Nectandra ambigens*, *Dendropanax arboreus*, *Poulsenia armata*, *Spondias mombin*, *Sebastiania loniticuspis*, *Cymbopetalum penduliflorum* y *Schizolobium parahybum*. (Fig. # 6).

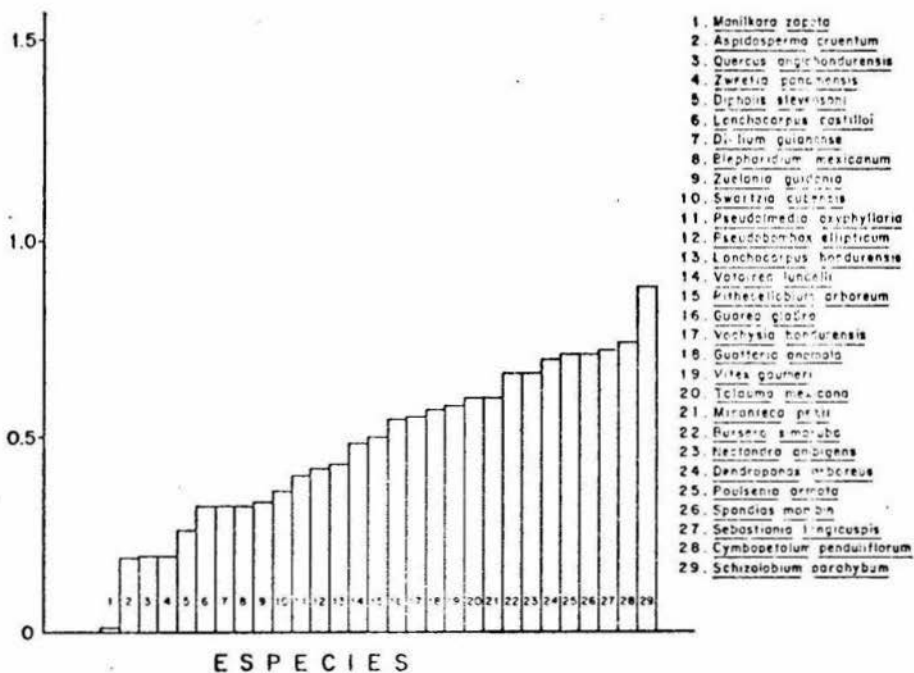


FIG. 6 COEFICIENTE DE FLEXIBILIDAD

COEFICIENTE DE PETERI

El coeficiente de Peteri de las especies estudiadas osciló entre 23.472 y 91.558 (*Schizolobium parahybum* y *Sweetia panamensis*).

Las especies con coeficiente de Peteri comprendido entre 20 y 50 son: *Schizolobium parahybum*, *Spondias mombin*, *Guatteria anomala*, *Cymbopetalum penduliflorum*, *Vochysia hondurensis* y *Nectandra arbigens*.

La mayoría presentó este coeficiente con valores de 51 a 80: *Bursera simaruba*, *Swartzia cubensis*, *Sebastiania longicuspis*, *Talauma mexicana*, *Misanteca pekii*, *Dendropanax arboreus*, *Phithecellobium arboreum*, *Poulsenia armata*, *Elephantidium mexicanum*, *Zuelania guidonia*, *Aspidosperma cruentum*, *Vitex gaumeri*, *Guarea glabra*, *Vatairea lundellii*, *Manilkara zapota*, *Lonchocarpus hondurensis*, *Dialium guianense* y *Quercus anglohondurensis*.

Las que tuvieron este coeficiente entre 80.1 y 110 son: *Dipholis stevenseni*, *Lonchocarpus castilloi*, *Pseudobombas ellipticum*, *Pseudolmedia oxyphyllaria* y *Sweetia panamensis*. (Fig. - # 7).

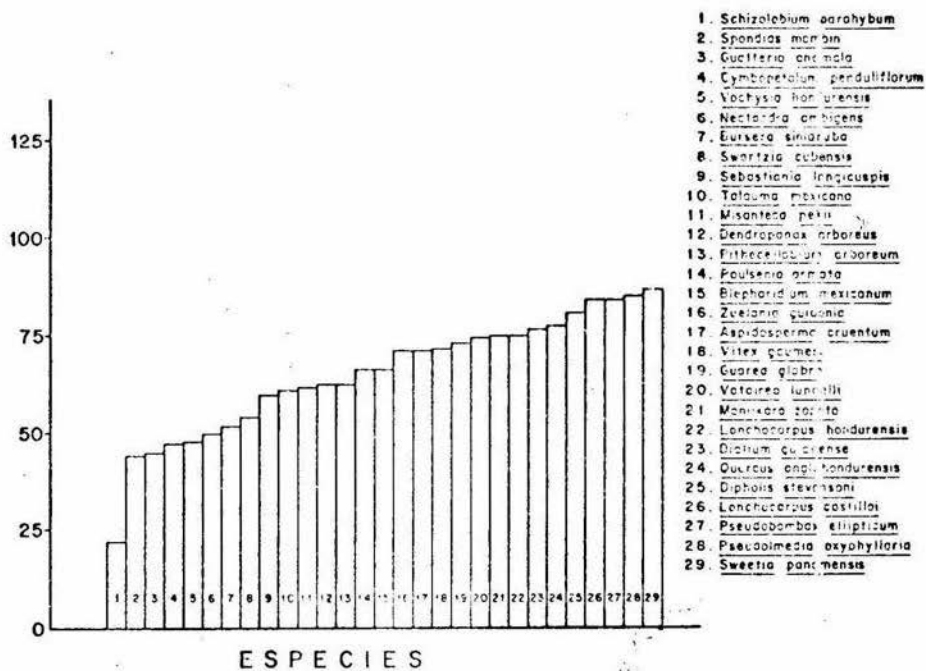


FIG. 7 COEFICIENTE DE PETERI

RELACION DE RUNKEL

La relación de Runkel de las especies estudiadas varió de 0.135 a 86.77 (*Schizolobium parahybum* y *Manilkara zapota*, respectivamente).

Excelente para papel (menor de 0.25) sólo fue: *Schizolobium parahybum*.

Muy buenas para papel (de 0.25 a 0.49) fueron: *Cymbopetalum penduliflorum*, *Sebastiania longicuspis*, *Spondias mombin*, *Poulsenia atomata* y *Dendropanax arboreus*.

Buenas para papel (de 0.50 a 0.99): *Bursera simaruba*, *Nectandra arbigens*, *Talauma mexicana*, *Misanteca pekii*, *Vitex gaumeria*, *Gustferia anomala*, *Vochysia hondurensis* y *Guarea glabra*.

Regulares para papel (de 1.00 a 1.99) : *Phithecellobium arborescens*, *Vitaceea lindelli*, *Lonchocarpus hondurensis*, *Pseudobombax ellipticum*, *Pseudolmedia oxyphyllaria* y *Swartzia cubensis*.

Malas para papel (mayor de 2.00) fueron: *Zuelania guidonia*, *Lonchocarpus castilloi*, *Blepharidium mexicanum*, *Petalium guianense*, *Dicholis stevensoni*, *Quercus anglohondurensis*, *Sweetia paramensis*, *Aspidosperma cruentum* y *Manilkara zapota*. (Fig. # 8 y Fig. # 9).

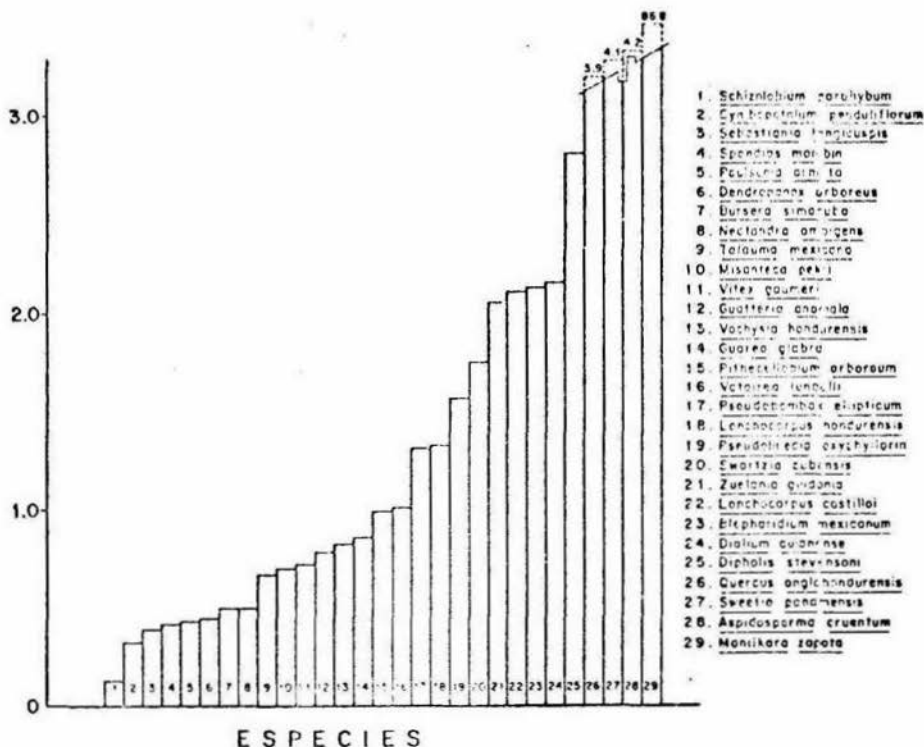


FIG. B RELACION DE RUNKEL

FIGURA No. 9

DIMENSIONES DE LAS FIBRAS E INDICES DE CALIDAD DE LAS PULPAS

DE 29 HACERAS TROPICALES DE CHIAPAS

ESPECIE	PESO ESPECIFICO	DENSIDAD g/cm ³	LONGITUD (MICRAS)	DIAMETRO DE LA FIBRA (MICRAS)	DIAMETRO DE LUMEN (MICRAS)	CFOSOR DE PAREDES (MICIAS)	C. DE RIGIDEZ	C. DE FLEXIBILIDAD	C. DE PETERI	P. DE BUNKEL	CALIDAD DE LA PULPA
<i>Guarea glabra</i>	0.22	432	1867 1529-2331	41.6 28.8-67.2	23.6 12.0-40.8	18.3 9.6-28.8	0.439	0.566	44.834	0.775	III BUENA
<i>Palaquium guianense</i>	0.29-0.34	463	2010 1815-4115	36.3 26.4-48.0	35.3 7.2-24.0	20.4 12.0-20.8	0.561	0.422	83.946	1.329	IV REGULAR
<i>Butea guianensis</i>	0.30-0.40	452	1403 1175-1926	25.1 19.2-38.4	18.6 9.4-28.8	9.4 4.8-14.4	0.375	0.465	52.223	0.504	III BUENA
<i>Peucephyllum guianense</i>	0.38	445	1749 1235-2426	25.5 14.4-36.0	19.0 4.8-26.4	7.5 4.8-19.2	0.294	0.706	61.703	0.417	II MUY BUENA
<i>Spondias mombin</i>	0.35-0.40	491	1544 1318-1779	35.1 24.0-50.4	25.0 14.0-38.4	10.2 4.8-16.8	0.292	0.710	47.954	0.411	II MUY BUENA
<i>Schlotheimia guianensis</i>	0.39	317	1154 779-1764	49.5 28.8-112.8	43.3 21.6-108.0	5.8 4.8-19.2	0.114	0.875	23.472	0.155	I EXCELENTE
<i>Miconia guianensis</i>	0.45-0.62	547	1591 1347-2023	34.7 16.8-50.4	17.9 2.4-31.2	14.8 7.2-24.0	0.452	0.577	48.308	0.827	III BUENA
<i>Dioscorea guianensis</i>	0.45	421	1417 1558-2074	29.0 19.2-38.4	20.3 12.0-38.8	8.7 4.8-16.4	0.300	0.701	62.628	0.429	III BUENA
<i>Alchornea guianensis</i>	0.50	636	1408 1544-2336	24.1 19.2-36.0	9.0 4.8-16.8	19.0 9.6-26.4	0.679	0.322	47.647	2.106	V MALA
<i>Miconia guianensis</i>	0.50-0.60	568	1542 1274-2174	33.0 19.2-45.6	21.8 4.8-36.0	11.8 4.8-24.0	0.357	0.654	49.866	0.544	III BUENA
<i>Guarea glabra</i>	0.52	605	1927 1499-4226	24.8 16.8-36.0	13.4 4.8-19.2	11.5 7.2-24.0	0.463	0.539	73.486	0.860	III BUENA
<i>Sida guianensis</i>	0.45	607	1084 857-1323	18.4 12.0-26.4	13.2 7.2-21.6	5.2 4.8-9.6	0.281	0.719	58.810	0.391	II MUY BUENA
<i>Zizania guianensis</i>	0.45	698	1771 1499-2234	25.1 16.8-43.2	8.2 2.4-21.6	17.2 9.6-24.0	0.685	0.330	70.50	2.078	V MALA
<i>Vicia guianensis</i>	0.66	660	1024 1277-1511	27.7 14.4-33.6	13.2 7.2-21.6	9.5 4.8-14.4	0.420	0.580	71.104	0.722	III BUENA
<i>Lonchocarpus guianensis</i>	0.67-0.79	827	1774 1544-2743	21.1 14.4-26.4	6.744 2.4-14.4	14.4 9.6-21.6	0.691	0.319	83.880	2.135	V MALA
<i>Miconia guianensis</i>	0.70	633	1426 1127-1778	22.8 11.4-33.6	13.5 2.4-16.4	9.4 4.8-19.2	0.412	0.589	62.395	0.699	III BUENA
<i>Lonchocarpus guianensis</i>	0.72-0.75	731	1725 1420-2559	22.6 16.8-28.8	9.6 2.4-16.8	13.0 7.2-21.6	0.573	0.427	75.197	1.343	IV REGULAR
<i>Sida guianensis</i>	0.72	858	1084 1544-2336	15.3 12.0-21.6	3.0 2.4-4.8	12.7 7.2-16.8	0.801	0.196	91.555	4.02	V MALA
<i>Miconia guianensis</i>	0.85-1.00	935	1722 1455-2229	22.8 16.8-28.8	0.3 0.2-2.4	22.6 14.4-24.8	1.119	0.012	74.972	96.769	V MALA
<i>Myrsine guianensis</i>	0.90	785	1722 1632-2749	31.3 21.6-38.4	5.9 2.4-14.4	25.4 12.0-36.0	0.809	0.151	70.705	4.245	V MALA
<i>Palicourea guianensis</i>	0.90-1.10	952	1496 1544-2336	16.2 17.2-21.6	5.3 4.8-9.6	11.5 7.2-14.8	0.683	0.715	77.013	2.167	V MALA
<i>Palicourea guianensis</i>	0.91	440	1542 857-1323	17.3 14.0-24.0	8.8 3.4-16.8	8.7 4.8-19.2	0.504	0.499	63.931	1.011	III BUENA
<i>Vicia guianensis</i>	0.76	704	1349 1544-2336	24.2 14.4-36.0	11.7 4.8-19.2	12.5 7.2-19.2	0.515	0.484	74.173	1.063	IV REGULAR
<i>Palicourea guianensis</i>	0.97	723	1542 1544-2336	18.0 12.0-24.0	7.1 2.4-14.4	10.8 4.8-14.4	0.601	0.399	90.445	1.507	IV REGULAR
<i>Sida guianensis</i>	1.02	948	1722 1544-2336	19.8 14.4-36.4	7.1 2.4-12.0	12.7 7.2-19.2	0.642	0.361	54.191	1.778	IV REGULAR
<i>Curatella guianensis</i>	0.69	857	1722 1542-2352	21.0 16.8-40.8	4.7 2.4-16.8	18.3 14.4-33.6	0.797	0.405	78.006	3.893	V MALA
<i>Tournefortia guianensis</i>	0.49	591	1722 1544-2336	16.7 24.0-50.4	21.9 16.8-52.8	14.8 9.6-24.2	0.405	0.598	60.938	0.677	III BUENA
<i>Cyrtocarpus guianensis</i>	0.42	395	1722 1478-2720	46.6 26.8-64.8	14.7 16.8-52.8	11.6 7.2-21.6	0.248	0.744	47.184	0.334	II MUY BUENA
<i>Dioscorea guianensis</i>	0.80	954	1535 1250-1911	19.0 12.0-26.4	5.0 2.4-12.0	14.0 9.6-19.4	0.738	0.262	80.879	2.821	V MALA

DISCUSION.

A pesar de que los avances tecnológicos crean la necesidad de obtener nuevo conocimiento que resuelva otras incógnitas planteadas durante el proceso de fabricación del papel, para lo cual se han introducido características valiosas e indispensables como son: la especie, la edad, el peso específico, el proceso de fabricación empleado, la cantidad y el tipo de inclusiones, y cuando son hojosas, el porciento de elementos celulares de la madera; se insiste en que los índices de calidad basados en las dimensiones de las fibras todavía siguen siendo magníficos indicadores de la calidad de las pulpas.

Si bien estos indicadores de la calidad de las pulpas basados en el manejo de las dimensiones de las fibras comprobaron su eficiencia en madera de coníferas, esta metodología, según Amidon (1) también resulta efectiva cuando se aplica a latifoliadas.

Ahora bien, al comparar los valores de la longitud de las fibras, resulta que existe discrepancia con varios autores como Lange (33), Runkel (51), Pilow (50) y el Forest Biology Subcommittee #2 (17), que señalan a las maderas tropicales como portadoras de fibras con longitud que va de 0.5 mm a 2.0 mm, en tanto que las longitudes medias de las 29 especies estudiadas se encuentran por encima de este intervalo (de 0.7 mm a 3.05 mm), esto posiblemente se deba a que el intervalo que establecieron se basó en los valores más frecuentes de la muestra empleada o a que el número de especies y la amplitud de la muestra que ellos utilizaron fue

considerablemente más grande porque la mejor caracterización de una especie o de una población de diferentes especies se realiza utilizando una muestra estadísticamente representativa que contemple un número determinado de árboles, sin embargo, este estudio considerado como preliminar, permite hacer estimaciones a partir de muestras pequeñas de madera, lo que coincide con Pillow (50) cuando afirma que las medias de diferentes muestras tomadas en la población de una determinada especie maderable varían de la misma manera que los valores obtenidos de una sola muestra y que son válidas este tipo de estimaciones cuando se pretende realizar una clasificación general de diferentes especies.

Ahora bien, al analizar la repercusión que tiene el peso específico y la densidad de la madera en la calidad de la pulpa, se puede ver que los valores más bajos lo mismo que los intermedios de estos dos caracteres resultaron asociados a las mejores calidades (excelente, muy buena y buena), con excepción de *Blepharidium mexicanum*, *Lonchocarpus castilloi* y *Sweetia panamensis*; esta relación se nota más claramente cuando se observan los pesos específicos (0.81 - 1.05) y las densidades (800 Kg/m^3 - 1000 Kg/m^3) extremas, como es el caso de *Manilkara zapota*, *Aspidosperma guertneri*, *Dialium guianense*, *Dipholis stevensoni* y *Quercus anglohondurensis*, las cuales presentaron fibras de paredes gruesas produciendo una relación de Runkel elevada, lo que originó pulpas de baja calidad, lo que coincide con Higgins (25), Dinwoodie (11), Amidon (1), y el Forest Biology Subcommittee # 2 (17).

Lo anterior se reafirma al observar el amplio intervalo de

(5.2 micras a 25.4 micras) de grosor de paredes que presentaron las especies estudiadas el cual superó al señalado por Lange (33) y Runkel (51), que va de 1.0 micras a 10 micras; esta disparidad tan grande quizá se deba a que consideraron solamente los datos del grosor de una de las paredes de la fibra, pero de cualquier modo, si se duplicaran esos valores, los de este trabajo aun continúan siendo superiores a los que citan dichos autores. El amplio intervalo de grosor de paredes también se ve reflejado en un amplio intervalo de las calidades de las pulpas.

Es obvio que el comportamiento que muestran las fibras durante el proceso de pulpeo es el reflejo de las características que poseen, así por ejemplo, *Schizolobium parahybum*, *Peulsenia armata* y *Guatteria anomala* que muestran un diámetro amplio tanto del lumen como el de las fibras, produjeron pulpas de calidad excelente, muy buena y buena, lo que coincide con Horn (26), Tamolang (54), Wangaard (56) y Dinwoodie (11), cuando afirman que precisamente esas características de las fibras contribuyen al desarrollo de la colapsibilidad, propiciando a la vez una mayor formación de enlaces entre ellas, mejorando así la calidad de las pulpas producidas.

Sin embargo, es conveniente señalar que las propiedades del papel producido, además de depender de las relaciones dimensionales de las fibras con las que está formado, están influenciadas por el tipo (químico, semiquímico o mecánico) de separación de fibras y las variantes del mismo (alcalino, sulfato, sulfito, etc.), así como por el método de blanqueo y/o refinación de fibrilación, por lo que resulta conveniente mere-

jar por separado cada una de las partes de cada proceso, considerando a su vez las repercusiones que tienen los índices de calidad de las fibras de las maderas con las que se esté elaborando el papel; por esta razón es muy conveniente producir con cada proceso hojas de pulpa de cada una de las especies estudiadas; este requerimiento está apoyado en Seidl (53), Peteri (49), Bhat (2) y Hall (23) quienes comprueban que tanto en la calidad como en la producción de pulpa influyen el proceso y sus variantes.

Ahora bien, las relaciones de las dimensiones de las fibras contribuyen positiva o negativamente en el tipo y en la calidad del papel producido, esta experiencia ha sido ampliamente manejada por Tamolang (54) y por Wangaard (56) quienes establecen ecuaciones de regresión simple y múltiple con el fin de correlacionar cada una de las características de la pulpa con los diversos indicadores de la calidad.

Estas investigaciones se han manejado desde dos puntos de vista, uno apoyado por Seidl (53), Williams (57) y Foelkel (16) en el que se considera que cada tipo de papel necesita reunir un determinado número de características específicas basadas en el uso a que se va a destinar, de tal manera que debe existir un balance entre las propiedades de la pulpa y el tipo de papel que se pretende elaborar, y el otro apoyado por Wangaard (56), Tamolang y Wangaard (54), Dinwoodie (11), Horn (26) y Anidon (1) que se basan en apreciaciones globales bastante razonables sobre la calidad de la pulpa donde no importa el tipo de papel que pudiese formar con ella, de tal manera que se puede lograr una pulpa de calidad aceptable cuando presente elevada densidad (volumen reducido), gran resis-

tencia a la fuerza de tensión, de explosión, de rasgado, así como al peso del agua y del aire, lo mismo que buenas propiedades para la impresión.

Considerando el segundo criterio, se espera producir una pulpa de buena calidad con cada una de las maderas de: *Schizolobium parahybum*, *Cymbopetalum penduliflorum*, *Sebastiania longicuspis*, *Spondias mombin*, *Poulsenia armata*, *Dendropanax arboreus*, *Bursera simaruba* y *Nectandra ambigua*, porque sus fibras presentan un valor grande en el coeficiente de flexibilidad ($1/D$) y valores pequeños en el índice de rigidez ($2w/D$), en la relación de Runkel ($2w/1$) y en el coeficiente de Peteri (L/D), lo que coincide con lo señalado por Wangaard (56), Dinwoodie (11), Britt (5) y Amidon (1), cuando establecen que al aumentar el diámetro del lumen de las fibras se presenta una reducción en el grosor de las paredes, es decir en la rigidez, provocando aumentos en la flexibilidad de la fibra y a la vez una mayor tendencia al desarrollo de unión entre las células, produciendo un volumen reducido el cual provoca una elevada densidad y una hoja de buena formación que va a presentar una elevada resistencia al paso del agua y del aire, lo mismo que gran resistencia a las fuerzas de tensión, de explosión y consecuentemente características adecuadas para la impresión.

Finalmente se puede decir que aún cuando el mayor número de estudios se ha realizado empleando una sola especie, otros tecnólogos como Seidl (53), Youngs (58), Peteri (49), Runkel (51), Mc. Govern (42) y Williams (57), han producido con éxito mezclas de maderas tropicales, elaborando industrialmente diversos tipos de papel con excelentes propiedades

de resistencia, de opacidad, lo mismo que de impresión, características necesarias para el papel periódico; esto permite hacer un uso integral del recurso forestal tropical ya que las mezclas se han efectuado introduciendo especies pertenecientes al mismo grupo botánico o con densidades semejantes o simplemente combinando diversas especies sin considerar algún criterio de selección, propósito que coincide con los antiguos intentos que desde 1958 realizó el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas (Ortega (46) y Gómez (20)), cuando fabricó papeles con 49 especies de la selva chiapaneca.

CONCLUSIONES.

1. Las calidades de las pulpas de las especies estudiadas resultaron: una con calidad excelente, cinco con calidad muy buena, ocho con buena calidad, seis de calidad regular y nueve de mala calidad.
2. *Schizolobium parahybum* presentó el mayor coeficiente de flexibilidad y los valores más pequeños en el índice de rigidez, en el coeficiente de Peteri y en la relación de Runkel, produciendo una pulpa de excelente calidad.
3. *Cymbopetalum penduliflorum*, *Sebastiania longicuspis*, *Spondias mombin*, *Poulsenia armata* y *Dendropanax arboreus* son las especies que obtuvieron pulpas de calidad muy buena.
4. *Bursera sinaruba*, *Nectandra ambigens*, *Talauma mexicana*, *Miconia teca pekii*, *Vitex gaumeri*, *Guatterria anomala*, *Vochysia hondurensis* y *Guarea glabra* produjeron pulpas de buena calidad para papel.
5. *Phithecellobium arboreum*, *Vatairea lundelli*, *Lonchocarpus hondurensis*, *Pseudobombax ellipticum*, *Pseudolmedia oxyphyllaria* y *Swarzia cubensis* originaron pulpas de regular calidad.

6. *Zuelania guidonia*, *Lonchocarpus castilloi*, *Blepharidium mexicanum*, *Dialium guianense*, *Dipholis stevensoni*, *Quercus anglo-hondurensis*, *Sweetia panamensis*, *Aspidosperma cruentum* y *Manilkara zapota* son las especies cuyas pulpas resultaron malas para papel.
7. *Manilkara zapota* tuvo los mayores valores en el coeficiente de rigidez y en la relación de Runkel y el más pequeño coeficiente de flexibilidad, mostrando mala calidad de pulpa.
8. La longitud y el diámetro de la fibra de las especies estudiadas resultaron superiores a los valores encontrados por otros autores para maderas tropicales.
9. Se coincidió con la bibliografía al encontrar que el peso específico y la densidad bajos o intermedios de una madera dan como resultado pulpas de excelente, muy buena y buena calidad.

RECOMENDACIONES.

Se sugiere efectuar lo siguiente:

1. Hacer las pruebas de resistencia en las hojas de pulpa de cada una de las especies estudiadas y con los resultados cotejar los índices de calidad.
2. Determinar la proporción de finos de las especies que tuvieron las mejores calidades: excelente, muy buena y buena.
3. Cuantificar el efecto que tienen los finos de estas maderas sobre las características de la pulpa y del papel.
4. Considerar el tipo de papel que se va a fabricar y con base en ello seleccionar la madera que tenga fibras con las dimensiones requeridas para producirlo.
5. Elaborar mezclas con maderas tropicales con índices de calidad conocidos que faciliten la reunión de las características requeridas por un papel específico.
6. Producir papel periódico a base de maderas tropicales de bajo peso específico y de rápido crecimiento.

7. Considerar a las siguientes 14 especies: *Schizolobium parahy-
bum*, *Peulsenia armata*, *Spondias mombin*, *Sebastiania longicus-
pis*, *Cymbopetalum penduliflorum*, *Bursera simaruba*, *Vochysia
hondurensis*, *Dendropanax arboreus*, *Nectandra ambigua*, *Guarea
glabra*, *Vitex gaumeri*, *Misanteca pekii*, *Phithecellobium arbo-
reum* y *Talauma mexicana*, cuando se pretenda desarrollar un pro-
grama de plantaciones con fines papeleros.

BIBLIOGRAFIA.

1. Amidon, T.E. 1981. Effect of the wood properties of hardwoods on kraft paper properties. *Tappi*. 64 (3) : 123 - 125.
2. Bhat, R. V. 1952. Pulping of tropical woods and other indigenous cellulosic raw materials. *Tappi*. 35 (4) : 183 - 190.
3. Bochetti, F. C. y L. E., Barrichelo. 1975. Relationships between wood characteristics and properties of pulp and paper. *Papier* 36 : 49 - 53.
4. Boyhan, G. 1975. Tropical hardwoods, a fiber bonanza. *Pulp & Paper International*. 17 (1) : 43 - 46.
5. Britt, K.W. 1970. Handbook of pulp and paper technology. Nostrand Reinhold. N.Y. USA. 723 pp.
6. Brown, K.J. 1956. Effect of bark in the sulphate pulping of a Northern oak mixture. *Tappi*. 39 (6) : 443 - 448.
7. Bustamante, E. L. 1974. Utilization of some broad leaves species as raw material for pulp. In *Symposium International*. E.U. C.E. P.A. Madrid. Paper 9. 16 pp.

8. Cámara Americana de Comercio de México, A. C. 1981. El mercado mexicano en cifras. Palmarán. México. 330 pp.
9. Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y del Papel. 1982. Memoria Estadística '83. México. 45 pp.
10. Colom, J.F., A. Pérez y A. Navas. 1974. Use of *Quercus toza* in printing and writing papers. In Symposium International. E.U. C.E. P.A. Madrid. Paper 23. 31 pp.
11. Dinwoodie, J. M. 1966. The influence of anatomical and chemical characteristics of softwood fibers on the properties of sulphate pulps. *Tappi*. 49 (2) : 57 - 67.
12. Einspahr, D. W. 1964. Correlations between fiber dimensions and fiber handsheet strength properties. *Tappi*. 47 (4) : 180-183.
13. Flamand Rodríguez, J. 1965. Etude botanique et technologique de trois essences forestieres tropicales. Institut Agronomique de l'etat. Gembleux. Bélgica. 53 pp.
14. Flamand Rodríguez J. y J. Huerta Crespo. 1964. Contribución al conocimiento de la madera de *Abies religiosa*, *Pinus mexteuzae* y *Pinus hartwegii*. Presentado en la IV reunión anual de la Asociación Mexicana de Técnicos de la Industria de la Celulosa y del Papel (ATCP). Mimeoografiado. 19 pp.

15. Flores Rodríguez, J.L. 1966. Características anatómicas, físicas y mecánicas de la madera de tres especies del estado de Campeche. Bol. Tec. Inst. Nac. For. México. 24 : 14. 14 pp.
16. Foelkel, E. B. y C. Zvinakevicius. 1980. Hardwood pulping in Brasil. Tappi. 63 (3) : 39 - 42 .
17. Forest Biology Subcommittee # 2. 1960. Pulpwood properties: response of processing and of paper qualite to their variation. Tappi. 43 (11) : 40A - 62A.
18. Goldstein, I.S. 1976. Wood as a source of chemical feedstocks. 69 th Annual Meeting American Institute of Chemical Engineers. Chicago. 15 pp.
19. Gómez, C. H. 1974. The pulping of tropical hardwoods for liner board. Tappi. 57 (5) : 140 - 142.
20. Gómez Lepe, B. 1958. Estructura anatómica e histología de un grupo de 21 especies del bosque chiapaneco. Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas. México. 193 pp.
21. Quridi Gómez, L. 1968. Anatomía de la madera de 5 especies tropicales de importancia económica. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 34 pp.

22. Hale, J. D. 1959. Physical and anatomical characteristics of hardwoods. *Tappi.* 42 (8) : 670 - 677.
23. Hall, K.F. 1961. Wood pulp. *Sci. Am.* 24 (2) : 52 - 64.
24. Hernadi, S. y P. Lengyel. 1976. Utilization of short fibers in the Ungharian paper industry - research and practical experiences. *Tappi.* 59 (10) : 82 - 85.
25. Higgins, H. G. y V. Balodis. 1973. The density and structure of hardwoods in relation to paper surface characteristics and other properties. *Tappi.* 56 (8) : 127 - 131.
26. Horn, R. A. 1978. Morphology of pulp fiber from hardwoods and influence on paper strength. Forest Products Laboratory. Forest Service. U.S. Department of Agriculture. U.S.A. 8 pp.
27. Horn, R. A. y C. L. Coens. 1970. Rapid determination of the numbers of fibers pergram of pulp. *Tappi.* 53 (11) ; 2120 - 2122.
28. Huerta Crespo, J. y G. Corral López. 1975. Características tecnológicas de las pulpas de 10 coníferas. Trabajo presentado en el VI Congreso Mexicano de Botánica, Xalapa, México. 10 pp.
29. Jackson, A. y J. R. Perkinson. 1968. Kraft pulps from Central

- America hardwoods. Tappi. 51 (10): 44A - 47A.
30. Keays, J. L. 1975. Proyection of world demand and supply for wood fibre to year 2000. Tappi. 58 (11) : 90 - 95.
31. Klugness, J. H. y N. Snyer. 1981. Hardwood pulps utilization. Tappi. 64 (2) : 109 - 113.
32. Lamas Robles, R. y J. Parrilla Flores. 1982. Aplicación del diseño experimental en la optimización de mezclas de maderas duras y blandas en el pulpeo kraft. Presentado en la XXII reunión anual de la Asociación Mexicana de Técnicos de la Industria de la Celulosa y del Papel (ATCP). Mimeografiado. 34pp.
33. Lange, P. W. 1959. The morphology of hardwoods fibers. Tappi. 42 (9) : 786 - 792.
34. Larios Sánchez, P. 1979. Indice de calidad de las pulpas de dos coníferas. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura. México. 68 pp.
35. Lauer, K. 1958. A study of tropical woods. Tappi. 41 (7) : 334 - 344.
36. Lengyel, P. 19? Consultado en la Biblioteca del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Mecanografiado. 15 pp.

37. Lewis, H. F. y F. F. Wangaard. 1952. Tropical wood as a source of pulp. Tappi. 35 (4) : 129 - 147.
38. López Portillo, L. 1971. Estado de Chiapas. PRI. IEPES. INFORMATICA. México. 91 pp.
39. Margerie, P. 1976. Pulps from tropical woods. ATIP. Revue. 30 (4) : 118 - 122.
40. Matolscy, G. A. 1975. Correlation of fiber properties with the physical properties of kraft pulps of *Abies religiosa* L. (Mill). Tappi. 58 (4) : 136 - 142.
41. Mc. Govern, J. N. 1975. Expanding sources of natural fibers and resultant pulp quality. Tappi. 58 (1) : 82 - 86.
42. Mc. Govern, J. N. y F. A. Simmonds. 1953. Bleached semichemical pulps from mixed eastern hardwoods for use in high - grade bond paper. Tappi. 36 (9) : 385 - 389.
43. Musalem López, J. y J. Huerta Crespo. y V. M. González Esparza 1972. Diámetro óptimo del arbolado para abastecer industrias de papel. Presentado en la XII reunión anual de la Asociación Mexicana de Técnicos de la Industria de la Celulosa y del Papel (ATCP). Mimeografiado. 10 pp.
44. Namiki, N. 1973. Manufacture of newsprint with intense utili

- zation of hardwoods and other wood resources. Tappi. 56 (10) : 93 - 95.
45. Nicolás, P. M. y J. R. Navarro, 1967. Kraft pulping of some Phillippine hardwoods. Tappi. 50 (5) : 113A - 115A.
46. Ortega González, M. 1958. Estructura anatómica e histología de un grupo de 28 especies del bosque chiapaneco. Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas. México. 53 pp.
47. Palmer, E. R. y J. A. Gibbs. 1974. Pulping characteristics of *Gmelina arborea* and *Bursera simaruba* from Belize. Tropical Products Institute. Report. L. 36. 27 pp.
48. Palmer, E. R. y C. B. Tabb. 1974. Pulpwood production prospects. London. U.K. Tropical Products Institute. 32 pp.
49. Peteri, R. 1952. Pulping studies with african tropical woods. Tappi. 35 (4) : 157 - 160.
50. Pillow, M. Y. 1952. Length of fibers in certain Yucatan hard woods. Tappi. 35 (5) : 238 - 240.
51. Runkel, R. O. 1952. Development of chemical and semichemical processes for deciduous trees with especial consideration of tropical woods of western Africa. Tappi. 35 (4) : 174 - 178.

52. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. 1978. Estadísticas del recurso forestal de la República Mexicana. México. 32 pp.
53. Seidl, J. R. 1957. Hardwood pulps in paper and paper board. Tappi. 40 (8) : 22A - 30A.
54. Tamolang, F. N. y F. F. Wangaard. 1961. Relationships between fiber characteristics and pulp - sheet properties. Tappi. 44 (3) : 201 - 216.
55. Torelli, N. 1982. Estudio promocional de 43 especies forestales tropicales mexicanas. Programa de Cooperación Científica y Técnica. México - Yugoslavia. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. México. Manuscrito. 73 pp.
56. Wangaard, F. F. 1962. Contributions of hardwoods fibers to the properties of kraft pulps. Tappi. 45 (7) : 548 - 556.
57. Williams, C. W. 1966. Success in hardwoods, Pulp & Paper International. 19 (1) : 45 - 62.
58. Youngs, R. L. y J. M. Landrie. 1979. Reconstituted products - a use for mixed tropical hardwoods. Journal of Forestry. March. Report 2 pp.

59. Zobel, J. 1979. Tendencias en la oferta de madera en América Latina. Reunión anual de CICEPLA. Cartagena. Colombia. 6 Mi meografiado. 6 pp.
60. Zobel, J. 1979. The Southeast timber supply. Reprinted from the Southern Journal of Applied Forestry 3 (2) : 37 - 42.