

DESCRIPCION MACROSCOPICA Y MICROSCOPICA DE 15  
MADERAS DEL ECUADOR Y CLAVE DE IDENTIFICACION  
CON TARJETAS PERFORADAS

Tesis de Grado de Magister Scientiae

Luis Freire Poma



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA  
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación  
Departamento de Ciencias Forestales Tropicales  
Turrialba, Costa Rica  
Marzo, 1973

DESCRIPCION MACROSCOPICA Y MICROSCOPICA DE 15  
MADERAS DEL ECUADOR Y CLAVE DE IDENTIFICACION  
CON TARJETAS PERFORADAS

Tesis

Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados  
como requisito parcial para optar al grado  
de

Magister Scientiae

en el

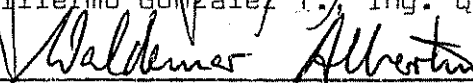
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



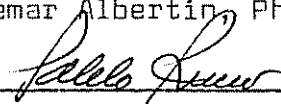
Consejero

Guillermo González I., Ing. Quim.



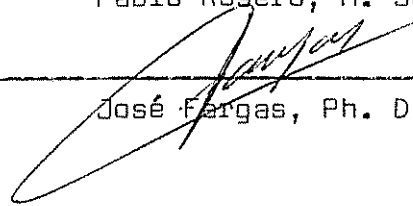
Comité

Waldemar Albertín, Ph. D



Comité

Pablo Rosero, M. Sc



Comité

José Fargas, Ph. D

Marzo, 1973

DEDICATORIA:

A la memoria  
de mi madre

Con cariño  
y afecto

A  
Diego Fernando

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos:

Al consejero Sr. Ing. Quim. Guillermo González T. y señores miembros del comité consejero: Sr. Dr. Waldemar Albertin, Sr. Ing. Pablo Rosero y Sr. Dr. José Fargas por su dirección y orientación.

Al señor Robert Chaverri Pattison, jefe de la Sección de Anatomía de la Madera, quien brindó en todo momento su decidida y valiosa colaboración en la realización de las diversas etapas del trabajo.

A todo el personal del Laboratorio de Maderas.

Al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA que concedieron la beca para realizar sus estudios posgraduados.

A la Universidad de Costa Rica que colaboró a través del Centro de Cálculo Electrónico.

A todas las personas e instituciones que colaboraron en una u otra forma a la realización de la tesis.

## BIOGRAFIA

Luis Freire Poma nació en la ciudad de Celica, Ecuador, el 9 de diciembre de 1938.

Efectuó estudios primarios en la Escuela José Antonio Eguiguren y secundarios en el Colegio Nacional Bernardo Valdivieso, donde obtuvo el título de Bachiller.

Realizó estudios universitarios en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Loja, donde obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo.

Desde mayo de 1964 hasta la fecha, desempeña el cargo de Técnico Forestal, en el Servicio Forestal del Ecuador.

En julio de 1967 obtuvo una beca de FAO para efectuar entrenamiento en Administración Forestal en Estados Unidos, permaneciendo hasta noviembre del mismo año.

De febrero de 1971 a setiembre del mismo año trabajó como profesor de Dendrología y Ecología Forestal en la Facultad de Ingeniería Forestal y Zootecnia de la Universidad Luis Vargas Torres de Esmeraldas.

En setiembre de 1971 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Costa Rica, como estudiante del Departamento de Ciencias Forestales.

De junio a julio de 1972 participó en viaje de estudios forestales por Centro América y México.

De octubre de 1972 a marzo de 1973, permaneció en el Laboratorio de Productos Forestales del IICA y de la Universidad de Costa Rica en San José, recibiendo adiestramiento especial y dedicado a la tesis.

## CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1 Estudios anatómicos de las maderas .....	3
2.2 Estudios anatómicos de las maderas en el Ecuador .	5
2.3 Distribución, habitáculo y descripción botánica de las especies arbóreas del noroccidente del Ecuador	5
2.4 Estudios de las propiedades físico-mecánicas de maderas del Ecuador .....	6
2.5 Clave de identificación por medio de tarjetas per- foradas .....	6
3. MATERIALES Y METODOS .....	8
3.1 Procedencia de las maderas y generalidades sobre el área de estudio .....	8
3.1.1 Localización de la zona .....	8
3.1.2 Fisiografía e hidrología .....	10
3.1.3 Geología .....	11
3.1.4 Suelos .....	11
3.1.5 Clima .....	12
3.1.6 Obtención de las muestras .....	13
3.1.7 Densidad de árboles por hectárea y dimensio- nes de los árboles seleccionados .....	14
3.2 Estudio anatómico y morfológico .....	16
3.2.1 Características estudiadas .....	16
3.2.1.1 Características generales .....	16
3.2.1.2 Características macroscópicas ....	16
3.2.1.2 Características microscópicas ....	17
3.2.1.3.1 Preparación de los cor- tes anatómicos .....	17
3.2.1.3.2 Preparación del tejido macerado .....	19
3.2.2 Fotomicrografías .....	20

	Página
4. RESULTADOS .....	21
4.1 Descripciones de 15 especies forestales ecuatorianas en orden alfabético .....	21
4.2 Clave de identificación por medio de tarjetas perforadas .....	82
4.2.1 Cuadro de características anatómicas .....	82
4.2.2 Cuadro de las especies y sus características .....	82
4.2.3 Construcción de las tarjetas perforadas ...	82
5. DISCUSION Y CONCLUSIONES .....	88
RESUMEN .....	92
SUMMARY .....	96
LITERATURA CITADA .....	100
APENDICE .....	105

## LISTA DE FIGURAS

Figura Nº		Página
1	Mapa de ubicación de la zona, indicando los sitios donde se colectaron las muestras (Tomado de DEFORNO: Desarrollo Forestal de Noroccidente, 1964-68) .....	9
2	Características microscópicas de la madera de <u>Beilschmiedia rohliana</u> Lasser .....	106
3	Características microscópicas de la madera de <u>Cupania cinerea</u> Poepp. et Endl. ....	107
4	Características microscópicas de la madera de <u>Dendropanax macrocarpum</u> Cuatr. ....	108
5	Características microscópicas de la madera de <u>Dialyanthera gracilipes</u> A. C. Smith .....	109
6	Características microscópicas de la madera de <u>Hyeronima chocoensis</u> Cuatr. ....	110
7	Características microscópicas de la madera de <u>Laetia procera</u> (Poepp. et Endl.) Eichler .....	111
8	Características microscópicas de la madera de <u>Minguartia quianensis</u> Aubl. ....	112
9	Características microscópicas de la madera de <u>Nectandra laevis</u> Mez (?) .....	113
10	Características microscópicas de la madera de <u>Ocotea</u> sp. ....	114
11	Características microscópicas de la madera de <u>Pleuranthodendron mexicanum</u> (A. Gray) L. D. Wms ..	115
12	Características microscópicas de la madera de <u>Protium colombianum</u> Cuatr. ....	116
13	Características microscópicas de la madera de <u>Pterocarpus officinalis</u> Jacq. ....	117
14	Características microscópicas de la madera de <u>Triplaris quayaquilensis</u> Wedd. ....	118
15	Características microscópicas de la madera de <u>Virola reidii</u> Little .....	119



Figura Nº		Página
16	Características microscópicas de la madera de <u>Virola sebifera</u> Aubl. ....	120
17	Tarjeta perforada utilizada para la clave de identificación anatómica de las maderas del Ecuador .....	121

## LISTA DE CUADROS

Cuadro Nº		Página
1	Datos de 7 estaciones meteorológicas del noroeste del Ecuador .....	15
2	Lista de características para la clave anatómica de maderas .....	83
3	Especies forestales del Ecuador con sus características anatómicas .....	86
4	Lista de las 15 especies forestales ecuatorianas estudiadas .....	122
5	Propiedades físicas de algunas maderas del Ecuador .....	123
6	Propiedades mecánicas de algunas maderas del Ecuador .....	124
7	Maderas del Ecuador con sus características de trabajabilidad .....	125

## 1. INTRODUCCION

La riqueza forestal que posee América Latina es cuantiosa, pero no se la utiliza adecuadamente, debido a que aún se desconocen las características y propiedades de la mayoría de sus especies, las mismas que pueden tener magníficas cualidades que hoy la industria maderera desaprovecha.

Un factor de baja utilización actual de las maderas es también su baja durabilidad; los estudios anatómicos definen las características de la madera que la hacen receptiva a la aplicación de preservadores que aumentan su durabilidad.

La investigación de las características macroscópicas y microscópicas es importante para elaborar claves de identificación que faciliten el reconocimiento de las especies; al mismo tiempo el estudio anatómico con el estudio de las propiedades físico-mecánicas entre otras permiten conocer las características de trabajabilidad y los diversos usos de la madera.

El estudio pretende contribuir a los conocimientos tecnológicos de las maderas tropicales, con el fin de propiciar el máximo aprovechamiento de las mismas.

Se utiliza quince especies maderables de la provincia de Esmeraldas, situada al noroccidente del Ecuador y se desea determinar las características macroscópicas y microscópicas, para describir anatómicamente cada especie y confeccionar una clave de identificación por medio de tarjetas perforadas. Cada descripción contiene su respectiva fotomicrografía, material que será el inicio en la elaboración del futuro "Atlas de las maderas del Ecuador".

La elección de las especies investigadas se justifica por la ausencia de estudios anatómicos, la creciente posibilidad de su uso y por ser desconocidas en el mercado local e internacional.

Para la descripción de la macro y microestructura de cada especie se emplearon los métodos y especificaciones del Laboratorio de Productos Forestales del IICA, en San José, Costa Rica, lugar donde se efectuó el estudio.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Estudios anatómicos de las maderas

Las características macroscópicas y microscópicas de la madera son de gran utilidad en la identificación de las especies forestales. En muchos casos se pueden predecir algunas de sus propiedades físicas y mecánicas conociendo su anatomía (11, 17).

El color, textura y grano de la madera son de importancia sobresaliente para ciertos usos. Los poros, parénquima, radios, fibras y traqueidas son los elementos más prominentes de la madera (2, 11, 15, 17) y forman sus constitutivos más estudiados para determinar las características anatómicas. Estas características pueden variar de un árbol joven a uno maduro, según Barghoom (7) los radios varían a través de su ontogenia. Rendle y Clark (46) da cuatro variaciones al diámetro de los poros, por lo cual aconsejan trabajar siempre con material adulto. Más tarde los mismos autores (47) proponen valores estándares y sugerencias para tratamientos de datos en la preparación de descripciones anatómicas cuando se trabaja con una y varias muestras. En muchos países (14, 20, 41) se realizan descripciones anatómicas de las especies, pero en forma general y sin escala de valores para tener una mejor comprensión de las clasificaciones empleadas.

Record y Hess (44) mencionan las características de las maderas tropicales del nuevo mundo, señalando algunos usos y su distribución.

Huerta (29) presenta una publicación sobre anatomía, con claves

de identificación y fotomicrografías de cortes en madera. Similares pero más amplias son las publicaciones de otros autores (17, 34, 40, 42, 61). Aróstegui (6) determina la estructura anatómica y las propiedades físico-mecánicas de dos maderas del Perú, así como Fernández (19) realiza un estudio de las caracteristicas anatómicas y propiedades físico-mecánicas del Ciprés. Chacón (16) recurrió al estudio de ciertas características anatómicas para determinar si una especie era apta o no para la industria fosforera.

Acosta (1, 2) realiza un estudio de las características anatomicas, propiedades físicas y usos de algunas maderas y reporta la utilidad de la anatomía de la madera en la identificación de material hallado por los arqueólogos y la ayuda prestada a los taxónomos para decidir la clasificación de una especie que presentaba características de varios grupos.

Camargo (12) al efectuar un estudio de tratamiento de preservadores de madera, cita a Hunt y Garrat (30) quienes afirman que las variaciones existentes en la penetración en las diversas especies de madera están asociadas a las diferencias anatómicas de las mismas.

Calix (11) desarrolla claves sencillas de identificación dendrológic y anatómica de algunas especies de Honduras, menciona además que el estudio de las características anatómicas es importante para explicar ciertas propiedades físicas y comprender su comportamiento ante sustancias químicas en los procesos de tratamiento.

Slooten (22, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59) lleva a cabo investigaciones y trabajos sobre características anatómicas, propiedades físicas, mecánicas, de secado, trabajo y preservación de algunas especies latinoamericanas.

## 2.2 Estudios anatómicos de las maderas en el Ecuador.

Pocos trabajos sobre anatomía de la madera se han realizado en Ecuador. Acosta-Solís (3, 4, 5) se refiere a las maderas del Ecuador, pero es un trabajo informativo y no una investigación que permita llegar a identificar las maderas.

## 2.3 Distribución, habitáculo y descripción botánica de las especies arbóreas del noroccidente del Ecuador.

Little (37) logró clasificar gran número de especies arbóreas del noroccidente ecuatoriano; presentando 230 especies forestales clasificadas en 161 géneros y 57 familias, las mismas que describe botánicamente, mencionando ciertas propiedades generales de las maderas como dureza, color, usos; al mismo tiempo da a conocer la distribución, origen, altitud del lugar donde la muestra fue colectada, habitáculo y los distintos nombres comunes para las especies de América.

#### 2.4 Estudios de las propiedades físico-mecánicas de maderas del Ecuador.

Hoheisel y Karstedt (26) realizan ensayos preliminares de ochenta y tres especies de la provincia de Esmeraldas, dando a conocer algunas de las características más importantes como: densidad, contracción, dureza, cizallamiento, tenacidad, compresión, porcentaje de albura, color, grano, depósitos y usos probables de las maderas.

#### 2.5 Clave de identificación por medio de tarjetas perforadas

Para identificar los árboles una herramienta muy útil con que cuenta el forestal es el uso de claves.

Una de las claves es la de tarjetas perforadas de tres dimensiones, basada en una clave de dos dimensiones y completada con una tarjeta para cada unidad taxonómica (35).

Para su formación se elabora un código, incluyendo un número a cada información en la tarjeta. La organización de la información codificada se obtiene efectuando una muesca con un cercenador sobre la perforación correspondiente a la codificación. Al insertar un alambre a través de las perforaciones y sacudir las tarjetas se obtienen por caída las de iguales características a la ranura insertada (32, 33).

Las tarjetas que permanecen en el alambre se eliminan y con las caídas se repite la selección a base de otras características; finalmente queda una o pocas tarjetas en el alambre; así se ve-



rifica la identificación con las tarjetas que quedan en el alambre (36). Este sistema es relativamente reciente; en 1936 The Forest Products Research Laboratory de Gran Bretaña (24) presentó una lista de caracteres para ser utilizados en la construcción de una clave en la identificación de maderas dicotiledóneas por medio de tarjetas perforadas.

A pesar de la importancia que tienen para la identificación de las maderas, existen pocas referencias sobre el desarrollo de este sistema en el trópico americano (32, 35, 36, 62).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Procedencia de las maderas y características del bosque de recolección.

##### 3.1.1 Localización de la zona

El material para realizar el presente estudio, fue colectado en la provincia de Esmeraldas, situada en la costa del pacífico del Ecuador. Las especies seleccionadas fueron las siguientes: Beilschmiedia rohliana Lasser, Cupania cinerea Poepp. et Endl., Dendropanax macrocarpum Cuatr., Dialyanthera gracilipes A. C. Smith, Hyeronima chocoensis Cuatr., Laetia procera (Poepp. et Endl) Eichler, Minuartia quianensis Aubl, Nectandra laevis Mez (?), Ocotea sp., Pleuranthodendron mexicanum (A. Gray) L. D. Wms, Protium colombianum, Pterocarpus officinalis Jacq., Triplaris quayaquilensis Wedd, Virola reidii Little y Virola sebifera Aubl. Los bosques de la zona en su mayoría pertenecen al Estado, propiedades particulares, están únicamente en la orilla de los ríos a un kilómetro de profundidad y en las cercanías de las poblaciones.

Esta zona cubre un área de 10.400 kilómetros cuadrados, en donde se efectuó un inventario forestal sobre un millón de hectáreas, estableciéndose 102 fajas situadas en distintos lugares escogidos al azar, con una longitud media de cinco kilómetros y conteniendo cada una 25 puntos, para hacer un total de 500 kilómetros de línea de inventarios, y 2.500 puntos de muestreo (39). El inventario forestal fue realizado por el Proyecto Forestal de no -

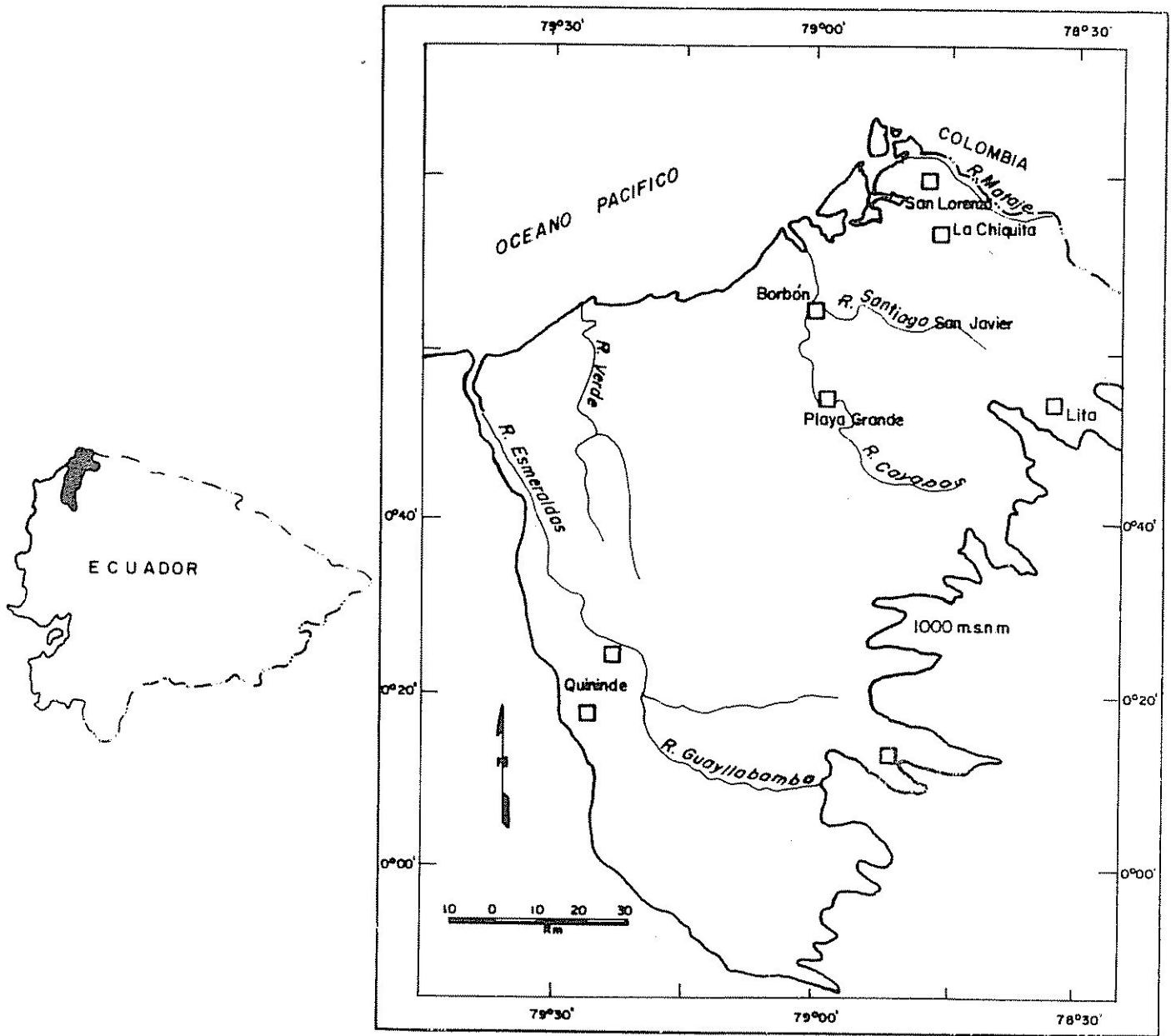


Fig.1 Mapa de ubicación de la zona, indicando los sitios donde se colectaron las muestras.  
(Tomado de DEFORNO: Desarrollo Forestal de Noroccidente, 1964-68)

roccidente de Ecuador Nº 127 UNDP-SF ECU/5, que operó en esta provincia.

La zona mencionada limita al norte con Colombia, al sur con el río Esmeraldas, al oeste con el Océano Pacífico y al este con las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes; entre los meridianos 78º 39' y 79º 30' longitud oeste del Meridiano de Greenwich y entre los paralelos 0º 00' y 1º 20 ' latitud norte. En la figura 1 se aprecia la localización geográfica y diferentes lugares en donde se colectaron las muestras.

### 3.1.2 Fisiografía e hidrología

La zona se extiende desde el nivel del mar hasta 1.000 m de altitud.

Cerca del mar el relieve aparece como una planicie, pero se caracteriza esta región por una microtopografía ondulada (23) con áreas inundables (manglares y guandales) y una gran cantidad de ríos, quebradas y esteros afluentes de los ríos navegables: Mataje, Santiago, Río Verde y Esmeraldas.

Las pendientes altas hacen al sector accidentado, topográfica y orográficamente con elevaciones, colinas, cuchillas, depresiones, hondonadas, quebradas y valles (4).

Aproximadamente el 95 % del área está cubierta por bosque, el resto por pastos y cultivos (39). Los bosques son siempre verdes, las especies están asociadas con otras formando siempre bosques heterogéneos. Los cultivos agrícolas son principalmente plátano, yuca y frutales. Es frecuente el cultivo de pastos

con árboles de Laurel (Cordia alliodora), proveniente de regeneración natural.

### 3.1.3 Geología

Según Sauer (50), la zona en su totalidad está ocupada por formaciones terciarias: Eoceno, Oligoceno, Mioceno y Plioceno.

Los sedimentos del Eoceno descansan sobre lavas básicas e intermedias, aglomerados y tobas volcánicas. Este piso se encuentra en la parte oriental de la zona lindando con la formación diabásica del pie de la Cordillera Occidental.

Esta serie contiene delgadas capas calcáreas, silicias, tobáceas y en mayor escala, calizas macizas.

El Oligoceno de carácter petrográfico está formado por arcillas pizarrosas y laminadas de color verde oscuro intercalada con capas menores de arenisca tobácea.

En el Mioceno predominan capas arcillosas tobáceas, arenisca y lama dura de consistencia variable.

El Plioceno está compuesto por areniscas, arcilla lamosa, tobas y aglomerados de material volcánico poco endurecido de un distintivo color azulado claro; cubre la superficie de la cuenca de Borbón y llega en dirección oriental al pie de la cordillera de los Andes (49).

### 3.1.4 Suelos

De acuerdo a Frei (21) existen las siguientes clases de suelos:

a) suelo pantanoso de manglar con una superficie aproximada de 403 km<sup>2</sup>; b) suelo aluvial húmedo con una superficie aproximada de 407 km<sup>2</sup>; c) latosol amarillo rojizo aproximadamente 600 km<sup>2</sup>. Los perfiles observados en diferentes cortes, muestran que el horizonte A es generalmente delgado desde 5 a 25 cm, con materia orgánica en diferentes estados de descomposición y los que no tienen cubierta vegetal están en proceso de lixiviación, debido a la excesiva pluviosidad y humedad ambiental.

El subsuelo de casi toda la zona, con pocas excepciones, es generalmente arcilloso e impermeable y de color amarillento pardo al rojizo (4).

La fertilidad de las tierras puede considerarse como bajas.

Según análisis de suelos, se comprobaron que son pobres relativamente en elementos como: fósforo, potasio, etc. Frecuentemente la acidez del suelo es elevada, oscilando el P.H. entre 4,85 a 5,20 (4).

El potencial agrícola de la zona es bajo, pero convenientes para bosques maderables.

Localmente hay suelos suficientemente profundos para cultivos de subsistencia, especialmente la parte baja de los valles en sitios planos.

### 3.1.5 Clima

El Ecuador está situado en el centro de la zona ecuatorial. El clima ecuatorial se caracteriza por la constancia de sus factores climáticos: temperatura, humedad relativa y lluvias.

El sector Noroccidental, objeto del presente estudio, queda comprendido dentro del ambiente ecuatorial, lamentablemente son pocos los datos metereológicos registrados en esta zona. El clima varía según la elevación, los datos registrados en diferentes estaciones de la zona dieron promedios anuales de una precipitación de 1.888,2 mm a 4.648,2 mm. Todos los meses son lluviosos en la zona, a excepción de la población de Limones en donde los meses menos lluviosos son de setiembre a noviembre. La temperatura promedio anual oscila entre 22,5°C y 26,3°C; como la región está en la zona Ecuatorial, las mayores variaciones de temperatura ocurren dentro de un mismo día y no entre los meses del año.

La humedad relativa promedio anual es de 83 % a 88 %, los datos climatológicos de la zona se aprecian en el cuadro 1 (13).

Según la clasificación de Holdridge (27), en esta zona de acuerdo a Vivanco (63), citado por Cañadas (13), pueden distinguirse las siguientes formaciones ecológicas: bsT= bosque seco tropical, bhT= bosque húmedo tropical, bmhT= bosque muy húmedo tropical, bpT= bosque pluvial tropical y bmhpT= bosque muy húmedo premontano tropical (ver cuadro 1). Las especies del presente estudio fueron recolectadas en el bosque húmedo tropical.

### 3.1.6 Obtención de las muestras

De los datos del inventario forestal efectuados en la zona, se escogieron las líneas donde fuera más abundante cada especie y allí se seleccionaron los mejores representantes. Se procuró tomar muestras de árboles sanos, maduros y con diámetros supe -

riores a 40 cm a la altura del pecho. De los árboles seleccionados se cortaron dos secciones de 26 cm de largo paralelos al grano, ubicados a 3 metros arriba de las raíces tablares (45) y de la zona del duramen. Las superficies transversales de estas secciones se cortaron cuidadosamente para que fueran paralelas entre sí y perpendiculares al grano. Las secciones fueron marcadas con placas de aluminio, tratadas con pentaclorofenol y enviadas al laboratorio en donde se obtuvieron las muestras para xiloteca. Las muestras tienen las siguientes dimensiones: largo 14 cm, ancho 7,5 cm, espesor 2 cm. Repeticiones de las muestras se encuentran en la Xiloteca del Servicio Forestal del Ecuador.

El material fue recolectado por el Proyecto Forestal de Noroccidente de Ecuador Nº 127 UNDP-SF ECU/5 (45). La identificación y descripción de las características botánicas fueron efectuadas por el Dr. E. L. Little Jr. (37).

### 3.1.7 Densidad de árboles por hectárea y dimensiones de los árboles seleccionados.

La densidad de árboles por hectárea fue tomada de los datos proporcionados por el Inventario Forestal realizado por el Proyecto Desarrollo Forestal, de Noroccidente, sobre una superficie de un millón de hectáreas (39) y de otros inventarios efectuados anteriormente (4). La densidad de los árboles es mencionada al comienzo de cada descripción en el capítulo de resultados.



CUADRO 1. Datos de 7 estaciones meteorológicas del noroeste del Ecuador.

Estación	Situación Geográfica		Altura s.n.m.	Número de días fisiológicamente secos	Meses ecológicamente secos		Precipitación		Temperatura		Clasificación Holdridge	
	Latitud	Longitud			Número	Nombre	Total en meses secos	Media anual	Media mes seco	Media anual		Humedad relativa
			m				mm	mm	°C	°C	%	
Limones	10° 15' N	79° 00' 0	4	22	3	S-N*	144,1	1.888,2	27	26	83	bs-Tbh-T
San Lorenzo	10° 17' N	78° 50' 0	9	0	0	-	-	2.074,1	-	25,6	86	bh-T
Quininde	00° 15' N	79° 24' 0	230	0	0	-	-	2.622,2	-	24,6	87	bh-T
Borbón	10° 05' N	79° 00' 0	20	0	0	-	-	2.923,2	-	25,6	87	bh-T
Cayapas	00° 58' N	79° 01' 0	20	0	0	-	-	4.594,5	-	26,3	86	bmh-T
San Javier	10° 01' N	78° 37' 0	5	0	0	-	-	4.648,2	-	26,0	87	bmh-T
Lita	00° 52' N	78° 28' 0	571	0	0	-	-	3.218,6	-	22,5	88	bmh-T

\* S-ft: Septiembre a Noviembre  
Tomado de Cañadas (13)

Para la clasificación de las dimensiones de los árboles en las descripciones se usó la confeccionada por Holdridge y Budowski (26).

### 3.2 Estudio anatómico y morfológico

#### 3.2.1 Características estudiadas

Las características generales y las macroscópicas se observaron en muestras de madera, y las microscópicas en preparaciones permanentes. Las características generales fueron observadas sin ayuda de lentes; las características macroscópicas con la ayuda de una lupa de 10 aumentos, y las características microscópicas con la ayuda del microscopio. Tanto las características macroscópicas como las microscópicas fueron observadas en las superficies transversal, tangencial y radial.

##### 3.2.1.1 Características generales

Las características generales se estudiaron a simple vista. Comprende la descripción del color, tipo de grano, textura, lustre, figura o veteado; además el olor y sabor de la madera. Para la determinación del color se usó una escala estándar de colores para suelos (52).

##### 3.2.1.2 Características macroscópicas

Para la descripción de la macroestructura de cada especie, se

usó las guías mencionadas en "Identification of Hardwoods, a Lens Key" (24) y otros (48, 61). Las características macroscópicas se estudiaron con lupa de 10 aumentos, estereoscopio hasta 20 aumentos y una escala milimétrica. Las características estudiadas fueron: poros, parénquima, radios, floema incluido, canales intercelulares axiales, elementos verticales en estructura de pisos y máculas medulares.

### 3.2.1.3 Características microscópicas

Para la descripción de la microestructura de cada especie, se usó las guías "Identification of Hardwoods a Microscope Key" (9) de Brazier y Franklin y de otros (31, 47, 48, 61).

Las características microscópicas se estudiaron haciendo cortes de madera, preparaciones de placas permanentes y maceraciones para la medición de fibras y vasos.

#### 3.2.1.3.1 Preparación de los cortes anatómicos

- 1) Rajado de las muestras en bloquitos teniendo en cuenta que las caras estén orientadas, de tal manera que correspondan a los cortes transversal, radial y tangencial.
- 2) Cocción de los bloquitos en agua hirviendo durante el tiempo requerido para ablandar el material (2 a 5 días).
- 3) Almacenamiento de los bloquitos sumergidos en alcohol de 45 %.

4) Corte de láminas finas empleando un microtómo de deslizamiento plano Reichert Nº 328956. El ángulo en corte fue entre 12º y 18º, dependiendo de la dureza de la madera. Se hicieron tres cortes por muestra, en sentido transversal, radial y tangencial; las láminas fueron de 14 a 25 micras de espesor.

5) Tinción de las láminas con safranina al 1 % y Azul Astra durante 20 minutos como tiempo mínimo.

6) Lavado de las láminas con agua y luego deshidratado de las mismas pasándolas por una serie de soluciones alcohólicas al 30 %, 50 %, 70 % y 95 % por un tiempo aproximado de 20 minutos en cada alcohol.

7) Finalmente se colocaron las láminas en alcohol de 95 %. Para el montaje de las placas se emplearon portaobjetos, cubreobjetos y resina. Se aplicó el siguiente método:

1) Lavado de las láminas utilizando cuatro platos Syracuse que contenían xilol para terminar la deshidratación y eliminar el etanol presente.

2) Los portaobjetos y cubreobjetos se separaron uno a uno y limpiaron con el fin de que se conserven sin polvo y en buenas condiciones de uso.

3) Colocación de las láminas en portaobjetos y cubrimiento de las mismas con resina y el cubreobjetos, procurando que no se formen burbujas.

4) Marcado de las preparaciones.

De cada especie se prepararon seis placas, cada una obtenida de tres diferentes bloquecitos.

Las descripciones anatómicas, observación y control de las láminas fueron hechas con un microscopio binocular Olympus Nº 203125 con ocular de 7 aumentos y objetivos de 4, 10, 20 y 40 aumentos.

#### 3.2.1.3.2 Preparación del tejido macerado

Con el objeto de medir fibras y vasos se hicieron maceraciones tomando finas astillas a distancias separadas y a lo largo del corte radial para obtener una mejor representación. El proceso fue el siguiente:

- 1) Obtención de un pequeño palillo de madera de aproximadamente 1 mm de ancho y de 1 cm de alto.
- 2) Colocación de los palillos en tubos de ensayo y adición de una mezcla de igual cantidad de ácido crómico al 10 % en peso y ácido nítrico al 10 %.
- 3) Dejar que permanezcan en esta solución de 1 a 3 días, dependiendo de cada madera.
- 4) Revisión constante para probar si están listas.
- 5) Lavado con agua varias veces para evitar que el ácido remanente en el material pueda causar alteraciones al colorante.
- 6) Tinción de los tejidos con safranina al 1 %.

Las fibras y vasos se montaron en glicerina formando preparaciones no permanentes. Se aplicó el siguiente método:

1) Separación de fibras y vasos sobre un portaobjetos mediante una aguja ayudando la operación con un estereoscopio.

2) Montaje del material en glicerina.

De cada especie se prepararon cinco placas, de tejido macerado, cada una con material proveniente de siete diferentes bloquecitos. Para la medición del largo, espesor de la pared, ancho del lumen de las fibras y largo de los vasos, se usó un microscopio binocular con ocular micrométrico de 10 aumentos, una pantalla montada sobre el microscopio y una escala transparente.

De cada dimensión se hicieron 50 mediciones. De estas mediciones se obtuvieron para cada especie los valores mínimo, máximo, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación.

### 3.2.2 Fotomicrografías

Las fotomicrografías fueron captadas en un microscopio Olympus FH 203125 de cuerpo triocular, acoplada a una cámara fotográfica Olympus PM-6, 212260, y se tomaron empleando película ASA 125. La intensidad de luz se varió para que el tiempo de exposición fuera aproximadamente de  $1/50$  segundo. El corte transversal se fotografió con ocular 7 y objetivo 4; el corte tangencial y radial con ocular 7 y objetivo 10.

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

1. Las especies Nectandra laevis y Virola reidii presentan vasos limpios de contenidos y poros de tamaño mediano a grande, características muy importantes en los tratamientos de la madera por que facilitan la circulación de líquidos y sirven de paso natural para la conducción de preservadores.

Las especies Beilschmiedia rohlana, Cupania cinerea, Hyeronima chocoensis, Ocotea sp., Protium colombianum, Pterocarpus officinalis y Triplaris quayaquilensis contienen abundante cantidad de tálides o gomas, por lo cual pueden presentar resistencia en los tratamientos de preservación de la madera.

2. Según el grano, dureza, contenido de gomas, distribución de los elementos y textura se clasificó a las maderas en tres grupos de trabajabilidad:

Fáciles de trabajar : Dendropanax macrocarpum  
Dialyanthera gracilipes  
Pleuranthodendron mexicanum  
Virola reidii  
Virola sebifera

Moderada trabajabilidad : Beilschmiedia rohlana  
Cupania cinerea  
Hyeronima chocoensis  
Miquartia quianensis

Moderada trabajabilidad : Nectandra laevis  
Ocotea sp.  
Protium colombianum  
Pterocarpus officinalis  
Triplaris quayaquilensis

Difíciles de trabajar : Laetia procera

3. Utilizando la relación de Runkel  $R = \frac{2 e}{d} = \frac{2 \times \text{grosor de la pared}}{\text{diámetro del lumen}}$

en la cual, las maderas de los grupos II y III producen los pa -  
peles más resistentes y las de los grupos IV y V producen los pa  
peles menos resistentes, se agruparon las maderas así:

Grupo II : Beilschmiedia rohliana Muy bueno para papel  
Cupania cinerea Muy bueno para papel  
Dendropanax macrocarpum Muy bueno para papel  
Nectandra laevis Muy bueno para papel  
Ocotea sp. Muy bueno para papel

Grupo III : Dialyanthera gracilipes Bueno para papel  
Protium colombianum Bueno para papel  
Pterocarpus officinalis Bueno para papel  
Virola sebifera Bueno para papel



	<u>Virola reidii</u>	Bueno para papel
Grupo IV	: <u>Hyeronima chocoensis</u>	Regular para papel
	<u>Minquartia guianensis</u>	Regular para papel
	<u>Triplaris quayaquilensis</u>	Regular para papel
Grupo V	: <u>Laetia procera</u>	Malo para papel
	<u>Pleuranthodendron mexicanum</u>	Malo para papel

Las características obtenidas para cada especie en cuanto a la utilización en pulpa y papel no son definitivas, ya que únicamente el estudio anatómico no permite revelar el éxito de una madera; también se necesita, hacer estudios químicos y físicos, así como probar los ensayos de pulpa en las propias máquinas que la elaboran.

4. Utilizando las descripciones anatómicas, para identificar las especies, se ha confeccionado una clave de tarjetas perforadas, la misma que puede ampliarse y abarcar todas las especies del Ecuador. La tarjeta utilizada es del tipo IBM, que puede tener buen empleo en el futuro por su bajo costo y rápida impresión.
5. La madera de Hyeronima chocoensis Cuatr. presenta características muy semejantes a la madera Hieronyma alchorneoides Allen descrita por Richter (48), por lo que podría tratarse de especies similares o iguales.

6. Los datos numéricos presentados aquí deben considerarse como preliminares, pues el material de ensayo provino de un solo árbol. Por lo cual este trabajo viene a ser el inicio de un estudio que debe ampliarse con el análisis de material procedente de cuatro o cinco árboles para cada especie.

## RESUMEN

Para establecer industrias de la madera mediante la utilización de productos forestales tropicales es necesario conocer en principio las especies presentes en la zona, sus características tecnológicas y propiedades requeridas para las finalidades propuestas por la industria. Además de identificar las especies y conocer sus caracteres cualitativos es indispensable tener en cuenta los volúmenes comerciales existentes, las dimensiones del árbol, así como la densidad de la especie por unidad de superficie.

El presente trabajo se concreta a dilucidar una parte de esta problemática. Se procedió a describir las características macroscópicas y microscópicas de 15 especies tropicales del Ecuador, pertenecientes a 9 familias botánicas. Las muestras se obtuvieron de árboles maduros, con diámetros superiores a 40 cm a la altura del pecho y localizados entre el nivel del mar y 1.000 m de altitud. Las características estudiadas fueron: poros, parénquima, radios, fibras, floema incluido, canales intercelulares, máculas medulares e inclusiones inorgánicas y orgánicas. Las características microscópicas se estudiaron mediante la preparación de cortes de madera en los planos transversal, radial y tangencial, montados en placas permanentes; para la medición de fibras y elementos vasculares se hicieron maceraciones.

Al obtener completas las descripciones anatómicas se procedió a confeccionar una clave de tarjetas perforadas para identificar las

especies, la misma que puede ampliarse y abarcar todas las especies del Ecuador; la tarjeta que se utilizó es del tipo IBM, que por su bajo costo y rápida impresión puede tener buen empleo en el futuro. Para ilustrar las características microscópicas de la madera se tomaron fotomicrografías de la estructura de cada una en los tres planos, procurando captar lo más sobresaliente.

Se observó que las especies Nectandra laevis y Virola reidii presentan vasos limpios de contenidos y poros de tamaño mediano a grande, características muy importantes en los tratamientos de la madera porque facilitan la circulación de líquidos y sirven de paso natural para la conducción de preservadores.

Las especies Beilschmiedia rohliana, Cupania cinerea, Hyeronima chocoensis, Ocotea sp., Protium colombianum, Pterocarpus officinalis y Triplaris quayaquilensis contienen abundante cantidad de tálides y o gomas, por lo cual pueden presentar resistencia en los tratamientos de preservación de la madera.

Utilizando la relación de Runkel  $R = \frac{2 e}{d} = \frac{2 \times \text{grosor de la pared}}{\text{diámetro del lumen}}$

en la cual, las maderas de los grupos II, III producen los papeles más resistentes y los de los grupos IV y V producen los papeles menos resistentes, se agruparon las maderas así:

Grupo II	: <u>Beilschmiedia rohliana</u>	Muy bueno para papel
	<u>Cupania cinerea</u>	Muy bueno para papel
	<u>Dendropanax macrocarpum</u>	Muy bueno para papel
	<u>Nectandra laevis</u>	Muy bueno para papel
	<u>Ocotea sp.</u>	Muy bueno para papel

Grupo III :	<u>Dialyanthera gracilipes</u>	Bueno para papel
	<u>Protium colombianum</u>	Bueno para papel
	<u>Pterocarpus officinalis</u>	Bueno para papel
	<u>Virola sebifera</u>	Bueno para papel
	<u>Virola reidii</u>	Bueno para papel
Grupo IV :	<u>Hyeronima chocoensis</u>	Regular para papel
	<u>Minquartia guianensis</u>	Regular para papel
	<u>Triplaris quayaquilensis</u>	Regular para papel
Grupo V :	<u>Laetia procera</u>	Malo para papel
	<u>Pleuranthodendron mexicanum</u>	Malo para papel

Estas características de pulpa y papel obtenidas para cada especie no son definitivas, ya que únicamente el estudio anatómico no permite revelar el éxito de una madera; sino, que también se necesita, hacer estudios químicos, físicos y probar los ensayos de pulpa en las propias máquinas que la elaboren.

Según el grano, dureza, inclusiones de sustancias extractivas y textura se clasificó a las maderas en tres grupos de trabajabilidad:

- Fáciles de trabajar : Dendropanax macrocarpum, Dialyanthera gracilipes, Pleuranthodendron mexicanum, Virola reidii y Virola sebifera.
- Moderada trabajabilidad : Beilschmiedia rohlana, Cupania cinerea, Hyeronima chocoensis, Minquartia guianensis,

Nectandra laevis, Ocotea sp., Protium  
colombianum, Pterocarpus officinalis y  
Triplaris quayaquilensis.

Difíciles de trabajar : Laetia procera

## SUMMARY

To establish tropical forest industries, it is necessary to know the species present in the area, its technological characteristics and properties which are required for the proposed uses by the industry. Besides the identification of the species and knowledge of its qualitative characteristics, it is indispensable to determine the existing commercial volumes, the dimensions of the trees, and density of species per unit area.

The present research elucidates a part of this problem. The macroscopic and microscopic characteristics of 15 tropical species from Ecuador, belonging to 9 botanical families are described. The samples were obtained from mature trees with diameters above 40 cm at breast height, and are found in its natural habitat between sea level and 1,000 m elevation. The characteristics described are: pores, parenchyma, rays, fibers, included phloem, intercellular canals, medullary spots, organic and inorganic inclusions. The microscopic characteristics were studied by preparation of wood cuttings on the transversal, radial and tangential planes of the samples, mounted on permanent slides. Macerations were made for the measurements of the fibers and vascular elements.

After obtaining complete anatomical descriptions, a key which was made on perforated cards for the identification of the species can be enlarged to include all the species of Ecuador. The card used was of the IBM type, which due to its low cost and rapid printing could have a good use in the future.

To illustrate the microscopic characteristics of the wood, photomicrographs of the structures of each one of the planes were made, identifying the most outstanding characteristics.

It was observed that the species Nectandra laevis and Virola reidii present clean vessels and pores of medium to large size, characteristics which are very important in the wood treatments with preservatives.

The species Beilschmiedia rohliana, Cupania cinerea, Hyeronima chocoensis, Ocotea sp., Protium colombianum, Pterocarpus officinalis and Triplaris guayaquilensis contain an abundant quantity of tyloses and/or gums, which can present resistance in the treatments of the wood with preservatives.

Using the Runkel relation  $R = \frac{2 e}{d} = \frac{2 \times \text{wall thickness}}{\text{lumen diameter}}$  the species

were classified into 5 groups according to its suitability for paper production. The wood of groups II and III produce the most resistant papers and those of groups IV and V produce the least resistant papers. The species were grouped as follows:

Group II	:	<u>Beilschmiedia rohliana</u>	Very good for paper
		<u>Cupania cinerea</u>	Very good for paper
		<u>Dendropanax macrocarpum</u>	Very good for paper
		<u>Nectandra laevis</u>	Very good for paper
		<u>Ocotea</u> sp.	Very good for paper



Group III :	<u>Dialyanthera gracilipes</u>	Good for paper
	<u>Protium colombianum</u>	Good for paper
	<u>Pterocarpus officinalis</u>	Good for paper
	<u>Virola sebifera</u>	Good for paper
	<u>Virola reidii</u>	Good for paper
Group IV :	<u>Hyeronima chocoensis</u>	Regular for paper
	<u>Minuartia guianensis</u>	Regular for paper
	<u>Triplaris quayaquilensis</u>	Regular for paper
Group V :	<u>Laetia procera</u>	Bad for paper
	<u>Pleuranthodendron mexianum</u>	Bad for paper

These pulp and paper characteristics obtained for each species are not definitive, since an anatomical study only does not reveal the usefulness of a wood for paper production. It is also necessary to make chemical and physical analyses of the same species.

The species were also classified in three groups of machinability according to grain, hardness, extractive substances and texture.

Group I : Easy to machine : Dendropanax macrocarpum,  
Dialyanthera gracilipes,  
Pleuranthodendron mexicanum,  
Virola reidii and Virola  
sebifera

Group II : Moderate to machine : Beilschmiedia rohliana, Cupania cinerea, Hyeronima chocoensis, Minguartia quianensis, Nectandra laevis, Ocotea sp., Protium colombianum, Pterocarpus officinalis and Triplaris quayaquilensis.

Group III : Difficult to machine : Laetia procera

LITERATURA CITADA

1. ACOSTA CONTRERAS, I. Características anatómicas y propiedades físicas y mecánicas de la madera del "Urapán", Fraxinus chinensis var. acuminata Lingeleesh. Tesis Ing. For. Bogota, Universidad Distrital "Francisco José de Caldas", Facultad de Ingeniería Forestal, 1965. 144 p. (Mimeografiado).
2. \_\_\_\_\_. Descripción anatómica, propiedades físicas y algunos usos de 25 maderas de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, IICA, 1967. 192 p. (Mimeografiado).
3. ACOSTA-SOLIS, M. Principal woods used in the Western Region; microslides. Ann Arbor, Michigan, University of Michigan, 1948. 2 p.
4. \_\_\_\_\_. El noroccidente ecuatoriano. Quito, Santo Domingo, 1959. 147 p.
5. \_\_\_\_\_. Maderas económicas del Ecuador y sus usos. Quito, Casa de la Cultura Ecuatoriana, 1960. 321 p.
6. AROSTEGUI VARGAS, A. Estructura anatómica y propiedades físico-mecánicas de dos maderas del Perú: Guarea trichilioides L. y Ceiba pentandra L. Tesis Mag. Agr. Turrialba, IICA, 1961. 111 p.
7. BARGHOORN, E. S. The ontogenetic development and phylogenetic specialization of rays in the xylem of dicotyledons. II. Modification of the multiseriate and uniseriate rays. *American Journal Botany* . 28:273-281. 1940.
8. BASCOPE, F. Clave de identificación macroscópica de algunas maderas dicotiledóneas de latinoamérica. Mérida, Venezuela. Boletín Nº 9. Instituto Latinoamericano de Investigación y Capacitación. 1962. 107 p.
9. BRAZIER, J. D. y FRANKLIN, G. L. Identification of Hardwoods, a microscopic key. Great Britain. Department of Scientific and Industrial Research. Bulletin Nº 46. 1961. 96 p.
10. \_\_\_\_\_. Maderas nicaragüenses; características y usos potenciales. Managua, Banco Central de Nicaragua, 1968. 86 p.
11. CALIX, R. Identificación dendrológica y anatómica de 37 especies arbóreas de Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, IICA. 1970. 181 p.
12. CAMARGO, R. A. Tratamientos preservadores guías para once maderas de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, IICA. 1968. 87 p.

13. CAÑADAS, L. Correlación entre el número medio anual de meses ecológicamente secos y precipitación media anual en la Provincia de Esmeraldas, Ecuador. *Turrialba* 16(4):377-383. 1966.
14. COROTHIE, H. Maderas de Venezuela. Caracas, Ministerio de Agricultura y Cría, 1948. 320 p.
15. \_\_\_\_\_. Estructura anatómica de 30 maderas de la Guayana Venezolana y clave para su identificación. Mérida, Universidad de los Andes, 1966. 9 p.
16. CHACON, J. F. Las características de algunas especies forestales con miras a su utilización en la industria fosforera. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1962. 145 p. (Mimeografiado).
17. ECHENIQUE-MANRIQUE, R. Descripción, características y usos de 25 maderas tropicales mexicanas. México D.F., Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, 1970. 237 p. (Serie Maderas de México 1).
18. \_\_\_\_\_. Características de la madera y su uso en la construcción. México D.F., Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, 1971. 173 p. (Serie Maderas de México 2).
19. FERNANDEZ, J. Estudio de las propiedades físico mecánicas del Ciprés (Cupressus lusitanica Mill) en el Valle Central de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, IICA, 1971. 82 p. (Mimeografiado).
20. FORS, A. J. Maderas cubanas. 3a. ed. La Habana, Ministerio de Agricultura, 1956. 163 p.
21. FREI, E. Informe al Gobierno del Ecuador sobre reconocimientos edafológicos exploratorios. Roma, FAO, 1957. 35 p. (Mimeografiado).
22. GONZALEZ, M. E., SLOOTEN, H. J. VAN DER y RICHTER, H. G. Maderas latinoamericanas, VII. Calophyllum brasiliense, Couratari panamensis, Dendropanax arboreum y Bombacopsis sessilis. *Turrialba* 21(4):466-477. 1971.
23. GORTAIRE, G. El uso correcto de las tierras en el noroccidente del Ecuador. Quito, Desarrollo Forestal de Noroccidente, 1966. 51 p. (Mimeografiado).
24. GREAT BRITAIN. Department of Scientific and Industrial Research. Identification of hardwoods, a lens key. Forest Products Research Bulletin nº 25. 1960. 126 p.

25. HESS, W. R. Classification of wood parenchyma in dicotyledons. *Tropical Woods* 96:1-20. 1950.
26. HOHEISEL, H. y KARSTEDT, P. Determinación de los usos probables de algunas maderas del Ecuador en base a los ensayos preliminares de propiedades físicas y mecánicas. Mérida, Instituto Forestal Latinoamericano, 1967. 35 p.
27. HOLDRIDGE, L. R. Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* 105 (2727):367-368. 1947.
28. \_\_\_\_\_. *Dendrología práctica de los trópicos americanos*. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1953. 37 p. (Mimeografiado).
29. HUERTA, C. J. Anatomía de la madera de 12 especies de coníferas mexicanas. México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico Nº 8. 1963. 51 p.
30. HUNT, G. M. y GARRAT, G. A. *Preservación de la madera*. Traducción de Abelardo Sachis Batalla. Barcelona, Salvat, 1962. 496 p.
31. INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. Zurich, Committee on nomenclature, 1964. 100 p.
32. JIMENEZ SAA, H. Las claves de tarjetas perforadas para la identificación de árboles. *Turrialba* 17(1):84-87. 1967.
33. JOLLY, A. L. The use of clipcards in agricultural research. *Tropical Agriculture* 27(4-6):108-22. 1950.
34. KOLLMANN, F. *Tecnología de la madera y sus aplicaciones*. Trad. de 2 ed. alemana por el Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias y el Servicio de la Madera. Madrid, Ministerio de Agricultura, 1959. V. 1. 675 p.
35. LITTLE JUNIOR, E. L. Clave con fichas perforadas de las familias de los árboles tropicales americanos. Boletín del Instituto Latinoamericano de Investigaciones y Capacitación (Venezuela) nº 11:39-58. 1963.
36. \_\_\_\_\_. Clave con fichas perforadas de las familias de los árboles mexicanos. *Turrialba* 18(1):45-59. 1968.
37. \_\_\_\_\_, y DIXON, R. *Arboles comunes de la Provincia de Esmeraldas*. Roma, FAO, 1969. V. 4, 584 p. (FO:SF/ECU 13).

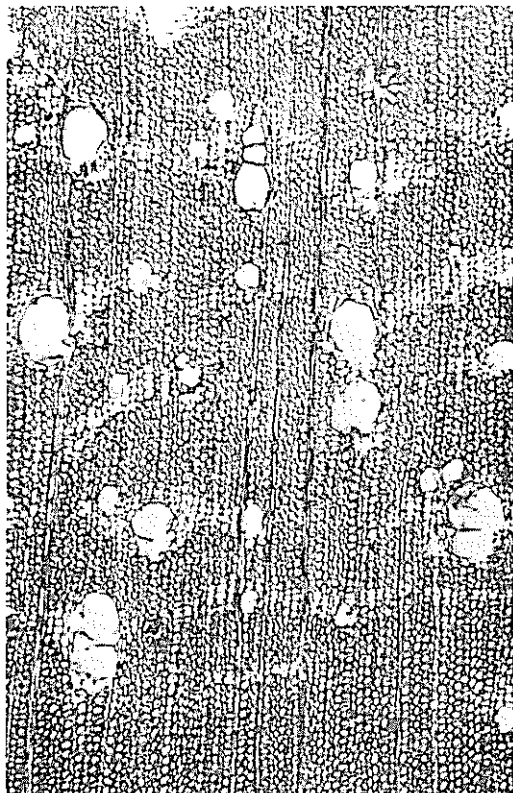
38. MAYORCA, L. DE. Durabilidad natural de 125 maderas de la Guayana Venezolana. Mérida, Laboratorio Nacional de Productos Forestales, 1969. V. 7, 7 p.
39. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Estudio de preinversión para el desarrollo forestal del noroccidente, Ecuador. Informe final, I. General. Roma, 1970. V. 1, 79 p. (FAO/SF:76/ECU 13).
40. PERAZA, D. C. Estudio de las maderas de coníferas españolas y de la zona norte de Marruecos. Madrid. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Boletín nº 83. 1964. 112 p.
41. \_\_\_\_\_ y LOPEZ DE ROMA, A. Estudio de las principales maderas de Canarias. Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, 1967. 220 p.
42. RECORD, J. S. Trees of Honduras. Tropical Woods 10:10-47. 1927.
43. \_\_\_\_\_. American Woods of the family FLACOURTIACEAE. Tropical Woods 68:10-57. 1941.
44. \_\_\_\_\_ y HESS, W. R. Timbers of the new world. New Haven, Yale University Press, 1949. 640 p.
45. REID, E. S. Tecnología de la madera; colección de muestras de madera. Quito, Desarrollo Forestal de Noroccidente, 1965. 10 p. (Mimeografiado).
46. RENDLE, B. J. y CLARKE, S. H. The problem of variation in the structure of wood. Tropical Woods 38:1-8. 1934.
47. \_\_\_\_\_ y CLARKE, S. H. The diagnostic value of measurements in wood anatomy. Tropical Woods 40:27-37. 1934.
48. RICHTER, H. G. Características generales macroscópicas y microscópicas de 113 especies panameñas. Panamá, FAO, 1971, V. 2, pp. 104-453. (FO:SF/PAN 6. Informe técnico 3).
49. SAUER, W. El mapa geológico del Ecuador. Quito, Editorial Universitaria, 1957. 74 p.
50. \_\_\_\_\_. Geología del Ecuador. Quito, Ministerio de Educación, 1965. 383 p.
51. SCHEFFER, T. y DUNCAN, C. The decay resistance of certain Central American and Ecuadorian Woods. Tropical Woods 92:1-17. 1947.

52. STANDARD SOIL COLOR CHART; explanation on its usage. Tokyo, Fujihira Industry, 1965. 16, 14 p.
53. SLOOTEN, H. J. VAN DER. Maderas latinoamericanas, I. Objetivos y especificaciones generales de los estudios. Turrialba, 19(3):409-411. 1969.
54. \_\_\_\_\_, ACOSTA CONTRERAS, I. y AAS, P. S. Maderas latinoamericanas, II. Quercus acuta, Q. costaricensis y Q. eugeniaefolia. Turrialba 19(3):412-418. 1969.
55. \_\_\_\_\_, ACOSTA CONTRERAS, I. y AAS, P. S. Maderas latinoamericanas, III. Podocarpus standleyi, Podocarpus oleifolius, Drimys granadensis, Magnolia poasana y Didymopanax pittieri, Turrialba 20(1):105-115. 1970.
56. \_\_\_\_\_, ACOSTA CONTRERAS, I. y AAS, P. S. Maderas latinoamericanas, IV. Nectandra sp., Ocotea austini, Persea sp. aff. vesticula, Persea schiedeana. Turrialba 20(2):223-232. 1970.
57. \_\_\_\_\_ y GONZALEZ, M. E. Maderas latinoamericanas, V. Carapa sp., Virola koschnyi, Terminalia lucida, y Brosimum costaricanum. Turrialba 20(4):503-510. 1970.
58. \_\_\_\_\_ y GONZALEZ, M. E. Maderas latinoamericanas, VI. Bursera simaruba, Poulsenia armata, Pterocarpus officinalis y Ficus werckleana. Turrialba, 21(1):69-76. 1971.
59. \_\_\_\_\_ et al. Propiedades y usos de ciento trece especies maderables de Panamá. Panamá, FAO, 1971. V. 1, 2, 3. 752 p. (FD:SF/PAN 6. Informe Técnico 3).
60. STANDLEY, P. C. The Mexican and Central American species of Pterocarpus. Tropical Woods 28:10-14. 1931.
61. TORTORELLI, L. A. Maderas y bosques argentinos. Buenos Aires, Acme. 1956. 910 p.
62. VERA-CRUZ, O. P. DA. Las tarjetas perforadas en la identificación de los árboles en el campo. Resumen de seminario. Turrialba, Costa Rica, IICA. 1964. 4 p. (Mimeografiado).
63. VIVANCO, O. et al. Mapa ecológico de la costa y sierra del Ecuador. Ed. preliminar. Quito, Dirección General de Bosques, 1963. Escala 1:1'000.000.
64. WANGAARD, F., KOEHLER, A. y MUSCHLER, A. Properties and uses of tropical woods. Tropical Woods 99:116-121. 1954.

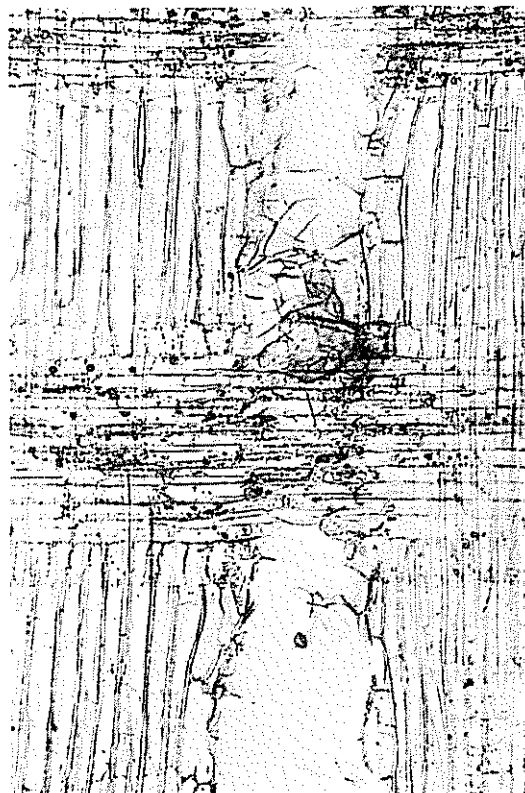
APENDICE



2.1



2.2



2.3

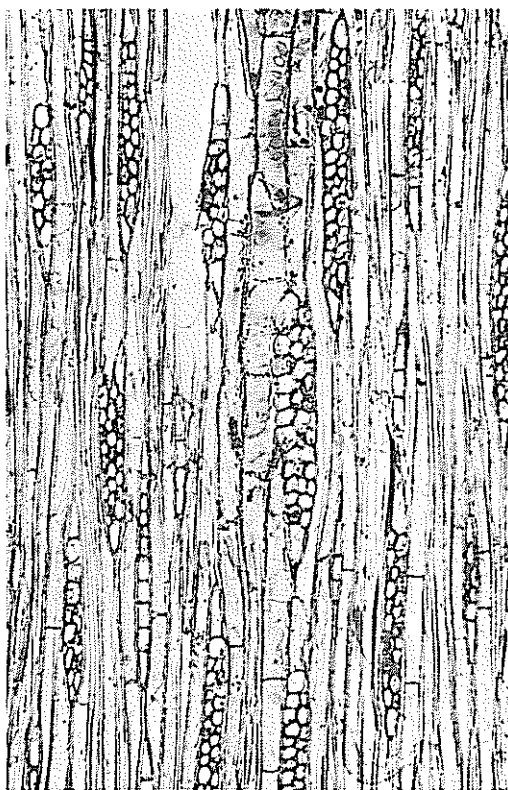


Fig. 2 Características microscópicas de la madera de Beilschmiedia rohliana Lasser 2.1 Corte transversal. 2.2 Corte radial 2.3 Corte tangencial.

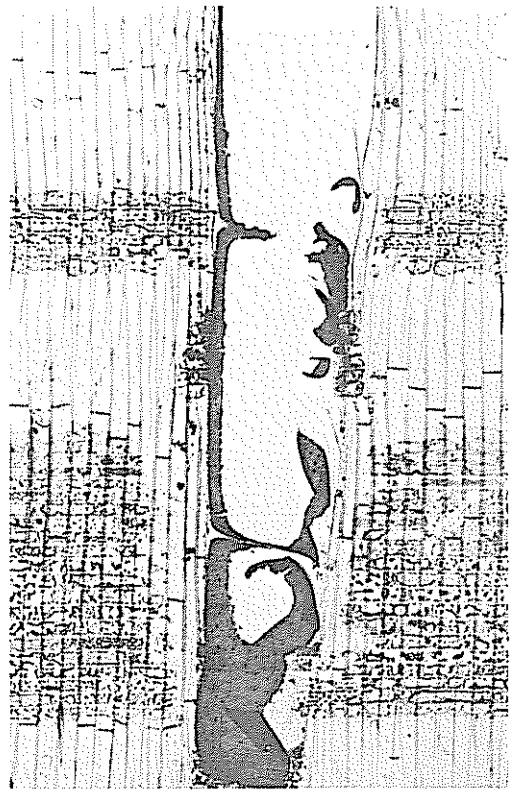
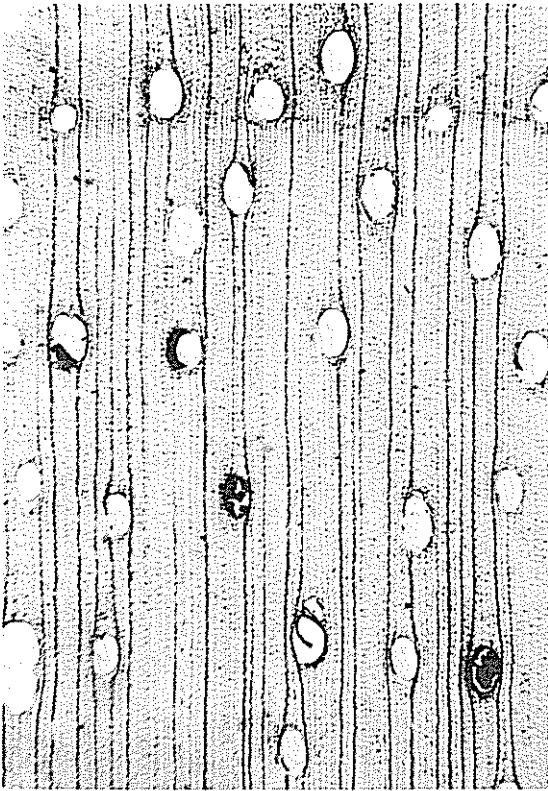


Fig. 3 Características microscópicas de la madera de Cupania cinerea Poep. et Endl 3.1 Corte transversal. 3.2 Corte radial. 3.3 Corte tangencial.

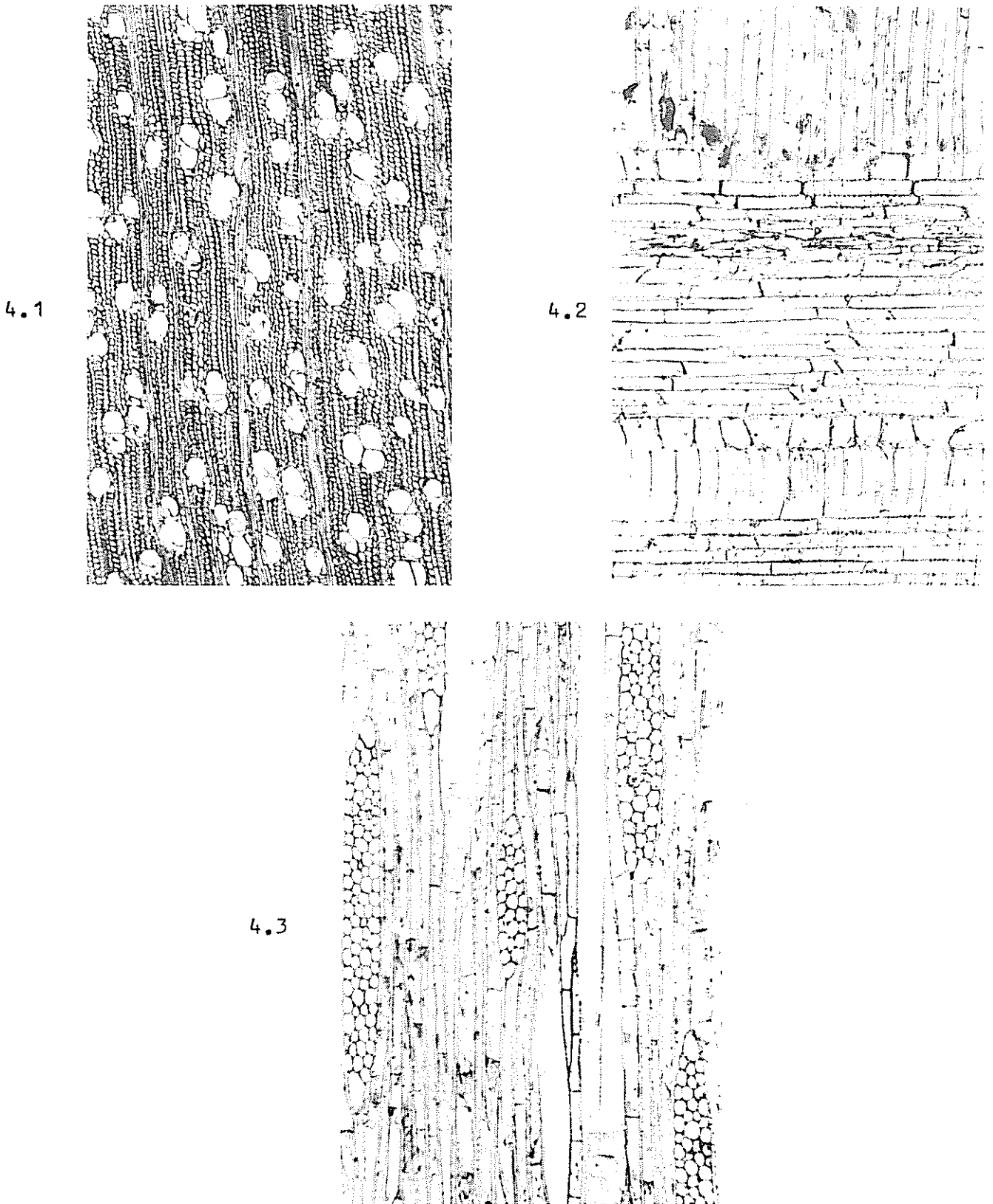
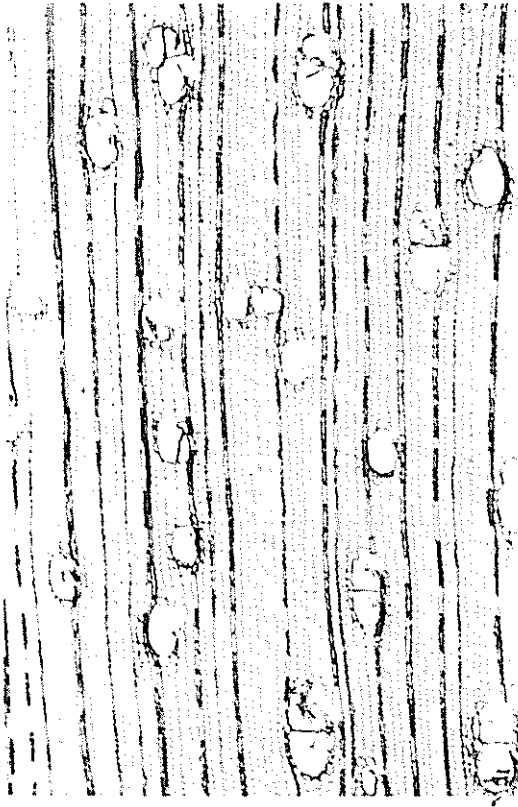
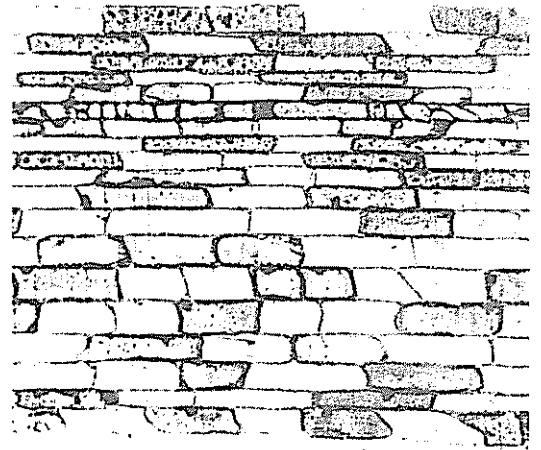


Fig. 4 Características microscópicas de la madera de Dendropanax macrocarpum Cuatr. 4.1 Corte transversal. 4.2 Corte radial. 4.3 Corte tangencial.

5.1



5.2



5.3

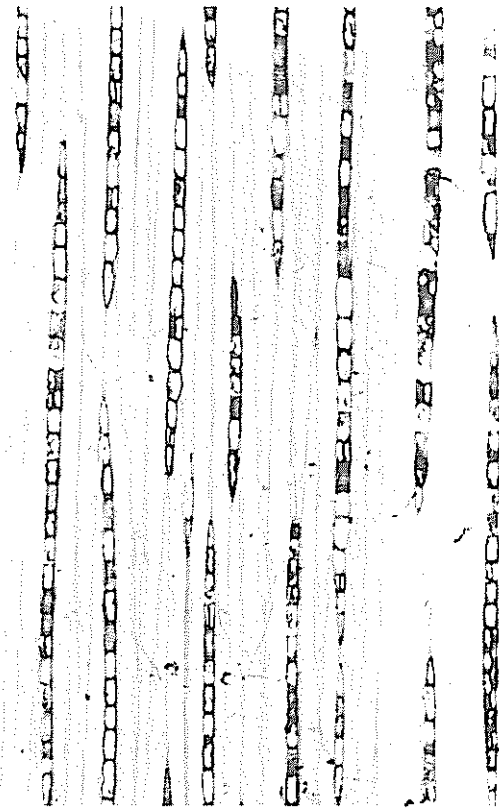
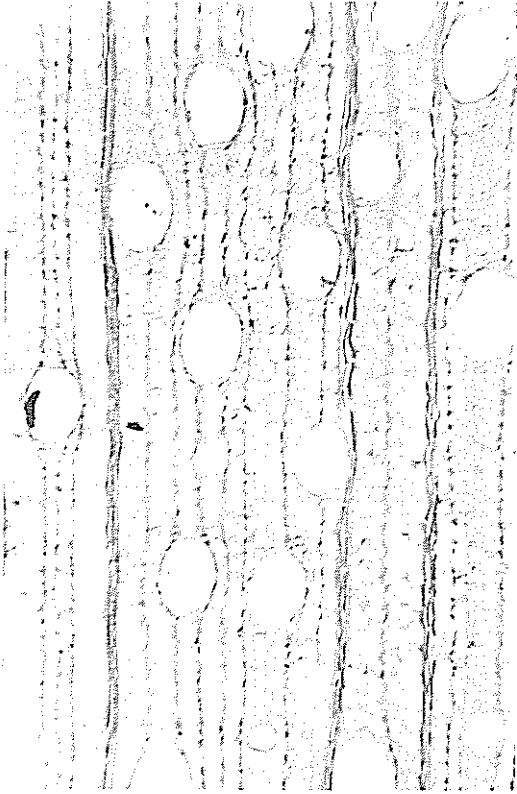


Fig. 5 Características microscópicas de la madera de Dialyanthera gracilipes A. C. Smith 5.1 Corte transversal. 5.2 Corte radial. 5.3 Corte tangencial.

6.1



6.2



6.3

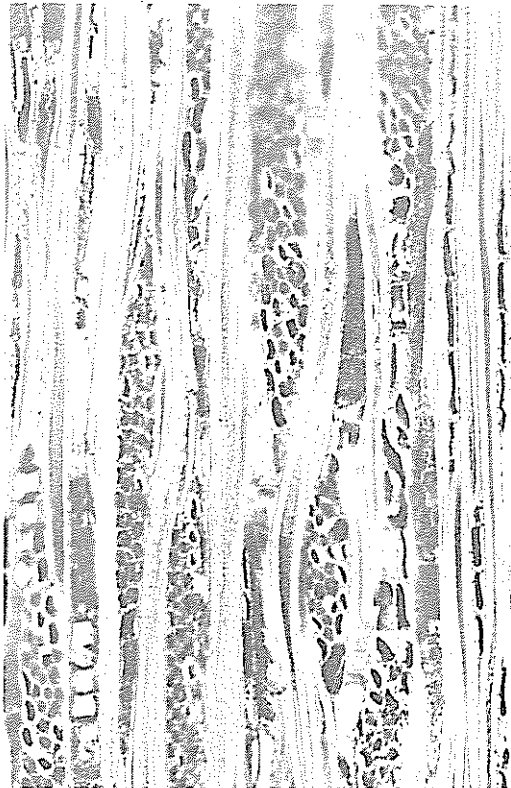


Fig. 6 Características microscópicas de la madera de Hyeronima chocoensis Cuatr. 6.1 Corte transversal. 6.2 Corte radial. 6.3 Corte tangencial..

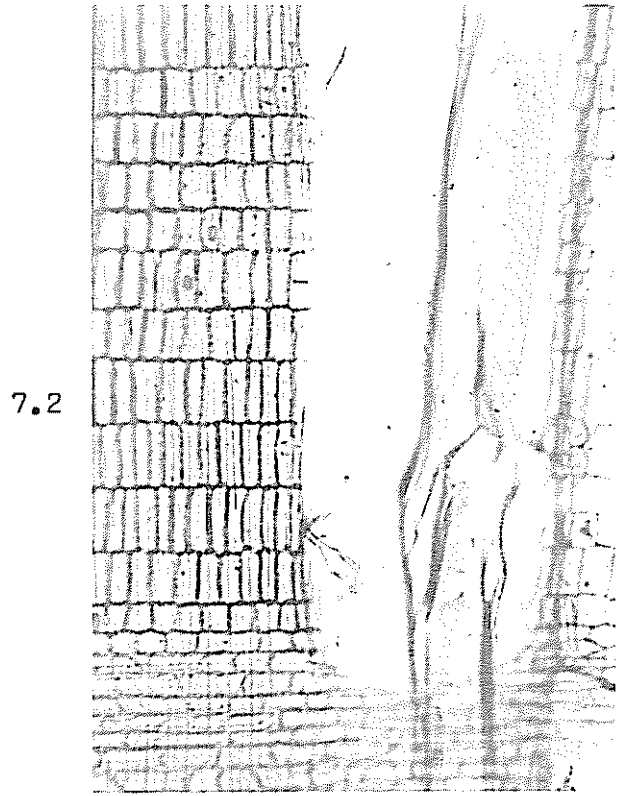
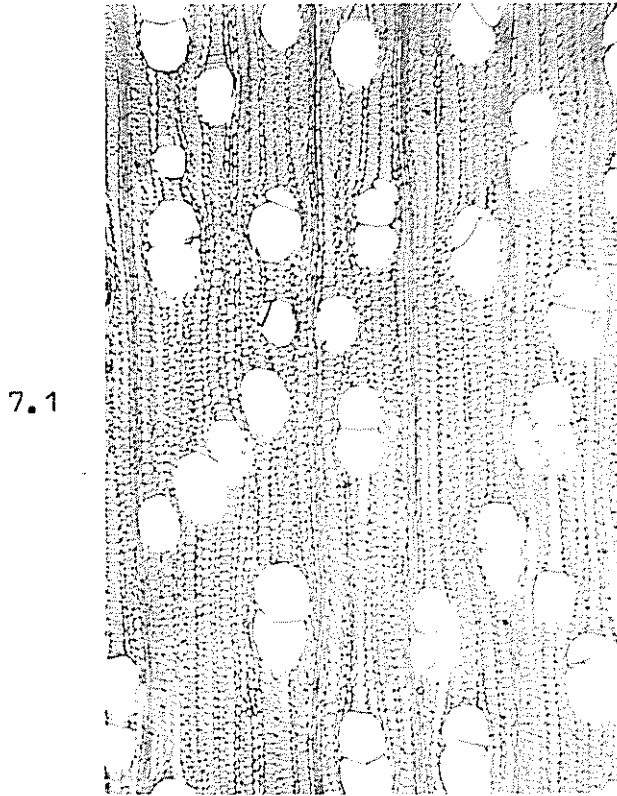


Fig. 7 Características microscópicas de la madera de Laetia procera (Poepp. et Endl) Eichler 7.1 Corte transversal. 7.2 Corte radial. 7.3 Corte tangencial.

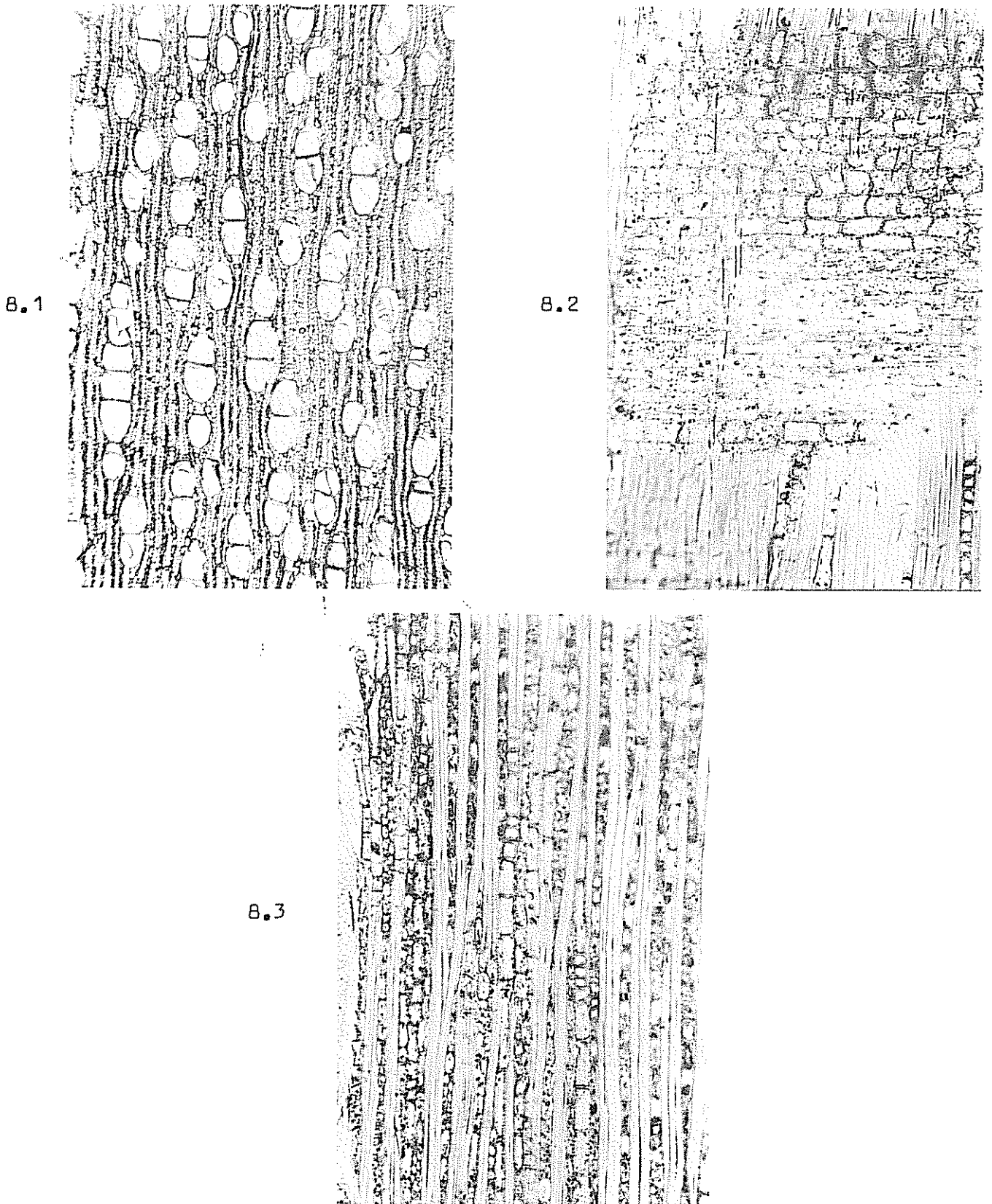


Fig. 8 Características microscópicas de la madera de Minuartia guianensis Aubl. 8.1 Corte transversal. 8.2 Corte radial. 8.3 Corte tangencial.



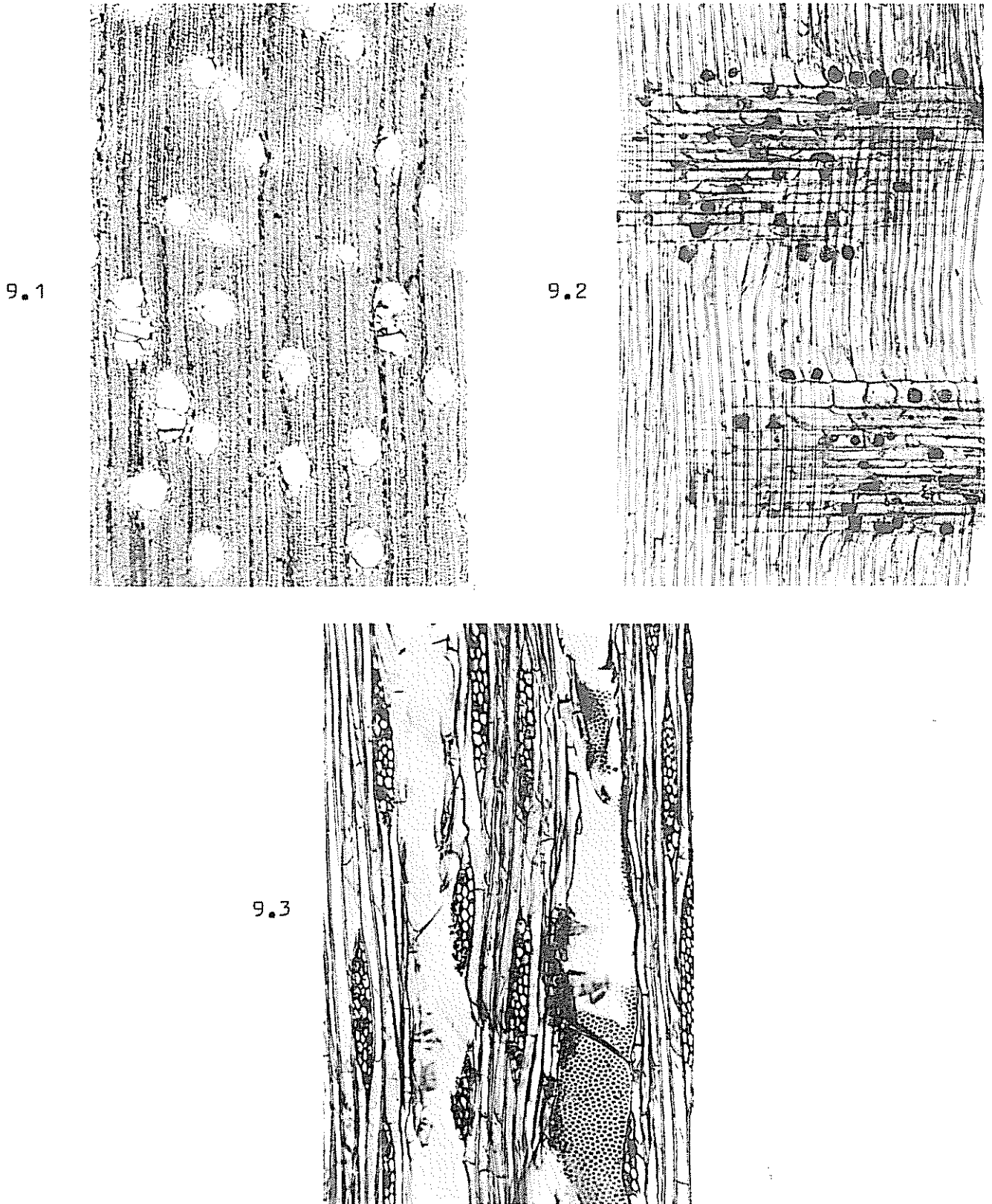


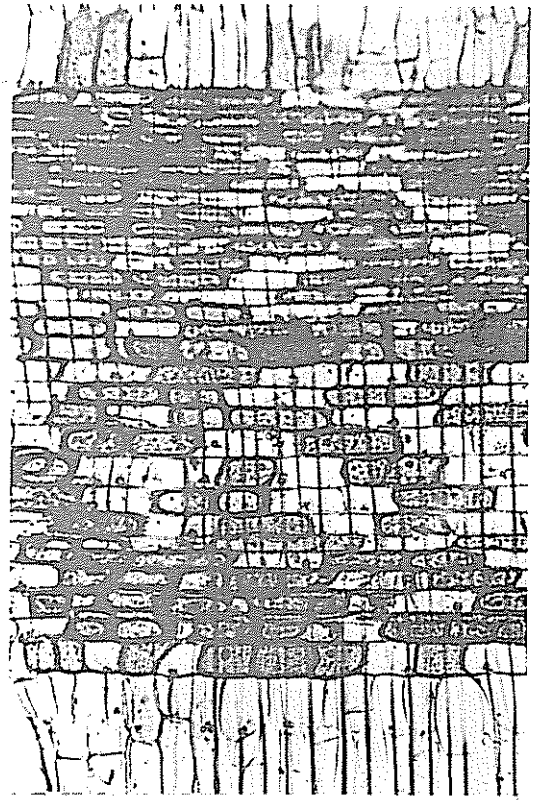
Fig. 9 Características microscópicas de la madera de Nectandra laevis Mez (?) 9.1 Corte transversal. 9.2 Corte radial. 9.3 Corte tangencial.



10.1



10.2



10.3

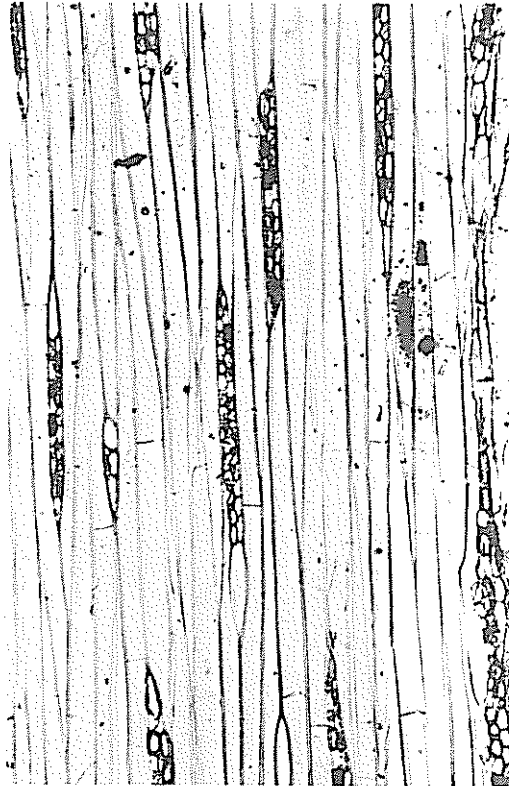
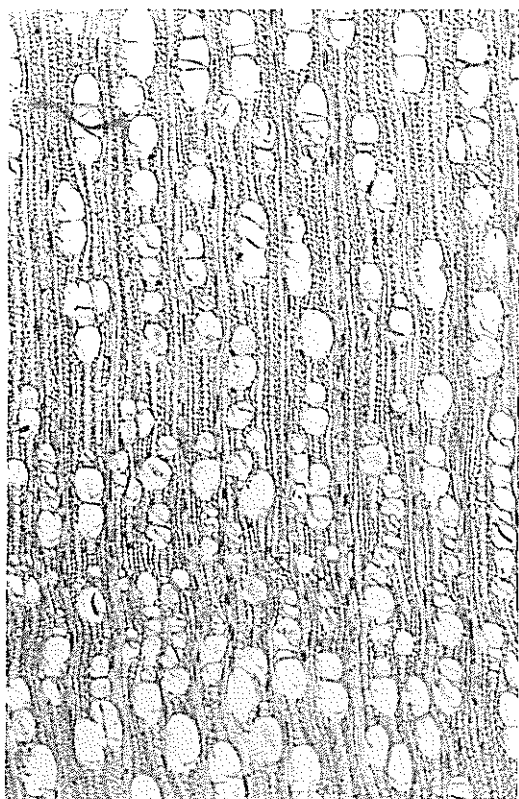


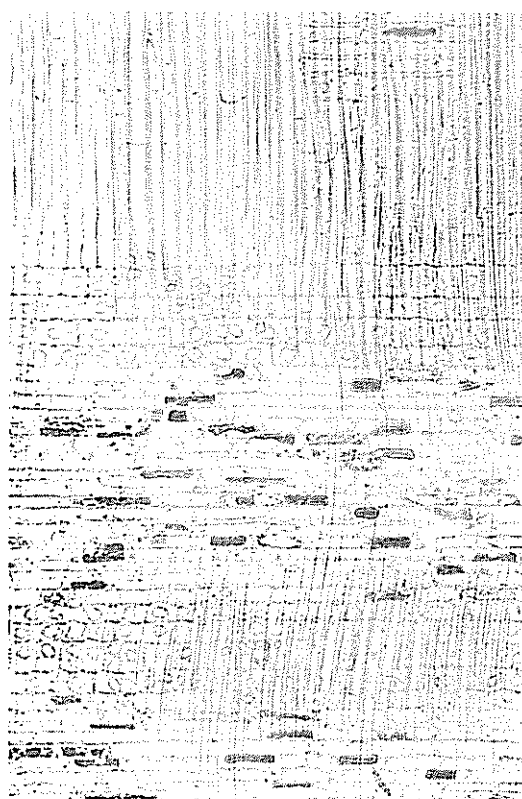
Fig. 10 Características microscópicas de la madera de Ocotea sp.

10.1 Corte transversal. 10.2 Corte radial. 10.3 Corte tangencial.

11.1



11.2



11.3

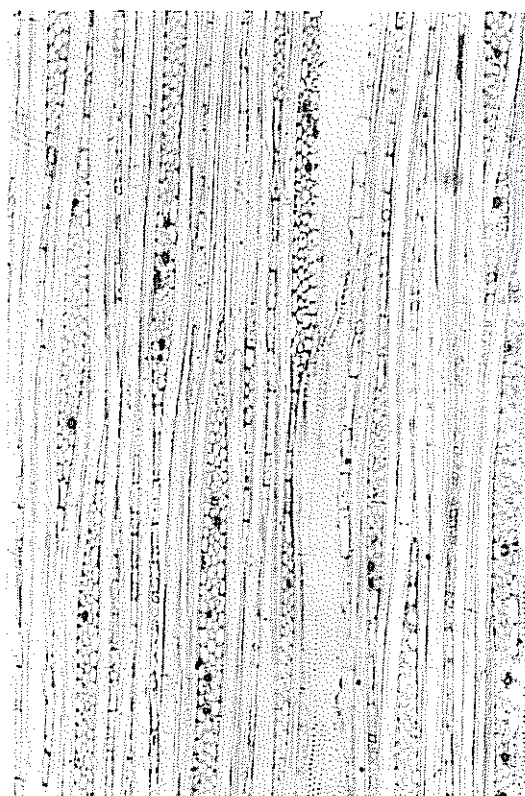


Fig. 11 Características microscópicas de la madera de Pleuranthodendron mexicanum (A. Gray) L. D. Wms 11.1 Corte transversal. 11.2 Corte radial. 11.3 Corte tangencial.

12.1



12.2



12.3

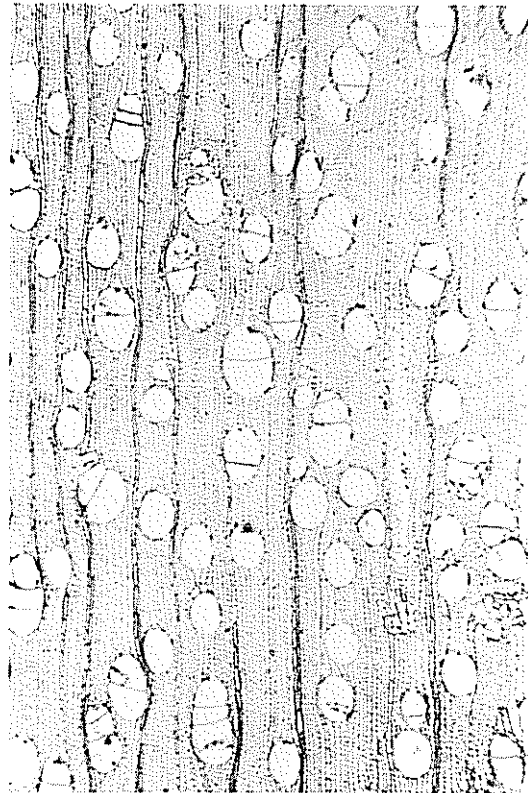
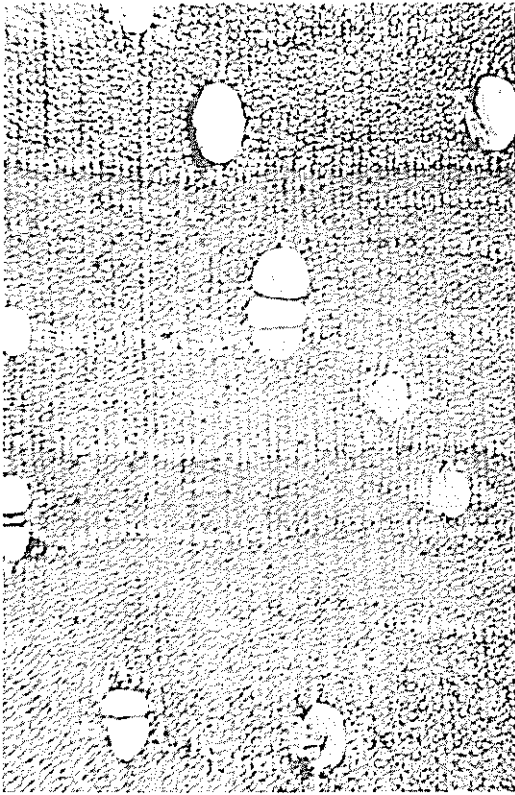
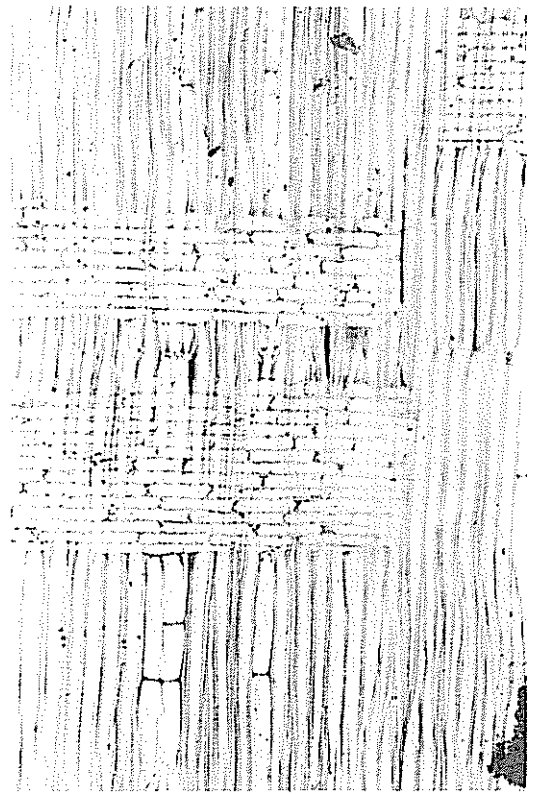


Fig. 12 Características microscópicas de la madera de Protium colombianum Cuatr. 12.1 Corte transversal. 12.2 Corte radial. 12.3 Corte tangencial.

13.1



13.2



13.3

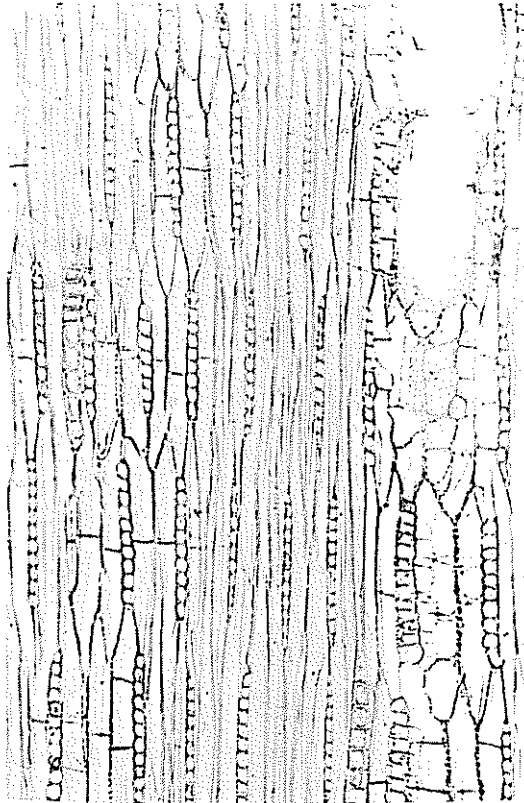
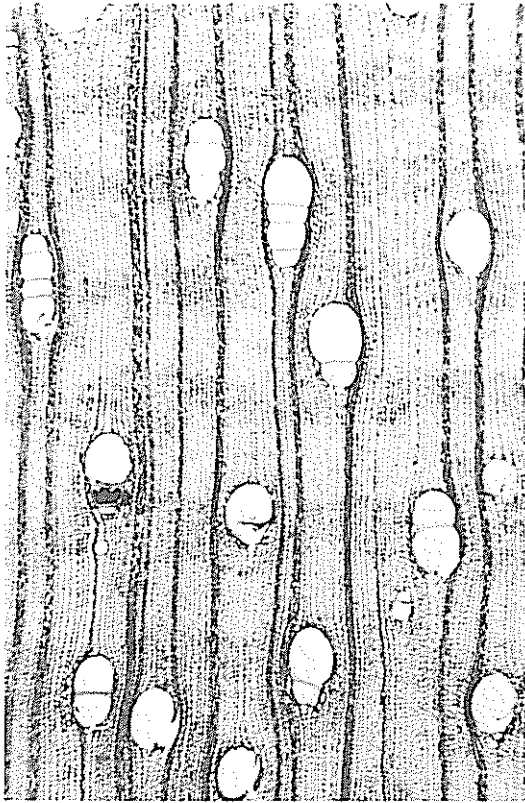
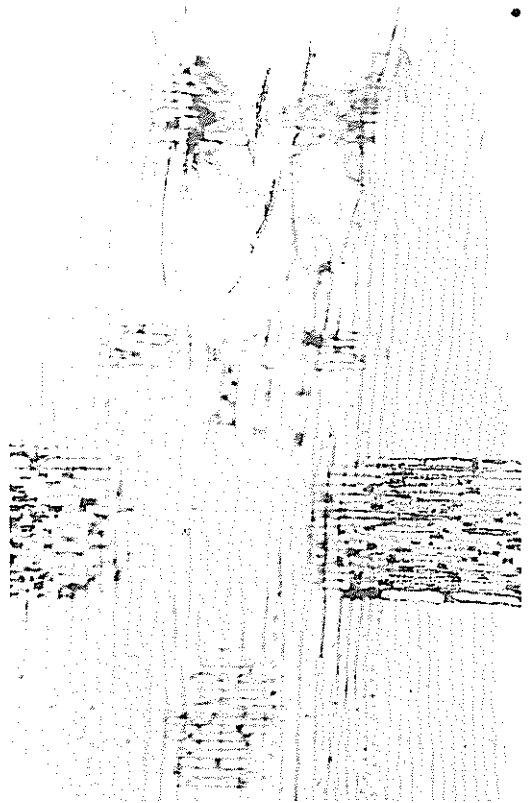


Fig. 13 Características microscópicas de la madera de Pterocarpus officinalis Jacq. 13.1 Corte transversal. 13.2 Corte radial. 13.3 Corte tangencial.

14.1



14.2



14.3

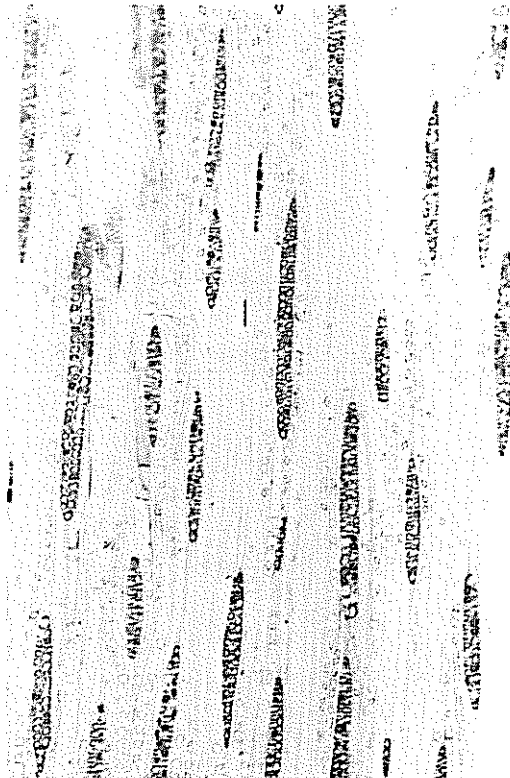
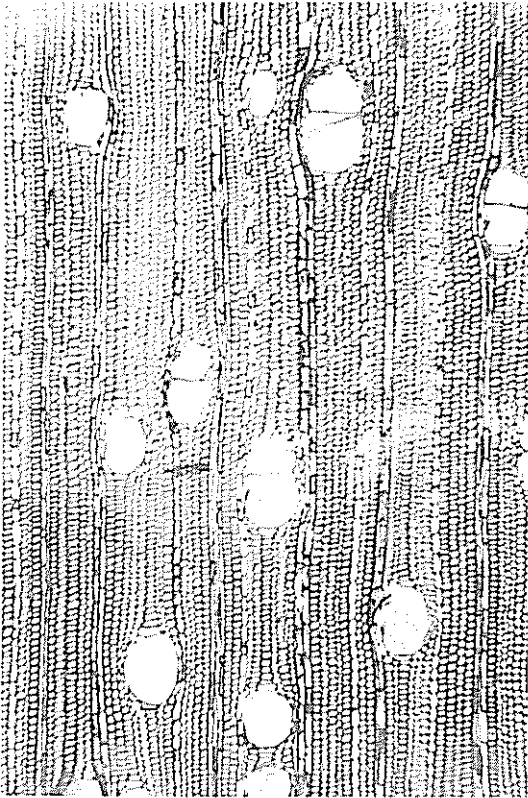
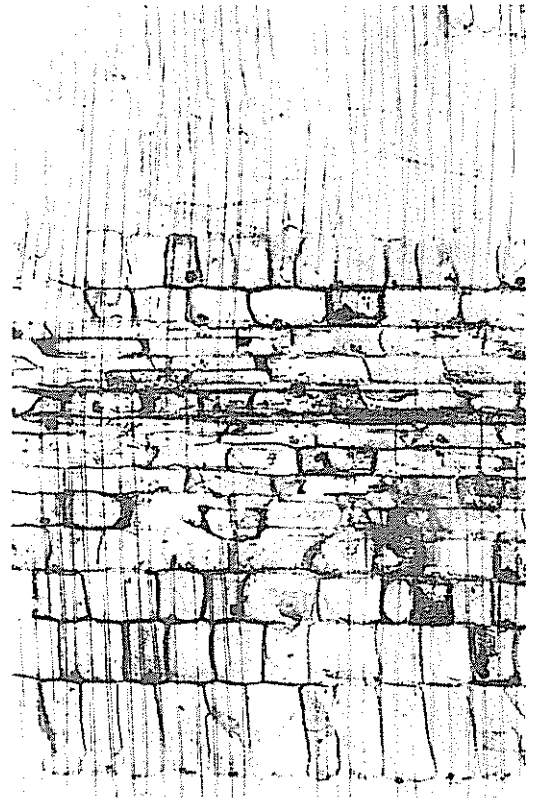


Fig. 14 Características microscópicas de la madera de Triplaris qua-  
yaquilensis Wedd. 14.1 Corte transversal. 14.2 Corte radial.  
14.3 Corte tangencial.

15.1



15.2



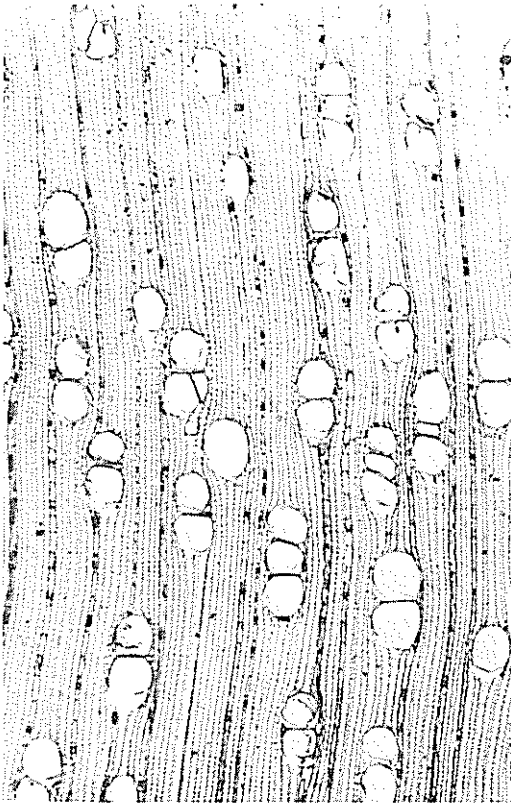
15.3



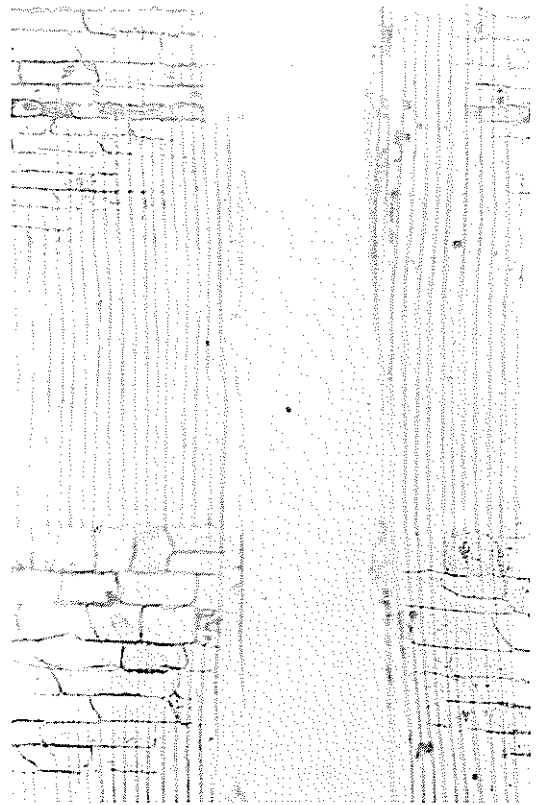
Fig. 15 Características microscópicas de la madera de Virola reidii  
Little 15.1 Corte transversal. 15.2 Corte radial. 15.3 Corte  
te tangencial.



16.1



16.2



16.3



Fig. 16 Características microscópicas de la madera de Virola sebifera Aubl. 16.1 Corte transversal. 16.2 Corte radial. 16.3 Corte tangencial.

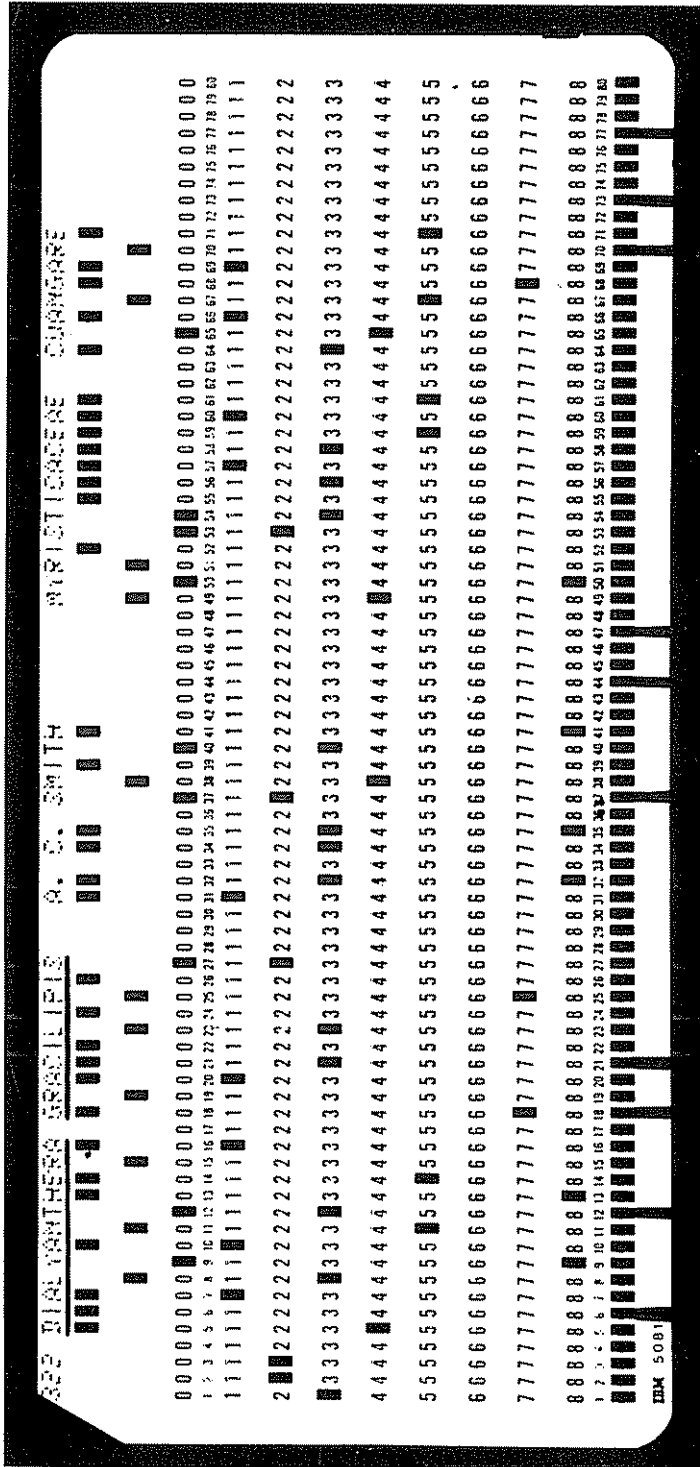


Fig. 17 Tarjeta perforada utilizada para la clave de identificación anatómica de las maderas del Ecuador.



CUADRO 4. Lista de 15 especies forestales ecuatorianas estudiadas

№	Nombre científico	Familia	Nombre común
279	<u>Beilschmiedia rohliana</u> Lasser	LURACEAE	Guaba ardita
259	<u>Cupania cinerea</u> Poepp. et Endl.	SAPINDACEAE	Pialde
260	<u>Dendropanax macrocarpum</u> Cuatr.	ARALIACEAE	
322	<u>Dialyanthera gracilipes</u> A. C. Smith	MYRISTICACEAE	Cuángare
319	<u>Hyeronima chocoensis</u> Cuatr.	EUPHORBIACEAE	Mascarey
277	<u>Laetia procera</u> (Poepp. et Endl.) Eichler	FLACOURTIACEAE	Marcelo
315	<u>Minguartia quianensis</u> Aubl.	OLACACEAE	Guayacán pechiche, Pechiche
256	<u>Nectandra laevis</u> Mez (?)	LURACEAE	Jigua
31	<u>Ocotea</u> sp.	LURACEAE	Chimbusa
313	<u>Pleuranthodendron mexicanum</u> (A. Gray) L. D. Wms	FLACOURTIACEAE	Ahuecador, Huecadó
274	<u>Protium colombianum</u> Cuatr.	BURSERACEAE	Anime blanco, Anime de leña
308	<u>Pterocarpus officinalis</u> Jacq.	PAPILIONACEAE	Bambulo
309	<u>Triplaris quayaquilensis</u> Wedd	POLYGONACEAE	Fernansánchez, Muchín
301	<u>Virola reidii</u> Little	MYRISTICACEAE	Chalviande lampiño, Coco
317	<u>Virola sebifera</u> Aubl.	MYRISTICACEAE	Chalviande, Cacao del monte

CUADRO 5. Propiedades físicas de algunas maderas del Ecuador

Nº	DENSIDAD										CONTRACCIONES													
	Básica	Verde		Seco al aire		Seco al horno		Verde - Seco al aire 20°C 65 % H. R.		Verde - Seco al horno		Rad.	Tang.	Tg/Rd	Long.	Vol.	Rad.	Tang.	Tg/Rd	Long.	Vol.			
		P.S.N.	C.H. 30 %	Densidad	C.H.	20°C y 65 % H.R.	Densidad	C.H.	C.H.=0 %	Rad.	Tang.											Tg/Rd	Long.	Vol.
g.cm <sup>3</sup>	g.cm <sup>3</sup>	%	g.cm <sup>3</sup>	%	g.cm <sup>3</sup>	%	g.cm <sup>3</sup>	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%				
279	0,48	1,00	118	13,4	0,57	13,4	0,54	1,4	4,1	2,9	0,14	5,6	3,5	8,0	2,3	0,27	11,8							
259	0,52	0,81	78	14,1	0,65	14,1	0,52	1,6	3,8	2,5	0,15	5,6	3,8	7,4	1,9	0,28	11,5							
27*	0,35	0,78	119	13,5	0,44	13,5	0,43	3,2	6,9	2,2	0,07	10,2	6,1	11,2	1,6	0,27	17,6							
322	0,34	0,80	136	13,5	0,42	13,5	0,40	2,3	6,0	2,4	0,10	6,6	5,2	10,0	1,8	0,28	15,5							
319	0,54	1,23	92	14,4	0,70	14,4	0,66	3,0	7,6	2,5	0,15	10,8	5,6	11,7	2,1	0,38	17,7							
277	0,62	1,07	73	12,6	0,76	12,6	0,75	2,3	6,6	2,9	0,20	9,1	5,1	11,2	2,2	0,47	16,5							
315	0,71	1,22	72	13,4	0,86	13,4	0,62	1,8	4,8	2,7	0,19	6,8	4,3	9,7	2,3	0,41	14,4							
256	0,46	0,76	83	14,0	0,49	14,0	0,46	1,0	2,7	2,7	0,15	3,9	2,8	6,4	2,3	0,40	9,6							
31	0,27	0,51	63	13,2	0,33	13,2	0,30	1,4	3,6	2,6	0,22	5,2	3,1	6,7	2,2	0,36	10,2							
313	0,60	1,04	72	13,3	0,74	13,3	0,70	1,7	5,1	3,0	0,11	6,9	4,1	9,7	2,4	0,37	14,2							
274	0,41	0,98	136	12,2	0,30	12,2	0,40	1,5	3,5	3,9	0,10	7,4	3,0	9,5	3,2	0,24	12,7							
308	0,67	0,80	106	12,9	0,60	12,9	0,57	3,1	6,2	1,7	0,15	5,5	5,9	8,9	1,5	0,41	15,2							
309	0,54	1,03	89	12,6	0,66	12,6	0,61	1,6	3,7	2,3	0,19	5,5	3,5	7,0	2,0	0,31	10,6							
301	0,36	0,80	124	13,3	0,44	13,3	0,42	2,4	5,0	2,1	0,04	7,4	5,1	8,2	1,6	0,19	13,5							
317	0,35	0,76	110	12,9	0,43	12,9	0,41	2,4	6,2	2,2	0,10	7,8	4,9	8,9	1,6	0,32	14,1							

\*Pertenece a *Dendropanax coccinellum*, especie de características muy parecidas a *Dendropanax macrocarpum*. Tomado de Hoheisel y Karstedt (26).

CUADRO 6. Propiedades mecánicas de algunas maderas del Ecuador.

Nº	DUREZA			CIZALLAMIENTO Paralelo fibras kg/ cm <sup>2</sup>	TENACIDAD m. kg	COMPRESION PARALELA			COMPRESION PERPENDICULAR Esfuerzo al lími- te proporcional
	Extremos kg	Lados				Esfuerzo Lím. prop kg. cm <sup>2</sup>	Módulo Ruptura kg. cm <sup>2</sup>	Módulo Elast. kg. cm <sup>2</sup>	
		Rad.	Tang.						kg. cm <sup>2</sup>
	kg	kg	kg			kg. cm <sup>2</sup>	kg. cm <sup>2</sup>	kg. cm <sup>2</sup>	
279	340	265	275	66	0,96	472	336	94	52
259	420	310	335	95	0,64	347	460	96	52
27	125	115	115						
322	260	170	190	69	0,67	302	360	69	16
319	750	500	505	119	1,67	565	817	164	63
277	730	480	500	121	0,95	456	540	124	62
315	450	520	440	73	1,64	422	615	126	78
256	745	536	660	105	0,60	392	463	64	50
31	55	105	105	32	0,56	156	223	39	15
313	605	543	523	112	1,42	303	500	106	61
274	350	245	245	72	1,17	420	471	124	35
308	585	410	420						
309	540	400	350	62	1,21	434	471	110	54
301	265	185	190						
317	285	205	195	36	0,61	237	319	73	19

CUADRO 7. Maderas del Ecuador con sus características de trabajabilidad.

Nº	Nombre científico	Clasificación según					Trabajabi- lidad
		Grano	Dureza	Gomas	Textura		
279	<u>Beilschmiedia rohliana</u> Lasser	Recto a entrecruzado	Semidura	No tiene	Media	Moderada	
259	<u>Cupania cinerea</u> Poepp. et Endl.	Recto	Semidura	Abundante	Media	Moderada	
260	<u>Dendropanax macrocarpum</u> Cuatr.	Recto	Blanda	No tiene	Fina	Fácil	
322	<u>Dialyanthera gracilipes</u> A. C. Smith	Recto	Semidura	No tiene	Fina	Fácil	
319	<u>Hyeronima chocoensis</u> Cuatr.	Entrecruzado	Dura	Abundante	Media	Moderada	
277	<u>Laetia procera</u> (Poepp. et Endl.) Eichler	Crespo	Muy dura	No tiene	Media a gruesa	Difícil	
315	<u>Minuartia quianensis</u> Aubl	Entrecruzado	Dura	No tiene	Media	Moderada	
256	<u>Nectandra laevis</u> Mez (?)	Entrecruzado	Semidura	No tiene	Media	Moderada	
31	<u>Ocotea</u> sp.	Recto	Blanda	No tiene	Media	Moderada	
313	<u>Pleuranthodendron mexicanum</u> (A. Gray) L. O. Wms	Recto	Dura	No tiene	Fina	Fácil	
274	<u>Protium colombianum</u> Cuatr.	Recto a entrecruzado	Semidura	Abundante	Fina a media	Moderada	
308	<u>Pterocarpus officinalis</u> Jacq.	Recto a entrecruzado	Semidura	Abundante	Media a gruesa	Moderada	
309	<u>Triplaris guayaquilensis</u> Wedd.	Recto a entrecruzado	Dura	Abundante	Media	Moderada	
301	<u>Virola reidii</u> Little	Recto	Semidura	No tiene	Media	Fácil	
317	<u>Virola sebifera</u> Aubl	Recto	Semidura	No tiene	Fina a media	Fácil	