

00345

20j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ANATOMIA DE LA MADERA EN ARBOLES Y
ARBUSTOS DEL MATORRAL XEROFILO
DE TEHUACAN, PUEBLA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS
(BIOLOGIA VEGETAL)

P R E S E N T A :
LEONOR ANA MARIA ABUNDIZ BONILLA

DIRECTORA DE TESIS:
M. en C. JOSEFINA BARAJAS BONILLA

MEXICO, D. F.

1999.

270388

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZO EN EL LABORATORIO DE ANATOMÍA DE MADERAS DEL INSTITUTO DE BIOLOGÍA U.N.A.M, BAJO LA DIRECCIÓN DE LA M. en C. JOSEFINA BARAJAS MORALES.

DEDICATORIA

A Enrique por compartir su vida conmigo y por mostrarme que los esfuerzos, por mínimos que sean valen la pena.

A mis padres Carmen y Bernardino por la suerte que tengo de aún contar con ellos y por proporcionarme los primeros aprendizajes en mi vida.

A mi familia por su apoyo incondicional en las buenas y en las malas e impulsarme constantemente para seguir adelante.

A mis amigos por su amistad y por sus “porras” para seguir adelante con mi superación.

AGRADECIMIENTOS

A la M. en C. Josefina Barajas Morales por su apoyo, supervisión y comentarios realizados a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

Al Instituto de Biología de la U.N.A.M. por haberme permitido realizar este trabajo dentro de sus instalaciones.

Al jurado integrado por: Dra. Guadalupe Judith Márquez Guzmán, M. en C. Josefina Barajas Morales, Dr. Fernando Chiang Cabrera, Dr. Sergio Rafael Silvestre Cevallos Ferriz, Dr. Pedro Guillermo Angeles Alvaréz, Dr. Guillermo Laguna Hernández y al M. en C. Calixto León Gómez por su paciente revisión del manuscrito, así como sus comentarios y sugerencias al mismo.

Al Biól. Pedro Tenorio Lezama por su apoyo en la obtención del material fotográfico de campo, así como en el trabajo de campo y determinación del material colectado.

Al Sr. Miguel Hernández por su ayuda en el trabajo de campo y en la preparación de las tablillas.

A la Lic. Hada Georgina Curiel por su apoyo desinteresado al escanear las figuras fotográficas del trabajo.

Finalmente a todas las personas que convivieron conmigo en el laboratorio y que hicieron muy grata y fructífera mi estancia en el Instituto de Biología.

CONTENIDO

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
ANTECEDENTES	7
OBJETIVOS	10
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	11
LOCALIZACIÓN DEL ÁREA, CLIMA, SUELO, VEGETACIÓN	11
METODOLOGÍA	
I. TRABAJO DE GABINETE	13
II. TRABAJO DE CAMPO	13
III. TRABAJO DE LABORATORIO	13
IV. MEDICIONES	14
V. DESCRIPCIONES	15
VI. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	15
RESULTADOS	
DESCRIPCIONES ANATÓMICAS DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS	16
ANACARDIACEAE	
<i>Cyrtocarpa procera</i> Kunth	17
<i>Pistacia mexicana</i> Kunth	18
<i>Rhus</i> sp.	19
BERBERIDACEAE	
<i>Berberis quinquefolia</i> (Standl.) Marroq.	20
BOMBACACEAE	
<i>Ceiba parvifolia</i> Rose	22
BORRAGINACEAE	
<i>Ehretia latifolia</i> DC.	23
BURSERACEAE	
<i>Bursera copallifera</i> (Sessé & Moc.) Bullock	24
<i>Bursera morelensis</i> Ramírez	25
COMPOSITAE	
<i>Gochnatia purpusii</i> Brandegee	27
ERYTHROXYLACEAE	
<i>Erythroxylum compactum</i> Rose	28
EUPHORBIACEAE	
<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	29
<i>Bernardia mexicana</i> (Hook. & Arn.) Muell. Arg.	30
FOUQUIERLACEAE	
<i>Fouquieria formosa</i> Kunth	32

GARRYACEAE	
<i>Garrya ovata</i> Benth.	33
KRAMERIACEAE	
<i>Krameria cytisoides</i> Cav.	34
LABIATAE	
<i>Salvia candicans</i> Mart. & Gal.	35
LEGUMINOSAE	
Caesalpinioideae	
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	37
<i>Cercidium praecox</i> (Ruíz & Pav.) Harms	38
<i>Conzattia multiflora</i> (Robinson) Standl.	39
<i>Senna galeottiana</i> (Martens) Irwin & Barneby	40
Faboideae	
<i>Calia secundiflora</i> (Ortega) Yakovlev	41
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	43
<i>Harpalyce formosa</i> Mociño & Sessé ex DC.	44
<i>Lonchocarpus oaxacensis</i> Pittier	45
Mimosoideae	
<i>Acacia bilimekii</i> Macbr.	46
<i>Acacia subangulata</i> Rose	47
<i>Havardia acatlensis</i> (Benth.) Britton & Rose	48
<i>Leucaena esculenta</i> (Mociño & Sessé ex DC.) Benth.	50
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.)	51
M. C. Johnston	
MALPIGHIACEAE	
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) H.B.K.	52
MELIACEAE	
<i>Cedrela salvadorensis</i> Standl.	53
OLEACEAE	
<i>Forestiera phillyreoides</i> (Benth.) Torrey	55
RHAMNACEAE	
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roemer & Schultes) Zucc.	56
<i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Mociño) M. C. Johnston	57
ROSACEAE	
<i>Cercocarpus fothersgilloides</i> Kunth	58
RUBIACEAE	
<i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) Kunth	59
<i>Coutaportla ghiesbreghtiana</i> (Baillon) Urban	61
<i>Randia capitata</i> DC.	62

RUTACEAE	
<i>Casimiroa calderoniae</i> Chiang & Gonz.-Medr.	63
<i>Helietta lucida</i> Brandegee	64
<i>Ptelea trifoliata</i> L.	65
SAPOTACEAE	
<i>Bumelia salicifolia</i> (L.) Sw.	66
VERBENACEAE	
<i>Citharexylum tetramerum</i> Brandegee	67
DISCUSIÓN	
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ÁRBOLES Y ARBUSTOS	70
I. CARACTERÍSTICAS GENERALES	71
II. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS	72
III. ECOLOGÍA	84
CONCLUSIONES	85
GRÁFICAS DE PORCENTAJES	87
GRÁFICAS DE DIFERENCIAS ESTADÍSTICAS	98
CUADRO 1. COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS GENERALES DOMINANTES EN ÁRBOLES Y ARBUSTOS	101
CUADRO 2. COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DOMINANTES EN ÁRBOLES Y ARBUSTOS	101
CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS GENERALES EN ÁRBOLES	102
CUADRO 4. CARACTERÍSTICAS GENERALES EN ARBUSTOS	104
CUADRO 5. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE ÁRBOLES	105
CUADRO 6. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE ARBUSTOS	107
FIGURAS 1-43 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS	109
FIGURAS 44-86 CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS	116
BIBLIOGRAFÍA	140

RESUMEN

En el presente trabajo se estudiaron y compararon datos de un total de 43 especies del Matorral Xerófilo de Tehuacán, Puebla, de las cuales 26 son árboles y 17 son arbustos. Se describen características generales de corteza y madera, así como características microscópicas de la madera tales como longitud, diámetro, frecuencia y agrupación de vasos, tipo de porosidad, tipo de punteaduras intervasculares y de vaso a radio, así como presencia de engrosamientos en espiral, gomas, almidón, tálides y cristales; longitud, tipo y pared de fibras, además de presencia de traqueidas; altura, abundancia, seriación y tipo de radios; tipo y abundancia de parénquima axial. En las especies de Tehuacán los arbustos presentan vasos cortos, de diámetro pequeño, principalmente agrupados y muy numerosos, porosidad difusa y punteaduras intervasculares pequeñas, fibras libriformes cortas, de pared delgada a gruesa y casi en la mitad de las especies se presentan traqueidas, radios extremadamente bajos, de muy numeroso a numerosos, heterocelulares y radios combinados de uni, bi, tri y multiseriados. Los árboles se diferencian en presentar vasos de diámetro mediano, principalmente solitarios, pocos, con punteaduras intervasculares medianas, fibras medianas y de pared delgada, radios muy bajos, de moderadamente numerosos a numerosos y radios multiseriados. Se observa una dominancia de caracteres que corresponden a una seguridad hídrica en los arbustos y una mayor eficiencia en los árboles.

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas en México ocupan aproximadamente el 40 % de la superficie total del país repartidas en diferentes estados de la República, por lo tanto resulta prioritario conocer las características biológicas y ecológicas en general de éstas regiones, para tratar de aprovechar al máximo la gama tan diversa de recursos que nos ofrecen tratando, al mismo tiempo, de conservar las áreas con todas sus características y potencialidades.

Una de éstas zonas es el Valle de Tehuacán, Puebla en donde las condiciones topográficas, fisiográficas y climáticas permiten el establecimiento de diversas asociaciones de plantas, en ellos existe una gran diversidad de especies de importancia económica y taxonómica como lo reporta Dávila (1983) y Dávila y col. (1993), así como de importancia florística (Jaramillo y González-Medrano, 1983), además de presentarse un gran número de especies endémicas según los reportes de Miranda (1948), Smith (1965) y Dávila y col. (1993), entre otros.

Por otro lado, algunos autores consideran que en zonas secas o extremadamente secas, el xilema secundario de las dicotiledóneas puede mostrar en su estructura la influencia del estrés hídrico (Carlquist y Hoekman, 1985). Las especies de áreas desérticas y semidesérticas, entre ellas las del matorral xerófilo, están bien adaptadas a las condiciones de escasez de agua y por lo tanto al estrés hídrico producido por las prolongadas sequías típicas de esas zonas. Dicho estrés hídrico, considerado como un estado de tensión en la savia, puede ocasionar la formación de microburbujas de vapor de agua y aire que pueden llenar, en cuestión de segundos vasos completos, fenómeno que se denomina cavitación, y que si persiste puede llegar a inutilizar permanentemente esos vasos, lo que se conoce como embolismo.

De esta manera, la disponibilidad de agua, la temperatura, la distribución altitudinal y geográfica influyen en las características anatómicas del individuo en general y muy particularmente en su sistema de conducción de agua (xilema). Para las plantas que sobreviven en estas zonas, el problema fisiológico principal es mitigar la presión hídrica negativa y los riesgos de embolismos (Baas, Werker y Fahn, 1983; Lindorf, 1994).

La resistencia a la sequía en las plantas leñosas puede darse por diversos mecanismos, por ejemplo: hojas pequeñas y partidas, numerosos tricomas, la formación de paredes y cutículas gruesas, así como el desarrollo adicional de tejido esclerenquimático, aumento en el número de estomas y del mesofilo en empalizada; tallos carnosos y fotosintéticos, etc. y en cuanto al sistema vascular se ha visto que la presencia de vasos múltiples en vez de solitarios, evitan la interrupción total de la conducción, ya que si un vaso de mayor tamaño se emboliza, puede verse substituido en su función por varios vasos de diámetro más pequeño.

Como forma de respuesta a la alta presión negativa del xilema, algunas especies desarrollan características anatómicas con tendencia a la especialización en cuanto al diámetro,

la longitud, la frecuencia y la agrupación de vasos, así como al tamaño de las punteaduras intervasculares, además de que tales características anatómicas pueden estar relacionadas con adaptaciones a las zonas secas de otras partes de la planta como son las hojas xeromórficas, succulencia, deciduidad, profundidad o extensión de raíces, o caminos fotosintéticos especiales (Lindorf, 1994).

ANTECEDENTES

Los trabajos sobre anatomía de la madera realizados en vegetación de regiones áridas son escasos, más aún los que se refieren a la comparación entre arbustos y árboles. Uno de los primeros trabajos reportados en este sentido es el de Webber (1936) sobre madera de arbustos esclerófilos y desérticos de California en donde se estudia la relación entre la estructura de la madera y las características climáticas, observando la tendencia de los arbustos desérticos a presentar elementos de vaso cortos, angostos, de porosidad difusa, con radios pequeños y numerosos, y anillos de crecimiento angostos en la madera temprana, bien provistos de vasos y parénquima.

Bailey (1944) al arreglar en series a las dicotiledóneas según el incremento de especializaciones de sus vasos, encuentra correlaciones significativas estadísticamente entre éstas y la presencia de tipos específicos de células traqueales imperforadas, radios y parénquima. También menciona que las lianas, trepadoras, suculentas, acuáticas y xerófitas presentan un alto grado de especialización vascular, por lo que considera que una clasificación natural debe involucrar la anatomía de todas las partes de la planta, ya que el establecer relaciones filogenéticas claras entre los vasos pueden permitir un fundamento básico para el análisis e interpretación de otras estructuras vasculares.

Carlquist (1982) considera que características como los engrosamientos en espiral y otras formas accesorias en vasos ayudan a resistir la cavitación, al incrementarse la adhesión de las moléculas de agua a las paredes celulares.

Carlquist y Hoekman (1985) en su trabajo sobre anatomía ecológica de las maderas de la flora del sur de California analizan las características maderables de los diferentes hábitats existentes y demuestran estadísticamente los grados de xeromorfia, además consideran que la agrupación de vasos es una estrategia adaptativa a la xeromorfia, y proporcionan las características xeromórficas observadas, tales como numerosos vasos por milímetro cuadrado, elementos de vaso angostos y cortos, presencia de traqueidas vasicéntricas y vasculares, engrosamientos helicoidales, así como anillos de crecimiento muy evidentes. También mencionan las tendencias que sigue cada especie o grupo de especies para permanecer en un hábitat determinado. Además determinan como características de significancia estadística a la

platina de perforación escalariforme y a la presencia de traqueidas verdaderas.

Por su parte Baas y Carlquist (1985) hacen una comparación entre las floras del sur de California y la de Israel y zonas aledañas, las cuales presentan regiones con vegetación desértica y esclerófila (o chaparral) similares y donde sus diferencias están marcadas principalmente por su composición florística y por las adaptaciones propias de cada especie para asegurar eficiencia en el transporte del xilema y en la resistencia a la sequía, la cuál es diferente para cada taxa; en ellas se observó un paralelismo sorprendente en cuanto a tipos de platinas de perforación, longitud de vasos y frecuencia de los engrosamientos helicoidales, pero no así en la agrupación de vasos y en la porosidad de los anillos de crecimiento, con tendencias similares. Ambos trabajos apoyan el que los vasos de ambientes xéricos son angostos y cortos.

Baas y Zhang (1986) en su anatomía de árboles y arbustos de 9 géneros de Oleaceae en China, encontraron características propias para árboles y arbustos; sin embargo puntualizan que las características que separan a esos grupos son: tipo de elementos traqueales imperforados (fibras libriformes y fibrotraqueidas), distribución y agrupación de vasos, presencia o ausencia de traqueidas vasculares y de parénquima en bandas, presencia de engrosamientos vasculares y tamaño de las punteaduras intervascuales. En general se mencionan características para los taxa mesofíticos y xéricos, en donde estos últimos presentan características como vasos cortos de diámetro angosto, numerosos, con presencia de engrosamientos en espiral presentes en árboles pero no en arbustos de zonas desérticas. Además consideran que los datos ecológicos son muy limitados ya que se obtuvieron de la literatura florística que en ocasiones proporcionan datos muy generales al respecto.

Fahn y col. (1986) en su trabajo sobre anatomía de la madera e identificación de árboles y arbustos de Israel y regiones aledañas, mencionan que mediante la comparación entre vegetación mésica y xérica, o comparando entre grupos relacionados del mismo género o familia que ocupen hábitats diferentes, es como se pueden establecer tendencias ecológicas. Distinguen entre los elementos más xéricos de la flora y elementos tropicales que sobreviven cerca de arroyos y oasis, basándose estas diferencias en las condiciones de suelo o capacidad de retención hídrica, salinidad y/o disponibilidad de agua subterránea. Para ellos, las especies desérticas se localizan en áreas con 25 a 250 mm de lluvia anual y las mediterráneas con precipitación de 400 a 1000 mm, ambas con largos períodos de sequía; según este estudio la conductividad relativa parece ser más alta en árboles que en arbustos. Muchas de las características observadas en este trabajo se presentan en otras partes del mundo y en algunos casos su interpretación funcional es tentativa y concuerda con los conocimientos que se tienen sobre transporte xilemático y rangos de transpiración.

Barajas-Morales (1985) compara la anatomía de la madera de árboles de dos zonas tropicales de México y encuentra diferencias en: color de la madera (claras en Los Tuxtlas, oscuras en Chamela), presencia de inclusiones en el parénquima axial, abundancia de radios y grosor de pared en fibras, con diferencias más significativas en el diámetro y abundancia de

vasos, longitud de vasos y fibras, en gravedad específica y el grosor de la pared en vasos. Barajas-Morales (1987) analiza, para las mismas zonas, la gravedad específica y reporta que para especies de zonas secas la densidad es alta y para zonas húmedas es baja. En otro trabajo Barajas-Morales y León-Gómez (1989) efectúan la anatomía de la madera de 72 especies de la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco, en el cual además de describir la madera, se aportan datos sobre distribución y usos. Estos trabajos pueden considerarse pioneros en lo que se refiere a la anatomía de la madera de especies que sobreviven en zonas con bajo porcentaje de humedad.

Baas y Schweingruber (1987) en su trabajo sobre tendencias ecológicas en la anatomía de árboles, arbustos y trepadoras de Europa, analizan las tendencias ecológicas de vasos, traqueidas y fibras, en donde se observa una disminución en la presencia de platinas escalariformes, vasos exclusivamente solitarios y fibrotraqueidas, así como un aumento en el dimorfismo de vasos y la presencia de traqueidas vasculares bajo condiciones climáticas que van de templadas a mediterráneas.

Comparando fósiles y especies actuales Wheeler y col. (1991), apoyan las tendencias que se han propuesto en lo que se refiere a las características de la madera, tomando en cuenta el hábitat donde se desarrollan, tales tendencias se resumen en:

- 1) Las especies de ambientes mesofíticos presentan vasos largos, angostos, angulares, con pared delgada, frecuentemente con platinas de perforación escalariforme con muchas barras.
- 2) En las especies de ambientes tropicales el diámetro de vasos es mayor, disminuye la frecuencia de vasos y domina la platina de perforación simple, aunque en algunas especies puede presentarse la platina escalariforme pero con un menor número de barras.
- 3) En las especies adaptadas a temperaturas frías los vasos son cortos, angostos, muy frecuentes y con muchos engrosamientos helicoidales.
- 4) En las especies de ambientes xéricos los vasos se presentan con un elevado número por mm^2 , son cortos y angostos, abundan los vasos agrupados de diferentes tamaños (dimorfismo de vasos), con pared gruesa y la mayoría con platina de perforación simple.

Lindorf (1994) menciona, apoyada en las ideas de Zimmerman, que los caracteres que contribuyen a la seguridad hidráulica en las plantas de sitios secos, son: elementos de vaso cortos con diámetro pequeño, numerosos, agrupados y con punteaduras intervasculares pequeñas; la anatomía de la madera xeromórfica puede coexistir con adaptaciones del cuerpo de la planta como deciduidad, follaje xeromórfico, raíces profundas y extendidas, así como succulencia de las mismas. Sin embargo, en otras especies las características xeromórficas del cuerpo de la planta pueden permitir la presencia de madera con características mesomórficas.

Por lo tanto, los trabajos sobre anatomía de la madera donde se compare la anatomía entre árboles y arbustos son escasos, y más aún los que se refieren a especies de zonas áridas,

por lo que para nuestro país este es el primer trabajo que se plantea en este sentido.

OBJETIVOS

Conocer la anatomía de la madera en especies arbóreas y arbustivas propias del Matorral Xerófilo de algunas zonas del Valle de Tehuacán, Puebla.

Realizar descripciones anatómicas de cada especie que contribuyan como parámetro en la diferenciación de las mismas especies.

Comparar la anatomía de árboles y arbustos analizando si hay diferencias entre ellos y si estas son estadísticamente significativas.

Correlacionar los aspectos climáticos generales como temperatura y accesibilidad de agua con las características anatómicas de las especies estudiadas.

CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

LOCALIZACIÓN DEL AREA

Las especies incluidas en este trabajo se recolectaron en una parte de la zona denominada como Valle de Tehuacán (véase mapa), localizada en la porción sureste del estado de Puebla así como en la parte norte de Oaxaca. El Valle de Tehuacán está rodeado por la Sierra Madre Oriental, que recibe diferentes nombres locales a lo largo de la zona. Dentro de estas serranías está la Sierra de Zongolica que separa los estados de Puebla y Veracruz, y al suroeste se encuentra la Sierra de Zapotitlán que colinda con Oaxaca (Dávila 1983).

CLIMA

El clima que se presenta se debe a la sombra orográfica que producen la sierras Juárez y Zongolica. Por lo que se observa un clima semiárido BS₀ y BS₁ con condiciones de temperatura cálida y semicálida, régimen de lluvias de verano y con poca a extremosa oscilación de temperatura.

La altitud promedio es de 1500 m s.n.m. (en Tehuacán) y desciende hasta cerca de 650 m hacia el sur del Valle, en Tecomovaca, Oax.

El promedio anual de lluvias, en Tehuacán, es de 478 mm con una precipitación mayor entre junio y septiembre, y la temperatura media anual en áreas semicálidas esta entre 18 y 22 °C (García 1981).

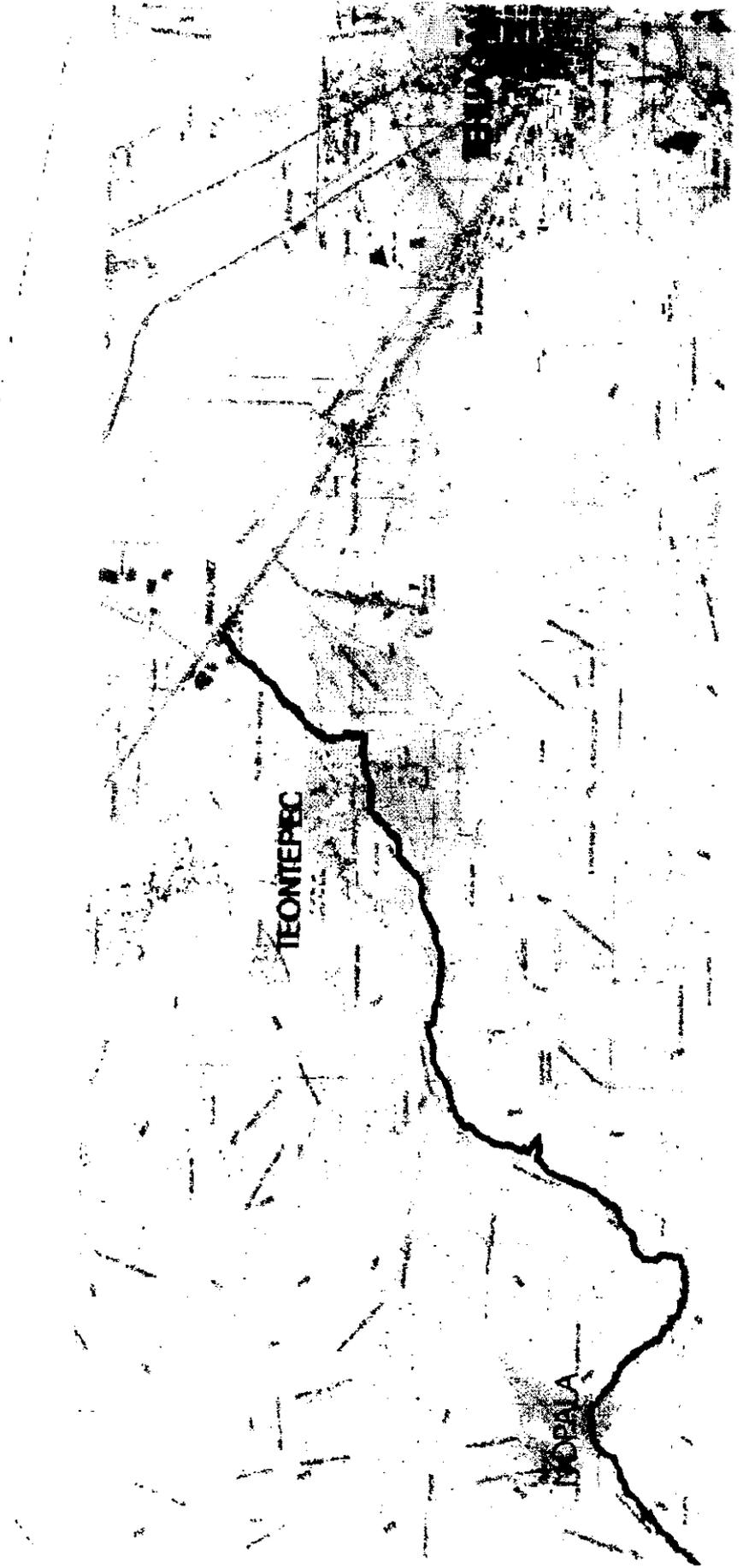
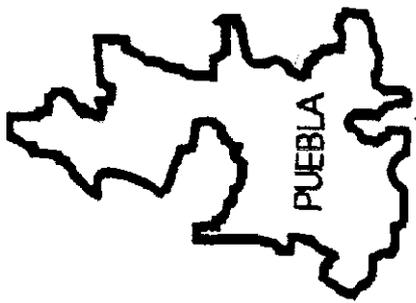
Hacia Cuicatlán el clima es seco BS₀, la lluvia es menor y el promedio anual es de 301 mm con una mayor precipitación entre junio y febrero, y la temperatura media anual en áreas cálidas es mayor a 22 °C (García 1981).

SUELO

En Tehuacán se presenta una combinación de litosol, rendzinas y faeozem háplico. Hacia Cuicatlán se presentan combinaciones de luvisol vertico, litosol y regosol eútrico, y en Quiotepec faeozem háplico (Dávila 1983).

VEGETACIÓN

La cubierta vegetal de las zonas áridas y semiáridas en México varía mucho desde el punto de vista fisonómico, pero diferentes autores reconocen y denominan una serie de tipos de vegetación que se presentan en este tipo de zonas. Rzedowski (1983) sintetiza todas las comunidades de porte arbustivo, propias de zonas áridas y semiáridas, bajo el término de



matorral xerófilo.

En la zona de estudio se encuentran asociaciones de *Yucca periculosa* con manchas de cuajotal con diferentes especies arbóreas de 4 a 6 metros tales como *Acacia cochliacantha*, *Acacia subangulata*, *Bursera arida*, *B. hindsiana*, *B. galeottiana*, *B. morelensis*, *Ceiba parvifolia*, *Ipomea nana*, *Ipomea wolcottiana*, *Iresine rotundifolia*, *Jatropha dioica*, *Ayenia fruticosa* en algunos sitios con *Conzattia multiflora*, *Pseudosmodium andrieuxii* y en zonas muy secas con *Fouquieria formosa*, principalmente sobre terrenos rocosos y someros de caliza con salinidad elevada (Jaramillo y González-Medrano 1983, Miranda 1948, Smith 1965).

En algunas áreas de la zona de estudio dominan géneros como *Agave*, *Hechtia*, *Dasyllirion*, *Beaucarnea gracilis*, *Nolina* y *Yucca periculosa*, junto con varias especies de *Rhus*, *Ephedra compacta*, *Gochnatia purpusii*, *Leucophyllum pringlei*, *Cercocarpus rotundifolia*, *Acanthothamnus aphyllus*, *Castela texana*, *Condalia* sp. Nopaleras, principalmente con *Opuntia* sp., en sitios donde se han destruido selvas bajas caducifolias o espinosas, dominando especies como *Prosopis laevigata*, *Acacia bilimekii*, *A. constricta*, *Lysiloma acapulcensis*, *Agonandra racemosa*; también dominan varias especies de arbustos asociadas con especies como *Ptelea trifoliata*, *Forestiera* sp., *Leucophyllum pringlei*, *Calia secundiflora*, *Condalia* sp., en las zonas más secas, dominan especies como *Ceiba parvifolia*, *Amphypterygium adstringens*, *Capparis incana*, *Cercidium praecox*, *Acacia cochliacantha*, *Prosopis laevigata*, *Fouquieria* sp. (Dávila 1983).

Para este trabajo se observó que las especies se distribuyen en varias de las asociaciones antes mencionadas, por lo que *Forestiera phillyreoides*, *Berberis quinquefolia*, *Salvia candicans*, *Calia secundiflora*, *Karwinskia humboldtiana*, *Ptelea trifoliata*, *Gochnatia purpusii*, *Bauhinia divaricata*, *Cercocarpus fothergilloides*, *Rhus* sp., *Pistacia mexicana*, *Ehretia latifolia*, *Prosopis laevigata*, *Bumelia salicifolia*, *Garrya ovata*, *Bouvardia longiflora*, *Coutapotla ghiesbreghtiana*, *Citharexylum tetramerum*, *Krameria cytisoides* y *Senna galeottiana* se recolectaron en un matorral esclerófilo; *Casimiroa calderoniae*, *Acacia subangulata*, *Bernardia mexicana*, *Randia capitata*, *Harpalyce formosa*, *Byrsonima crassifolia*, *Helietta lucida*, *Erythroxylum compactum*, *Leucaena esculaenta*, *Havardia acatlensis* y *Eysenhardtia polystachya* se recolectaron en un matorral espinoso; *Lonchocarpus oaxacensis*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Bursera copallifera*, *Cedrela salvadorensis*, *Cercidium praecox*, *Bursera morelensis*, *Ceiba parviflora*, *Acacia bilimekii*, *Ziziphus amole*, *Cyrtocarpa procer*, *Fouquieria formosa* y *Conzattia multiflora* se recolectaron en una selva baja caducifolia.

MÉTODO

I. TRABAJO DE GABINETE

En base a bibliografía (Dávila, 1983) se tomaron datos climáticos y edáficos, para posteriormente correlacionarlos con la anatomía de las especies.

II. TRABAJO DE CAMPO

Inicialmente se seleccionaron árboles (26) y arbustos (17) maduros para realizar el estudio anatómico de la madera, al mismo tiempo se recolectaron los respectivos ejemplares de herbario como respaldo al estudio, los cuales fueron depositados en el herbario MEXU.

Los ejemplares seleccionados fueron derribados y se tomaron datos como: tipo de vegetación, altura del ejemplar, diámetro a la altura del pecho (dap), fuste, tipo de copa, forma de vida y algunos datos particulares de cada especie. Además de características como tipo de corteza, color y grosor de la misma, así como tamaño y descripción de lenticelas, tomando en cuenta el manual de cortezas de Barajas-Morales y Pérez-Jiménez (1990).

De cada especie se obtuvo una troza de 40 cm de longitud aproximadamente, de ésta troza se separó una sección transversal completa (rodaja) de 5 cm de grosor para la elaboración de laminillas, la otra parte de la troza se utilizó para elaborar las tablillas que se depositaron en la Xiloteca del Instituto de Biología.

III. TRABAJO DE LABORATORIO

Con las tablillas y las rodajas se obtuvieron características anatómicas generales de la madera, tales como: color (tomando en cuenta las tablas de Munsell, 1954), textura, grano, lustre, brillo, dureza y vetado, de acuerdo a la comparación con la tabla especial para características generales que se encuentra en el laboratorio de anatomía de la madera del Instituto de Biología, además de olor y sabor, obtenidos directamente del ejemplar.

Las características microscópicas (Panshin & De Zeeuw, 1970) se estudiaron en laminillas obtenidas a partir de cubos de 1 cm³ sometidos a la técnica habitual utilizada en el laboratorio de Anatomía de la Madera del Instituto de Biología, UNAM., la cual consistió en:

Ablandamiento.- En la mayoría de las especies (las burseras se ablandaron con agua) se utilizó etilendiamina al 10 %, con tiempos variables que van desde una hasta cuatro horas dependiendo de la dureza de la especie.

Corte.- Con el microtomo de deslizamiento se realizaron cortes en sección transversal, tangencial y radial de 25-30 µm de grosor aproximadamente (Kukachka, 1977).

Tinción.- Con Safranina en solución acuosa saturada.

Deshidratación.- Con alcoholes graduales desde 50% hasta alcohol absoluto y por último se sumergió en xilol.

Montaje.- Se colocó un corte transversal, tangencial y radial en el portaobjetos, para montarlos con resina sintética y obtener finalmente 10 laminillas fijas por muestra.

IV. MEDICIONES

A) Gravedad Específica.- Con otra parte de las muestras se analizó la gravedad específica, relacionando masa entre volumen de agua desplazado, para lo cual se obtuvieron cubos de 5 cm³ sometidos previamente a deshidratación a 105 °C durante 24 hrs.

B) Estructuras Celulares:

Características Mensurables.- Para medir las estructuras celulares completas se utilizó material macerado, tomando muestras de cada especie en forma de astilla de aproximadamente 2 cm de longitud por 1 cm de ancho, se colocó en una mezcla de 1:1 de agua-solución Jeffrey (Johansen, 1940) durante 12 a 18 hrs., dependiendo de la especie; se lavaron las muestras con agua y se colocaron dentro de un frasco con solución agua-alcohol-glicerina para posteriormente ser observadas al microscopio óptico (lupa y objetivo de 10X).

Las medidas promedio de las diferentes estructuras anatómicas mensurables se obtienen por medio de una reglilla micrométrica.

a) Longitud, diámetro (los más dominantes) y tamaño de punteaduras intervasculares (25 mediciones de cada una, en sección transversal).

b) Tipo y número de poros por mm² (10 campos) contando tanto solitarios como agrupados; los agrupados se consideraron como uno (sección transversal).

c) Altura de radios (25 mediciones en sección tangencial), tomando en cuenta los radios más grandes y frecuentes.

d) Frecuencia de radios por mm (contando la frecuencia en 10 diferentes áreas, en sección transversal).

e) Longitud, diámetro tangencial*, grosor de pared de las fibras, tomados al azar (25 mediciones de cada una, en material disociado).

Características No Mensurables.- A las características no mensurables sólo se les describió su morfología y su presencia, tales características son: porosidad, arreglo y disposición de poros, grosor de pared de los elementos de vaso, ornamentación y tipo de punteaduras intervasculares; tipo y grosor de fibras, presencia de traqueidas; tipo, arreglo y abundancia del

* Para las medidas de longitud y diámetro de todas los elementos celulares, se obtuvo la desviación estándar (d.e.).

parénquima, además de engrosamientos en espiral y cristales, así como de contenidos gomosos, tñlides y almidón, ya sea en vasos, fibras o células de parénquima axial y radial. Las características mesurables y no mesurables más representativas, se concentraron en sus cuadros respectivos.

Para establecer las diferencias significativas entre árboles y arbustos estudiados, se realizaron gráficas de gravedad específica; longitud, diámetro y agrupación de vasos, poros/mm², porosidad y tamaño de punteaduras intervasculares; longitud, tipo y pared de fibras; altura, abundancia, tipo y seriación de radios; abundancia y tipo de parénquima axial dominante; además de la presencia de ornamentaciones, aberturas coalescentes y engrosamientos en espiral en vasos, así como la presencia de inclusiones como gomas, tñlides y cristales en vasos y parénquima axial o radial; dichas gráficas permitieron mostrar la correlación entre árboles y arbustos.

V. DESCRIPCIONES

La terminología utilizada para las descripciones está basada en la del Comité de Nomenclatura de la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA, 1964); la clasificación de tamaños de las estructuras en base a Chattaway (1932) y por el comité de unificación de términos para el tamaño celular (IAWA 1937, IAWA 1939) y en IAWA, 1989.

VI. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los caracteres cuantitativos obtenidos se sometieron a una prueba estadística de t, para demostrar cuáles son las características anatómicas que presentan diferencias significativas entre árboles y arbustos.

RESULTADOS

DESCRIPCIONES ANATÓMICAS DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS

ANACARDIACEAE

Cyrtocarpa procera Kunth

Nombres comunes: chupandía (Pue.), baricoca, copalcocote, copalcojote, chucumpum (Gro.), machocote, maxocote, palo de chupandía (Oax.). (Martínez, 1994), coco de cerro (Alto Balsas).

Distribución: Desde Jalisco hasta Puebla y Oaxaca. (Standley, 1920-26).

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 6 m de altura y d.a.p. de 26 cm, tallo tortuoso que se ramifica a 1 m del suelo, copa extendida y ancha.

C O R T E Z A: Escamosa, con escamas irregulares y algunas áreas rugosas y lisas, de color gris rojiza con manchas blanquecinas, desprendimiento en escamas irregulares, lenticelas dispersas y escasas de 2 a 5 mm de diámetro, olor dulce cuando fresca y sabor ligeramente astringente; corteza interna de 4 mm y la externa de 7 mm de grosor.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 1) Albura de color blanco rosáceo a rojizo muy claro con manchas ligeramente verdosas producidas por hongos, lustre medio, textura fina, grano ligeramente ondulado a entrecruzado, moderadamente dura y medianamente pesada, presentando 0.48 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 44)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno anguloso, en proporción similar entre solitarios y agrupados de 2 a más de 5, arreglados en cadenas radiales, moderadamente numerosos, 19/mm², pequeños con diámetro tangencial de 96 µm (d.e. 12) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 488 µm (395-602 µm; d.e. 63), platinas de perforación simples con inclinación de 30-40°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas ornamentadas de 8 µm de diámetro.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso, con series de 3 a 7 células, algunas con inclusiones de cristales prismáticos y contenidos gomosos.

Parénquima radial: Los radios son moderadamente numerosos, 7/mm, heterogéneos,

multiseriados hasta con 6 series, formados por células procumbentes en el cuerpo y con 1 a 2 hileras de células erectas en los márgenes; son radios muy bajos con altura promedio de 600 μm (d.e. 74), presentan contenidos gomosos, algunas con un canal intercelular e inclusiones de un solo cristal prismático en las células erectas.

Fibras: De tipo libriformes, con 1 o 2 septos, moderadamente cortas con longitud promedio de 844 μm (630-1072 μm ; d.e. 108), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 μm y 24 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: Corteza empleada como sustituto de jabón. (Standley, 1920-26).

Pistacia mexicana Kunth

Nombres comunes: socoya (Pue.)

Distribución: Desde Coahuila y Tamaulipas hasta Guerrero y Chiapas. (Standley, 1920-26)

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 5 m de altura y d.a.p. de 18 cm, tronco gris-café claro.

C O R T E Z A: Lisa a ligeramente rugosa, de color café rojiza con manchas más claras, escasas lenticelas rojizas dispersas de 2 a 3 mm de abertura, olor ligeramente resinoso en fresco, sabor muy levemente astringente, grosor total de la corteza de 5 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 2) Albura de color blanco cremoso con algunas áreas dañadas de color café oscuro o amarillo verdoso, lustre medio, textura fina, grano recto, dura y pesada, presentando 0.83 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 45)

Vasos: Porosidad anular, poros de contorno ovalado, principalmente solitarios y en grupos 2 a más de 5, arreglados en cadenas radiales y en racimos principalmente en la madera tardía, moderadamente numerosos, 18/mm², pequeños con diámetro tangencial de 98 μm (d.e. 10) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos, con longitud promedio de 295 μm (207-376 μm ; d.e. 51), platinas de perforación simples con inclinación de 45°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas con 4 μm de diámetro. Con engrosamientos en espiral a través de todo el vaso.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso, con series de 2 a 4 ó hasta con 8 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 8/mm, heterogéneos, principalmente biseriados y algunos triseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo y con una hilera de células erectas en uno o en ambos márgenes; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 388 μm (d.e. 56), en ocasiones las células erectas con inclusiones de cristales prismáticos, algunos radios con un canal intercelular notable.

Fibras: De tipo libriformes, muy cortas con longitud promedio de 688 μm (489-846 μm ; d.e. 85), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 μm y 12 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

Rhus sp.

Nombres comunes: azumaque (Pue.).

Distribución: Puebla (Dávila y colaboradores 1993).

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 1.70 m de altura y d.a.p. de 4 cm.

C O R T E Z A: Escamosa, de color café a café grisáceo con manchas más claras, desprendimiento en escamas pequeñas irregulares muy variables en tamaño y forma, de aprox. 1 cm, corteza interna de 1.5 mm y la externa de 1.5 mm de grosor.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 3) Albura de color crema ligeramente rosáceo y amarillento, duramen amarillo oro a rojizo, lustre alto, textura de mediana a fina, grano

recto, moderadamente dura y medianamente pesada, presentando 0.67 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 46)

Vasos: Porosidad anular, poros de contorno ovalado a anguloso, principalmente en grupos de 2 a más de 5 y solitarios en menor cantidad, arreglados en bandas tangenciales, en cadenas radiales y en racimos, numerosos, 34/mm², pequeños con diámetro tangencial de 88 µm (d.e. 15) en promedio.

Los elementos de vaso son cortos con longitud promedio de 260 µm (154-366 µm; d.e. 12), platinas de perforación simples con inclinación de 20 a 30°; punteaduras intervasculares alternas, areoladas con 5 µm de diámetro y las de vaso a radio más grandes de ovaladas a alargadas.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso, con células fusiformes y con series de 2 a 4 células por segmento, algunas con inclusiones de cristales prismáticos.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 9/mm, heterogéneos, principalmente uniseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo y con 1-5 hileras de células erectas en los márgenes, en ocasiones éstas se acomodan alternadamente; son radios extremadamente bajos, con altura promedio de 477 µm (d.e. 73.2) y algunas con inclusiones de cristales prismáticos.

Fibras: De tipo libriforme, muy cortas con longitud promedio de 578 µm (414-819 µm; d.e. 92), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, espesor de 3 µm y 14 µm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

BERBERIDACEAE

Berberis quinquefolia (Standl.) Marroq.

Distribución: Puebla.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 2.5 m de altura y d.a.p. de 4 cm.

C O R T E Z A: Finamente fisurada, compacta sin notarse claramente su desprendimiento, de color café con manchas café claro y liquen verde-blanquecino, olor a

humedad y sabor levemente amargo, grosor total de la corteza de 2 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 4) Albura de color amarillo verdoso con tonalidades verde limón, figura muy notable dada por los radios gruesos y observables a simple vista, sabor ligeramente amargo, lustre medio, textura de mediana a fina, grano entrecruzado y ondulado, dura y pesada, presentando 0.91 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 47)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno anguloso, principalmente en grupos de más de 5 y solitarios, con arreglo de dendrítico a diagonal, muy numerosos, 74/mm², muy pequeños con diámetro tangencial de 42 µm en promedio.

Los elementos de vaso son muy cortos con longitud promedio de 245 µm (145-289 µm), platinas de perforación simples con inclinación de 30-40°; punteaduras intervasculares alternas, areoladas con 4 µm de diámetro y las de vaso a radio de diferente tamaño a las intervasculares. Con engrosamientos en espiral a través de todo el vaso.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso, con series de 2 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son pocos, 4/mm, heterogéneos, multiseriados hasta con 8 series, formados por células procumbentes en el cuerpo y con una o varias hileras de células erectas en los márgenes; son radios ligeramente altos con altura promedio de 7058 µm, con células envolventes y cristales prismáticos abundantes.

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, extremadamente cortas con longitud promedio de 477 µm (385-568 µm), punteaduras areoladas, pared de delgada a gruesa, con espesor de 4 µm y 12 µm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

BOMBACACEAE

Ceiba parvifolia Rose

Nombres comunes: pochote de secas (Pue.), pochote (Oax.).

Distribución: En los estados de Guerrero, Morelos, Puebla y Oaxaca.

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 5 m de altura y d.a.p. de 14 cm, tronco cónico, copa redondeada.

C O R T E Z A: Ornamentada con presencia de espinas suberificadas muy prominentes hasta de 5 cm de alto, en áreas lisas y rugosas con fisuras principalmente formadas por hileras de lenticelas longitudinales, de color verde-rojiza con brillos plateados y desprendimiento en grandes láminas papiráceas de color gris, grosor total de la corteza de 7 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 5) Albura de color café muy pálido a café amarillento, lustre bajo, textura media, grano entrecruzado, moderadamente dura y medianamente pesada, presentando 0.54 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 48)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno circular, principalmente solitarios y en grupos de 2 arreglados radialmente, pocos, 3/mm², moderadamente grandes con diámetro tangencial de 228 µm (d.e. 21) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos con longitud promedio de 278 µm (206-329 µm; d.e. 32.8), platinas de perforación simples con inclinación de 20°; punteaduras intervasculares areoladas, alternas con 11 µm de diámetro y las de vaso a radio de diferente tamaño a las intervasculares.

Parénquima axial: Apotraqueal en bandas tangenciales cortas que no se continúan entre radio y radio, paratraqueal vasicéntrico, muy abundante, con células fusiformes y con series de 2 a 4 células por segmento, con cristales prismáticos abundantes y con contenidos de almidón. Con tendencia a la estratificación.

Parénquima radial: Los radios son pocos, 4/mm, heterogéneos, multiseriados hasta con 7 series, formados por células procumbentes de diferentes tamaños intercalados en el cuerpo y con una o varias hileras de células erectas en los márgenes; son radios bajos con altura promedio de 1449 μm (d.e. 334), con cristales prismáticos abundantes.

Fibras: De tipo libriformes, moderadamente largas con longitud promedio de 1651 μm (1081-2388 μm ; d.e. 293), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 4 μm y 15 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos, con tendencia a la estratificación.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

BORRAGINACEAE

Ehretia latifolia DC.

Nombres comunes: huanili (Oax.). (Martínez, 1994)

Distribución: En los estados de Jalisco a Puebla y Oaxaca. (Standley, 1920-26)

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 5 m de altura y d.a.p. de 27 cm.

C O R T E Z A: Fisurada con profundas fisuras longitudinales, de color café rojiza y grisácea con desprendimiento en piezas fibrosas delgadas, corteza interna de 2-3 mm y corteza externa de 2-10 mm, sabor ligeramente amargo.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 6) Albura de color amarillo ligeramente verdosa, duramen café rosáceo, lustre alto, textura áspera o gruesa, grano de ondulado a entrecruzado, dura y pesada, presentando 0.76 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 49)

Vasos: Porosidad de difusa a semianular, poros de contorno ovalado a circular,

principalmente solitarios y en grupos de 2 a más de 5, arreglados en cadenas radiales y ocasionalmente en racimos, moderadamente pocos, 6/mm², medianos con diámetro tangencial de 142 µm (d.e. 20) en promedio.

Los elementos de vaso son cortos con longitud promedio de 133 µm (108-177 µm; d.e. 51), platinas de perforación simples con inclinación de 20-30°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas, ornamentadas, con 6 µm de diámetro.

Parénquima axial: Paratraqueal aliforme-confluente y en bandas irregulares de 10 a 14 células, muy abundante, con células fusiformes y series de 2-4 células por segmento, presentan cadenas de cristales prismáticos en cámara, muy abundantes.

Parénquima radial: Los radios son moderadamente numerosos, 5/mm, homogéneos, multiseriados hasta con 5 series, formados solamente por células procumbentes; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 352 µm (d.e. 102), ocasionalmente se presentan células envolventes y cristales prismáticos.

Fibras: De tipo libriformes, medianas con longitud promedio de 1195 µm (1031-1423 µm; d.e. 112), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 µm y 13 µm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

BURSERACEAE

Bursera copallifera (Sessé & Mociño) Bullock

Nombres comunes: copal (Pue.), copal chino, chichiacle, ticomaca, copalillo (Alto Balsas).

Distribución: Jalisco, Michoacán, México, Guerrero, Morelos, Puebla y Oaxaca.

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 5 m de altura y d.a.p. de 14 cm, tronco cilíndrico.

C O R T E Z A: De lisa a rugosa, de color café rojizo y sobre la superficie un color gris plateado, lenticelas dispersas o relativamente agrupadas de 3 a 5 mm de diámetro, sabor muy levemente astringente; corteza interna de 1 mm y la externa de 1 mm de grosor.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 7) Albura de color blanco cremoso con tonalidades rosáceas, lustre alto, textura fina, grano recto, moderadamente dura y medianamente pesada, presentando 0.47 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 50)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno ovalado, en proporción similar entre solitarios y agrupados de 2 a más de 5, arreglados en cadenas radiales y ocasionalmente diagonales, moderadamente numerosos, 14/mm², medianos con diámetro tangencial de 112 µm (d.e. 9) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 366 µm (282-489 µm; d.e. 56), platinas de perforación simples con inclinación de 25°; punteaduras intervasculares alternas, areoladas con 13 µm de diámetro, y las de vaso a radio opuestas. Presencia de tílides.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso, con series de 7 a 10 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son moderadamente numerosos, 5/mm, heterogéneos, principalmente triseriados aunque hay bi y multiseriados hasta con 5 series, formados por células procumbentes en el cuerpo y con una hilera de células erectas en los márgenes; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 433 µm (d.e. 62). Con cristales prismáticos escasos y radios multiseriados con un canal intercelular.

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, con 1 a 3 septos, moderadamente cortas con longitud promedio de 778 µm (564-1175 µm; d.e. 140), punteaduras areoladas, pared muy delgada con espesor de 2 µm y 21 µm de diámetro tangencial. Con fibras gelatinosas abundantes.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: Importante en la producción de resina (copal) (Guizar-Nolazco, 1991).

Bursera morelensis Ramírez

Nombres comunes: cuajote (Pue.), Palo mulato (Mor.).

Distribución: En los estados de Sonora, Baja California, Zacatecas, Morelos, Puebla, Guerrero y Oaxaca. (Standley, 1920-26) (Rzedowski y Equihua, 1987)

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 7 m de altura y d.a.p. de 36 cm.

C O R T E Z A: Lisa, de color rojiza y papirácea en láminas de rojizas a rosáceas, con lenticelas pequeñas abundantes y dispersas de aproximadamente 1 mm de diámetro; corteza interna con grosor de 10 mm y la externa con grosor de 8 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 8) Albura de color blanco a blanco-amarillento con manchas oscuras producidas por hongos, lustre medio, textura fina, grano recto a ligeramente ondulado y entrecruzado, moderadamente dura y medianamente pesada, presentando 0.43 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 51)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno angular, principalmente solitarios y en grupos de 2 a 4, arreglados en cadenas radiales y escasos en racimos, numerosos, 24/mm², medianos con diámetro tangencial de 108 µm (d.e.10) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 473 µm (338-564 µm; d.e. 66), platinas de perforación simples con inclinación de 45°; punteaduras intervasculares alternas, areoladas con 8 µm de diámetro y de vaso a radio de diferente tamaño a las intervasculares.

Parénquima axial Paratraqueal muy escaso, con series de 2 a 4 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son pocos, 4/mm, heterogéneos, multiseriados hasta con 8 series, formados por células procumbentes en el cuerpo y con 1 ó 2 hileras de células erectas y/o cuadradas en los márgenes; son radios muy bajos con altura promedio de 962 µm (d.e. 218). Con cristales prismáticos y acumulaciones de almidón en células marginales, algunos radios con 1 ó 2 canales intercelulares.

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, con 1 a 4 septos, moderadamente cortas con longitud promedio de 775 µm (684-925 µm; d.e. 76.2), punteaduras areoladas pequeñísimas, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 µm y 19 µm de diámetro tangencial. Algunas con granos de almidón en su interior.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: La infusión de la corteza se utiliza como remedio para las enfermedades venéreas (Standley, 1920-26). Se utilizan como cercas vivas. La planta con propiedades

curativas. (Rzedowski y Equihua, 1987).

COMPOSITAE

Gochnatia purpusii Brandegee

Distribución: Endémica del Valle de Tehuacán, Puebla. (Standley, 1920-26)

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 2 m de altura y d.a.p. de 5 cm.

C O R T E Z A: Fisurada a escamosa, de color café oscuro a negro con manchas plateadas, desprendimiento en escamas alargadas; corteza interna de 0.5 mm y la externa de 6 mm de grosor.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 9) Albura de color amarillo pardusco, duramen café oscuro con veteado, lustre medio, textura fina, grano ligeramente ondulado, extremadamente dura y pesada, presentando 1.04 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 52)

Vasos: Porosidad anular, poros de contorno ovalado, principalmente en grupos de 2 a más de 5, arreglados en cadenas radiales o diagonales que en la madera tardía tienden a ser agrupaciones dendríticas, numerosos, 35/mm², pequeños con diámetro tangencial de 51 µm (d.e. 6) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos con longitud promedio de 278 µm (186-382 µm; d.e. 55), platinas de perforación simples con inclinación de 30°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas diminutas con 3 µm de diámetro.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso con paredes disyuntivas, con series de 2 a 3 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son moderadamente numerosos, 8/mm, heterogéneos, principalmente bi y triseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo y algunas con

una hilera de células erectas en los márgenes; son radios muy bajos con altura promedio de 608 μm (d.e. 157).

Fibras: De tipo libriformes, muy cortas con longitud promedio de 690 μm (505-1134 μm ; d.e. 116), punteaduras simples, pared muy gruesa, con espesor de 5 μm y 11 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

ERYTHROXYLACEAE

Erythroxylum compactum Rose

Distribución: Puebla.

Forma: Arbolito que puede alcanzar hasta 3 m de altura y d.a.p. de 6 cm.

C O R T E Z A: Fisurada de color café rojizo con áreas blanco-rosáceas, lenticelas agrupadas longitudinalmente en las fisuras y presentes en áreas rugosas, grosor total de la corteza de 2 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 10) color amarillo claro, duramen café rosáceo claro, lustre medio, textura fina, grano ondulado, extremadamente dura y pesada, presentando 1.0 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 53)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno irregular a ligeramente anguloso, principalmente en grupos de 2 a más de 5 y algunos solitarios, arreglados radialmente en cadenas, muy numerosos, 52/mm², pequeños con diámetro tangencial de 56 μm (d.e. 6) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 441 μm (278-629 μm ; d.e. 99), platinas de perforación simples con inclinación de 25°; punteaduras intervasculares alternas, areoladas con 8 μm de diámetro y las de vaso a radio más grandes alargadas o redondas.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso y apotraqueal escaso difuso en agregados, con series de 3 a 8 células por segmento, con cadenas de cristales prismáticos en cámaras, células con paredes muy gruesas.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 10/mm, heterogéneos, biseriados y con algunos uniseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo y con una hilera de células erectas en los márgenes, con paredes muy gruesas; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 449 μm (d.e. 115) y con contenidos gomosos.

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, moderadamente cortas con longitud promedio de 854 μm (546-1113 μm ; d.e. 134), punteaduras areoladas, pared de delgada a gruesa con espesor de 4 μm y 11 μm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

EUPHORBIACEAE

Euphorbia schlechtendalii Boiss.

Nombres comunes: lecherilla, cigarrillo (Gro.), cojambomó, nilungaña (Chis.), mulatilla (Oax.), tencuanete (Sin.), tomecca (Pue.). (Martínez, 1994)

Distribución: Sinaloa, Puebla, Guerrero, Oaxaca, Chiapas.

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 4 m de altura y d.a.p. de 10 cm, tronco cilíndrico.

C O R T E Z A: Lisa de color rojiza y papirácea en láminas grandes rojizas y lenticelas escasas muy evidentes hasta de 1 cm. con abertura en dirección tangencial, corteza con grosor total de 4 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 11) Albura de color blanco cremoso con tonalidades amarillentas, lustre alto, textura fina, grano ligeramente entrecruzado, moderadamente dura y medianamente pesada, presentando 0.44 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 54)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno anguloso, principalmente en grupos de 2 a más de 5 y solitarios, arreglados en cadenas radiales y en racimos, pocos, 5/mm², medianos con diámetro tangencial de 147 µm (d.e. 29) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 406 µm (197-545 µm; d.e. 86), platinas de perforación simples con inclinación de 40°; punteaduras intervasculares alternas, areoladas, ornamentadas, con 7 µm de diámetro, y de vaso a radio son más grandes y escalariformes.

Parénquima axial: Apotraqueal en bandas irregulares cortas de una sola célula de ancho y en algunas áreas de aspecto reticular, abundante, con series de 2 a 4 ó hasta 6 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 8/mm, heterogéneos, uni, bi y triseriados, con dos tipos de radios unos formados por células procumbentes en el cuerpo y con 1 a 2 o hasta 8 hileras de células erectas en los márgenes, otros formados solamente por células erectas; son radios muy bajos con altura promedio de 986 µm (d.e. 125).

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, moderadamente cortas con longitud promedio de 854 µm (648-1052 µm; d.e. 107), punteaduras areoladas, pared de delgada a gruesa, con espesor de 2 µm y 16 µm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

Bernardia mexicana (Hook. & Arg.) Muell. Arg.

Distribución: Baja California Sur, Puebla.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 2 m de altura y d.a.p. de 5 cm.

C O R T E Z A: Corteza irregular con áreas rugosas con lenticelas, fisurada y finamente

escamosa de color café grisácea con lenticelas y liquen blanquecinos, grosor total de la corteza de 2.5 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 12) Albura de color crema ligeramente amarillento, duramen café rojizo, lustre medio, textura fina, grano recto, extremadamente dura y pesada, presentando 1.0 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 55)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno ovalado, principalmente en cadenas radiales en grupos de 5 o más, muy numerosos, 40/mm², pequeños con diámetro tangencial de 53 μm (d.e. 6.5) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 521 μm (371-660 μm), platinas de perforación simples con inclinación de 60°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas con 7 μm de diámetro. Con contenidos gomosos.

Parénquima axial: Paratraqueal muy escaso y apotraqueal difuso, con series de 3 a 7 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son muy numerosos, 15/mm, heterogéneos, uni y algunos con un segmento pequeño biseriado, formados por células procumbentes en el cuerpo alternadas al azar con células erectas; son radios bajos con altura promedio de 1222 μm y con contenidos gomosos.

Fibras: De tipo libriformes, moderadamente cortas con longitud promedio de 892 μm (681-1196 μm), punteaduras simples pared de delgada a gruesa con espesor de 3 μm y 16 μm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

FOUQUIERIACEAE

Fouquieria formosa Kunth

Nombres comunes: tlapacon, palo santo, rabo de iguana (Pue.), rosadillo, rosalillo (Jal.) (Martínez, 1994). ocotillo, colorín cimarrón (Guizar-Nolazco y Sánchez, 1991).

Distribución: Desde los estados de Jalisco a Oaxaca, en Morelos y México. (Standley, 1920-26)

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 6 m de altura y d.a.p. de 21 cm.

C O R T E Z A: Lisa de color amarillo verdoso y papirácea en láminas grandes de color amarillo seco a café claro, con escasos y dispersos grupos de lenticelas pequeñas de 1mm de diámetro de color más oscuro que el de la corteza, grosor de la corteza interna de 5 mm y la externa de 6 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 13) Albura de color blanco amarillento con manchas más oscuras producidas por hongos, olor a pan, sabor ligeramente amargo, lustre bajo, textura fina, grano recto, moderadamente dura y medianamente pesada, presentando 0.44 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 56)

Vasos: Porosidad semianular a difusa en algunas áreas, poros de contorno angular, principalmente en grupos de 2 a más de 5 y solitarios, arreglados en bandas tangenciales, en cadenas radiales y en racimos, moderadamente numerosos, 15/mm², medianos con diámetro tangencial de 162 µm (d.e.21) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 536 µm (356-761 µm; d.e. 78), platinas de perforación simples con inclinación de 30°; punteaduras intervasculares alternas, areoladas con 9 µm de diámetro en promedio y de vaso a radio de mayor tamaño a las intervasculares.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso en agregados, son comunes las series con 2 a 5 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son muy pocos, 2/mm, heterogéneos, multiseriados

hasta con 7 series, formados por células procumbentes en el cuerpo y con una hilera de células erectas, algunos presentan mucha variabilidad en cuanto al número de células, ya que a veces se presentan de 2 a más células erectas en los márgenes; son radios bajos con altura promedio de 1674 μm (d.e. 134), algunas células procumbentes con cristales prismáticos, y radios con células envolventes.

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, moderadamente largas con longitud promedio de 2002 μm (1512-2427 μm ; d.e. 192), punteaduras areoladas, pared de delgada a gruesa, con espesor de 6 μm y 24 μm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

GARRYACEAE

Garrya ovata Benth

Nombres comunes: chichicuáuhuitl (Méx.). (Martínez, 1994)

Distribución: Desde el W de Texas en E.U. y en nuestro país de Chihuahua a San Luis Potosí, Puebla y Oaxaca. (Standley, 1920-26)

Forma: Arbolito que puede alcanzar hasta 3.5 m de altura y d.a.p. de 8 cm.

C O R T E Z A: Finamente escamosa con áreas fisuradas, de color negro con manchas blanquecinas por líquen, se desprende en escamas irregulares, lenticelas dispersas escasas e irregulares de 2 a 5 mm de diámetro, sabor levemente amargo, grosor total de la corteza de 3 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 14) Albura de color crema rosáceo, duramen café rojizo claro, lustre medio, textura fina, grano de entrecruzado a ondulado, dura y pesada, presentando 0.96 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 57)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno angular, principalmente solitarios y escasos grupos de 2 a 4 distribuidos de manera homogénea, muy numerosos, 68/mm², muy pequeños, con diámetro tangencial de 44 µm (d.e. 7) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente largos con longitud promedio de 737 µm (607-886 µm; d.e. 76), platinas de perforación escalariformes con 8 a 10 barras, e inclinación de 45°; punteaduras intervasculares y las de vaso a radio opuestas, areoladas, con 6 µm de diámetro. Con engrosamientos en espiral y vasos repletos de contenidos gomosos.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso en agregados, abundante, con series de 2 a 7 ó hasta 9 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son moderadamente numerosos, 6/mm, heterogéneos, multiseriados hasta con 8 series, formados por células cuadradas y procumbentes mezcladas al azar y varias hileras de células erectas en los márgenes; son radios ligeramente bajos con altura promedio de 2500 µm (d.e. 322) y con presencia de células envoltantes en ellos.

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, medianas con longitud promedio de 1074 µm (944-1242 µm; d.e. 80), punteaduras areoladas, pared de delgada a gruesa, con espesor de 5 µm y 17 µm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

KRAMERIACEAE

Krameria cytisoides Cav.

Nombres comunes: donapé (Hgo.)

Distribución: Desde los estados de Coahuila y Tamaulipas a Hidalgo, Puebla, Veracruz y Oaxaca. (Standley, 1920-26) (Rzedowski y Equihua, 1987)

Forma: Arbolito que puede alcanzar hasta 2 m de altura y d.a.p. de 3 cm.

C O R T E Z A: Escamosa, de color negro, con desprendimiento en escamas muy irregulares, sabor amargo; corteza interna de 0.5 mm y la externa de 1 mm de grosor.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 15) Albura de color café rojizo y duramen café rojizo oscuro dañado por hongos, lustre bajo, textura fina, grano dañado, dura y pesada, presentando 0.88 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 58)

Vasos: Porosidad semianular, poros de contorno angular, principalmente solitarios y escasos grupos de 2 a 4, arreglados al principio del anillo con tendencia a bandas tangenciales y dispersos en el resto del anillo, muy numerosos, 83/mm², pequeños, con diámetro tangencial de 51 µm (d.e. 5) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos con longitud promedio de 283 µm (217-371 µm; d.e. 40), platinas de perforación simples con inclinación de 30-45°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio pequeñas y ornamentadas, alternas areoladas con 5 µm de diámetro.

Parénquima axial: Apotraqueal difuso, escaso, con series de 2 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 9/mm, heterogéneos, principalmente uniseriados, formados por células procumbentes y erectas distribuidas al azar; son radios muy bajos con altura promedio de 623 µm (d.e. 132), con contenidos gomosos.

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, muy cortas con longitud promedio de 687 µm (422-1103 µm; d.e. 134), punteaduras areoladas, pared de delgada a gruesa, con espesor de 5 µm y 14 µm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: La raíz es utilizada para teñir lana. (Rzedowski y Equihua, 1987)

LABIATAE

Salvia candicans Mart. & Gal.

Distribución: Puebla.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 1.7 m de altura y d.a.p. de 25 cm.

CORTEZA: Finamente fisurada, con ligero desprendimiento en escamas delgadas y

alargadas, de color café grisáceo, grosor total de la corteza de 1 mm.

MADERA

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 16) Albura de color café grisáceo, lustre medio, textura fina, grano ligeramente ondulado, dura y pesada, presentando 0.96 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 59)

Vasos: Porosidad semianular, poros de contorno ovalado, principalmente en grupos de 2 a más de 5 y solitarios, arreglados radial y diagonalmente en cadenas y racimos, muy numerosos, 54/mm², pequeños, con diámetro tangencial de 56 µm en promedio.

Los elementos de vaso son muy cortos, con longitud promedio de 180 µm (116-289 µm, d.e. 33), platinas de perforación simples con inclinación de 30-45°; punteaduras intervasculares con aberturas coalescentes y de vaso a radio alternas areoladas con 7 µm de diámetro; con contenidos gomosos y engrosamientos en espiral.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso, con células fusiformes y con series de 2 a 3 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son moderadamente numerosos, 6/mm, heterogéneos, multiseriados hasta con 5 series, formados por células cuadradas en el cuerpo y con varias hileras de células erectas en los márgenes; son radios bajos, con altura promedio de 1419 µm (d.e. 395), con células envolventes.

Fibras: De tipo libriforme, extremadamente cortas, con longitud promedio de 490 µm (414-587 µm, d.e. 46), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 µm y 10 µm de diámetro tangencial. Presencia de contenidos gomosos.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

USOS: No se conocen usos para la madera.

LEGUMINOSAE

Caesalpinioideae

Bauhinia divaricata L.

Nombres comunes: pata de cabra (Pue.), pie de venado, barba de mantel (Chis.), calzoncillo (Tab.), chulut (Yuc.), pata de cabra, pata de res, pata de vaca (S.L.P. y Yuc.). (Martínez, 1994)

Distribución: Sinaloa, Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Puebla, Querétaro, Jalisco, Nayarit, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 4 m de altura y d.a.p. de 3 cm.

C O R T E Z A: Fisurada con fisuras poco profundas, de color café claro a grisácea, compacta ya que no se nota su desprendimiento, lenticelas escasas muy pequeñas y solo visibles con lupa, grosor total de la corteza de 1.5 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 19) Albura de color café rosáceo claro, lustre alto, textura fina, grano recto, dura y pesada, presentando 0.96 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 62)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno ovalado, en grupos de 2 a 5 y algunos solitarios, arreglados en cadenas radiales, muy numerosos, 41/mm², pequeños con diámetro tangencial de 71 µm (d.e.5) en promedio.

Los elementos de vaso son muy cortos con longitud promedio de 216 µm (164-260 µm; d.e. 24), platinas de perforación simples con inclinación de 30°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas con 8 µm de diámetro

Parénquima axial: Paratraqueal aliforme y confluyente con alas muy delgadas y en algunas ocasiones marginal, abundante, con células en series de 2-4 células, con cadenas de cristales prismáticos en cámara, muy abundantes.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 8/mm, homogéneos, de uniseriados a

triseriados, formados solamente por células procumbentes; son radios muy bajos con altura promedio de 559 μm (d.e. 63) y con contenidos gomosos.

Fibras: De tipo libriformes, medianas con longitud promedio de 1002 μm (828-1146 μm ; d.e. 83), punteaduras simples, la mayoría con pared muy gruesa, con espesor de 3 μm y 8 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: En el estado de Michoacán se le da uso maderable.

Cercidium praecox (Ruíz & Pavón) Harms

Nombres comunes: mantecoso, palo verde (Pue.), palo brea (B.C.), palo mantecoso (Oax.).

Distribución: Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Puebla, Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 6 m de altura y d.a.p. de 24 cm.

C O R T E Z A: Rugosa de color amarillo verdoso, compacta sin desprendimiento notorio, lenticelas muy escasas, pequeñas, de color café oscuro, de 1 a 2 mm de diámetro, grosor total de la corteza de 3 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 21) Albura de color amarillo limón a ligeramente verdoso, olor característico, lustre medio, textura fina, grano entrecruzado, dura y pesada, presentando 0.75 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 64)

Vasos: Porosidad anular, poros de contorno ovalados, principalmente en grupos de 2 a más de 5 y solitarios, arreglados en cadenas radiales, moderadamente numerosos, 12/mm², medianos con diámetro tangencial de 131 μm (d.e. 13) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos con longitud promedio de 252 μm (202-318 μm ; d.e. 33), platinas de perforación simples con inclinación de 20-30°; punteaduras

intervasculares y de vaso a radio ornamentadas alternas, areoladas con 11 μm de diámetro.

Parénquima axial: Paratraqueal vasicéntrico, confluyente en bandas y en ocasiones formando bandas irregulares marginales, abundante, con células fusiformes y con series de 2-4 células por segmento, con cadenas de cristales prismáticos en cámara.

Parénquima radial: Los radios son moderadamente numerosos, 6/mm, homogéneos y algunos heterogéneos, multiseriados hasta con 7 series y escasos uni y biseriados pequeños, formados por células procumbentes en el cuerpo y ocasionalmente con una hilera de células erectas en uno de los márgenes; son radios muy bajos con altura promedio de 643 μm (d.e. 73).

Fibras: De tipo libriforme, moderadamente cortas, con longitud promedio de 883 μm (674-1069 μm ; d.e. 99), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 μm y 14 μm de diámetro tangencial. Presencia de fibras gelatinosas y con almidón.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

Conzattia multiflora (Robinson) Standley

Nombres comunes: palo blanco (Pue.), palo tole (Gro.), árbol del águila (Oax.). (Martínez, 1994)

Distribución: Chihuahua, Sonora, Jalisco, Colima, Puebla, Michoacán, Morelos, Guerrero y Oaxaca.

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 7 m de altura y d.a.p. de 21 cm, tronco y ramas simpódicas, copa estratificada.

C O R T E Z A: Lisa a ligeramente rugosa de color grisáceo frecuentemente con aspecto gris plateado que al desprenderse deja manchas verdosas, compacta sin desprendimiento notorio, con lenticelas dispersas, medianamente abundantes, y pequeñas, de aprox. 2 mm de diámetro y de color café, corteza interna con un grosor de 3 mm y la externa de 1 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 22) Albura de color amarillo limón claro con tonalidades blanquecinas, lustre alto, textura áspera, grano entrecruzado, moderadamente dura y medianamente pesada, presentando 0.47 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 65)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno circular, solitarios y en grupos de 2 a más de 5 en abundancia similar, arreglados radialmente en cadenas, pocos, 3/mm², moderadamente grandes con diámetro tangencial de 269 µm (d.e. 22) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 339 µm (193-433 µm; d.e. 47), platinas de perforación simples con inclinación de 20-25°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio ornamentadas, alternas, areoladas, con 13 µm de diámetro.

Parénquima axial: Paratraqueal vasicéntrico y en bandas de 8-10 células, muy abundante, con células fusiformes y series de 2-4 células por segmento, con cadenas de cristales prismáticos en cámara.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 8/mm, homogéneos, bi y triseriados casi en las mismas proporciones de abundancia, formados por células procumbentes en el cuerpo y ocasionalmente heterogéneos con una hilera de células erectas en los márgenes; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 491 µm (d.e. 50).

Fibras: De tipo libriformes, medianas con longitud promedio de 970 µm (867-1069 µm; 63), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 µm y 25 µm de diámetro tangencial. Presencia de almidón.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: La madera es un poco blanda por lo que se utiliza ocasionalmente para leña. (Guizar-Nolazco, 1991)

Senna galeottiana (Martens) Irwin & Barneby

Nombres comunes: rompebotas (Pue.).

Distribución: Hidalgo, Querétaro, Puebla y Oaxaca.

Forma: Arbolito que puede alcanzar hasta 2.5 m de altura y d.a.p. de 11 cm.

C O R T E Z A: Finamente escamosa a ligeramente fisurada, de color café oscuro a negruzca, con desprendimiento en escamas alargadas; lenticelas abundantes, la mayoría con abertura transversal; corteza interna de 3 mm, corteza externa de 1 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 29) Albura de color blanco amarillento, duramen café oscuro con tonalidades grisáceas, lustre alto, textura mediana, grano ondulado,

dura y pesada, presentando 0.83 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 72)

Vasos: Porosidad semianular, poros de contorno ovalado a circular, principalmente solitarios pero frecuentemente en grupos de 2 a 5, arreglados en cadenas radiales y algunos en racimos, moderadamente numerosos, 11/mm², medianos con diámetro tangencial de 132 µm (d.e. 14) en promedio.

Los elementos de vaso son muy cortos con longitud promedio de 210 µm (145-250 µm; d.e. 30), platinas de perforación simples con inclinación de 10°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio ornamentadas, alternas, areoladas, con 10 µm de diámetro, y con contenidos gomosos.

Parénquima axial: Paratraqueal aliforme y aliforme-confluente a veces formando una gruesa banda marginal, abundante, con células fusiformes y series de 2 a 4 células por segmento, con largas cadenas de cristales prismáticos en cámara.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 8/mm, homogéneos, bi y triseriados, formados solamente por células procumbente en el cuerpo; son radios extremadamente bajos, con altura promedio de 421 µm (d.e. 57).

Fibras: De tipo libriforme, moderadamente cortas con longitud promedio de 882 µm (750-1188 µm; d.e. 104), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 µm y 11 µm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

Faboideae

Calia secundiflora (Ortega) Yakovlev

Nombres comunes: burrita roja, colorín, frijolillo.

Distribución: Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro y Puebla.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 2 m de altura y d.a.p. de 4 cm.

C O R T E Z A: De fisurada a escamosa, con pequeñas láminas escamosas irregulares ligeramente alargadas que al desprenderse dejan un tono café amarillento; corteza interna de 1 mm y la externa de 2 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 20) Albura de color café grisáceo a verdoso, duramen café ligeramente notorio, lustre medio, textura fina, grano de recto a ligeramente ondulado, extremadamente dura y pesada, presentando 1.0 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 63)

Vasos: Porosidad semianular, poros de contorno ovalado, principalmente en grupos de 2 a 5 y solitarios, arreglados en bandas marginales y radialmente en cadenas y en racimos, en algunas áreas formando un patrón dendrítico, muy numerosos, 50/mm², pequeños, con diámetro tangencial de 81 μm (d.e 8) en promedio.

Los elementos de vaso son extremadamente cortos, con longitud promedio de 151 μm (125-183 μm ; d.e. 14), platinas de perforación simples con inclinación de 25°; punteaduras intervasculares areoladas, con 7 μm de diámetro, finamente ornamentadas, con aberturas coalescentes alternas, y de vaso a radio de mayor tamaño a las intervasculares. Con contenidos gomosos y finos engrosamientos en espiral.

Parénquima axial: Paratraqueal confluyente siguiendo el patrón dendrítico de los vasos, abundante con series de 2 células por segmento y escasas células fusiformes, algunas con cadenas de cristales prismáticos en cámaras. Con tendencia a la estratificación.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 10/mm, heterogéneos, bi y triseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo y con una hilera de células erectas en los márgenes; son radios muy bajos con altura promedio de 847 μm (d.e. 143).

Fibras: De tipo libriforme, moderadamente cortas, con longitud promedio de 818 μm (713-1098 μm ; d.e. 83), punteaduras simples, la mayoría con pared muy gruesa, con espesor de 4 μm y 10 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: En general la planta se utiliza en la medicina tradicional, las semillas rojas son venenosas. (Rzedowski y Equihua, 1987)

Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg.

Nombres comunes: coatillo (Pue.), cuate (Jal.), cohuatli, cuatle, lanaé (Oax.), palo cuate, rosilla (Sin.), palo dulce (Sin., Méx., Hgo., Pue., Mich.), taray (N.L. y Dgo), ursa (Hgo.), vara dulce, varaduz (Dgo.). (Martínez, 1994)

Distribución: En los estados de México, Hidalgo, Puebla, Jalisco, Durango, Sonora, Sinaloa, Oaxaca y Nuevo León. (Niembro, 1986).

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 6 m de altura y d.a.p. de 10 cm, con ramas reflejas.

C O R T E Z A: Escamosa, con escamas de hasta 2 cm de lado, de color café claro, desprendimiento en escamas cuadradas, sabor astringente, al ser cortada produce abundante látex rojizo, grosor total de la corteza de 4 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 23) Albura de color amarillo limón intenso, duramen café oscuro ligeramente vetado, sabor amargo, lustre medio, textura media, grano de entrecruzado a ondulado, dura y pesada, presentando 0.80 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 66)

Vasos: Porosidad anular, poros de contorno ovalado a circular, principalmente en grupos de 2 a más de 5 y con presencia de solitarios, arreglados en cadenas radiales y en racimos, numerosos, 34/mm², medianos con diámetro tangencial de 107 µm (d.e. 8) en promedio.

Los elementos de vaso son muy cortos con longitud promedio de 239 µm (202-327 µm; d.e. 24), platinas de perforación simples con inclinación de 15-20°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio ornamentadas alternas, areoladas, con 6 µm de diámetro, algunas tienden a ser coalescentes.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso y en la madera temprana con tendencia a confluyente, abundancia regular, con células fusiformes y series de 2 células por segmento, algunos con cristales prismáticos. En algunas áreas con tendencia a la estratificación.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 9/mm, heterogéneos, tetra y multiseriados hasta con 5 series, formados por células procumbentes en el cuerpo y una hilera de células erectas en uno o en ambos márgenes; son radios extremadamente bajos con altura

promedio de 366 μm (d.e. 38) y con cristales prismáticos grandes.

Fibras: De tipo libriformes, medianas con longitud promedio de 1109 μm (953-1445 μm ; d.e. 116), punteaduras simples, pared muy gruesa, con espesor de 3 μm y 11 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: Se utiliza la madera como medicina casera como diurético, contra enfermedades renales y de la vesícula. (Niembro, 1986)

Harpalyce formosa Mociño & Sessé ex DC.

Nombres comunes: duraznillo (Pue.), balche-kan (Yuc.) (Martínez, 1994.)

Distribución: Puebla y Yucatán.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 3 m de altura y d.a.p. de 6 cm.

C O R T E Z A: A distancia se observa como corteza lisa y en acercamiento finamente rugosa, de color café rojiza con áreas más claras a amarillentas, con lenticelas pequeñísimas, agrupadas, formando líneas longitudinales, y con abertura longitudinal, olor ligeramente a humedad, grosor total de la corteza de 5 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 24) Albura de color blanco amarillento, duramen café grisáceo, lustre bajo, textura fina, grano recto, dura y pesada, presentando 0.85 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 67)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno ovalado, principalmente en grupos de 2 a más de 5 y escasos solitarios, arreglados en cadenas radiales y a veces en racimos, muy numerosos, 68/ mm^2 , pequeños con diámetro tangencial de 61 μm (d.e. 5) en promedio.

Los elementos de vaso son muy cortos con longitud promedio de 208 μm (173-270 μm ; d.e. 19), platinas de perforación simples con inclinación de 20°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio ornamentadas, alternas, areoladas, con 6 μm de diámetro.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso a veces confluyente y en bandas marginales, abundante, con células fusiformes y series de 1-2 células por segmento, con cadenas de cristales prismáticos. Con estratificación de 6 líneas/mm.

Parénquima radial: Los radios son muy numerosos, 12/mm, heterogéneos, biseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo y una hilera de células erectas en los márgenes; son radios muy bajos con altura promedio de 230 μm (d.e. 56), con algunos radios fusionados que alcanzan hasta 1107 μm (d.e. 123) de longitud. Con inclusiones de cristales prismáticos abundantes principalmente en células erectas.

Fibras: De tipo libriformes, medianas con longitud promedio de 947 μm (799-1021 μm ; d.e. 53), punteaduras simples, pared muy gruesa, con espesor de 4 μm y 12 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

Lonchocarpus oaxacensis Pittier

Nombres comunes: Jayacatlán (Oax.) (Standley, 1920-26)

Distribución: Conocido de Puebla y Oaxaca. (Standley, 1920-26)

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 6 m de altura y d.a.p. de 16 cm.

C O R T E Z A: Finamente escamosa de color café oscuro con zonas grisáceas, con desprendimiento en pequeñas escamas y con presencia de líquen blanquecino, con olor dulzón, grosor total de la corteza de 7 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 27) Albura de color amarillo ligeramente verdoso con tonalidades marrón claro, olor ligeramente rancio cuando esta fresco, lustre medio, textura media, grano entrecruzado, dura y pesada, presentando 0.94 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 70)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno ovalado, principalmente en grupos de 2 a

más de 5 y presencia de solitarios, arreglados en cadenas radiales y en racimos, pocos, 5/mm², medianos con diámetro tangencial de 172 µm (d.e. 26) en promedio.

Los elementos de vaso son muy cortos con longitud promedio de 177 µm (135-222 µm; d.e. 22), platinas de perforación simples con inclinación de 10°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio con ornamentación distinguible con dificultad, alternas, areoladas, con 9 µm de diámetro. Con contenidos gomosos.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso y apotraqueal en bandas tangenciales con 4 a 5 células de ancho y en algunas zonas hasta con 7 células, muy abundante, con células fusiformes y series de 2 a 3 células por segmento, con cadenas de cristales prismáticos en cámara. Con estratificación total de 6 líneas/mm.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 10/mm, homogéneos, tri y tetraseriados, formados solamente por células procumbentes en el cuerpo; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 204 µm (d.e. 59).

Fibras: De tipo libriforme, medianas con longitud promedio de 1213 µm (1069-1473 µm; d.e. 115), punteaduras simples, la mayoría con pared muy gruesa, con espesor de 5 µm y 12 µm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos

U S O S: No se conocen usos para la madera.

Mimosoideae

Acacia bilimekii Macbr.

Nombres comunes: tehuixtle (Pue.). (Martínez,1994)

Distribución: Puebla, Morelos, Guerrero y Oaxaca.

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 7 m de altura y d.a.p. de 26 cm.

C O R T E Z A: Lisa de color crema amarillento con zonas verdosas y grises, levemente papirácea, algunas lenticelas muy pequeñas, de 0.3 mm de diámetro que prácticamente no se observan a simple vista, con sabor amargo, grosor total de la corteza de 6 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 17) Albura de color amarillo limón con algunas tonalidades café rojizas, lustre medio, textura media, grano entrecruzado, moderadamente dura y medianamente pesada, presentando 0.73 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 60)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno ovalado, poros solitarios y en grupos de 2 a más de 5, arreglados radialmente en cadenas en frecuencias similares, moderadamente pocos, 6/mm², medianos con diámetro tangencial de 180 µm (d.e. 24) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 313 µm (268-402 µm; d.e. 38), platinas de perforación simples con inclinación de 10°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas, ornamentadas, con 7 µm de diámetro, y aberturas coalescentes.

Parénquima axial: Paratraqueal aliforme y confluyente, muy abundante con series de 2 a 6 células por segmento, con cadenas de cristales prismáticos en cámara.

Parénquima radial: Los radios son moderadamente numerosos, 7/mm, homogéneos, principalmente bi y triseriados aunque se presentan algunos uni y tetraseriados, formados solamente por células procumbentes; son radios muy bajos, con altura promedio de 716 µm (d.e. 73).

Fibras: De tipo libriformes, medianas con longitud promedio de 1168 µm (1021-1666 µm; d.e. 137), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 4 µm y 12 µm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: Madera utilizada para leña de buena calidad, para horcones en la construcción de viviendas rurales. (Martínez,1994)

Acacia subangulata Rose

Nombres comunes: sierrilla (Pue.).

Distribución: Puebla, Guerrero y Oaxaca.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 4 m de altura y d.a.p. de 7.5 cm.

C O R T E Z A: Fisurada a ligeramente escamosa, de color negra pardusca a rojiza, con desprendimiento en largas láminas escamosas, grosor total de la corteza de 3 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 18) Albura de color blanca a ligeramente rosáceo, duramen café rojizo oscuro, lustre alto, textura mediana, grano entrecruzado, dura y pesada, presentando 0.76 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 61)

Vasos: Porosidad semianular a anular, poros de contorno ovalado, solitarios y en grupos de 2 a más de 5 arreglados radialmente en cadenas, moderadamente numerosos, 16/mm², medianos con diámetro tangencial de 155 µm (d.e. 12) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos con longitud promedio de 271 µm (154-376 µm; d.e. 64), platinas de perforación simples con inclinación de 15°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas, ornamentadas, con 6 a 9 µm de diámetro y aberturas coalescentes. Presentan contenidos gomosos.

Parénquima axial: Paratraqueal vasicéntrico confluyente y en bandas tangenciales, abundante, con series de 2-4 células, con cadenas de cristales prismáticos en cámaras.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 8/mm, homogéneos, principalmente biseriados con presencia de uni y triseriados, formados solamente por células procumbentes; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 260 µm (d.e. 50) y con contenidos gomosos.

Fibras: De tipo libriforme, medianas con longitud promedio de 1008 µm (857-1339 µm; d.e. 93), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 µm y 13 µm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: Localmente se le considera como buena para leña.

Havardia acatlensis (Benth) Britton & Rose

Nombres comunes: cola de iguana, barba de chivo (Pue.), espino prieto (Gro.), huizache prieto (Jal.).

Distribución: Sinaloa, Durango, Zacatecas, Jalisco, Nayarit, Puebla, México, Michoacán, Morelos, Guerrero y Oaxaca.

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 3 m de altura y d.a.p. de 10 cm.

C O R T E Z A: De rugosa a ligeramente ornamentada, con finos pliegues o fisuras tenues y escamosa en áreas dañadas, de color café rojizo oscuro a café grisáceo, lenticelas con abertura tangencial de 2 a 3 mm de diám., con sabor ligeramente astringente y amargo, grosor total de la corteza de 1 a 1.5 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 25) Albura de color blanca a ligeramente amarillenta, duramen café grisáceo oscuro, olor a humedad, sabor ligeramente amargo, lustre alto, textura media, grano de ondulado a entrecruzado, dura y pesada, presentando 0.98 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 68)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno circular a ovalado, principalmente solitarios y en grupos de 2 a más de 5, arreglados radialmente en cadenas y algunos en racimos, moderadamente pocos, 9/mm², medianos, con diámetro tangencial de 107 µm (d.e. 7) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos, con longitud promedio de 306 µm (241-405 µm; d.e. 49), platinas de perforación simples con inclinación de 20°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas, ornamentadas, con 8 µm de diámetro.

Parénquima axial: Paratraqueal aliforme y aliforme-confluente, abundante, con células fusiformes y series de 2-4 células por segmento, con largas y abundantes cadenas de cristales prismáticos en cámaras.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 9/mm, homogéneos, principalmente uniseriados y en algunas partes biseriados, formados solamente por células procumbentes en el cuerpo; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 305 µm (d.e. 43).

Fibras: De tipo libriformes, medianos, con longitud promedio de 1066 µm (924-1242 µm; d.e. 99), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 µm y 12 µm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos, delimitados por una hilera de células de parénquima cristalífero.

U S O S: La madera se utiliza localmente para elaborar juguetes.

Leucaena esculenta (Mociño & Sessé ex DC.) Benth.

Nombres comunes: guaje, guaje rojo (Pue.).

Distribución: Veracruz, Puebla, México, Michoacán, Morelos, Guerrero, Oaxaca, Chiapas. Es común en tierra caliente, la mayoría son cultivadas. (Martínez, 1994)

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 6 m de altura y d.a.p. de 12 cm.

C O R T E Z A: Lisa, de color gris plateado, compacta y ocasionalmente puede desprenderse dejando manchas de color rojizo, lenticelas dispersas de 3 a 5 mm de abertura tangencial, grosor total de la corteza de 3 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 26) Albura de color blanco a ligeramente amarillento, duramen café con veteado café rojizo muy claro, olor característico (guaje), lustre alto, textura media, grano entrecruzado, dura y pesada, presentando 0.75 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 69)

Vasos: Porosidad semianular, poros de contorno ovalado, principalmente solitarios con presencia de algunos agrupados de 2 a más de 5, arreglados radialmente, pocos, 4/mm², medianos con diámetro tangencial de 188 µm (d.e. 16) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos, con longitud promedio de 293 µm (164-395 µm; d.e. 61), platinas de perforación simples con inclinación de 20°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio ornamentadas, alternas, areoladas, con 12 µm de diámetro.

Parénquima axial: Paratraqueal aliforme-confluyente, muy abundante con células fusiformes y series de 2 a 4 células por segmento, e inclusiones de largas cadenas de cristales prismáticos en cámara.

Parénquima radial: Los radios son moderadamente numerosos, 6/mm, homogéneos, tri, tetra y multiseriados hasta con 5 series, formados solamente por células procumbentes en el cuerpo; son radios muy bajos con altura promedio de 597 µm (d.e. 82).

Fibras: De tipo libriforme, regularmente con 4 septos, medianas, con longitud promedio de 1257 μm (1100-1513 μm ; d.e. 124), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 4 μm y 13 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: La madera se usa para construcciones ligeras. Las semillas inmaduras se utilizan como alimento. La planta en general tiene propiedades medicinales (Rzedowski y Equihua, 1987).

Prosopis laevigata (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnston

Nombres comunes: mezquite (Pue.)

Distribución: Baja California Sur, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes, Puebla, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, Michoacán, Morelos, Guerrero, Oaxaca y Yucatán.

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 5 m de altura y d.a.p. de 27 cm.

C O R T E Z A: Escamosa a profundamente fisurada, con escamas alargadas y cuadradas, de color café con áreas grisáceas, con desprendimiento en escamas irregulares; corteza interna de 10 mm y la externa 10 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 28) Albura de color café grisáceo a café amarillento, lustre medio, textura media, grano ligeramente entrecruzado, moderadamente dura y medianamente pesada, presentando 0.65 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 71)

Vasos: Porosidad semianular, poros de contorno ovalado, principalmente en grupos de más de 5, arreglados en racimos y en cadenas radiales, pocos, 4/mm², pequeños con diámetro tangencial de 93 μm (d.e. 15) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos con longitud promedio de 285 μm (165-392 μm ; d.e. 50), platinas de perforación simples con inclinación de 15° en vasos grandes y hasta 45° en vasos pequeños; punteaduras intervasculares y de vaso a radio ornamentadas,

con aberturas coalescentes, alternas, areoladas, con 5 μm de diámetro.

Parénquima axial: Apotraqueal en agregados formando bandas de una célula de grosor que lo hacen aparecer como escalariforme, abundante con series de 2 a 4 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son pocos, 4/mm, homogéneos, multiseriados hasta con 8 series, formados por células procumbentes en el cuerpo; son radios muy bajos con altura promedio de 667 μm (d.e. 84).

Fibras: De tipo libriforme, medianas, con longitud promedio de 1245 μm (536-1557 μm ; d.e. 216), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 μm y 15 μm de diámetro tangencial. Presencia muy escasa de traqueidas.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: Generalmente es utilizado como árbol de sombra y sus frutos son comestibles. La madera, pesada y durable, es usada en la construcción y ebanistería, así como para carbón. La goma que exuda se emplea a veces como pegamento. Se le atribuyen propiedades medicinales. (Rzedowski y Equihua, 1987)

MALPIGHIACEAE

Byrsonima crassifolia (L.) H.B.K.

Nombres comunes: nanche y nanche amarillo (Pue.), changungo, chengua, changunga (Mich.), nanche dulce (Oax.), nanche agrio (Gro. y Tab.). (Martínez, 1994)

Distribución: En la vertiente del golfo de Tamaulipas a Yucatán y Quintana Roo, y en la vertiente del pacífico desde Sinaloa a Chiapas (Niembro, 1986). Planta cultivada en tierra caliente. (Rzedowski y Equihua, 1987)

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 2.5 m de altura y d.a.p. de 8 cm.

C O R T E Z A: Rugosa, de color café con manchas rojizas y claras, desprendimiento en escamas pequeñas, con abundante liquen verde claro, escasas lenticelas dispersas de aprox. 2 mm de diám., sabor astringente, grosor total de la corteza de 4 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 30) Albura de color café rojizo con tonalidades amarillentas, duramen café rojizo claro, lustre bajo, textura fina, grano entrecruzado, dura y pesada, presentando 0.79 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 73)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno ovalado-circular, principalmente solitarios con poros arreglados eventualmente en forma diagonal, muy numerosos, 56/mm², pequeños con diámetro tangencial de 85 µm (d.e. 6) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos, con longitud promedio de 268 µm (221-337 µm; d.e. 36), platinas de perforación simples con inclinación de 30-40°; punteaduras intervasculares alternas, areoladas, con 7.5 µm de diámetro, y de vaso a radio más grandes que las intervasculares.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso, muy escaso, con series de 2-3 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 9/mm, heterogéneos, uni y biseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo y células erectas en los márgenes, uniseriados con células erectas exclusivamente; son radios extremadamente bajos, con altura promedio de 371 µm (d.e. 76), con contenidos gomosos e inclusiones de cristales prismáticos en cámara dentro de células procumbentes.

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, medianas, con longitud promedio de 1330 µm (1098-1387 µm; d.e. 589), punteaduras areoladas, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 µm y 13 µm de diámetro tangencial. Traqueidas abundantes presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: Los frutos se comen crudos, en conserva y en forma de bebida fermentada. Planta utilizada para sombra y ornato. La madera se utiliza para leña y carbón, construcciones rurales, muebles, rayos de ruedas de carreta, artículos torneados, asa y mangos para herramientas e implementos agrícolas. Es recomendable para pisos, marcos, puertas, ventanas y elementos culturales. La corteza, rica en taninos y sustancias colorantes, se utiliza para curtir pieles. (Niembro, 1986).

MELIACEAE

Cedrela salvadorensis Standley

Nombres comunes: cedro (Pue.), cedro macho (Chis.), cuachichile (Alto Balsas).

Distribución: Amplia distribución en la vertiente del pacífico, desde Jalisco hasta Panamá.

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 8 m de altura y d.a.p. de 25 cm, tronco frecuentemente torcido.

C O R T E Z A: Escamosa con escamas irregulares, desprendimiento escamoso, de color café rojizo a café oscuro; corteza interna de 5 mm y la externa de 7 mm, olor a cedro y sabor amargo.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 31) Albura de color gris rojizo muy claro con tonalidades plateadas, duramen café rojizo, lustre alto, textura media, grano ligeramente entrecruzado, moderadamente dura y medianamente pesada, presentando 0.58 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 74)

Vasos: Porosidad semianular, poros de contorno ovalado a circular-ovalado, principalmente solitarios y en grupos de 2, arreglados en cadenas radiales y en racimos, pocos, 5/mm², moderadamente grandes con diámetro tangencial de 231 μm (d.e. 20) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos con longitud promedio de 336 μm (231-501 μm ; d.e. 73), platinas de perforación simples con inclinación de 20°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio con aberturas coalescentes, alternas, areoladas, con 6 μm de diámetro, con contenidos gomosos.

Parénquima axial: En bandas marginales de 5 a 9 células de ancho y paratraqueal vasicéntrico a veces confluyente, muy abundante, con series de 4 células por segmento, con algunas cadenas de cristales prismáticos.

Parénquima radial: Los radios son moderadamente numerosos, 5/mm, homogéneos y heterogéneos, triseriados formados solamente por células procumbentes en el cuerpo, otros con una hilera de células cuadradas en los márgenes; son radios muy bajos con altura promedio de 628 μm (d.e. 58), con inclusiones de cristales prismáticos principalmente en células cuadradas.

Fibras: De tipo libriforme, algunas septadas, medianas, con longitud promedio de 1252 μm (1030-1522 μm ; d.e. 117.9), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 μm y 17 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: La madera se utiliza en la ebanistería y en la elaboración de yugos para yuntas (Guizar-Nolazco y Sánchez, 1991)

OLEACEAE

Forestiera phillyreoides (Benth.) Torrey

Nombres comunes: garrapatillo (S.L.P.), palo de tecumplate (Dgo.). (Martínez, 1994.)

Distribución: San Luis Potosí, Durango, Puebla.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 2.3 m de altura y d.a.p. de 6 cm.

C O R T E Z A: Lisa a ligeramente rugosa, de color gris con áreas blancas y verdosas, compacta, sin desprendimiento notorio, con lenticelas escasas de 2 mm de diámetro, con sabor ligeramente amargo, grosor total de la corteza de 1 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 32) Albura de color blanco rojizo, lustre alto, textura fina, grano recto, dura y pesada, presentando 0.75 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 75)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno ovalado, principalmente en grupos de 2 a 4 y solitarios presentes, arreglados en cadenas radiales, muy numerosos, 40/mm², muy pequeños, con diámetro tangencial de 37 µm (d.e. 4) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos con longitud promedio de 348 µm (289-414 µm; d.e. 37), platinas de perforación simples con inclinación de 30-45°; punteaduras intervasculares alternas, areoladas, diminutas, con 3 µm de diámetro, y de vaso a radio simples.

Parénquima axial: Marginal y Paratraqueal escaso, con series principalmente de 2, algunas de 4 y ocasionalmente de 5 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son muy numerosos, 14/mm, heterogéneos, uniseriados formados únicamente de células erectas, biseriados formados por células procumbentes en el cuerpo y varias hileras de células erectas en los márgenes; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 378 μm (d.e. 83).

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, moderadamente cortas, con longitud promedio de 852 μm (751-953 μm ; d.e. 54), punteaduras areoladas, pared de delgada a gruesa, con espesor de 3 μm y 9 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

RHAMNACEAE

Karwinskia humboldtiana (Roemer & Schultes) Zucc.

Nombres comunes: cacachila (B.C., Chih., Son.), cacachila china (Sin., Nay.), capulín (Coah. y Tam.), capulín cimarrón (Qro.), capulín de zorra (Hgo.), capulincillo (N.L. y Qro.), capulincillo cimarrón, coyotillo (Tam.), frutillo, negrito, palo negrito (Sin.), tullidor, tullidora (Coah, Tam., N.L., Qro.). (Martínez, 1994)

Distribución: En los estados de Baja California a Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Oaxaca. (Standley, 1920-26)

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 2.5 m de altura y d.a.p. de 4 cm.

C O R T E Z A: Finamente escamosa con presencia de áreas fisuradas de color café rojiza a café obscura, se desprende en pequeñas escamas, con zonas claras dadas por la presencia de liquen blanquecino escaso, sabor astringente, grosor total de la corteza de 2 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 33) Albura de color crema ligeramente rojizo, lustre bajo, textura fina, grano recto, dura y pesada, presentando 0.88 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig.76)

Vasos: Porosidad difusa a semianular, poros de contorno ovalado, principalmente en grupos de 2 a más de 5 y presencia de solitarios, arreglados en cadenas radiales y algunos en racimos, muy numerosos, 52/mm², pequeños con diámetro tangencial de 56 µm (d.e. 6) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos, con longitud promedio de 351 µm (299-405 µm; d.e. 37), platinas de perforación simples con inclinación de 30-45°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas, con 5 µm de diámetro.

Parénquima axial: Marginal y paratraqueal escaso, principalmente con series de 2-4 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son muy numerosos, 13/mm, heterogéneos, biseriados, uni y triseriados escasos, formados por células procumbentes en el cuerpo y con una hilera de células cuadradas o erectas en los márgenes; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 363 µm (d.e. 52), e inclusiones de cristales prismáticos grandes y solitarios.

Fibras: De tipo libriforme, medianas con longitud promedio de 925 µm (857-1059 µm; d.e. 44), punteaduras simples, la mayoría con pared muy gruesa, con espesor de 3 µm y 9 µm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

Ziziphus amole (Sessé & Mociño) M. C. Johnston

Nombres comunes: cholulo (Pue.), capulincito (Alto Balsas).

Distribución: Ampliamente distribuido a lo largo de la vertiente del pacífico (Guizar-Nolazco y Sánchez, 1991).

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 4 m de altura y d.a.p. de 8 cm, con ramificaciones a baja altura.

C O R T E Z A: Lisa a ligeramente fisurada, de color café grisáceo con manchas verdes, lenticelas pequeñas, de 0.3 mm de diámetro, situadas dentro de las fisuras, con sabor muy amargo, grosor total de la corteza de 2 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 34) Albura de color blanco amarillento, con olor a humedad, lustre alto, textura mediana, grano recto a ligeramente ondulado, dura y pesada, presentando 0.83 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 77)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno ovalado, tanto solitarios como en grupos de 2 a 5, arreglados principalmente en cadenas radiales, moderadamente numerosos, 14/mm², pequeños con diámetro tangencial de 93 µm (d.e. 8) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos con longitud promedio de 294 µm (260-337 µm; d.e. 25), platinas de perforación simples con inclinación de 10-15°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas, con 7 µm de diámetro.

Parénquima axial: Marginal, de 1 a 3 células de ancho, y paratraqueal confluyente a veces formando bandas discontinuas delgadas, abundante, con series de 2 a 4 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son muy numerosos, 16/mm, heterogéneos, principalmente bi y triseriados, algunos uniseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo y con una a varias hileras de células erectas en los márgenes; son radios muy bajos con altura promedio de 518 µm (d.e. 159).

Fibras: De tipo libriforme, medianas con longitud promedio de 951 µm (896-1117 µm; d.e. 49), punteaduras simples, la mayoría con pared muy gruesa, con espesor de 3 µm y 9 µm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: Árbol de sombra en aceras, patios o parcelas. (Guizar-Nolazco y Sánchez, 1991).

ROSACEAE

Cercocarpus fothersgilloides Kunth

Nombres comunes: ramón (Standley, 1920-26)

Distribución: En los estados de México y Puebla, probablemente se extienda hasta Oaxaca. (Standley, 1920-26)

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 6 m de altura y d.a.p. de 14.5 cm.

C O R T E Z A: Escamosa, de color rojizo muy oscuro a negra, se desprende en escamas muy irregulares pequeñas y con liquen muy escaso; corteza interna de 4 mm y la externa de 1 mm de grosor.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 35) Albura muy pequeña de color café amarillento, duramen café rojizo más oscuro, lustre bajo, textura fina, grano ligeramente ondulado, dura y pesada, presentando 0.88 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 78)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno ovalado, principalmente solitarios, dispuestos diagonalmente y en ocasiones radialmente, moderadamente numerosos, 19/mm², medianos con diámetro tangencial de 112 µm (d.e. 8) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos, con longitud promedio de 419 µm (237-557 µm; d.e. 78), platinas de perforación simples con inclinación de 10°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas, con 6 µm de diámetro.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso en agregados, escaso, con series de 2 a 4 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 10/mm, homogéneos, tri y tetraseriados, formados solamente por células procumbentes en el cuerpo; son radios muy bajos con altura promedio de 602 µm (d.e. 89), e inclusiones abundantes de contenidos gomosos y cristales prismáticos solitarios escasos.

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, medianas con longitud promedio de 1064 µm (938-1163 µm; d.e. 48), punteaduras areoladas, pared de delgada a gruesa, con espesor de 4 µm y 13 µm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

RUBIACEAE

Bouvardia longiflora (Cav.) Kunth

Nombres comunes: lágrima de maría (Pue.), jazmín de san juan, cuan-guina (Oax.),

flor de san juan (Hgo. y Méx.), rosa de san juan (Jal. y Méx.). (Martínez, 1994)

Distribución: De Zacatecas y San Luis Potosí a Michoacán, Veracruz y Chiapas.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 1.5 m de altura y d.a.p. de 2.5 cm.

C O R T E Z A: Fisurada, con desprendimiento en escamas alargadas y delgadas, de color gris a amarillo intenso, con manchas de liquen blanco-verdoso, grosor total de la corteza de 1 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 36) Albura de color crema, duramen dañado por insectos (por lo que es difícil mencionar sus características precisas), lustre medio, textura de mediana a fina, el grano es difícil de observar (dañado), dura y pesada, presentando 0.84 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 79)

Vasos: Porosidad anular, poros de contorno ovalado a ligeramente angular, principalmente solitarios, los de madera tardía distribuidos en forma difusa, muy numerosos, 125/mm², muy pequeños, con diámetro tangencial de 38 µm (d.e. 4) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos, con longitud promedio de 592 µm (520-732 µm; d.e. 46), platinas de perforación simples con inclinación de 45°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio diminutas, alternas, areoladas, con 3 µm de diámetro.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso, con células fusiformes y series de 2 a 4 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son muy numerosos, 21/mm, homogéneos, uniseriados, formados exclusivamente por células erectas muy largas; son radios muy bajos con altura promedio de 894 µm (d.e.153).

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, moderadamente cortas, con longitud promedio de 745 µm (674-857 µm; d.e. 53), punteaduras areoladas, pared de delgada a gruesa, con espesor de 4 µm y 13 µm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: La planta en general es utilizada en la medicina tradicional, las flores como aromatizantes. (Rzedowski y Equihua, 1987)

Coutaportla giesbreghtiana (Baillon) Urban

Nombres comunes: campanilla blanca (Pue.).

Distribución: En los estados de Hidalgo, Puebla y Oaxaca. (Standley, 1920-26)

Forma: Arbolito que puede alcanzar hasta 5 m de altura y d.a.p. de 7 cm.

C O R T E Z A: Ligeramente rugosa de color gris claro levemente plateado, compacta, sin desprendimiento notorio, lenticelas presentes pero difíciles de observar ya que tienen el mismo color que la corteza, en algunas zonas hasta con 5 mm de diámetro, sabor muy amargo, grosor total de la corteza de 1 a 2 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 37) Albura de color blanco, duramen café claro, sabor amargo, lustre medio, textura fina, grano recto, dura y pesada, presentando 0.94 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 80)

Vasos: Porosidad difusa aunque en algunos anillos con tendencia a ser semianular, poros de contorno angular, principalmente solitarios con presencia de agrupados de 2 a 3, muy numerosos, 96/mm², muy pequeños con diámetro tangencial de 44 µm (d.e. 5) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 492 µm (404-568 µm; d.e. 45), platinas de perforación simples con inclinación de 45°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas con 4 µm de diámetro.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso, muy escaso, con series de 2 a 4 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son muy numerosos, 12/mm, heterogéneos, uni y biseriados, formados por células erectas y procumbentes mezcladas al azar; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 391 µm (d.e. 63).

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, medianas, con longitud promedio de 898 µm (799-1117 µm; d.e. 79), punteaduras areoladas, pared muy gruesa, con espesor de 6 µm y 16 µm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

Randia capitata DC.

Nombres comunes: limoncillo (Pue.).

Distribución: Puebla.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 3 m de altura y d.a.p. de 6 cm.

C O R T E Z A: Lisa, de color café rojizo con manchas claras, desprendimiento leve en láminas papiráceas pequeñas de color crema a rojizas, de sabor amargo, grosor total de la corteza de 3 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 38) Albura de color blanco grisáceo, sabor ligeramente amargo, lustre bajo, textura fina, grano recto, dura y pesada, presentando 0.78 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 81)

Vasos: Porosidad semianular, poros de contorno ovalados, solitarios y en grupos de 2 a 3 principalmente, arreglados en cadenas radiales, muy numerosos, 85/mm², muy pequeños con diámetro tangencial de 48 µm (d.e.5) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 624 µm (491-847 µm; d.e. 75), platinas de perforación simples con inclinación de 45°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio areoladas, alternas, con 3 µm de diámetro.

Parénquima axial: Apotraqueal difuso y en agregados, paratraqueal escaso, con series de 4 a 8 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son muy numerosos, 22/mm, heterogéneos, uni y biseriados, formados por células cuadradas, erectas y ocasionalmente procumbentes distribuidas completamente al azar; son radios bajos con altura promedio de 1733 µm (d.e. 259) y con contenidos gomosos.

Fibras: De tipo fibrotraqueidas, medianas con longitud promedio de 1267 μm (1098-1396 μm ; d.e.92), punteaduras areoladas, pared de delgada a gruesa, con espesor de 4 μm y 15 μm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

RUTACEAE

Casimiroa calderoniae Chiang & Gonz.-Medr.

Distribución: Puebla.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 2.5 m de altura y d.a.p. de 10.5 cm.

C O R T E Z A: Finamente rugosa, de color café grisáceo oscuro que al desprenderse deja un color crema amarillento, sabor levemente amargo, grosor total de la corteza de 2 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 39) Albura de color amarillo limón claro, de olor característico, sabor ligeramente ácido, lustre medio, textura fina, grano ondulado, dura y pesada, presentando 0.88 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 82)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno ovalado, principalmente agrupados en 2 a más de 5, arreglados en cadenas radiales y en racimos, los vasos presentan una distribución heterogénea con zonas en las que se encuentran muy abundantes y otros más dispersos, numerosos, 37/mm², pequeños con diámetro tangencial de 55 μm (d.e. 6) en promedio.

Los elementos de vaso son muy cortos con longitud promedio de 220 μm (173-270 μm ; d.e. 27), platinas de perforación simples con inclinación de 40°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio ornamentadas con aberturas coalescentes, alternas, areoladas, con 4 μm de diámetro. Con engrosamientos en espiral.

Parénquima axial: Paratraqueal confluyente formando bandas irregulares de 4 a 12

células de ancho, con series de 2 células por segmento. Inclusiones en cadenas de cristales prismáticos en cámaras.

Parénquima radial: Los radios son muy numerosos, 10/mm, homogéneos, bi y triseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 287 μm (d.e. 26).

Fibras: De tipo libriforme, moderadamente cortas con longitud promedio de 756 μm (645-886 μm ; d.e. 53), punteaduras simples, pared muy gruesa, con espesor de 4 μm y 13 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento inconspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

Helietta lucida Brandegees

Distribución: Puebla.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 3 m de altura y d.a.p. de 8 cm, tronco y ramas simpódicas, copa estratificada.

C O R T E Z A: Ligeramente rugosa, de color gris con manchas blancas y verdes, generalmente compacta (sin desprendimiento notorio) y en algunas zonas con escamas irregulares, con lenticelas abundantes de tamaños variables que van de 1 a 5 mm de diámetro y de color gris claro, con sabor amargo, grosor total de la corteza de 3 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 40) Albura de color amarillo pálido ligeramente amarillo rojizo, lustre medio, textura fina, grano entrecruzado, extremadamente dura y pesada, presentando 1.0 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 83)

Vasos: Porosidad difusa a semianular, poros de contorno ovalados, principalmente en grupos de 2 a más de 5, arreglados en cadenas radiales, con presencia de solitarios, muy numerosos, 118/ mm^2 , muy pequeños, con diámetro tangencial de 48 μm (d.e. 3) en promedio.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos con longitud promedio de 316 μm (270-385 μm ; d.e. 32), platinas de perforación simples con inclinación de 30-45°; punteaduras

intervasculares y de vaso a radio alternas, areoladas, con 3 μm de diámetro.

Parénquima axial: En bandas marginales de hasta 4 células de ancho, paratraqueal escaso y apotraqueal difuso, escaso, con series de 4 a 6 células por segmento. Inclusiones de cristales prismáticos en cámara.

Parénquima radial: Los radios son numerosos, 9/mm, heterogéneos, biseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo y con una hilera de células erectas en los márgenes; son radios extremadamente bajos con altura promedio de 261 μm (d.e. 34). Con inclusiones de cristales prismáticos en cámara en células erectas y procumbentes.

Fibras: De tipo libriforme, medianas con longitud promedio de 1092 μm (982-1185 μm ; d.e. 63), punteaduras simples, pared muy gruesa, con espesor de 4 μm y 11 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

Ptelea trifoliata L.

Nombres comunes: palo de zorrillo (Pue.).

Distribución: De Sonora a Tamaulipas, Puebla y Oaxaca. (Standley, 1920-26)

Forma: Árbol que puede alcanzar hasta 3 m de altura y d.a.p. de 6 cm.

C O R T E Z A: Ornamentada, se desprende levemente en láminas papiráceas, de color verde seco y que toma un color café rojizo al secarse, con grupos de lenticelas que en conjunto miden de 4 a 7 mm de diámetro, con sabor muy amargo y astringente, grosor total de la corteza de 1.5 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 41) Albura de color amarillo limón muy claro con tonalidades blanquecinas, sabor ligeramente amargo, lustre alto, textura fina, grano recto, dura y pesada, presentando 0.85 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 84)

Vasos: Porosidad anular, poros de contorno ovalado, principalmente en grupos de 2 a

más de 5, con arreglo de diagonal a dendrítico en la madera tardía, numerosos, 27/mm², medianos, con diámetro tangencial de 105 µm (d.e.7) en promedio en la madera temprana.

Los elementos de vaso son moderadamente cortos con longitud promedio de 286 µm (193-385 µm; d.e. 42), platinas de perforación simples con inclinación de 10-20°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio areoladas, alternas, con 7 µm de diámetro. Con contenidos gomosos y engrosamientos en espiral.

Parénquima axial: Paratraqueal confluyente en algunas zonas con tendencia a formar bandas irregulares de 6 células de ancho, otras zonas en confluencia diagonal siguiendo la distribución de los vasos, abundancia regular, con series de 2 a 4 células por segmento. Inclusiones abundantes de cristales prismáticos en cámara.

Parénquima radial: Los radios son moderadamente numerosos, 6/mm, homogéneos, triseriados con algunos biseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo; son radios muy bajos con altura promedio de 732 µm (d.e. 99).

Fibras: De tipo libriforme, medianas con longitud promedio de 1043 µm (953-1204 µm; d.e.60), punteaduras simples, pared de delgada a gruesa, con espesor de 4 µm y 11 µm de diámetro tangencial. Con engrosamientos en espiral y traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: La raíz es empleada como remedio para dispepsia y como tónico. (Standley, 1920-26)

SAPOTACEAE

Bumelia salicifolia (L.) Sw.

Distribución: Puebla, Veracruz, Oaxaca y Yucatán. (Standley, 1920-26)

Forma: Arbusto-arbolito que puede alcanzar hasta 5 m de altura y d.a.p. de 6.5 cm.

C O R T E Z A: Fisurada compacta pero ocasionalmente se desprende en pequeñas escamas irregulares, de color café oscuro con áreas más claras y grisáceas o blanquecinas por liquen; corteza interna de 2 mm, corteza externa 1 mm.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 42) Albura de color café rojizo

(homogéneo), sabor amargo, lustre medio, textura fina, grano entrecruzado, dura y pesada, presentando 0.89 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 85)

Vasos: Porosidad difusa, poros de contorno ovalado a ligeramente anguloso, principalmente en grupos de 2 a más de 5 y con presencia de solitarios, arreglados en cadenas radiales y algunos en racimos, moderadamente numerosos, 19/mm² y pequeños con diámetro tangencial de 82 µm (d.e. 8) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 559 µm (385-713 µm; d.e. 78), platinas de perforación simples con inclinación de 30-45°; punteaduras intervasculares areoladas, alternas, con 6 µm de diámetro y las de vaso a radio alargadas y de mayor tamaño.

Parénquima axial: Apotraqueal difuso en agregados y en algunas zonas forma bandas irregulares de una célula de grosor, abundante, con series de 2-4 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son muy numerosos, 12/mm, heterogéneos, biseriados, algunos de los radios formados por células procumbentes en el cuerpo y con una a varias hileras de células erectas en uno o en ambos márgenes, muchos otros presentan una enorme variación en cuanto al número, tamaño y disposición de sus células; son radios muy bajos con altura promedio de 488 µm, (d.e. 59) y con contenidos gomosos.

Fibras: De tipo libriforme, medianas con longitud promedio de 1347 µm (1194-1522 µm; d.e. 116), punteaduras simples, escasas, pared muy gruesa, con espesor de 6 µm y 18 µm de diámetro tangencial. Traqueidas presentes.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

VERBENACEAE

Citharexylum tetramerum Brandegee

Distribución: En los estados de San Luis Potosí y Puebla.

Forma: Arbusto que puede alcanzar hasta 2 m de altura y d.a.p. de 3.5 cm.

C O R T E Z A: De finamente escamosa a fisurada, de color negro con manchas claras y grisáceas, desprendimiento leve en escamas pequeñas de 3 X 7 mm con tendencia a ser

rectangulares, sabor amargo y levemente astringente, corteza interna de 0.5 mm y la externa de 2 mm de grosor.

M A D E R A

CARACTERÍSTICAS GENERALES: (Fig. 43) Albura de color blanca rosácea, lustre alto, textura fina, grano recto, moderadamente dura y medianamente pesada, presentando 0.57 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS: (Fig. 86)

Vasos: Porosidad semianular, poros de contorno ovalado, principalmente en grupos de 2 a 5 y presencia de solitarios, arreglados radialmente en cadenas y mayormente agrupados al inicio del anillo de crecimiento, muy numerosos, 96/mm², pequeños con diámetro tangencial de 57 μm (d.e. 4) en promedio.

Los elementos de vaso son medianos con longitud promedio de 352 μm (309-433 μm ; d.e. 34), platinas de perforación simples con inclinación de 45°; punteaduras intervasculares y de vaso a radio areoladas, alternas, con 3 μm de diámetro.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso, muy escaso, con series de 2 a 5 células por segmento.

Parénquima radial: Los radios son moderadamente numerosos, 5/mm, heterogéneos, biseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo y una hilera de células erectas en uno o en ambos márgenes; son radios muy bajos con altura promedio de 577 μm (d.e. 83).

Fibras: De tipo libriforme, muy cortas con longitud promedio de 591 μm (536-650 μm ; d.e. 38), punteaduras simples, pared muy delgada, con espesor de 2 μm y 18 μm de diámetro tangencial.

Otras características: Anillos de crecimiento conspicuos.

U S O S: No se conocen usos para la madera.

DISCUSIÓN
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ÁRBOLES Y ARBUSTOS

I. CARACTERÍSTICAS GENERALES

GRAVEDAD ESPECÍFICA: En cuanto a su densidad podemos agrupar a las especies arbóreas estudiadas en 2 grupos: con densidad mediana 46% (12 sp.) y densidad alta 54% (14 sp.). Los arbustos se comportan también en dos grupos: mediana 18% (3 sp.) y alta 82% (14 sp.). Se observa una marcada tendencia de los arbustos a presentar densidades altas. Debe hacerse notar la ausencia de especies con baja densidad (CUADRO 1 y GRÁFICA 1). Barajas-Morales (1987), en su trabajo sobre gravedad específica, observa que los árboles de la región seca presentan una densidad alta y en los de la región húmeda la densidad es baja, lo cual coincide con lo reportado para Tehuacán, aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre arbustos y árboles (CUADRO 3 y 4).

COLOR DE LA ALBURA: En las especies del Matorral Xerófilo se observa una amplia gama de tonalidades claras, que van desde blancas a tonos rosáceos- amarillentos- rojizos y café claros; tanto para las especies arbóreas como para las arbustivas, siendo los tonos más frecuentes los amarillentos en ambos casos (CUADRO 3 y 4).

COLOR DEL DURAMEN: Entre las especies arbóreas, el 46% (12 sp.) de ellas presentan una diferencia clara entre duramen y albura. En general se observan tonos que van del café claro, café grisáceo, café rosáceo, café rojizo hasta el café oscuro. En los arbustos el 41% (7 sp.) de las especies presenta diferencia entre albura y duramen, por otro lado las tonalidades que se observaron, además de los tonos café, incluye un tono que va de amarillo oro a rojizo. Dominando en general para ambos grupos los tonos café (CUADRO 3 y 4).

LUSTRE: En los árboles, son 13 las especies con lustre medio (50%), seguidas de 9 especies con lustre alto (35%) y 4 especies con lustre bajo (15%). En las especies arbustivas, el comportamiento es más o menos similar, ya que 7 especies presentaron lustre medio (41%), 6 especies presentaron lustre alto (35%) y 4 especies lustre bajo (24%). Lo anterior muestra en ambos grupos, una tendencia hacia el lustre medio (CUADRO 3 y 4).

TEXTURA: En las especies arbóreas es más frecuente la textura fina 58% (15 sp.), después la media 35% (9 sp.) y la gruesa 7% (2 sp.). En las especies arbustivas el comportamiento es más o menos similar al de los árboles, ya que un 71% (12 sp.) de las especies presentan textura fina, 3 especies (18%) con textura de fina a mediana y solo 2 especies (11%) con textura media. En ambos grupos no se presentó textura gruesa, y se observa una clara tendencia a presentar textura fina (CUADRO 3 y 4).

GRANO: En los árboles se observa en 10 especies el grano entrecruzado (40%), 5 especies con grano recto (21%), 4 especies con grano ligeramente ondulado a ondulado (15%), 3 especies con grano ligeramente ondulado a entrecruzado (12%), 2 especies con grano entrecruzado a ondulado (8%) y finalmente 1 especie con una combinación de recto a ligeramente ondulado y entrecruzado (4%). Para los arbustos el grano recto (48%) es el más frecuente en 8 especies, el entrecruzado en 3 especies (19%), el ligeramente ondulado en 2 especies (13%), de recto a ligeramente ondulado en 2 especies (13%) y de entrecruzado a ondulado en 1 especie (7%). Lo anterior nos muestra las diferentes combinaciones de grano que se pueden observar tanto en árboles como en arbustos (CUADRO 3 y 4).

DUREZA: Las especies arbóreas son principalmente duras con un porcentaje del 58% (15 sp.), seguidas de la dureza media con un 23% (6 sp.) y finalmente las blandas con un 19% (5 sp.). En los arbustos la condición más frecuente es la dura con un 59% (10 sp.), y después la media con un porcentaje del 41% (7 sp.); en este grupo no se observaron especies blandas (CUADRO 3 y 4).

II. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

VASOS

PLATINAS.- Las especies arbóreas y arbustivas de Tehuacán presentan platinas de perforación simple, mismas que dominan en zonas desérticas y sólo una especie arbórea, *Garrya ovata*, presenta platina escalariforme con 8 a 10 barras. Las platinas de perforación simple son comunes en ambientes secos y excepto en raras ocasiones se presentan platinas escalariformes pero el número de barras disminuye según el grado de xeromorfía (Wheeler y Baas 1991); también se ha observado que los arbustos presentan características xeromórficas típicas, tales como: platinas simples, vasos muy numerosos por mm², de diámetro angosto, vasos cortos, con traqueidas vasicéntricas y vasculares, pero en especies arbustivas riparias, húmedas y alpinas se presentan comúnmente platinas escalariformes (Carlquist y Hoekman 1985; Baas y Carlquist 1985; Fahn y col. 1986; Barajas-Morales y León-Gómez 1989). También se considera que la especialización de las platinas escalariformes se establece primero por la disminución del número de barras hacia la platina simple, así como una relación de esta última con el aumento en el diámetro de vasos y la disminución de su longitud (Bailey 1944; Wheeler y Baas 1991). La platina simple representa menor resistencia al paso de líquidos y por lo tanto mayor eficacia en la conducción de agua, lo cual justifica su presencia en ambientes con escasez de agua; en otro sentido, también se considera que en maderas filogenéticamente primitivas con platinas de perforación exclusivamente escalariformes existe cierta tendencia a la presencia de porosidad

difusa (Carlquist 1975). La presencia de *Garrya ovata* podría explicarse por las características ecológicas particulares del sitio donde se colectó esta especie, que fue en una ladera poblada con matorral esclerófilo, y la literatura menciona que se puede encontrar en laderas, cañadas y a orilla de ríos, sitios en los cuales la humedad puede retenerse aún más que en las planicies.

LONGITUD.- Para la longitud de los elementos de vaso, se toman en cuenta los valores establecidos por IAWA (1937) que los agrupan en: vasos cortos < 350 μm , medianos de 350 a 800 μm y largos >800 μm . En las especies arbóreas de Tehuacán un 54% (14 sp.) son elementos cortos, un 42% (11 sp.) medianos y un 4% (1 sp.) largos. En las especies arbustivas un 71% (12 sp.) son elementos cortos y un 29% (5 sp.) son medianos. Es evidente la mayor frecuencia tanto en las especies arbóreas como en las arbustivas de elementos de vaso cortos, siendo aún más notorio en las arbustivas ya que no se presentó ninguna especie con elementos largos (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 2). El tamaño de los elementos de vaso es variable en dicotiledóneas y se sabe que esta asociado con la evolución de los vasos (Bailey y Tupper 1918). Por otra parte para las zonas desérticas, es común la presencia de elementos de vaso cortos (Novruzova 1968; Carlquist y Hoekman 1985; Baas y Carlquist 1985; Baas y Zhan 1986; Fahn y col. 1986; Lindorf 1994), ya que esta condición proporciona resistencia para soportar la presión negativa que se ejerce en las especies xeromórficas (Carlquist 1975, 1977). En algunos trabajos se correlaciona la longitud de los vasos con el hábitat y en general se menciona que los arbustos presentan vasos mucho más cortos que los árboles (Fahn y col. 1986; Wheeler y Baas 1991).

DIÁMETRO.- Las especies arbóreas presentan, en el 52% (14 sp.) de ellas vasos con diámetro mediano, el 26% (7 sp.) con diámetro pequeño, el 13% (3 sp.) con diámetro grande y sólo el 9% (2 sp.) con diámetro muy pequeño. En los arbustos se observa que el 65% (11 sp.) de las especies presentan diámetro pequeño, un 25% (5 sp.) con diámetro muy pequeño y un 10% (1 sp.) con diámetro mediano; en éste grupo no se presentaron vasos de diámetro grande. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente y se obtuvo que las diferencias observadas entre árboles y arbustos tienen una significancia estadística del 99% ($\alpha = 0.00051$) (GRÁFICA 20). Los árboles presentan principalmente vasos de diámetro mediano a grande, los cuales proporcionan una mayor eficiencia en la conducción y en los arbustos dominan principalmente los vasos de diámetro pequeño, mismos que son seguros en la conducción, ya que si un vaso se emboliza, la conducción se sigue realizando a través de cualquier otro vaso alrededor del inutilizado (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 3). Los vasos anchos son vulnerables pero eficientes conductores y los angostos proveen seguridad, ya que al aumentar su número reducen el porcentaje de vasos que pueden imposibilitarse para el transporte a causa de embolismos (Zimmermann 1982; Barajas-Morales 1985; Fahn y col. 1986). Los arbustos desérticos pueden tener tanto vasos anchos, que permitan grandes flujos en ciertas épocas, así

como vasos angostos que soportan altas presiones durante la época seca del año, teniendo la capacidad de transportar pequeños volúmenes de agua (Carlquist 1975; Baas y col. 1983). En general las especies desérticas presentan vasos angostos y las especies mesofíticas muestran una tendencia a presentar vasos anchos (Carlquist y Hoekman 1985; Baas y Carlquist 1985; Baas y Zhang 1986; Lindorf 1994).

AGRUPACIÓN.- En las especies revisadas se observaron vasos tanto solitarios como en grupos de 2 a más y para poder analizar ésta característica, se separaron en: vasos (poros) principalmente solitarios con presencia de un menor número de vasos agrupados; vasos principalmente agrupados con presencia de un menor número de vasos solitarios. De esta manera se observa para los árboles un 58% (15 sp.) de especies que presentan vasos principalmente solitarios y un 42% (11 sp.) de especies con vasos principalmente agrupados. Para los arbustos se observa un 71% (12 sp.) con vasos principalmente agrupados y un 29% (5 sp.) de las especies con vasos principalmente solitarios; en las especies arbóreas los porcentajes son más o menos similares tanto para vasos agrupados como para solitarios, pero en las especies arbustivas son claramente dominantes los vasos principalmente agrupados (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 4). En la flora árida es común encontrar diferentes combinaciones de vasos agrupados (Baas y col. 1983; Lindorf 1994), ya que esta condición es una estrategia adaptativa a la xeromorfía (Carlquist y Hoekman 1985); aunque también se pueden presentar tanto vasos múltiples como solitarios (Fahn y col. 1986). Esta combinación permite que si se interrumpe la conducción del fluido en un vaso que es parte de un grupo, dicha conducción puede continuarse por medio de otro vaso que este adyacente al que interrumpió su transporte (Carlquist 1984). El registro fósil revela que hay un desarrollo paulatino a través del tiempo respecto a la agrupación de vasos, ya que primero se observan con más frecuencia vasos solitarios y en especies más recientes dominan los vasos agrupados o múltiples; ésta agrupación de vasos se considera un dispositivo para asegurar y mejorar la conducción hidráulica (Wheeler y Baas, 1991).

FRECUENCIA DE POROS/ mm².- Las especies arbóreas presentan 4 categorías con respecto al número de poros por milímetro cuadrado: un 39% (10 sp.) de las especies presentan pocos poros, un 31% (8 sp.) poros moderadamente numerosos, un 15% (4 sp.) poros numerosos y otro porcentaje igual poros muy numerosos. Para los arbustos estas categorías se invierten, el 76% (13 sp.) de las especies presentan poros muy numerosos, el 12% (2 sp.) poros moderadamente numerosos y otro porcentaje igual 12% (2 sp.) poros numerosos. Observándose una tendencia en los árboles a presentar pocos poros y moderadamente numerosos y para los arbustos una tendencia hacia los poros muy numerosos (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 5); al aplicar la prueba estadística correspondiente, se encontró que la diferencia entre árboles y arbustos es significativa en un 99% ($\alpha=0.00018$) (GRÁFICA 21). Los árboles

de Tehuacán muestran una mayor tendencia a comportarse como especies que crecen en condiciones de menor aridez, lo que se muestra por la presencia de especies con una menor frecuencia de vasos por milímetro cuadrado (pocos); por otro lado en las especies arbustivas es clara la tendencia a comportarse como especies de zonas más secas, ya que se observan en ellas vasos muy numerosos. Se considera que el aumento en el número de vasos, reduce el riesgo de que puedan imposibilitarse para el transporte a causa de embolismos (Zimmermann 1982; Lindorf 1994) y que en zona xéricas se observa comúnmente vasos numerosos y muy numerosos (Carlquist y Hoekman 1985; Fahn y col. 1986), ya que estos están relacionados con la xeromorfa (Carlquist 1977), así como pocos vasos se relacionan con ambientes mesofíticos (Baas y Zhang 1986). Carlquist (1977) ha tratado de establecer una correlación confiable entre los factores ecológicos como temperatura, precipitación, clima, etc. y la anatomía, en base a índices de vulnerabilidad, con esos índices se pueden relacionar por ejemplo los hábitats mesomórficos con características anatómicas como vasos solitarios y pocos, o los hábitats xeromórficos con vasos agrupados y numerosos.

POROSIDAD.- Para las especies arbóreas se observa que un 58% (15 sp.) presentan porosidad difusa, un 19% (5 sp.) de las especies con porosidad anular y un 23% (6 sp.) con porosidad semianular. En los arbustos se presentan con un porcentaje del 59% (10 sp.) las especies con porosidad difusa, un 12% (2 sp.) con porosidad anular y un 29% (5 sp.) con porosidad semianular, siendo más frecuente para ambos grupos la porosidad difusa (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 6). Las especies de Tehuacán, tanto árboles como arbustos, presentan principalmente porosidad difusa. Algunas especies tropicales de ambientes temporalmente secos, caducifolios o no, presentan porosidad anular y semianular y las especies caducifolias presentan porosidad difusa (Chowdhurg 1964), esta última junto con la anular se presenta en leguminosas y anacardiáceas, además de que la anular esta relacionada con vasos anchos y angostos asociados a traqueidas, sin embargo esta condición es común en especies de vegetación con mayor humedad (Fahn y col. 1989). El registro fósil reporta que la porosidad anular se observa comúnmente en el Terciario Inferior y en tiempos más recientes en zonas templadas, en las especies del trópico y del Hemisferio Sur no se observa esta porosidad; generalmente se asocia la porosidad anular con climas templados y vegetación decidua, y se considera una correlación entre el clima y la presencia de este tipo de porosidad (Wheeler y Baas 1991).

PUNTEADURAS INTERVASCULARES.- El tamaño de las punteaduras (LAWA, 1989) es de, diminutas menores a 4 μm , pequeñas de 4-7 μm y medias de 7-10 μm . En las especies arbóreas de Tehuacán, son más frecuentes las de tamaño medio en un 50% (13 sp.), seguidas de las pequeñas en un 38% (10 sp.) y finalmente las diminutas en un 12% (3 sp.). En los arbustos, esta condición varía ya que el mayor porcentaje 53% (9 sp.) lo presentan las pequeñas,

las diminutas en un 35% (6 sp.) y en menor proporción las punteaduras medias con un 12% (2 sp.). Por lo tanto en los árboles dominan las punteaduras medias (7-10 μm), no así en los arbustos donde dominan las punteaduras pequeñas (4-7 μm). Tanto árboles como arbustos de Tehuacán presentan punteaduras intervasculares areoladas y alternas (GRÁFICA 7).

En los árboles de Tehuacán dominan las punteaduras medianas y en las arbustivas las punteaduras pequeñas. Las especies de zonas áridas presentan punteaduras diminutas, aún sin demostrarse la ventaja que pudiera tener su presencia en dichas zonas, pero se cree que las punteaduras areoladas ayudan a soportar la presión negativa, evitando que los vasos se embolizen (Zweypfenning 1978). La presencia de punteaduras intervasculares alternas y diminutas, asociadas especialmente a platinas simples y elementos cortos son consideradas condiciones anatómicas de adaptación a la sequía, ya que son una estrategia del xilema para soportar la presión negativa y prevenir la cavitación, evitando el mal funcionamiento de los vasos al asegurar su conducción (Carlquist 1975, 1982, 1983, 1988; Lindorf 1994). Este tipo de punteadura se asocia a plantas de zonas áridas, sin embargo en algunas familias se presentan independientemente de su hábitat; también se propone que las punteaduras alternas hacen más fuerte la pared del vaso que las opuestas o escalariiformes (Carlquist 1988).

INTERVASCULARES ORNAMENTADAS.- Para las especies arbóreas la presencia de punteaduras ornamentadas es mayor en un 42% (11 sp.), y para las arbustivas es menor en 24% (4 sp.). Donde las familias y especies que presentan esta característica para Tehuacán son *Cyrtocarpa procera* (Anacardiaceae), *Ehretia latifolia* (Borraginaceae), *Euphorbia schlechtendalii* (Labiatae), *Krameria cytisoides* (Krameriaceae), *Acacia bilimekii*, *Acacia subangulata*, *Calia secundiflora*, *Cercidium praecox*, *Conzattia multiflora*, *Eysenhardtia polystachya*, *Harpalyce formosa*, *Havardia acatlensis*, *Leucaena esculaenta*, *Lonchocarpus oaxacensis*, *Prosopis laevigata*, *Senna galeotiana* (Leguminosae) y *Casimiroa calderoniae* (Rutaceae) (GRÁFICA 8). La literatura menciona que las punteaduras ornamentadas son comunes en Combretaceae, Lythraceae, Myrtaceae, Rubiaceae y Leguminosae, y que las punteaduras ornamentadas y diminutas (como en apocinaceas y rubiaceas) son difíciles de observar al microscopio (LAWA, 1989); por otro lado, Fahn (19) menciona que las punteaduras ornamentadas se encuentran en el xilema más desarrollado filogenéticamente y por lo tanto se considera como una forma evolucionada de punteadura. Condición que se observa en las especies de Tehuacán, ya que más especies arbóreas de leguminosas son las que presentan punteaduras ornamentadas.

INTERVASCULARES CON ABERTURAS COALESCENTES.- En las especies arbóreas se presentan en un 15% (4 sp.) y en las arbustivas solo en un 24% (4 sp.) (GRÁFICA 8). Se consideran aberturas coalescentes a la abertura alargada y muy angosta que se une a otras similares para formar estrías en la superficie interna de la pared secundaria de la célula.

ENGROSAMIENTOS EN ESPIRAL.- Esta característica en los árboles de Tehuacán, se presenta en una frecuencia del 11% (3 sp.) y para los arbustos en un 24% (4 sp.) (GRÁFICA 8). Lo anterior nos muestra que los engrosamientos en espiral no son frecuentes para las especies estudiadas de Tehuacán. Las tendencias en los engrosamientos helicoidales no son claras ya que su presencia y abundancia depende de la especie o del ambiente en que se desarrolle. En algunas especies esclerófilas se presentan engrosamientos helicoidales (Webber 1936), condición que también se observa para la flora desértica, pero solo en algunos géneros de la familia Asteraceae y en especies de altitudes elevadas, pero no es común en especies mesofíticas. Algunas especies con engrosamientos helicoidales proporcionan mayor flexibilidad y resistencia al vaso y en general al tallo (Carlquist 1975), por lo que se considera que los engrosamientos helicoidales auxilian a evitar la cavitación debido al aumento en la adhesión de las moléculas de agua a las paredes celulares (Carlquist 1982). También se propone que el mayor grado de xeromorfia está representado por la presencia de engrosamientos helicoidales, vasos cortos numerosos, de diámetro grande, así como presentar traqueidas vasicéntricas y vasculares (Carlquist y Hoekman 1985); los engrosamientos helicoidales son frecuentes en ambientes desérticos, disminuyendo notablemente en arbustos (Baas y Zhang 1986). Por otro lado se observa que los engrosamientos helicoidales son más comunes en la flora mediterránea y templada, y menos frecuente en la flora subtropical árida y en la flora méxica a temporalmente tropical seca (Baas y col. 1983; Fahn y col. (1986; Baas y Schweingruber 1987). Los engrosamientos helicoidales no se registran antes del Eoceno y sólo se presentan hasta el Oligoceno, donde las especies alcanzan mayores niveles de especialización, lo cual sugiere que los engrosamientos sean considerados una característica especializada, además se reconoce que los engrosamientos helicoidales se presentan comúnmente en especies de zonas templadas (Wheeler y Baas 1991).

INCLUSIONES: GOMAS Y TÍLIDES.- Para las especies arbóreas las gomas se presentan en un 19% (5 sp.), las tílides se observaron en un 4% (1 sp.); en las especies arbustivas solo se observaron gomas en un porcentaje del 24% (4 sp.) (GRÁFICA 8). Dentro de las células vegetales se almacenan diferentes sustancias ergásticas tales como las resinas, gomas, cristales y tílides. Los cristales más comunes en la madera son los prismáticos y la abundancia de ellos es variable según la especie. Información sobre la localización específica de los cristales no se encuentra disponible en la literatura. En la bibliografía se hace mención a la presencia de cristales en los elementos de vaso, pero en las especies de Tehuacán solo se observaron cristales en las células de parénquima axial y radial (Metcalfé & Chalk, 1983).

FIBRAS:

LONGITUD.- Las especies arbóreas presentan fibras medianas en un 50% (13 sp.), fibras cortas en un 42% (11 sp.) y fibras largas en 8% (2 sp.) de las especies. Los arbustos presentan fibras cortas en un 53% (9 sp.) y medianas en un 47% (8 sp.) de las especies. Es muy notoria la ausencia total de fibras largas en especies arbustivas, así como un porcentaje muy bajo en las especies arbóreas (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 9). En los arbustos de Tehuacán se presentan tanto fibras cortas como medianas de manera equitativa; en cambio en los árboles son más frecuentes las fibras medianas y menos las fibras cortas, pero si se presentan fibras largas aunque en un porcentaje muy bajo; al realizar el análisis estadístico se obtuvo que las diferencias encontradas entre árboles y arbustos corresponden a una significancia del 95% ($\alpha=0.035$) (GRÁFICA 22). Se sabe de manera general que las fibras se acortan en zonas secas y se alargan en zonas húmedas, sin mostrar alguna diferencia en esta condición para árboles y arbustos (Barajas-Morales 1985; Fahn y col. 1986). Por otro lado, la longitud de las fibras, al igual que los vasos, dependen del tamaño de la célula inicial cambial y que como parte del proceso de especialización ambas presentan una tendencia al acortamiento (Wheeler y Baas 1991).

TIPO DE FIBRAS.- En los árboles se presentan principalmente fibras libriformes en 65% (17 sp.) de las especies, fibrotraqueidas en 35% (9 sp.), y en 38% (10 sp.) se combina la presencia de fibras libriformes o fibrotraqueidas con la presencia de traqueidas. En las especies arbustivas son más frecuentes las fibras libriformes en 71% (12 sp.), menos frecuentes las fibrotraqueidas en 29% (5 sp.), y en 47% (8 sp.) de las especies con traqueidas. Las especies arbóreas de Tehuacán presentan principalmente fibras libriformes y en las especies arbustivas son más frecuentes las traqueidas; cabe mencionar que las fibras septadas son muy escasas y solo se presentan en un 19% (5 sp.) de las especies arbóreas (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 11). En general existe una relación entre la agrupación de vasos y el tipo de elementos imperforados que se presentan en las especies ya que es mayor la presencia de fibras libriformes y fibrotraqueidas que el de traqueidas; en arbustos es más común la presencia de traqueidas, a las que se les atribuye una función de refuerzo al sistema de conducción, lo cual se considera una ventaja positiva en épocas de sequía ya que ayudan a mantener el flujo hídrico constante, ayudando así a mantener vivas las ramas en esa temporada (Carlquist 1966, 1984, 1985; Carlquist y Hoekman 1985). En árboles y arbustos riparios las traqueidas son escasas, pero en la familia Rosaceae y en zonas con mayor humedad, como áreas de matorral y chaparral o en regiones frías y mesofíticas las fibrotraqueidas son comunes (Baas y Carlquist 1985; Fahn y col. 1986; Baas y Schweingruber 1987), así en la flora desértica las fibrotraqueidas son raras (Fahn y col. 1986). Las fibrotraqueidas son más frecuentes en arbustos de zonas secas que en árboles, y su presencia en estos últimos se considera una ventaja para la seguridad del sistema hidráulico

(hipótesis que aún se cuestiona). Por otro lado las traqueidas vasculares, vasicéntricas y fibrotraqueidas se encuentran estrechamente asociadas, lo que se considera como una provisión más de elementos para una buena arquitectura hidráulica (Baas y Schweingruber 1987). Con base en los estudios realizados por Bailey, se considera que hay una especialización evolutiva, para la división del trabajo, en dos sentidos: 1.- en la conducción del agua por medio de vasos con platina simple y 2.- en el soporte por medio de fibras con punteaduras diminutas. El registro fósil muestra que las fibras con punteaduras areoladas son comunes en las floras templadas y que existe una tendencia en las especies a presentar primero fibrotraqueidas y más recientemente fibras libriformes. Por otro lado la presencia de traqueidas fluctúa a través del tiempo ya que abunda en el Plioceno y son más comunes en floras de ambientes templados que de ambientes tropicales (Wheeler y Baas 1991). Las fibras septadas son escasas y solo se limitan a algunas familias tropicales (Metcalf y Chalk 1950; Baas y Schweingruber 1987; Wheeler y col. 1986), y la presencia de estas fibras junto con el parénquima axial son posiblemente una alternativa para elaborar patrones de parénquima paratraqueal y en bandas (Wheeler y Baas 1991).

PARED.- Las categorías que aquí se mencionan se tomaron en base a los valores estándar publicados en IAWA (1989), donde se considera: pared muy delgada (cuando el lumen de la fibra es mayor de 3 veces el doble de la pared), de delgada a gruesa (cuando el lumen es menor de 3 veces el doble de la pared) y muy gruesa (cuando el lumen esta casi o completamente cerrado). En los árboles de Tehuacán domina la pared de fibras de delgada a gruesa en 77% (20 sp.), con pared muy gruesa en 19% (5 sp.) y con pared muy delgada en 4% (1 sp.). En los arbustos dominan las especies con pared de delgada a gruesa en 53% (9 sp.), la pared muy gruesa en 41% (7 sp.) y con pared muy delgada en 6% (1 sp.) de las especies (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 10). En las especies de Tehuacán se presentan principalmente especies con pared de delgada a gruesa, en menor proporción las de pared muy gruesa y en un porcentaje mucho menor las fibras con pared muy delgada. En zonas desérticas y mediterráneas son comunes las fibras con pared gruesa a muy gruesa y escasas las fibras de pared muy delgada (Barajas-Morales 1985; Fahn y col. 1986). La pared gruesa de los elementos imperforados pueden explicar la resistencia de la madera en árboles de algunas familias como Ebenaceae y Fabaceae (Carlquist 1975).

PARÉNQUIMA RADIAL:

ALTURA.- Las especies arbóreas presentan principalmente radios muy bajos en 46% (12 sp.), radios extremadamente bajos en 42% (11 sp.), radios bajos en 8% (2 sp.) y ligeramente bajos en 4% (1 sp.) de las especies. Los arbustos presentan principalmente radios

extremadamente bajos en 41% (7 sp.), radios muy bajos en 35% (6 sp.), radios bajos en 18% (3 sp.) y finalmente radios ligeramente altos en 6% (1 sp.) de las especies. Es importante mencionar una dominancia de radios muy bajos y extremadamente bajos en árboles y en arbustos, respectivamente (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 12). En general las especies de Tehuacán presentan una tendencia hacia radios bajos. La especialización de los radios a través del tiempo, se manifiesta en la reducción de su altura (Kribs 1935). En algunas compuestas se ha observado que cuando hay poca humedad, disminuye tanto el diámetro y longitud de vasos, como la longitud de fibras y altura de radios, aumentando la abundancia de poros y el grosor de la pared de vasos (Carlquist 1966; Barajas-Morales 1985). También se ha observado que en algunas familias que carecen de parénquima axial o es escaso, presentan radios altos (Carlquist 1975). Sin embargo se considera que las características como composición y tamaño de radios, están fuera de discusión en términos de ecología y significancia funcional ya que aún se especula sobre ellas (Wheeler y Baas 1991).

ABUNDANCIA.- Los árboles presentan principalmente radios numerosos en 42% (11 sp.), moderadamente numerosos en 35% (9 sp.), pocos en 15% (4 sp.) y muy numerosos en 8% (2 sp.). Los arbustos presentan en un porcentaje igual, 41% (7 sp.), tanto radios muy numerosos como radios numerosos, en 12% (2 sp.) con radios moderadamente numerosos y en 6% (1 sp.) de las especies con pocos radios. Lo anterior nos muestra que en ambos grupos se observa una tendencia a presentar radios numerosos, pero en los arbustos esta tendencia es aún más marcada (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 13); al analizar estos datos estadísticamente se obtuvo que tienen una significancia del 95% ($\alpha=0.04$) (GRÁFICA 23). En general para árboles y arbustos de Tehuacán existe una tendencia hacia presentar radios numerosos relacionados tanto con parénquima de regular a abundante como con radios de diferentes células de grosor o combinaciones de ellas, pero no es así con radios uniseriados. Algunos autores reconocen que tanto la frecuencia como la amplitud de los radios no se analiza comúnmente en otras floras, pero se observa que la frecuencia de los radios presentan poca variación en las diferentes categorías ecológicas y que las especies arbustivas de suelos pedregosos tienden a presentar pocos radios, pero si la frecuencia de radios es alta en las categorías extremadamente xéricas, la seriación de los radios disminuye y viceversa (Fahn y col. 1986). Lo anterior difiere de lo observado por Carlquist (1975) en donde considera que para algunas familias existe una relación estrecha entre los radios numerosos y el parénquima ausente o escaso.

TIPO DE RADIOS.- Las especies arbóreas presentan tres tipos de radios, el 54% (14 sp.) de ellos son radios heterocelulares, en un 38% (10 sp.) son radios homocelulares y en un 8% (2 sp.) se presentan combinaciones de homocelulares y heterocelulares. En los arbustos el 76 % (13 sp.) de las especies presenta radios heterocelulares y en un 24 % (4 sp.) con radios homocelulares, no se observaron especies con ambos tipos de radios. Con lo que parece

presentarse una dominancia de radios heterocelulares tanto en árboles como en arbustos (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 14). Cabe mencionar que en los arbustos se presenta una mayor frecuencia de células erectas 82% (14 sp.) que la observada en los árboles 58% (15 sp.), presentando solo una especie arbórea células cuadradas en lugar de células erectas. Las especies de Tehuacán presentan radios heterocelulares principalmente con células erectas, característica mejor observada y más notoria en los arbustos. La literatura nos reporta que en todas las categorías presentes en la flora de Israel, los radios heterocelulares se presentan en un 50% de las especies arbóreas, en un 77% en árboles pequeños o arbustos largos y en un 95 % para arbustos, también se hace mención de que los radios homogéneos se presentan solo en tres de las categorías y que la alta proporción de esta condición se da por la escasez de especies arbóreas y no a causa de una tendencia ecológica; por otro lado, reportan que en arbustos de diámetro pequeño se presentan gran cantidad de células erectas (Fahn y col. 1986). En el registro fósil se observa que el aumento de radios homocelulares, así como la disminución de radios heterocelulares con muchas células marginales (células erectas o procumbentes) es gradual a través del tiempo, por lo tanto los radios con pocas células marginales se consideran caracteres más evolucionados (Wheeler y Baas, 1991; Kribs, 1935).

SERIACIÓN.- En los árboles se presentaron con mayor frecuencia, tanto radios multiseriados como diferentes combinaciones de uni, bi y triseriados, en donde se muestra en un porcentaje del 50% (13 sp.) radios combinados, en 30% (8 sp.) radios multiseriados, en 8% (2 sp.) radios biseriados y en un porcentaje igual con radios uniseriados, en 4% (1 sp.) de las especies con radios triseriados. Para las especies arbustivas la combinación de radios uni, bi, tri y multiseriados es la condición más frecuente en 46% (8 sp.), donde dominan los radios uniseriados se presentan en 24% (4 sp.) de las especies, los radios biseriados se presentan en 18% (3 sp.) y los radios multiseriados se presentan en 12% (2 sp.) de las especies (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 15). Para los árboles de Tehuacán se observa principalmente la presencia de radios combinados y multiseriados, pero en las especies arbustivas dominan los radios combinados con diferente número de células. Se ha analizado muy poco la seriación de radios para otras floras, pero se observa poca variación en la seriación de radios; en algunas especies arbustivas que sobreviven en suelo pedregoso los radios son uniseriados y en trepadoras los radios son multiseriados. También se describe que en las especies de ambientes xéricos comúnmente se puede observar una relación estrecha entre la anchura y la frecuencia de radios, además de que la composición de los radios está influenciada por la distancia entre la muestra y la médula (Fahn y col. 1986).

INCLUSIONES EN PARÉNQUIMA RADIAL.- Dentro de este apartado se consideran principalmente las especies que contienen cristales, gomas y/o almidón. Para Tehuacán, las especies arbóreas presentan inclusiones en un 59% (15 sp.) y las arbustivas en un

64% (11 sp.) (GRÁFICA 16). En Tehuacán más de la mitad de las especies, tanto arbóreas como arbustivas, presentan inclusiones principalmente con cristales prismáticos y en menor proporción con gomas y almidón. Las especies arbóreas que presentan cristales prismáticos en parénquima radial son: *Cyrtocarpa procera*, *Pistacia mexicana*, *Ceiba parvifolia*, *Ehretia latifolia*, *Bursera copallifera*, *Bursera morelensis*, *Fouquieria formosa*, *Eysenhardtia polystachya*, *Cedrela salvadorensis*, *Cercocarpus fothersgilloides*, y los arbustos con cristales prismáticos en parénquima radial son: *Rhus* sp., *Berberis quinquefolia*, *Harpalyce formosa*, *Byrsonima crassifolia*, *Karwinskia humboldtiana*, *Helietta lucida*. Algunos estudios han reportado abundantes inclusiones de resina y cristales en parénquima axial y radial en categorías desérticas, mediterráneas y tropicales (Barajas-Morales 1985), pero menor en categorías más húmedas (templadas), lo cual puede correlacionarse con algunos grupos taxonómicos (o restringido a un número limitado de familias del mismo linaje) que están mayormente influenciados por factores edáficos y climáticos; también se considera que la presencia de productos metabólicos como cristales, resinas, taninos, etc. se depositan generalmente en células radiales y cuando los radios son poco frecuentes carecen de tales sustancias (Fahn y col. 1986; Wheeler y Baas 1991).

PARÉNQUIMA AXIAL:

DISTRIBUCIÓN.- En las especies de Tehuacán se tiene una amplia variedad de combinaciones entre los diferentes arreglos del parénquima axial. En el presente estudio se separaron tomando en cuenta el arreglo más evidente como el dominante y de esta manera se dividen exclusivamente en paratraqueal, apotraqueal y solo la presencia o ausencia del parénquima en bandas cuando éste se presentaba. De esta manera las especies arbóreas presentan predominantemente parénquima paratraqueal en un 80% (21 sp.), con parénquima apotraqueal el 20% (5 sp.); las especies que además presentaban parénquima en bandas se observaron en un 42% (11 sp.) de ellas. Para los arbustos la dominancia del parénquima paratraqueal fue de un 100 % (17 sp.) y solamente en un 41% (7 sp.) se observó la presencia de parénquima en bandas (CUADROS 5 y 6, GRÁFICA 17). En árboles y en arbustos de Tehuacán es clara la dominancia del parénquima paratraqueal. Para especies mediterráneas el parénquima paratraqueal es más frecuente y abundante que en las especies templadas y boreales (Baas y Schweingruber 1987). En base a la flora fósil, las Leguminosas presentan una secuencia de parénquima paratraqueal confluyente a parénquima en bandas y se concluye que el desarrollo de éste último va siendo gradual a través del tiempo; también se reporta que del Cretácico al Terciario disminuyen las especies con parénquima apotraqueal difuso o difuso en agregados y en la flora actual este tipo de parénquima es más común en la flora templada que en la tropical, además el parénquima aliforme confluyente o en bandas es más común en floras tropicales que en templadas (Wheeler y Baas 1991). Aunque no se observa una tendencia clara en cuanto a la distribución del parénquima; cabe señalar que casi en la mitad de nuestras especies se presentó

parénquima en bandas, condición importante de mencionar ya que Fahn y col. (1986) consideran común y de gran importancia este tipo de parénquima en las especies de zonas áridas.

ABUNDANCIA.- En los árboles se presenta un porcentaje del 73% (19 sp.) con parénquima de regular a abundante y un 27% (7 sp.) con parénquima escaso. En los arbustos el comportamiento es más o menos similar, ya que en un 65% (11 sp.) presenta parénquima de regular a abundante y en un 35% (6 sp.) es escaso. Tanto en árboles como en arbustos es notable la mayor incidencia de especies con parénquima abundante (GRÁFICA 18). En las especies de Tehuacán domina el parénquima de regular a abundante y en un porcentaje muy bajo se presenta el parénquima escaso. A este respecto, se considera que la ausencia o escasez del parénquima axial es una condición primitiva que se deriva del parénquima difuso, considerado también primitivo y que el parénquima abundante se presenta en especies más recientes (Kribs 1937). También cuando el parénquima es ausente o muy escaso, en algunas familias como Berberidaceae, Euphorbiaceae, Rosaceae y Verbenaceae, se dice que para equilibrar esta condición se aumenta la presencia de elementos imperforados vivos (Carlquist 1975). Por otro lado para la flora desértica y tropical el parénquima axial es abundante y en zonas templadas y tropicales es escaso (Fahn y col. 1986; Baas y Schweingruber 1987; Wheeler y Baas 1991).

INCLUSIONES EN PARÉNQUIMA AXIAL.- De la misma manera que en el parénquima radial, aquí se incluyen cristales, gomas y almidón. En las especies arbóreas de Tehuacán se presentan inclusiones en un 62% (16 sp.) de las especies y en las arbustivas en un 41% (7 sp.) de las especies (GRÁFICA 19). Al igual que para el parénquima radial, la presencia de gomas y resinas se restringen a un número limitado de familias y son más comunes en la flora tropical que en la templada (Wheeler y Baas 1991). Para las especies de Tehuacán casi la mitad de ellas presentan inclusiones; dentro de los árboles con cristales prismáticos en parénquima axial son: *Cyrtocarpa procera*, *Ceiba parvifolia*, *Ebretia latifolia*, *Erythroxylum compactum*, *Acacia bilimekii*, *Cercidium praecox*, *Conzattia multiflora*, *Eysenhardtia polystachya*, *Havardia acatlensis*, *Leucaena esculenta*, *Lonchocarpus oaxacensis*, *Senna galeottiana*, *Cedrela salvadorensis*, *Ptelea trifoliata*, y las arbustivas con cristales prismáticos son: *Rhus* sp, *Acacia subangulata*, *Bauhinia divaricata*, *Calia secundiflora*, *Harpalyce formosa*, *Casimiroa calderoniae*, *Helietta lucida*. Cabe mencionar que algunas especies presentan cristales tanto en parénquima radial como en parénquima axial.

ECOLOGIA:

La mayor parte de las especies tanto árboles como arbustos se colectaron principalmente en un matorral esclerófilo (20 sp) y un porcentaje más o menos similar se colectó en selva baja caducifolia (12 sp) y en matorral espinoso (11 sp). La organización de las columnas de la tabla, trata de ejemplificar las zonas de mayor a menor humedad.

Matorral esclerófilo	Selva baja caducifolia	Matorral espinoso
Arbustos	Arbustos	Arbustos
<i>Bauhinia divaricata</i> <i>Berberis quinquefolia</i> <i>Bouvardia longiflora</i> <i>Calia secundiflora</i> <i>Citharexylum tetramerum</i> <i>Forestiera phillyreoides</i> <i>Karwinskia humboldtiana</i> <i>Rhus sp.</i> <i>Salvia candicans</i>	<i>Ziziphus amole</i>	<i>Acacia subangulata</i> <i>Bernardia mexicana</i> <i>Byrsonima crassifolia</i> <i>Casimiroa calderoniae</i> <i>Harpalyce formosa</i> <i>Helietta lucida</i> <i>Randia capitata</i>
Árboles	Árboles	Árboles
<i>Bumelia salicifolia</i> <i>Cercocarpus fothersgilloides</i> <i>Coutaportia ghibsbreghtiana</i> <i>Ehretia latifolia</i> <i>Garrya ovata</i> <i>Gochnatia purpusii</i> <i>Krameria cytisoides</i> <i>Pistacia mexicana</i> <i>Prosopis laevigata</i> <i>Ptelea trifoliata</i> <i>Senna galeottiana</i>	<i>Acacia bilimekii</i> <i>Bursera copallifera</i> <i>Bursera morelensis</i> <i>Cedrela salvadorensis</i> <i>Ceiba parvifolia</i> <i>Cercidium praecox</i> <i>Conzattia multiflora</i> <i>Cyrtocarpa procera</i> <i>Euphorbia schlehtendalii</i> <i>Fouquieria formosa</i> <i>Lonchocarpus oaxacensis</i>	<i>Erythroxylum compactum</i> <i>Eysenhardtia polystachya</i> <i>Havardia acatlensis</i> <i>Leucaena esculenta</i>

La tabla anterior nos muestra que las especies colectadas tanto arbóreas como arbustivas son mayores en el matorral esclerófilo, en la selva baja caducifolia los árboles (aunque de talla baja) siguen siendo dominantes y los arbustos son escasos, en el matorral espinoso dominan los arbustos y escasean los árboles. Las observaciones anteriores nos muestran que las especies son más abundantes en zonas con mayor humedad y disminuyen cuando las zonas son más secas. Cabe mencionar que las especies arbóreas disminuyen en los ambientes más secos (matorral espinoso) y la presencia de arbustos en zonas más secas nos puede explicar el porque en estas especies es más notoria la anatomía xeromórfica que en las especies arbóreas.

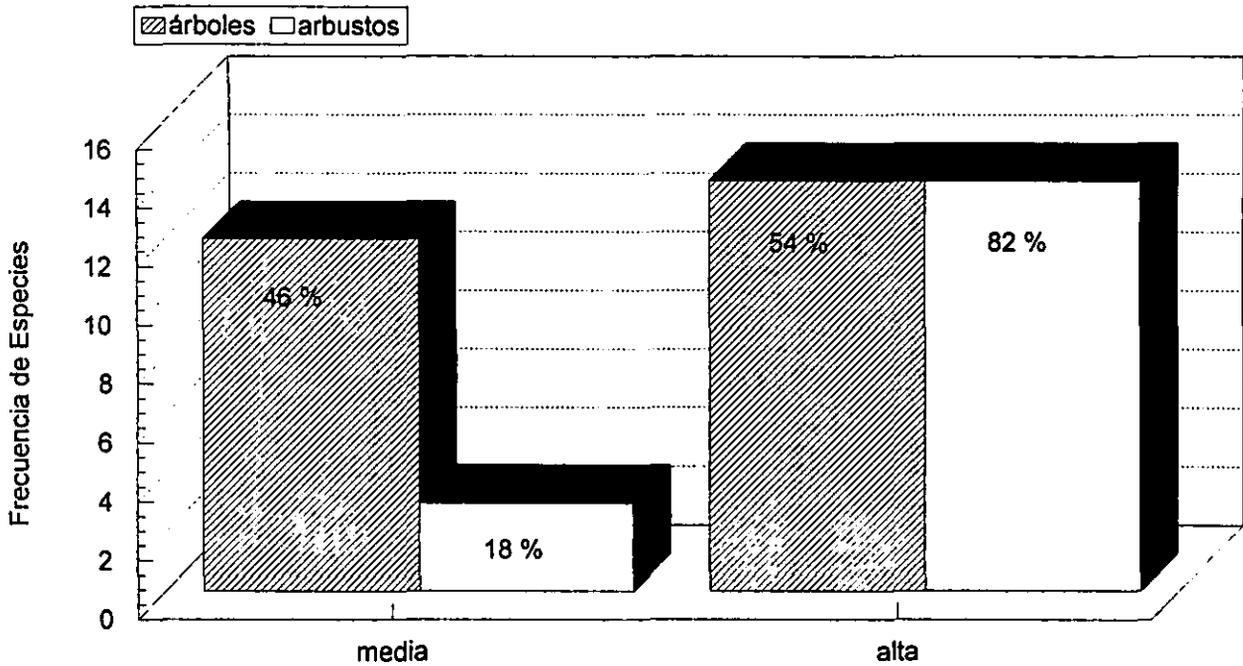
mayor el número de especies arbustivas que el de arbóreas.

En la madera de las especies arbustivas se observa con mayor claridad la adaptación anatómica que sufren para sobrevivir en ambientes secos, aspecto que en árboles no se muestra tan claramente, ya que muchos de ellos expresan su adaptación a nivel morfológico o de la planta.

GRÁFICAS DE PORCENTAJES

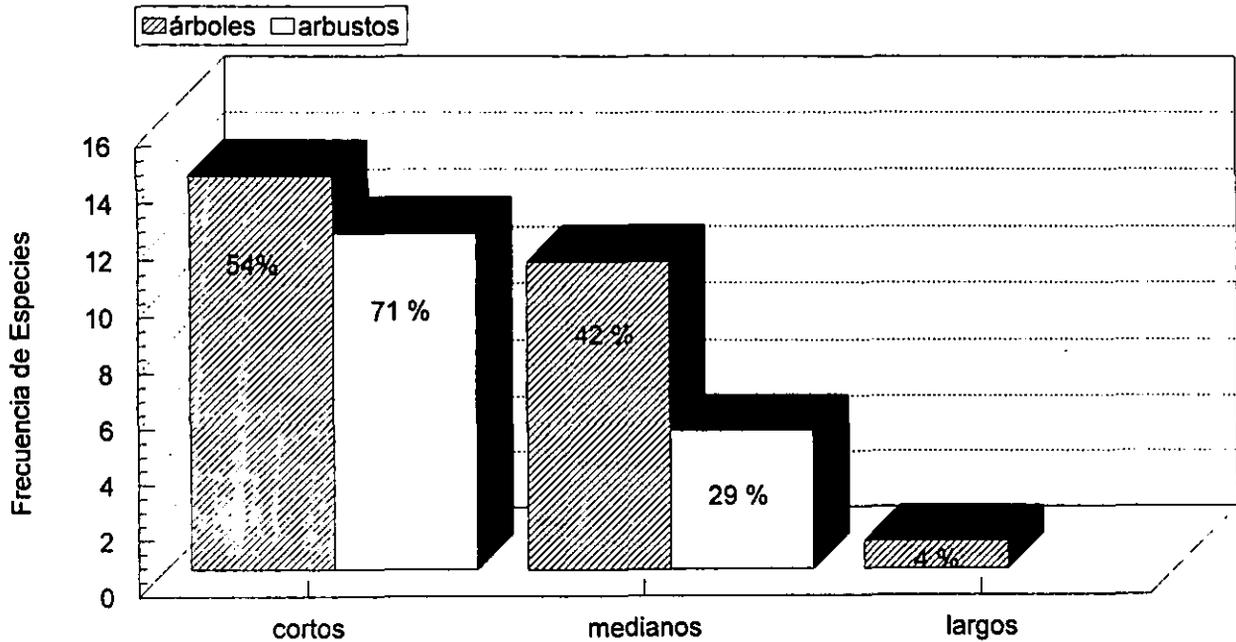
NOTA PREVIA:

Para cada carácter graficado se utiliza la barra sombreada para los valores de las especies arbóreas y las barras blancas para las arbustivas. Cabe mencionar que el porcentaje dentro de cada barra está en relación con el número de especies propias de árboles (26) o de arbustos (17) por que aunque tengan el mismo número de especies el porcentaje es variable.



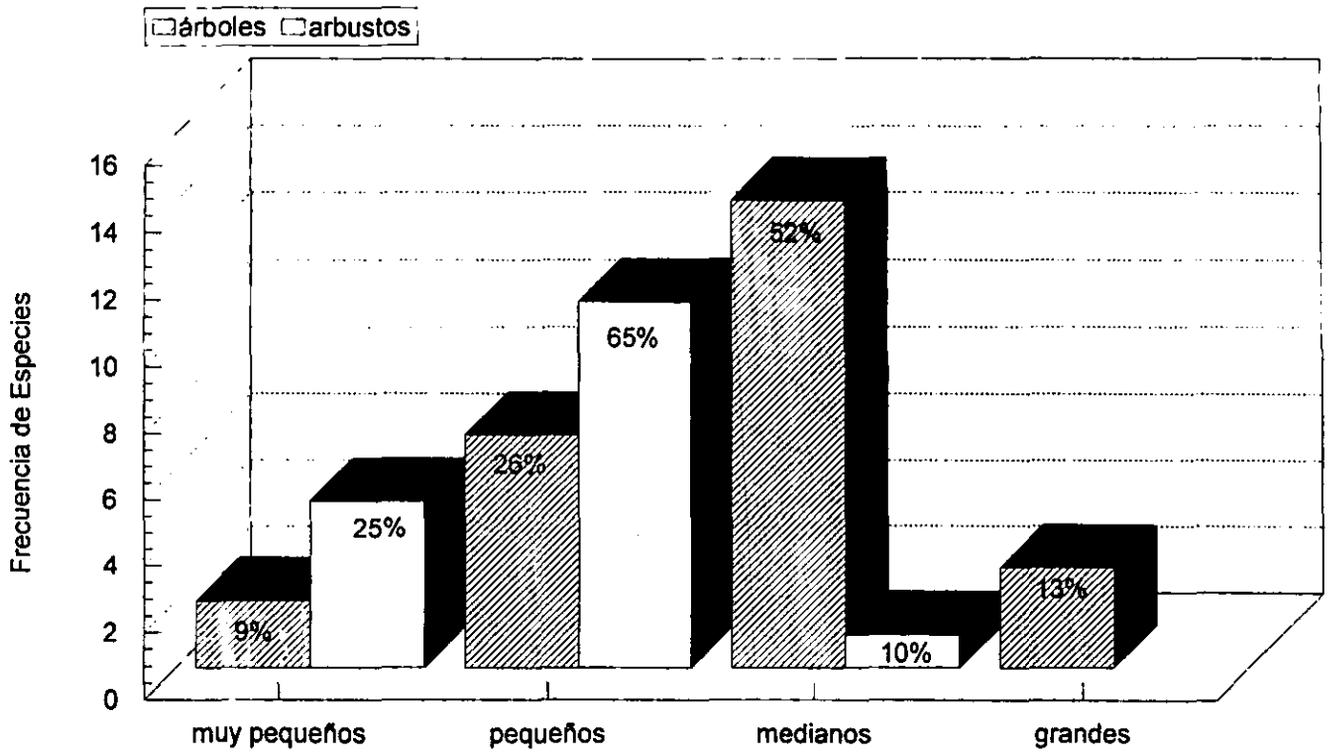
GRAFICA 1. GRAVEDAD ESPECIFICA.

Porcentajes y frecuencias de especies de árboles y arbustos, agrupando en 0.40 a 0.75 los de gravedad específica media y de 0.76 a 1.04 con gravedad alta.



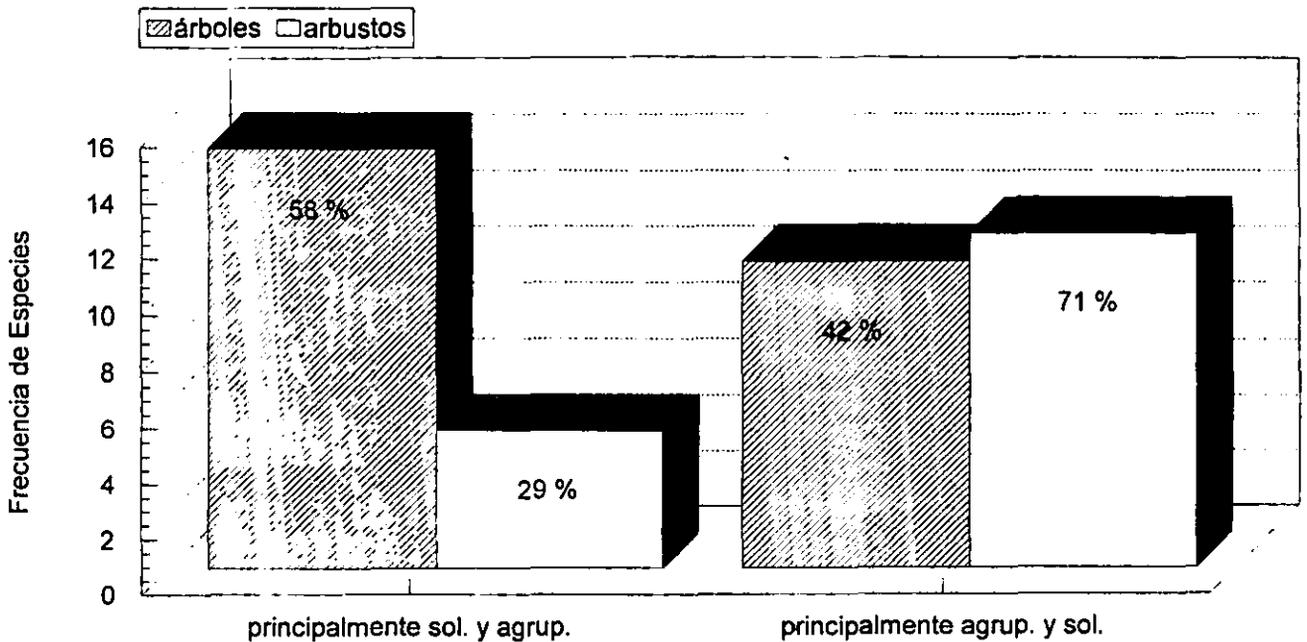
GRAFICA 2. LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE VASO.

Porcentajes y frecuencias que presentaron los árboles y arbustos de Tehuacán, donde los valores promedio establecidos por IAWA (1937) son: cortos < 350 μ m, medianos de 350 a 800 μ m y largos de > 800 μ m.



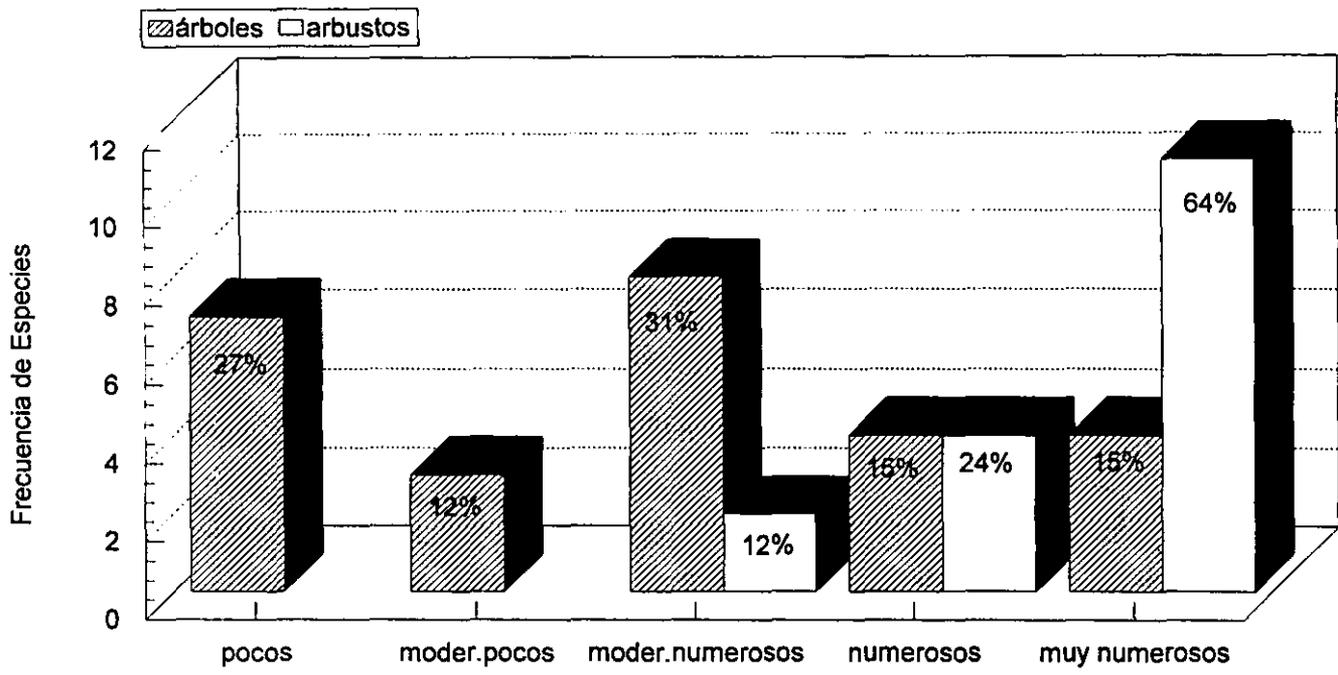
GRAFICA 3. DIAMETRO DE VASO

Porcentajes y frecuencias del diámetro de vasos de árboles y arbustos de Tehucán, tomando en cuenta los valores establecidos por IAWA (1989) y que son: muy pequeños < 50 μ m, pequeños de 50 a 100 μ m, medianos de 100 a 200 μ m y grandes de >200 μ m.



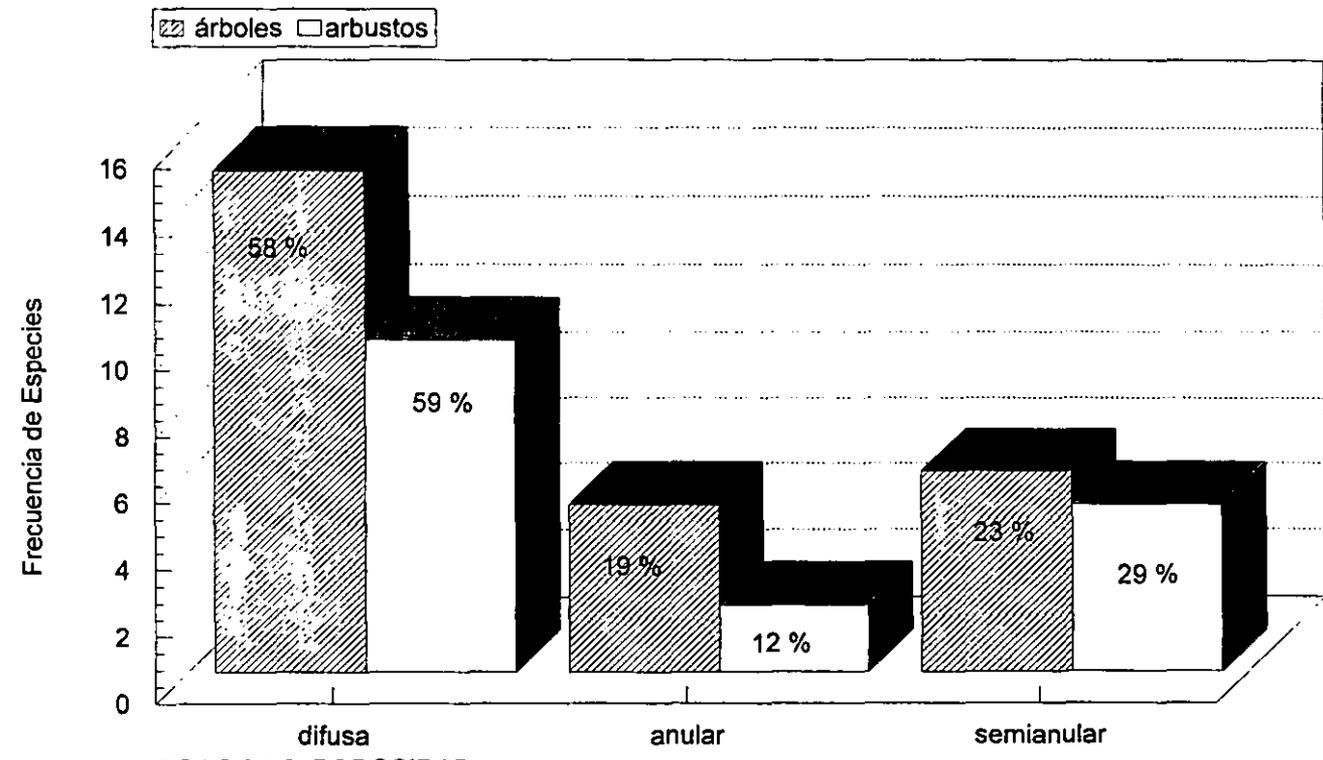
GRAFICA 4. AGRUPACION DE VASOS

Porcentajes y frecuencias de vasos agrupados y solitarios en árboles y arbustos, tomando en cuenta lo establecido por IAWA (1989) donde se establece que: son vasos solitarios, si estos ocupan un 90% o más del campo y están rodeados por otros elementos. Para este estudio era importante establecer una comparación entre la frecuencia de vasos agrupados y solitarios.



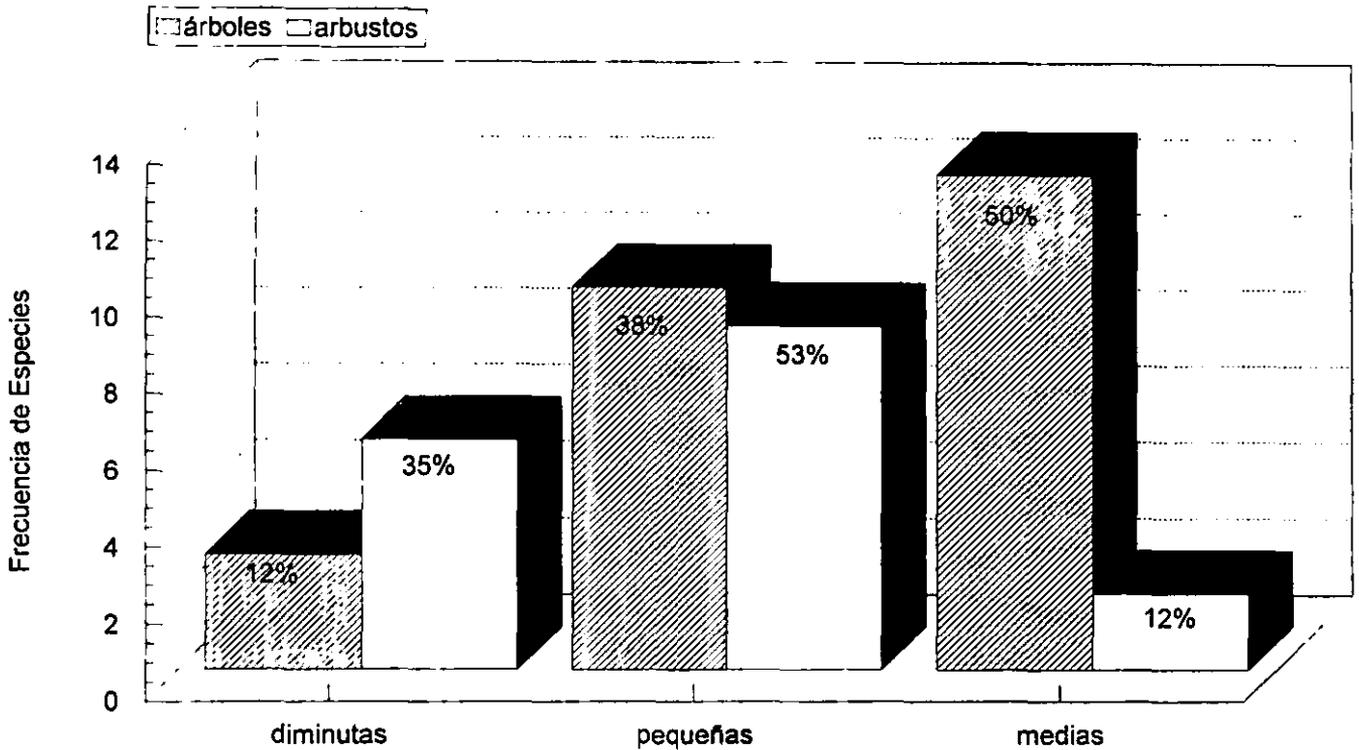
GRAFICA 5. POROS/mm2

Porcentajes y frecuencias del numero de poros por mm2 presentes en árboles y arbustos de la zona; en donde se consideran los rangos establecidos por IAWA (1932), los cuales son: < 2 muy pocos, 2 a 5 pocos, 5 a 10 moderadamente pocos, 10 a 20 moderadamente numerosos, 20 a 40 numerosos y de > 40 muy numerosos.



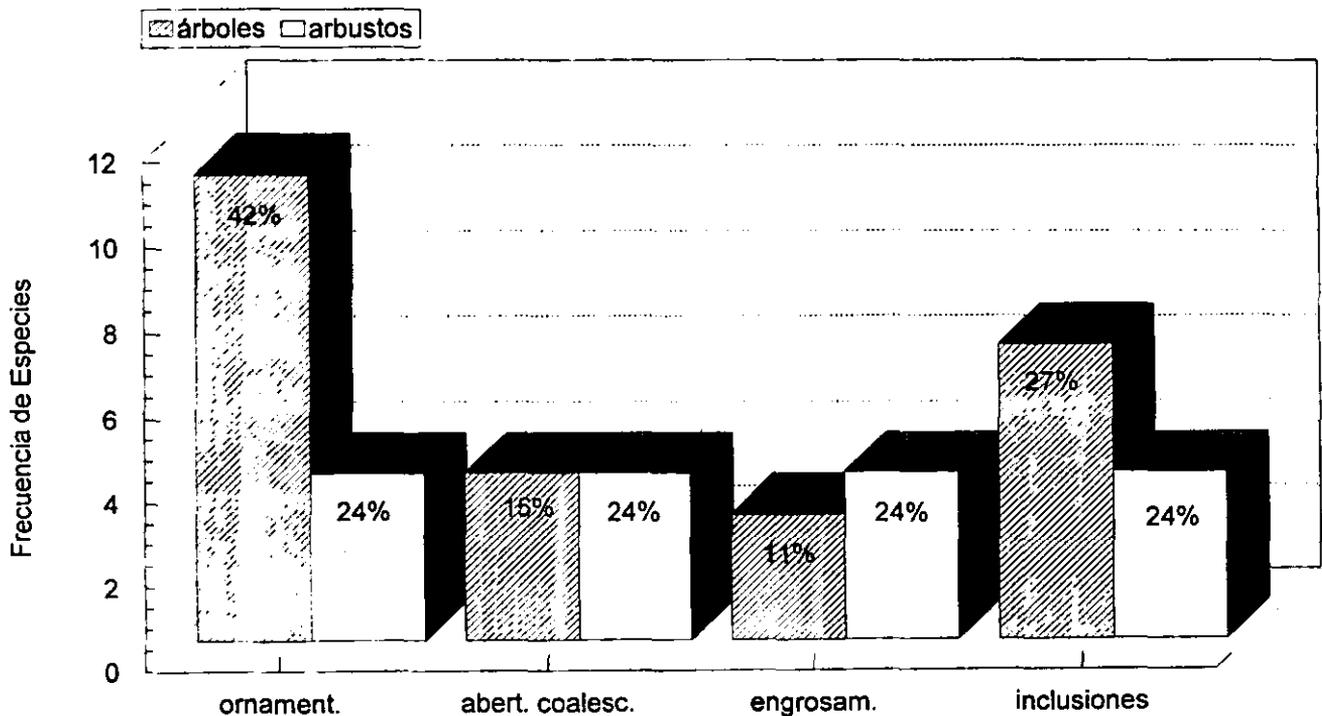
GRAFICA 6. POROSIDAD

Porcentajes y frecuencias de árboles y arbustos respecto al tipo de porosidad dominante en cada especie (IAWA, 1989).



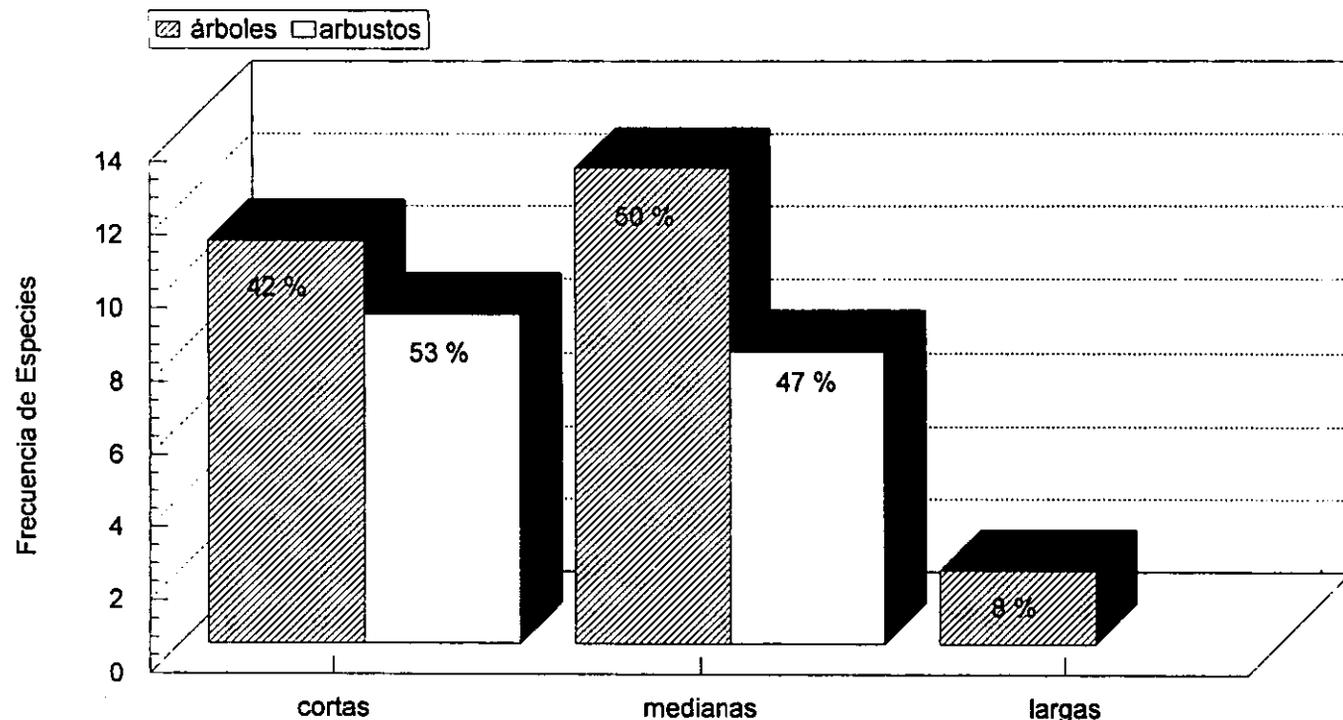
GRAFICA 7. TAMAÑO DE PUNTEADURAS INTERVASCULARES.

Porcentajes y frecuencias del tamaño de las punteaduras intervasculares para árboles y arbustos, donde las especies con punteaduras menores a $4 \mu\text{m}$ son diminutas, de $4-7 \mu\text{m}$ son pequeñas y de $7-10 \mu\text{m}$ son medias. (IAWA, 1989).



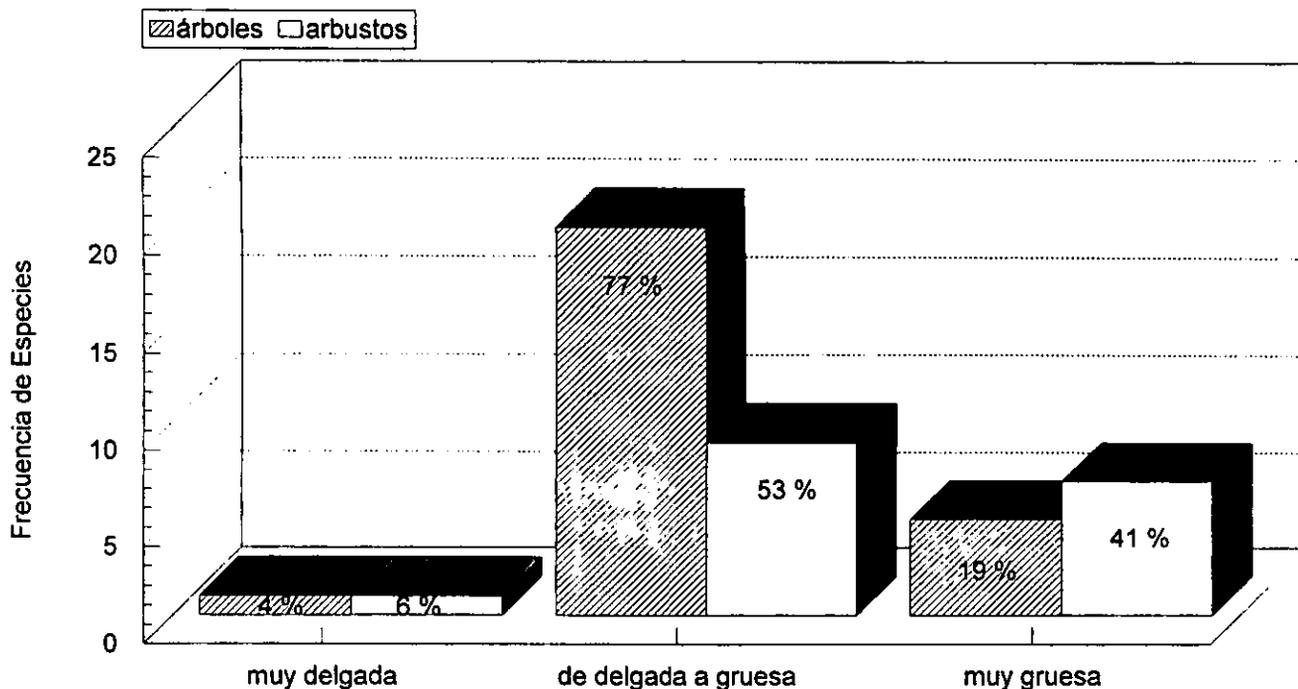
GRAFICA 8. PUNTEADURAS ORNAMENTADAS, ABERTURAS COALESCENTES E INCLUSIONES EN VASOS.

Porcentajes y frecuencias de la presencia de punteaduras ornamentadas y/o con aberturas coalescentes, engrosamientos helicoidales, gomas, tilides y cristales.



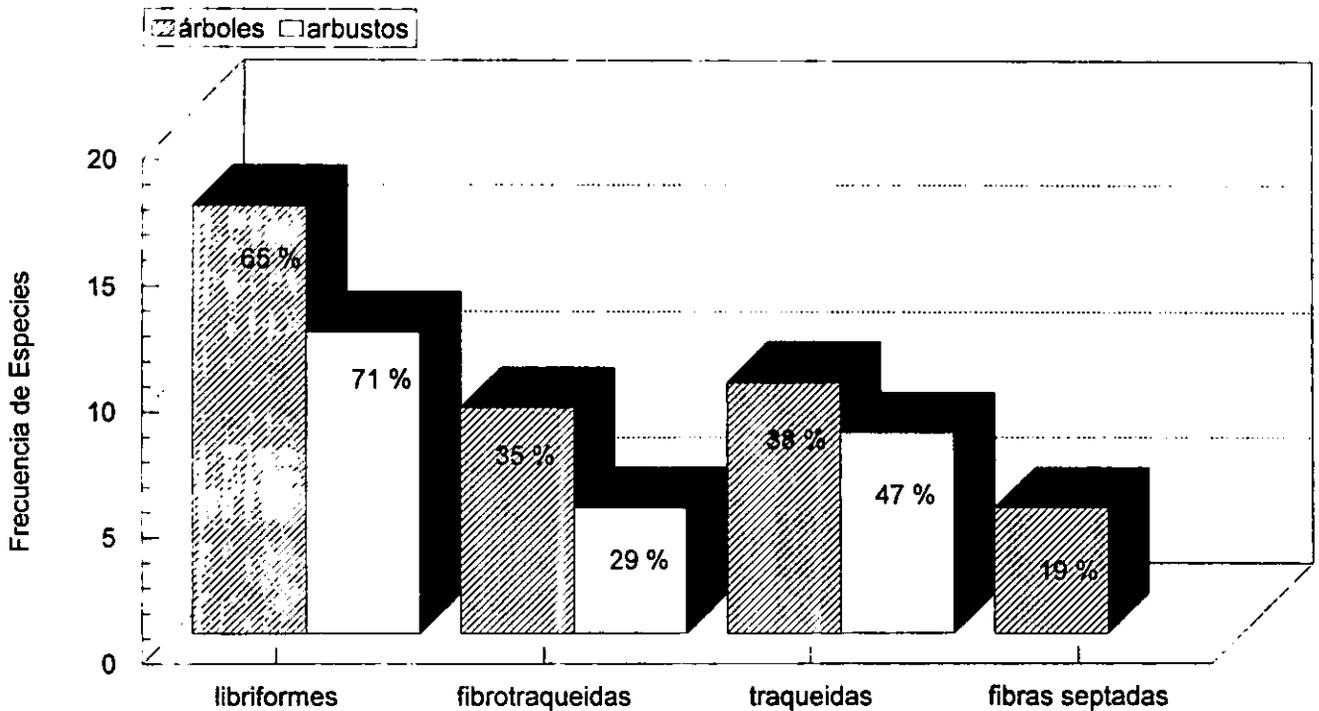
GRAFICA 9. LONGITUD DE FIBRAS.

Porcentajes y frecuencias de la longitud de fibras presentes en árboles y arbustos de la zona, ubicándolas en cortas ($< 900 \mu m$), medianas (900 a $1600 \mu m$) y largas ($> 1600 \mu m$), según IAWA 1937.



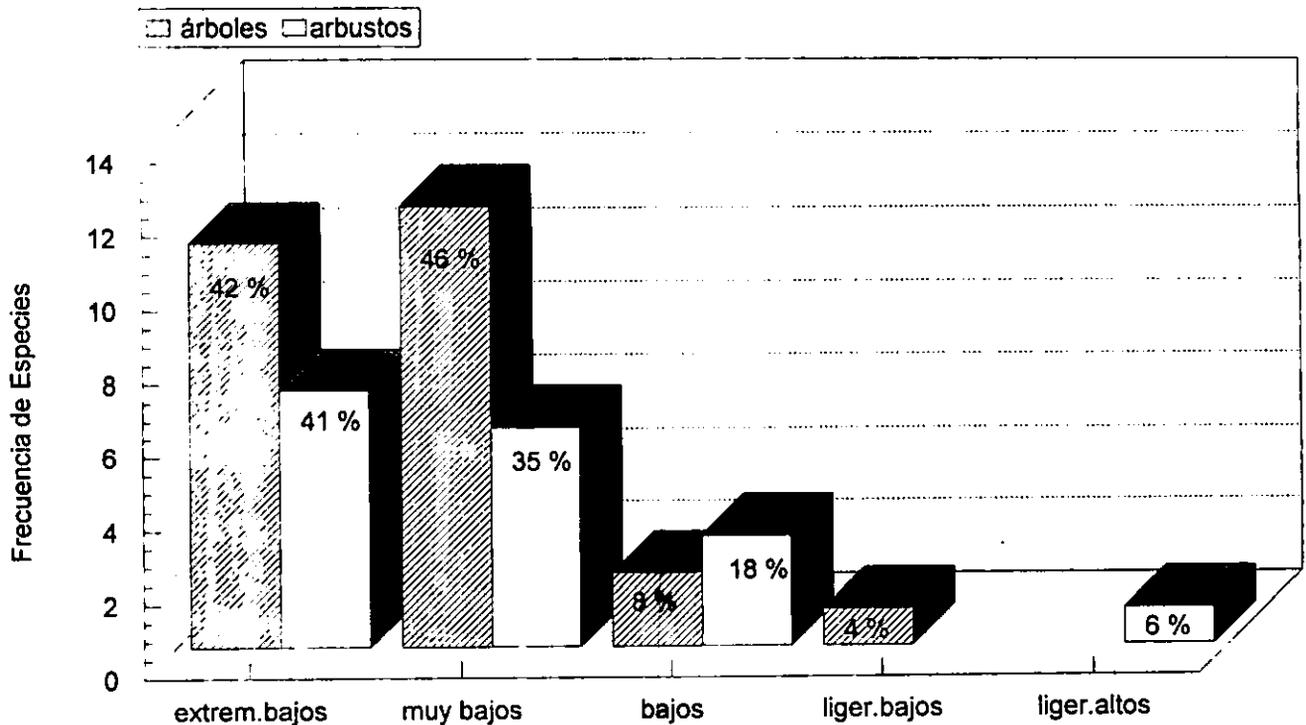
GRAFICA 10. PARED DE FIBRAS

Porcentajes y frecuencias de la pared de fibras en árboles y arbustos de Tehucán, de acuerdo a lo establecido por IAWA (1989) donde se considera: fibras muy delgadas, con el lumen mayor a tres veces el doble de la pared; fibras de delgadas a gruesas, con lumen menor a tres veces el doble de la pared; fibras muy gruesas, lumen casi o completamente cerrado.



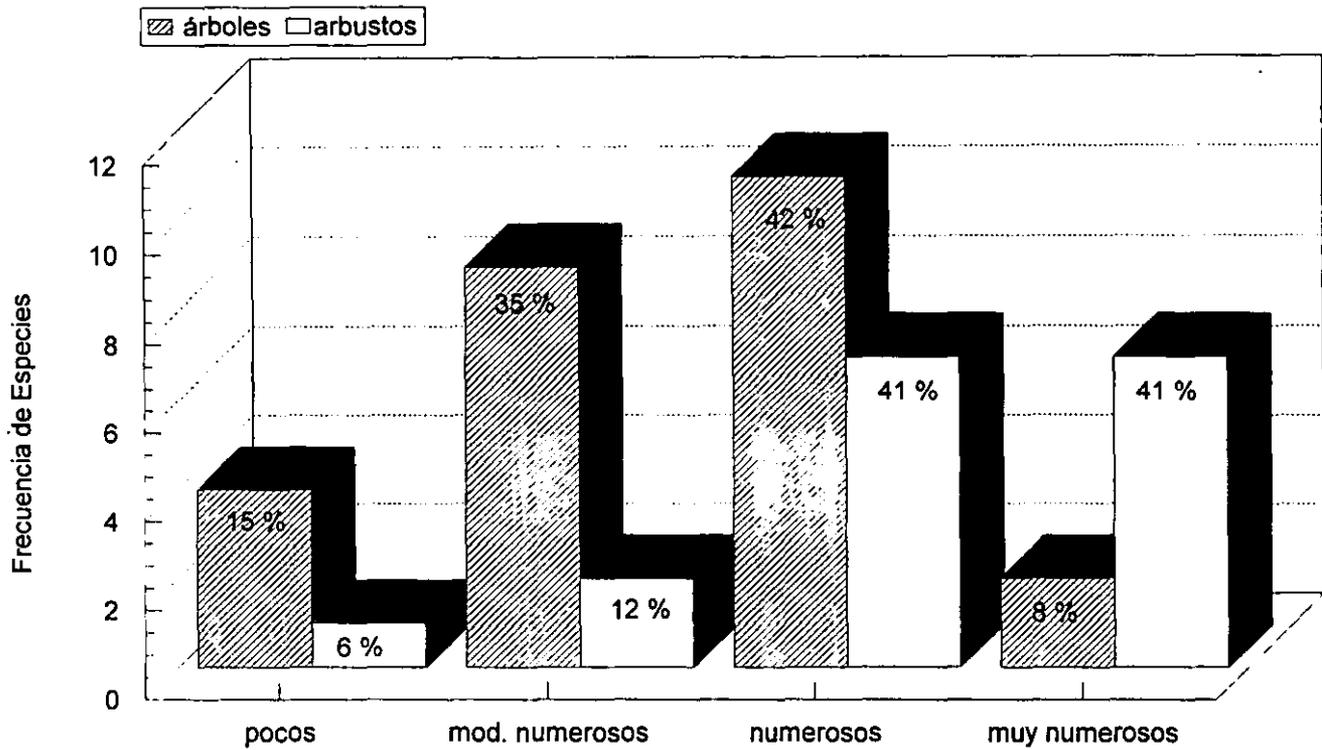
GRAFICA 11. TIPO DE FIBRAS.

Porcentajes del tipo de fibras libriiformes, fibrotraqueidas, traqueidas y fibras septadas presentes en árboles y arbustos, notese la ausencia de fibras septadas en arbustos.



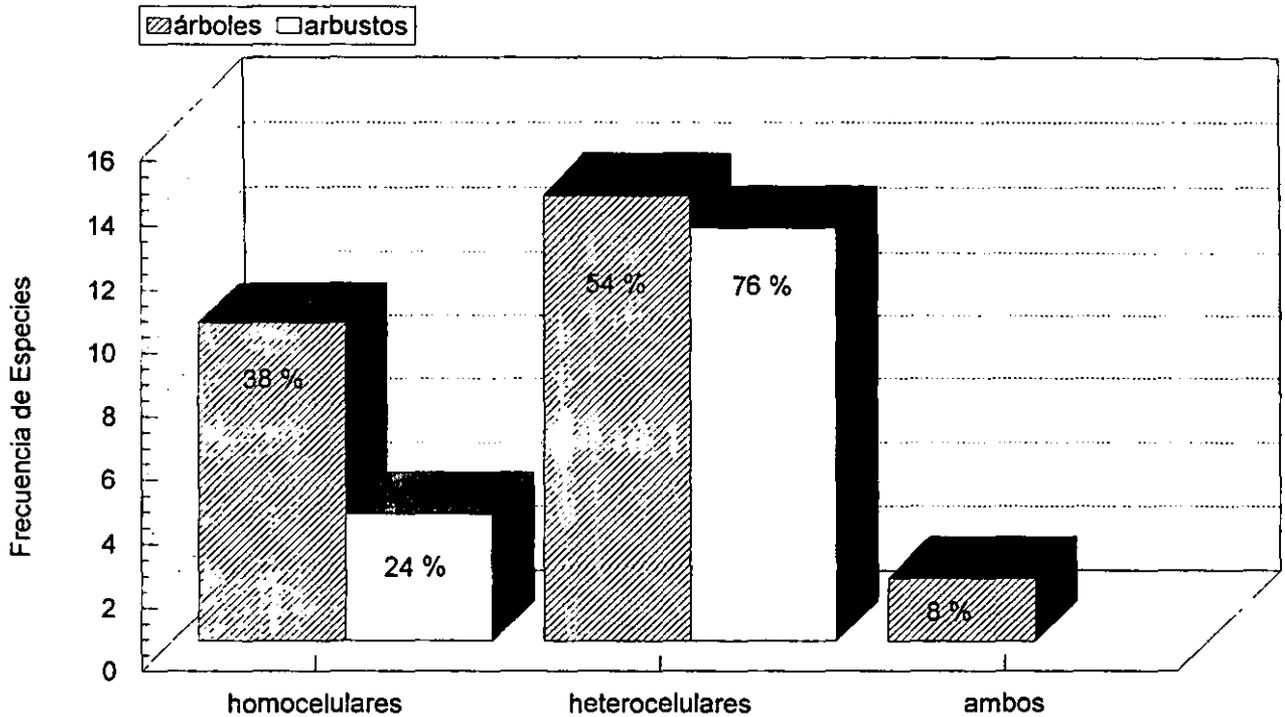
GRAFICA 12. ALTURA DE RADIOS.

Porcentajes y frecuencias de la altura de radios en árboles y arbustos, tomando en cuenta los intervalos descritos en IAWA (1932) en donde < 0.5 mm son extremadamente bajos, de 0.5 a 1 mm muy bajos, 1 a 2 mm bajos, 2 a 5 mm ligeramente bajos, 5 a 10 mm ligeramente altos, 10 a 20 mm muy altos y > 50 mm extremadamente altos.



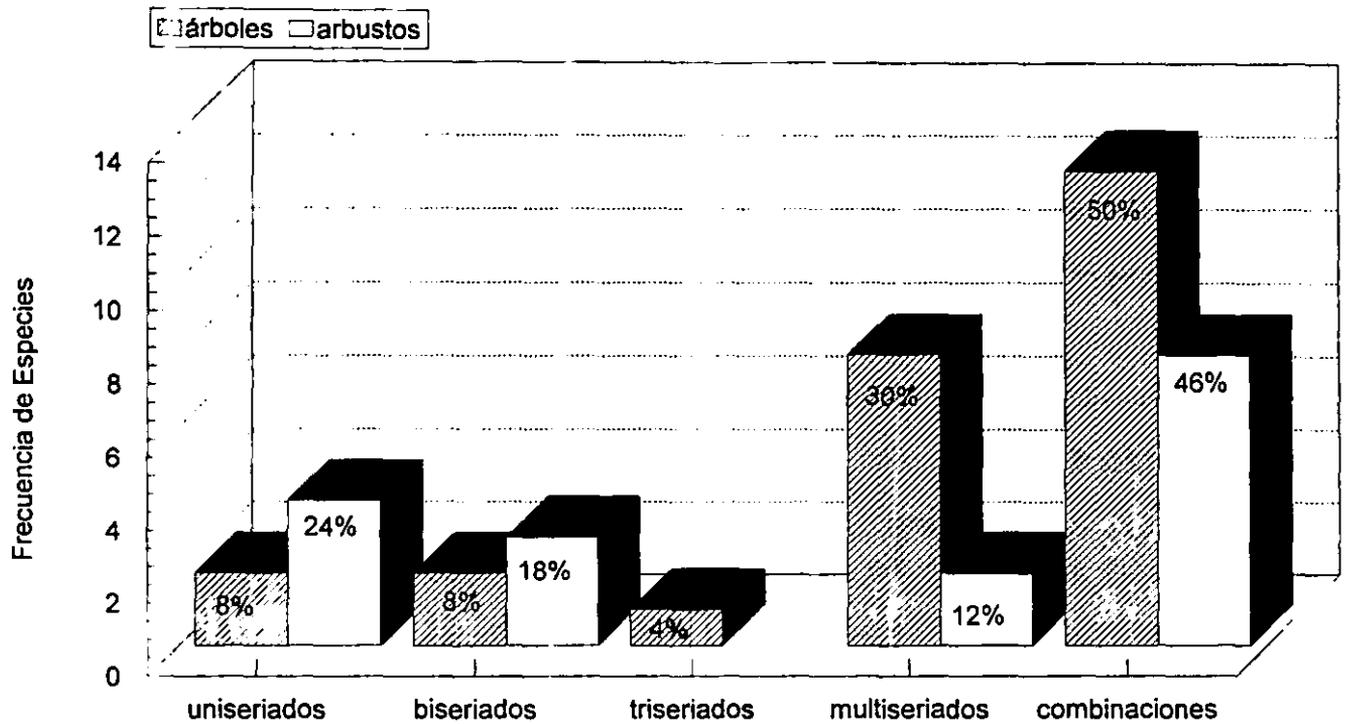
GRAFICA 13. ABUNDANCIA DE RADIOS.

Porcentajes y frecuencias de la abundancia de radios en árboles y arbustos, de acuerdo a valores establecidos por IAWA (1932); muy pocos < 2, 3 a 4 pocos, 5 a 7 moderadamente numerosos, 8 a 10 numerosos, > 10 muy numerosos.



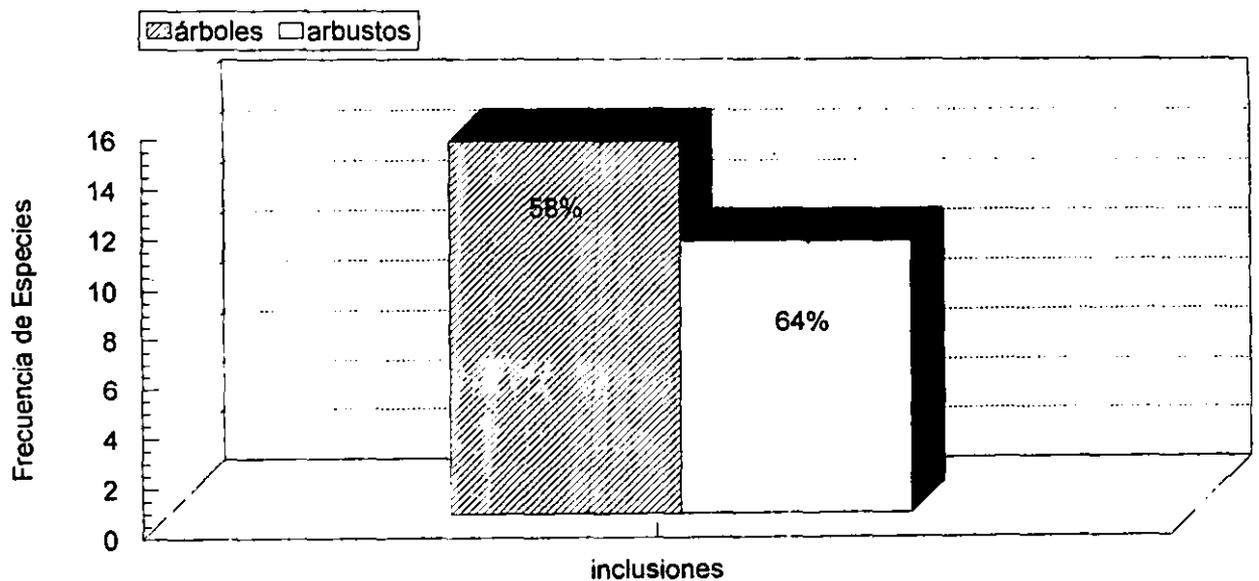
GRAFICA 14. TIPO DE RADIOS.

Porcentajes y frecuencia de uno (homocelulares) o varios (heterocelulares) tipos celulares dentro de los radios, independientemente de las células que los conforman.



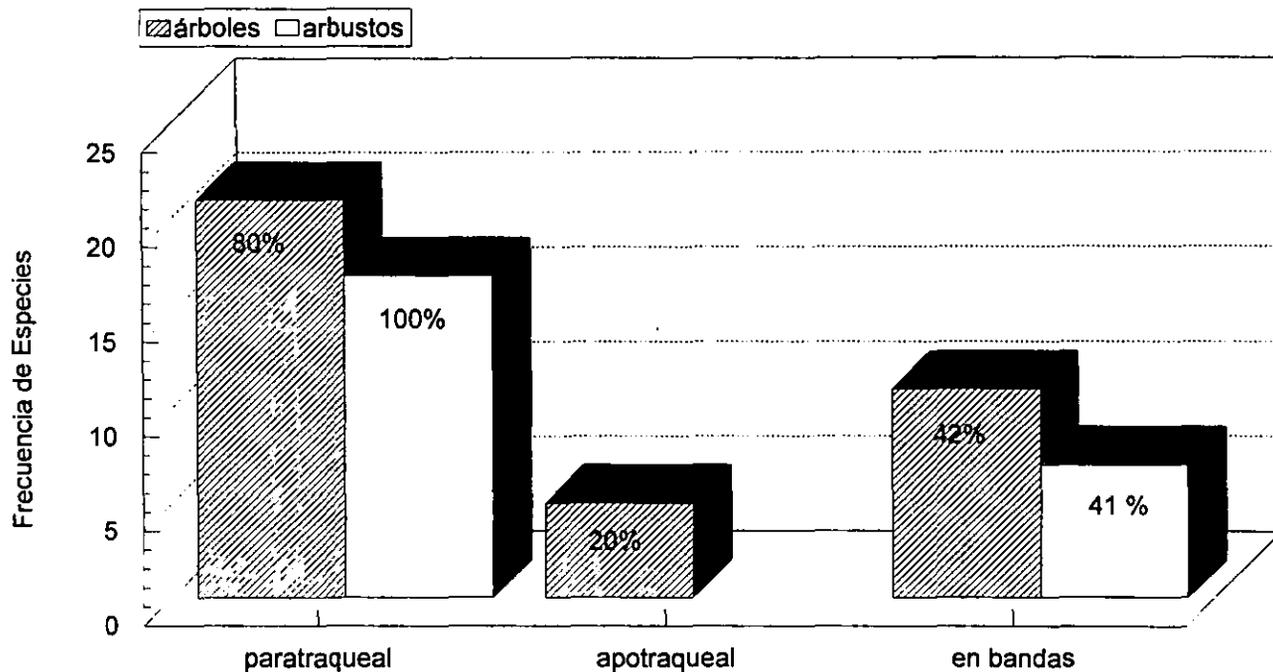
GRAFICA 15. SERIACION DE RADIOS.

Porcentajes y frecuencias en la seriación de células radiales presentes en árboles y en arbustos. La mayoría de las especies presentaron diferentes combinaciones en el número de células que formaban parte de los radios, por lo que tal consideración presenta los porcentajes más altos en ambos grupos.



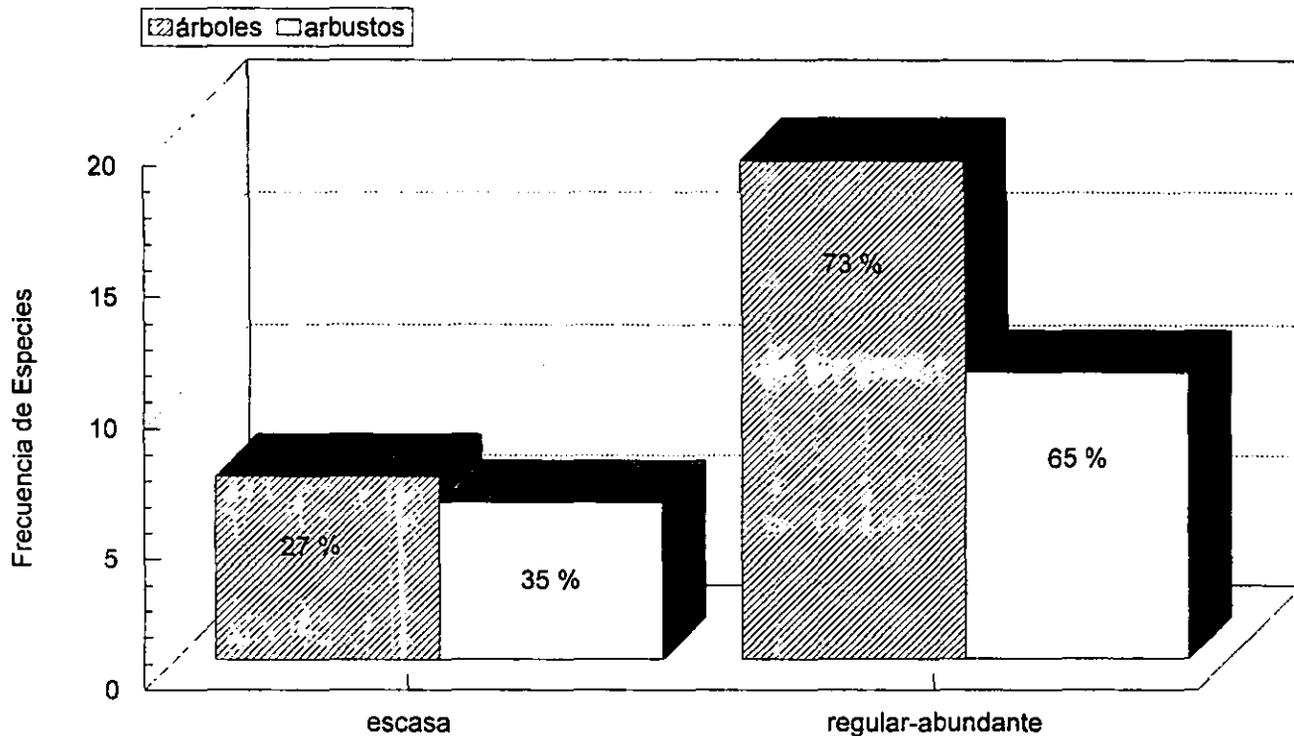
GRAFICA 16. INCLUSIONES EN PARÉNQUIMA RADIAL.

Porcentaje y frecuencia de presencia de inclusiones en árboles y arbustos, donde se observan cristales, gomas y almidón.



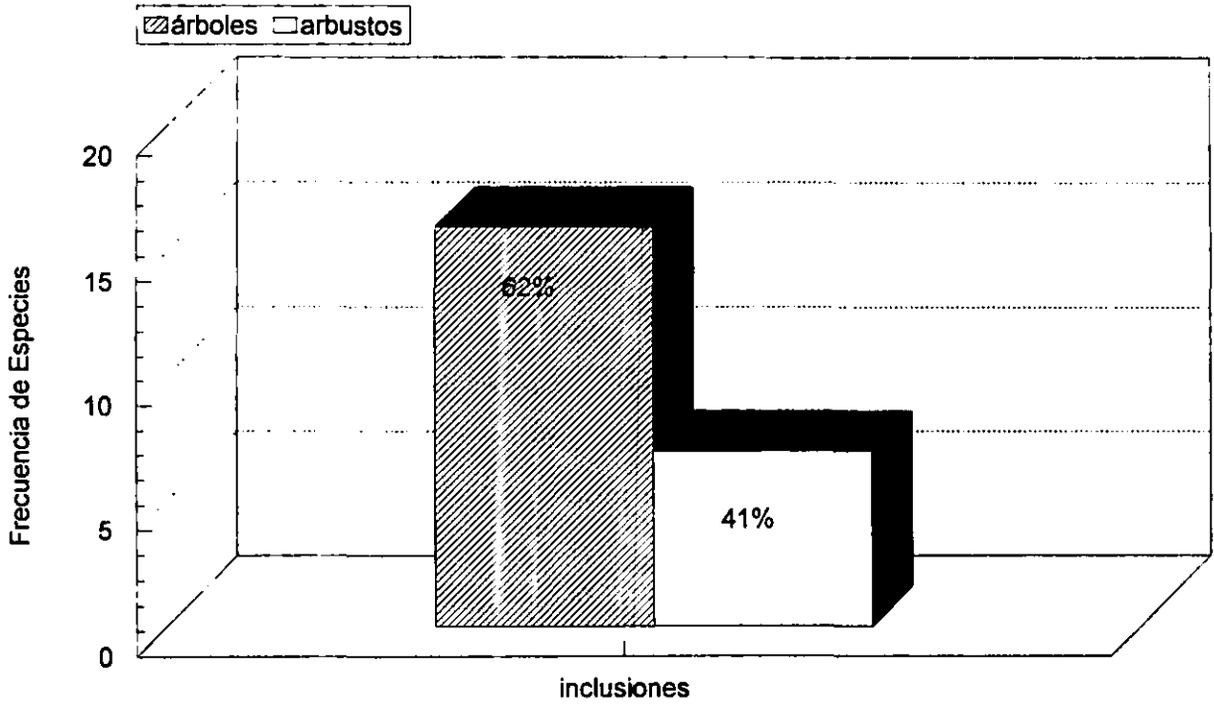
GRAFICA 17. DISTRIBUCION DE PARÉNQUIMA AXIAL.

Porcentajes de los arreglos dominantes en el parénquima axial, considerando tanto combinaciones como presencia solitaria del mismo, además de resaltar la presencia de parénquima en bandas (según Fahn, 1986).



GRAFICA 18. ABUNDANCIA DE PARÉNQUIMA AXIAL.

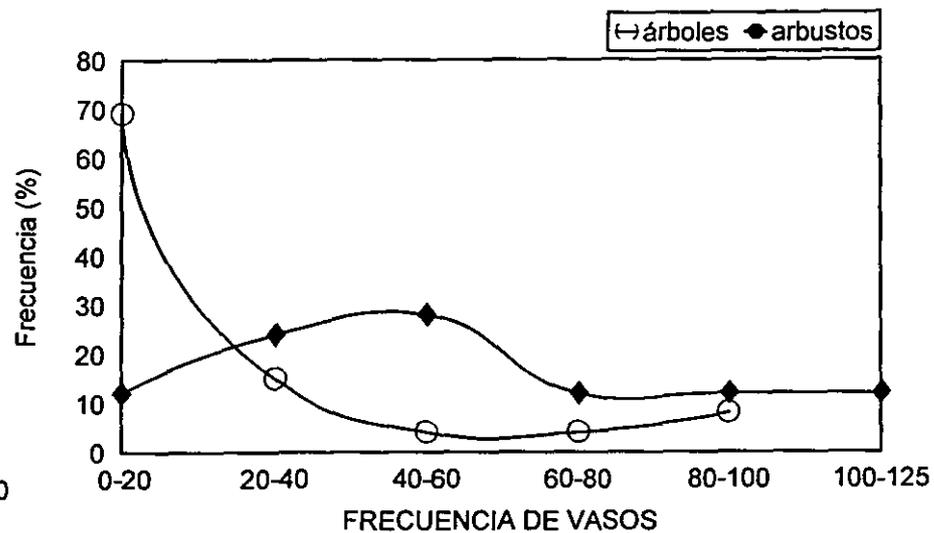
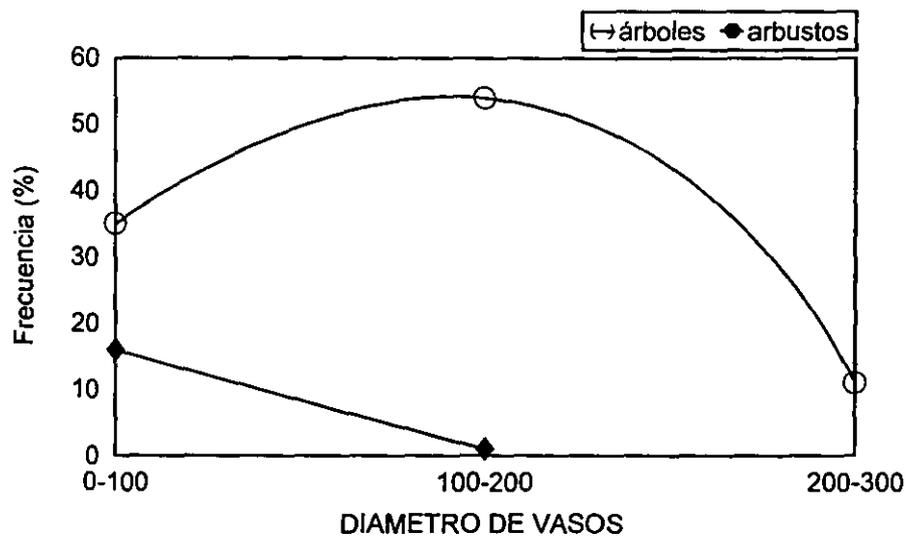
Porcentajes y frecuencias de la abundancia del parénquima en árboles y arbustos (observado en corte transversal), de acuerdo a su disposición y observación cualitativa.



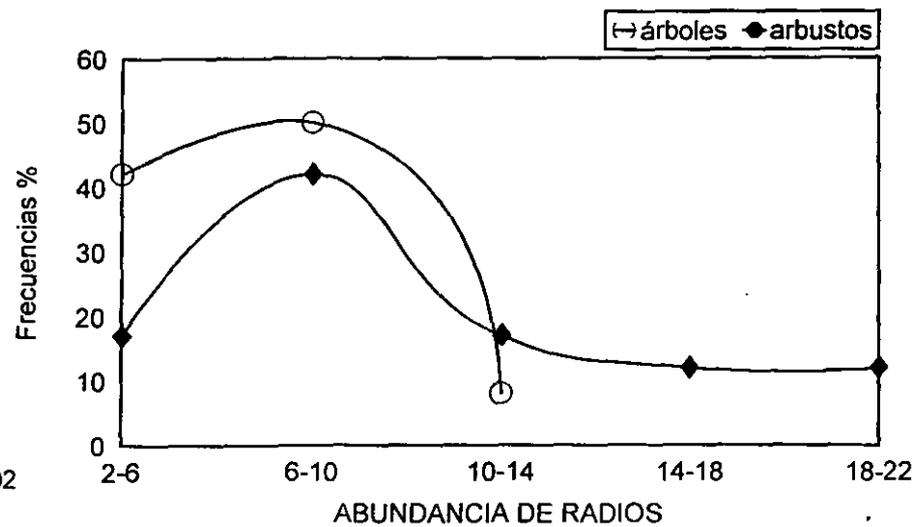
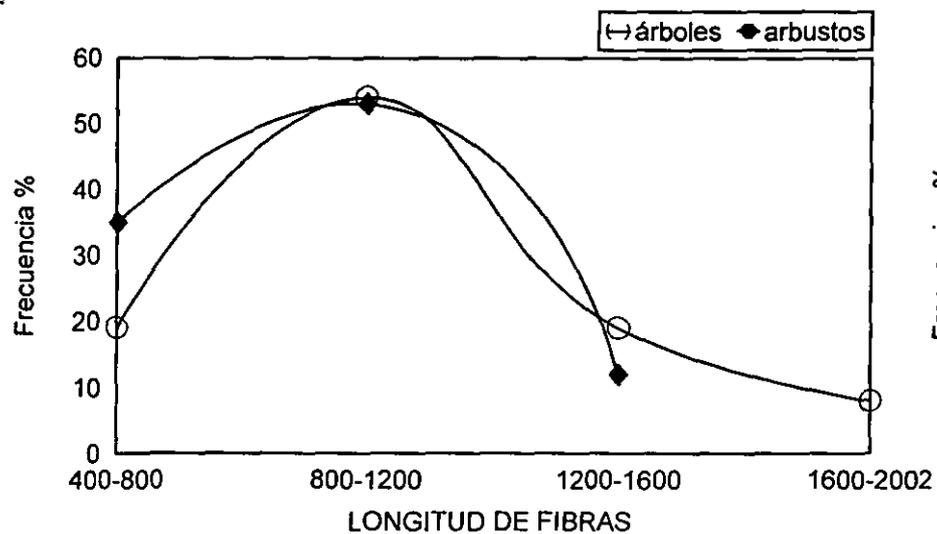
GRAFICA 19. INCLUSIONES DEL PARÉNQUIMA AXIAL.

Porcentaje y frecuencia de inclusiones presentes en el parénquima axial, donde se consideran como inclusiones a los cristales, las gomas y almidón.

GRÁFICAS DE DIFERENCIAS ESTADÍSTICAS



bb



**CUADRO 1. COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS GENERALES DOMINANTES EN
ÁRBOLES Y ARBUSTOS.**

**CUADRO 2. COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DOMINANTES
EN ÁRBOLES Y ARBUSTOS.**

CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ÁRBOLES.

CUADRO 4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ARBUSTOS.

CUADRO 5. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE ÁRBOLES.

CUADRO 6. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE ARBUSTOS.

CUADRO 1. COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS GENERALES DOMINANTES		
	ÁRBOLES	ARBUSTOS
GRAVEDAD ESPECÍFICA	media 46% alta 54%	alta 82%
ALBURA	dominan los tonos amarillentos	
DURAMEN	notoria en 46% spp.	notoria en 41% spp.
LUSTRE	medio 50%	medio 41%
TEXTURA	fina 58%	fina 71%
GRANO	entrecruzado 39%	recto 48%
DUREZA	duras 54%	duras 76%
PESO	pesadas 62%	pesadas 88%

CUADRO 2. COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DOMINANTES			
		ÁRBOLES	ARBUSTOS
VASOS	Longitud	cortos	cortos
	Diámetro	medianos	pequeños
	Agrupación	principalmente solitarios	principalmente agrupados
	poros/mm ²	pocos	muy numerosos
	Porosidad	difusa	difusa
	Punteaduras: tamaño con ornamentación	medianas presentes en un 42%	pequeñas presentes en un 24%
FIBRAS	Longitud	medianas	cortas
	Pared	de delgada a gruesa	de delgada a gruesa
	Tipo de Fibras	libriiformes	libriiformes
	Traqueidas	presente en 38% spp.	presente en 47% spp.
RADIOS	Altura	muy bajos	extremadamente bajos
	Abundancia	moderadamente numerosos	muy numerosos
	Tipo	heterocelulares	heterocelulares
	Seriación	combinaciones de diferente seriación	combinaciones de diferente seriación
PARÉNQUIMA	Arreglo dominante	Paratraqueal	Paratraqueal
	En Bandas	presente en 42% spp.	presente en 41% spp.

CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ÁRBOLES

ESPECIES	COLOR ALBURA	COLOR DURAMEN	LUSTRE	TEXTURA	GRANO	DUREZA	G.E.
<i>Cyrtocarpa procera</i>	blanco rosáceo a rojizo muy claro		medio	finas	ondulado a entrecruzado	moderadamente dura	0.48
<i>Pistacia mexicana</i>	blanco cremoso, áreas café oscuro y amarillo verdoso		medio	finas	recto	dura	0.83
<i>Ceiba parvifolia</i>	café muy pálido a café amarillento		bajo	media	entrecruzado	moderadamente dura	0.54
<i>Ehretia latifolia</i>	amarilla ligeramente verdosa	café rosáceo	alto	áspera	ondulado a entrecruzado	dura	0.76
<i>Bursera copallifera</i>	blanco cremoso con tonalidades rosáceas		alto	finas	recto	moderadamente dura	0.47
<i>Bursera morelensis</i>	blanco a blanco amarillento		medio	finas	recto, ondulado y entrecruzado	moderadamente dura	0.43
<i>Gochnatia purpusii</i>	amarillo pardusco	café oscuro con vetado	medio	finas	ondulado	extremadamente dura	1.04
<i>Erythroxylum compactum</i>	amarillo claro	café rosáceo claro	medio	finas	ondulado	extremadamente dura	1.0
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	blanco cremoso con tonalidades amarillentas		alto	finas	entrecruzado	moderadamente dura	0.44
<i>Krameria cytisoides</i>	café rojizo	café rojizo oscuro	bajo	finas	dañada	dura	0.88
<i>Fouquieria formosa</i>	blanco amarillento con manchas más oscuras ocasionadas/ hongos		bajo	finas	recto	moderadamente dura	0.44
<i>Garrya ovata</i>	crema rosáceo	café rojizo claro	medio	finas	entrecruzado a ondulado	dura	0.96
<i>Acacia bilimekii</i>	amarillo limón con algunas tonalidades café rojizos		medio	media	entrecruzado	moderadamente dura	0.73
<i>Cercidium praecox</i>	amarillo limón ligeramente verdoso		medio	finas	entrecruzado	dura	0.75

CUADRO 3. continuación.....CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ÁRBOLES

ESPECIES	COLOR ALBURA	COLOR DURAMEN	LUSTRE	TEXTURA	GRANO	DUREZA	G.E.
<i>Conzattia multiflora</i>	amarillo limón claro con tonalidades blanquecinas		alto	áspera	entrecruzado	moderadamente dura	0.47
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	amarillo limón intenso	café oscuro ligeramente veteadado	medio	media	entrecruzado a ondulado	dura	0.80
<i>Havardia acatensis</i>	blanca a ligeramente amarillenta	café grisáceo oscuro	alto	media	ondulado a entrecruzado	dura	0.98
<i>Leucaena esculenta</i>	blanco ligeramente amarillento	café con veteadado café rojizo claro	alto	media	entrecruzado	dura	0.75
<i>Lonchocarpus oaxacensis</i>	amarillo ligeramente verdoso con tonalidades marrón claro		medio	media	entrecruzado	dura	0.94
<i>Prosopis laevigata</i>	café grisáceo a café amarillento		medio	media	entrecruzado	moderadamente dura	0.65
<i>Senna galeottiana</i>	blanca amarillenta	café oscuro con ton. grisáceas	alto	media	ondulado	dura	0.83
<i>Cedrela salvadorensis</i>	gris rojizo muy claro con tonalidades plateadas	café rojizo	alto	media	entrecruzado	moderadamente dura	0.58
<i>Cercocarpus fobergilloides</i>	café amarillenta (muy delgada)	café rojizo más oscuro	bajo	finá	ondulado	dura	0.88
<i>Conzattia ghisbreghtiana</i>	blanca	café claro	medio	finá	recto	dura	0.94
<i>Ptelea trifoliata</i>	amarillo limón muy claro con tonalidades blanquecinas		alto	finá	recto	dura	0.85
<i>Bumelia salicifolia</i>	café rojizo (homogéneo)		medio	finá	entrecruzado	dura	0.89

CUADRO 4. CARACTERISTICAS GENERALES DE ARBUSTOS

ESPECIES	COLOR ALBURA	COLOR DURAMEN	LUSTRE	TEXTURA	GRANO	DUREZA	G.E.
<i>Rhus sp.</i>	crema ligeramente rosáceo y amarillento	amarillo oro a rojizo	alto	media a fina	recto	moderadamente dura	0.67
<i>Berberis quinquefolia</i>	amarillo verdoso con tonalidades verde limón	café grisáceo	medio	media a fina	entrecruzado y ondulado	dura	0.91
<i>Bernardia mexicana</i>	crema ligeramente amarillento	café rojizo	medio	fina	recto	extremadamente dura	1.0
<i>Salvia candicans</i>	café grisáceo		medio	fina	ondulado	dura	0.96
<i>Acacia subangulata</i>	blanco a ligeramente rosáceo	café rojizo oscuro	alto	media	entrecruzado	dura	0.76
<i>Bauhinia divaricata</i>	café rosáceo claro		alto	fina	recto	dura	0.96
<i>Callia secundiflora</i>	café grisáceo a verdoso	café ligeramente notorio	medio	fina	recto a ondulado	extremadamente dura	1.0
<i>Harpagye formosa</i>	blanco amarillento	café grisáceo	bajo	fina	recto	dura	0.85
<i>Byrsonima crassifolia</i>	café rojiza con tonalidades amarillentas	café rojizo claro	bajo	fina	entrecruzado	dura	0.79
<i>Forestiera phillyreoides</i>	blanco rojizo		alto	fina	recto	dura	0.75
<i>Karwinskia bumboldtiana</i>	crema ligeramente rojizo		bajo	fina	recto	dura	0.88
<i>Ziziphus amole</i>	blanco amarillento		alto	media	recto a ondulado	dura	0.83
<i>Bouvardia longiflora</i>	crema	dañado por insectos	medio	media a fina	-----	dura	0.84
<i>Randia capitata</i>	blanco grisáceo		bajo	fina	recto	dura	0.78
<i>Casimiroa calderoniae</i>	amarillo limón claro		medio	fina	ondulado	dura	0.88
<i>Helietta lucida</i>	amarillo pálido ligeramente amarillo rojizo		medio	fina	entrecruzado	dura	1.0
<i>Citharexylum tetramerum</i>	blanco rosáceo		alto	fina	recto	moderadamente dura	0.57

CUADRO 5. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE ARBOLES

ESPECIES	V A S O S					F I B R A S				R A D I O S				PARÉNQUIMA AXIAL
	Longitud	Diámetro	Agrupación	p/mm2	Porosidad	Longitud	Pared	Tipo	Traqueida	Altura	Abundancia	Tipo	Series	
<i>Cyrtocarpa procera</i>	488	96	S	19	D	844	d-g	L	-	600	7	He	multi	paratraqueal escaso
<i>Pistacia mexicana</i>	295	98	G	18	A	688	d-g	L	-	388	8	He	bi-tri	paratraqueal escaso
<i>Ceiba parvifolia</i>	278	228	S	3	D	1651	d-g	L	-	1449	4	He	multi	apotra. en bandas cortas
<i>Ehretia latifolia</i>	133	140	S	6	D-S	1195	d-g	L	-	352	5	Ho	multi	paratra.aliforme-conflu., en bandas irregulares
<i>Bursera copallifera</i>	366	112	S	14	D	778	muy d	F	-	433	5	He	tri-bi-multi	paratraqueal escaso
<i>Bursera morelensis</i>	473	108	S	24	D	775	d-g	F	-	962	4	He	multi	paratraqueal muy escaso
<i>Gocbnatia purpusii</i>	278	51	G	35	A	690	muy g	L	-	608	8	He	multi	paratraqueal escaso
<i>Erythroxylum compactum</i>	441	56	G	52	D	854	d-g	F	+	449	10	He	bi-uni	paratra. escaso y apotra. difuso esc.
<i>Euphorbia schlehtendalii</i>	406	147	G	5	D	854	d-g	F	+	986	8	He	multi	apotra. en bandas irregulares cortas
<i>Krameria cytisoides</i>	283	51	S	83	S	687	d-g	F	+	623	9	He	uni	apotraqueal difuso
<i>Fouquieria formosa</i>	536	162	G	15	S-D	2002	d-g	F	+	1674	2	He	multi	paratra. y apotra. difuso en agregados
<i>Garrya ovata</i>	737	44	S	68	D	1074	d-g	F	+	2500	6	He	multi	paratra. y apotra. difuso en agregados
<i>Acacia bilimekii</i>	313	180	S	6	D	1168	d-g	L	-	716	7	Ho	bi-tri	paratra. aliforme-confluente
<i>Cercidium praecox</i>	252	131	G	12	A	883	d-g	L	-	643	6	Ho y He	multi-uni-bi	paratra. vasicént., en bandas conflu. y marginales
<i>Conzattia multiflora</i>	339	269	S	3	D	970	d-g	L	-	491	8	Ho	bi-tri	paratra. vasicént. y en bandas de 8-10 cél.

CUADRO 5. ContinuaciónCARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE ÁRBOLES

ESPECIES	V A S O S					F I B R A S				R A D I O S				PARÉNQUIMA AXIAL
	Longitud	Diámetro	Agrupación	p/mm2	Porosidad	Longitud	Pared	Tipo	Traqueida	Altura	Abundancia	Tipo	Series	
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	239	107	G	34	A	1109	muy g	L	-	366	9	He	multi	paratra. escaso, tendencia a confluyente
<i>Havardia acatlensis</i>	306	107	S	9	D	1066	d-g	L	-	305	9	Ho	uni-bi	paratra. alif. a alif.-confluyente
<i>Leucaena esculenta</i>	293	188	S	4	S	1257	d-g	L	-	597	6	Ho	multi	paratra. aliforme-confluyente
<i>Lonchocarpus oaxacensis</i>	177	172	G	5	D	1213	muy g	L	-	204	10	Ho	tri-tetra	paratra. esc. y apotra. en bandas tangen.
<i>Prosopis laevigata</i>	285	93	G	4	S	1245	d-g	L	+	667	4	Ho	multi	apotra. en agreg. a formar bandas
<i>Senna galeottiana</i>	210	132	S	11	S	882	d-g	L	-	421	8	Ho y He	tri	paratra. aliforme y aliforme-conflu., bandas marginal.
<i>Cedrela salvadorensis</i>	348	231	S	5	S	1252	d-g	L	-	628	5	Ho	bi	Bandas marginales y paratra. vasicént.
<i>Cercocarpus fothersgilloides</i>	419	112	S	19	D	1064	d-g	F	+	602	10	Ho	tri-multi	paratra. escaso y apotra. difuso en agregados
<i>Contaportia ghiesbreghtiana</i>	492	44	S	96	D/S	898	muy g	F	+	391	12	He	uni-bi	paratra. escaso y apotra. difuso
<i>Ptelea trifoliata</i>	286	105	G	27	A	1043	d-g	L	+	732	6	Ho	tri-bi	paratra. conflu., en bandas irreg. y conflu. diagonal
<i>Bumelia salicifolia</i>	559	82	G	19	D	1347	muy g	L	+	488	12	He	bi	apotra. difuso en agregados y en bandas irregulares

G= vasos principalmente agrupados, S= vasos principalmente solitarios; D= porosidad difusa, A= porosidad anular, S=porosidad semianular; muy d= pared muy delgada, muy g= pared muy gruesa, d-g= pared de delgada a gruesa; L= fibras libriformes, F= fibrotraqueidas; (+) o (-) presencia o ausencia de traqueidas; He= radios heterocelulares, Ho= radios homocelulares; paratra.= paratraqueal, vasicént.= vasicéntrico, conflu.= confluyente, apotra.=apotraqueal, tang.= tangenciales, alif.= aliforme, ocasional.= ocasionalmente, agreg.= agregados, irreg.= irregulares, esc.=escaso.

CUADRO 6. CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS DE ARBUSTOS

ESPECIES	VASOS					FIBRAS				RADIOS				PARÉNQUIMA AXIAL
	Longitud	Diámetro	Agrupación	p/mm2	Porosidad	Longitud	Pared	Tipo	Traqueidas	Alt.ura	Abundancia	Tipo	Series	
<i>Rhus sp.</i>	260	88	G	34	A	578	d-g	L	+	477	9	He	uni	paratraqueal escaso
<i>Berberis quinquefolia</i>	245	42	G	74	D	477	d-g	F	+	7058	4	He	multi	paratraqueal escaso
<i>Bernardia mexicana</i>	521	53	G	40	D	892	d-g	L	+	1222	15	He	uni-bi	paratraqueal muy escaso
<i>Salvia candicans</i>	180	56	G	54	S	490	d-g	L	-	1419	6	He	mult	paratraqueal escaso
<i>Acacia subangulata</i>	271	155	S	16	S-A	1008	d-g	L	+	260	8	Ho	bi,uni-tri	paratra. vasicént. conflu., bandas tang.
<i>Bauhinia divaricata</i>	216	71	G	41	D	1002	muy g	L	-	559	8	Ho	uni-tri	paratra.alif. y conflu., ocasional. marginal
<i>Calia secundiflora</i>	151	81	G	50	S	818	muy g	L	-	847	10	He	bi-tri	paratraqueal confluyente
<i>Harpalyce formosa</i>	208	61	G	68	D	947	muy g	L	-	230-1107	12	He	bi	paratra. escaso, conflu. y en bandas marginales
<i>Byrsonima crassifolia</i>	268	85	S	56	D	1330	d-g	F	+	371	9	He	uni-bi	paratraqueal escaso y apotra. difuso
<i>Forestiera phillyreoides</i>	348	37	G	40	D	852	d-g	F	-	378	14	He	uni-bi	Bandas marginales y paratra. escaso
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	351	56	G	52	D-S	925	muy g	L	+	363	13	He	bi-uni-tri	bandas marginales y paratraqueal escaso
<i>Ziziphus amole</i>	294	93	S	14	D	951	muy g	L	-	518	16	He	bi-tri-uni	bandas marginales, paratra. conflu-band. discontinuas delgad.
<i>Bouvardia longiflora</i>	592	38	S	125	A	745	d-g	F	+	894	21	Ho	uni	paratraqueal escaso
<i>Randia capitata</i>	624	48	S	85	S	1267	d-g	F	+	1733	22	He	uni-bi	apotra. difuso en agregados y paratra. escaso

CUADRO 6. continuación..... CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE ARBUSTOS

ESPECIES	VASOS					FIBRAS				RADIOS				PARÉNQUIMA AXIAL
	Longitud	Diámetro	Agrupación	p/mm2	Porosidad	Longitud	Pared	Tipo	Traqueidas	Altura	Abundancia	Tipo	Series	
<i>Casimiroa calderoniae</i>	220	55	G	37	D	756	muy g	L	-	287	10	Ho	bi-tri	paratra. conflu. y en bandas irregulares
<i>Helietta lucida</i>	316	48	G	118	D-S	1092	muy g	L	-	261	9	He	bi	bandas marg., paratra. esc. y apotra. difuso
<i>Citharexylum tetramerum</i>	352	57	G	96	S	591	muy d	L	-	577	5	He	bi	paratra. esc. y apo. difuso escaso

G= vasos principalmente agrupados, S= vasos principalmente solitarios; D= porosidad difusa, A= porosidad anular, S= porosidad semianular; muy d= pared muy delgada, muy g= pared muy gruesa, d-g= pared de delgada a gruesa; L= fibras libriformes, F= fibrotraqueidas; (+) o (-) presencia o ausencia de traqueidas; He= radios heterocelulares, Ho= radios homocelulares; paratra.= paratraqueal, vasicént.= vasicéntrico, conflu.= confluyente, apotra.= apotraqueal, tang.= tangenciales, alif.= aliforme, ocasional.= ocasionalmente, agreg.= agregados, irreg.= irregulares, esc.=escaso.

FIGURAS DE CARACTERÍSTICAS GENERALES EN ÁRBOLES (A) Y ARBUSTOS
(Ar) DE TEHUACÁN, PUEBLA.

ANACARDIACEAE

FIGURA 1.- *Cyrtocarpa procera* Kunth (A)

FIGURA 2.- *Pistacia mexicana* Kunth(A)

FIGURA 3.- *Rhus* sp.(Ar)

BERBERIDACEAE

FIGURA 4.- *Berberis quinquefolia* (Standl.)

Marroq. (Ar)

BOMBACACEAE

FIGURA 5.- *Ceiba parvifolia* Rose (A)

BORRAGINACEAE

FIGURA 6.- *Ehretia latifolia* DC. (A)

BURSERACEAE

FIGURA 7.- *Bursera copallifera* (Sessé & Moc.)

Bullock (A)

FIGURA 8.- *Bursera morelensis* Ramírez (A)

COMPOSITAE

FIGURA 9.- *Gochnatia purpusii* Brandegee (A)

ERYTHROXYLACEAE

FIGURA 10.- *Erythroxylum compactum* Rose (A)

EUPHORBIACEAE

FIGURA 11.- *Euphorbia schlechtendalii* Boiss. (A)

FIGURA 12.- *Bernardia mexicana* (Hook. & Arn.) Muell. Arg. (Ar)

FOUQUIERIACEAE

FIGURA 13.- *Fouquieria formosa* Kunth (A)

GARRYACEAE

FIGURA 14.- *Garrya ovata* Benth. (A)

KRAMERIACEAE

FIGURA 15.- *Krameria cytisoides* Cav. (A)

LABIATAE .

FIGURA 16.- *Salvia candicans* Mart. & Gal. (Ar)

LEGUMINOSAE

FIGURA 17.- *Acacia bilimekii* J. Macbr. (A)

FIGURA 18.- *Acacia subangulata* Rose (Ar)

FIGURA 19.- *Bauhinia divaricata* L. (Ar)

FIGURA 20.- *Calia secundiflora* (Ortega)
Yakovlev (Ar)

FIGURA 21.- *Cercidium praecox* (Ruíz & Pav.)
Harms (A)

FIGURA 22.- *Conzattia multiflora* (Robinson)
Standl. (A)

FIGURA 23.- *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg. (A)

FIGURA 24.- *Harpalyce formosa* Mociño &
Sessé ex DC. (Ar)

FIGURA 25.- *Havardia acatlensis* (Benth.)
Britton & Rose (A)

FIGURA 26.- *Leucaena esculenta* (Mociño &
Sessé ex DC.) Benth. (A)

FIGURA 27.- *Lonchocarpus oaxacensis* Pittier (A)

FIGURA 28.- *Prosopis laevigata* (Humb. &
Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnston (A)

FIGURA 29.- *Senna galeottiana* (Martens)
Irwin & Barneby (A)

MALPIGHIACEAE

FIGURA 30.- *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. (Ar)

MELIACEAE

FIGURA 31.- *Cedrela salvadorensis* Standl. (A)

OLEACEAE

FIGURA 32.- *Forestiera phillyreoides* (Benth.)
Torrey (Ar)

RHAMNACEAE

FIGURA 33.- *Karwinskia humboldtiana*
(Roemer & Schultes) Zucc. (Ar)

FIGURA 34.- *Ziziphus amole* (Sessé &
Mociño) M. C. Johnston (Ar)

ROSACEAE

FIGURA 35.- *Cercocarpus fothergilloides* Kunth (A)

RUBIACEAE

FIGURA 36.- *Bouvardia longiflora* (Cav.) Kunth (Ar)

FIGURA 37.- *Coutaportia ghiesbreghtiana*
(Baillon) Urban (A)

FIGURA 38.- *Randia capitata* DC.(Ar)

RUTACEAE

FIGURA 39.- *Casimiroa calderoniae* Chiang &
Gonz.-Medr. (Ar)

FIGURA 40.- *Helietta lucida* Brandegee (Ar)

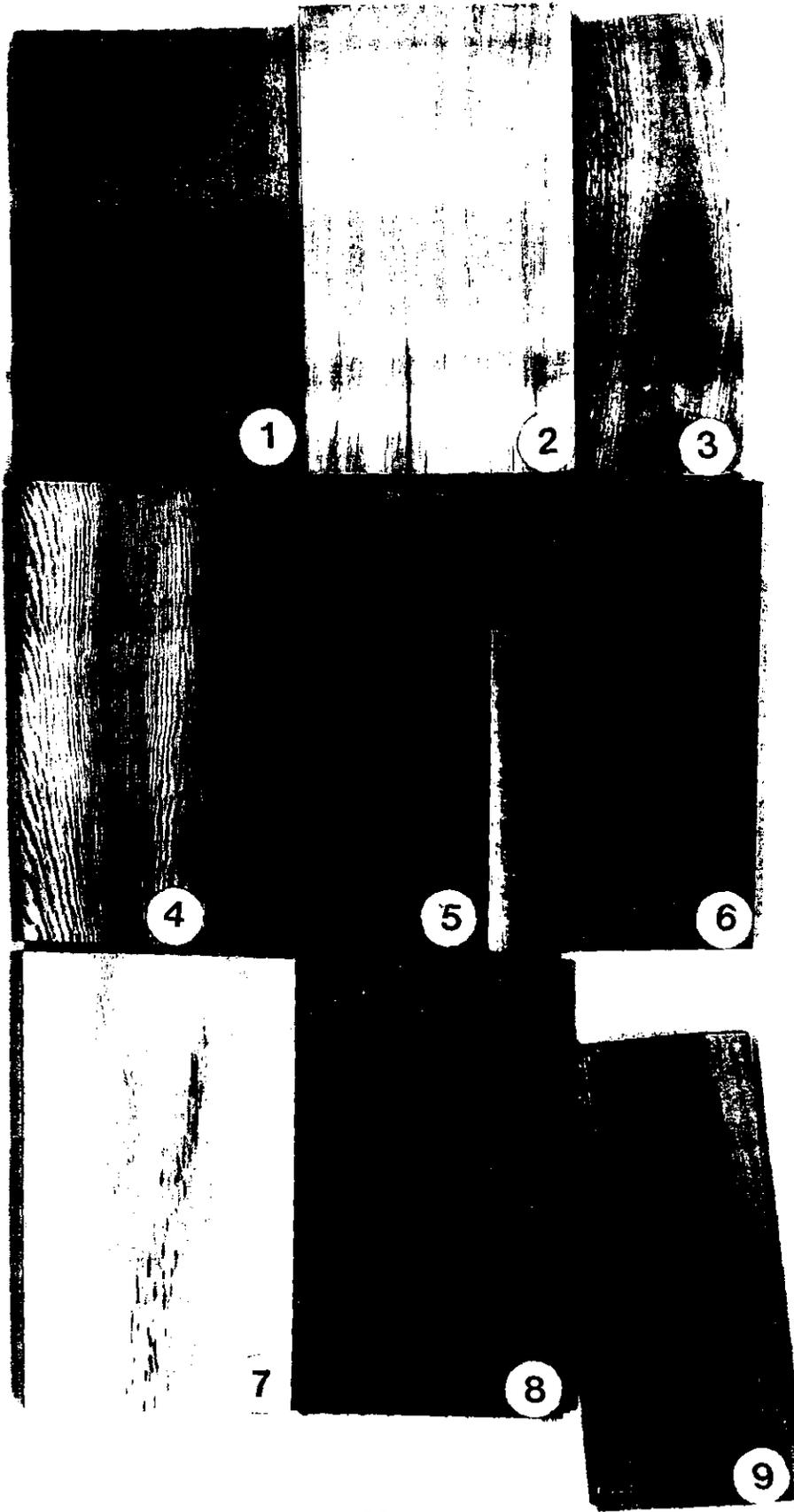
FIGURA 41.- *Ptelea trifoliata* L. (A)

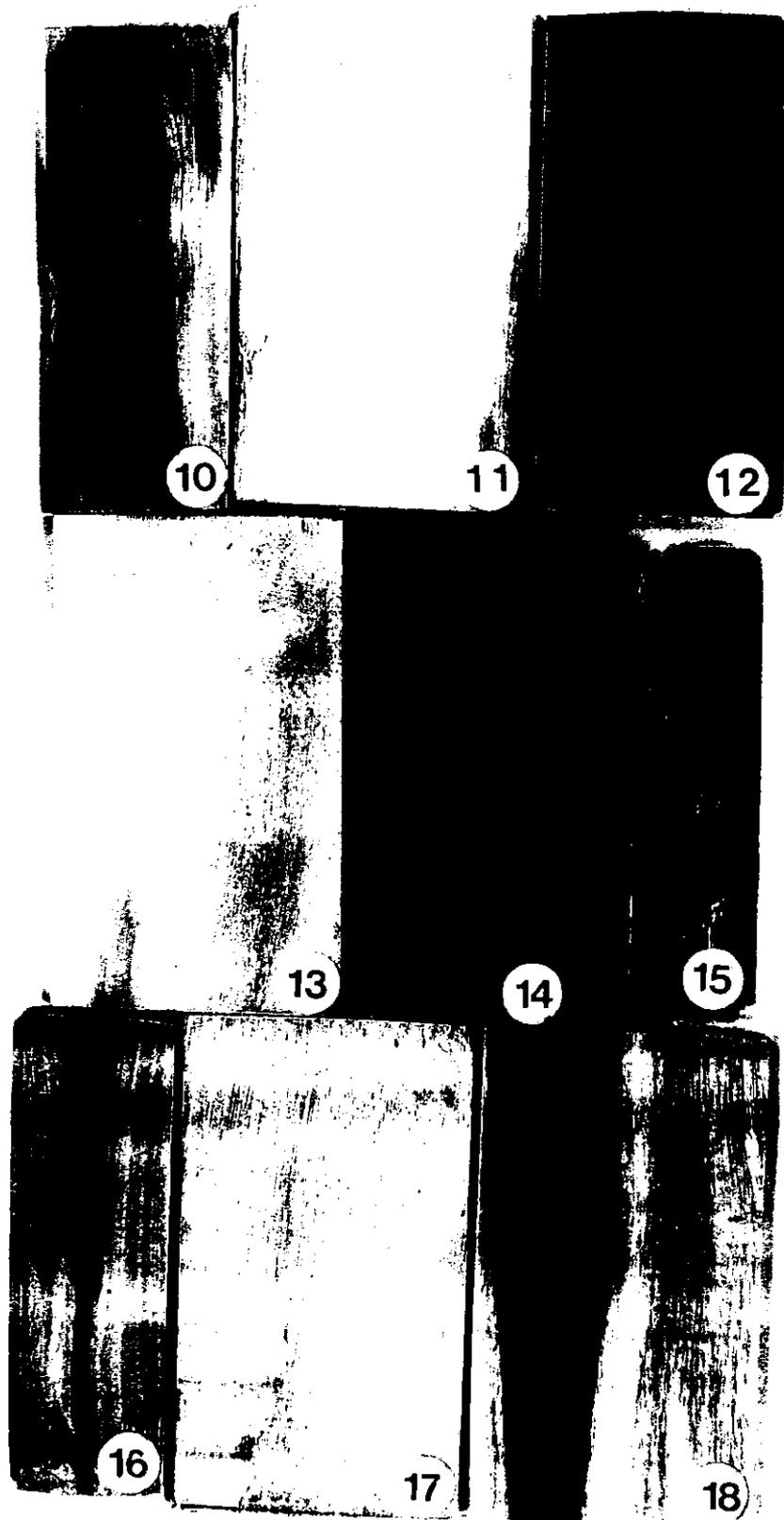
SAPOTACEAE

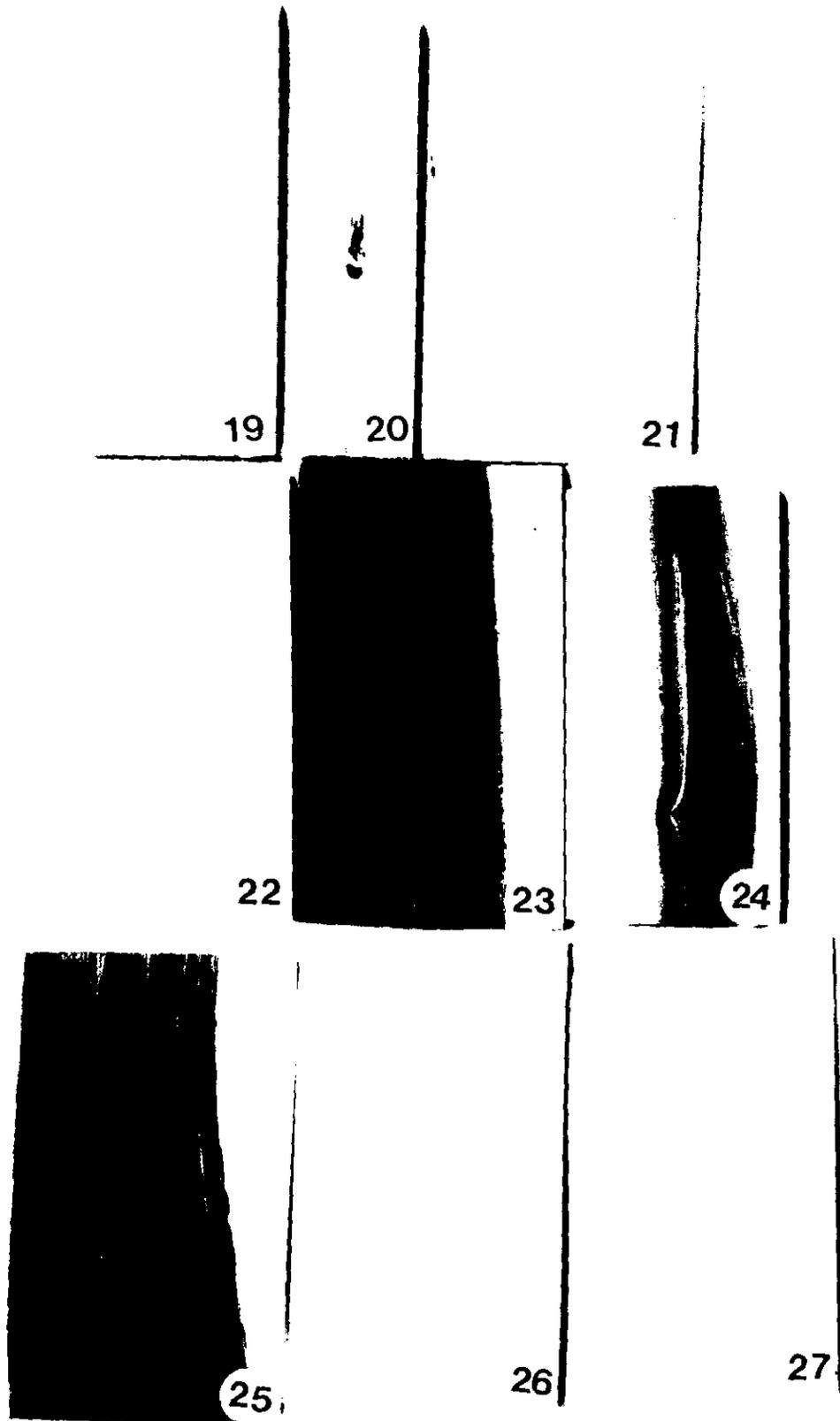
FIGURA 42.- *Bumelia salicifolia* (L.) Sw. (A)

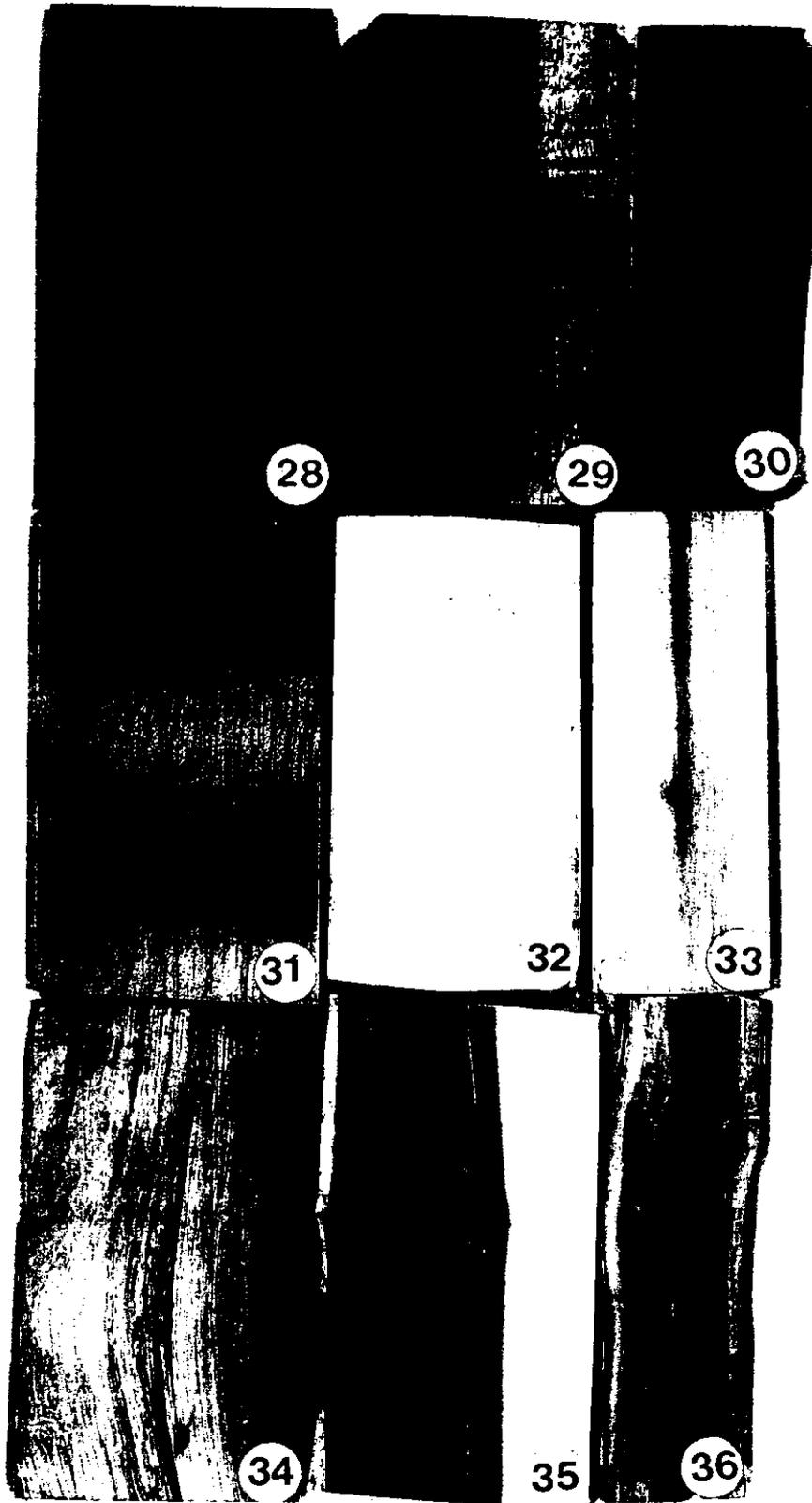
VERBENACEAE

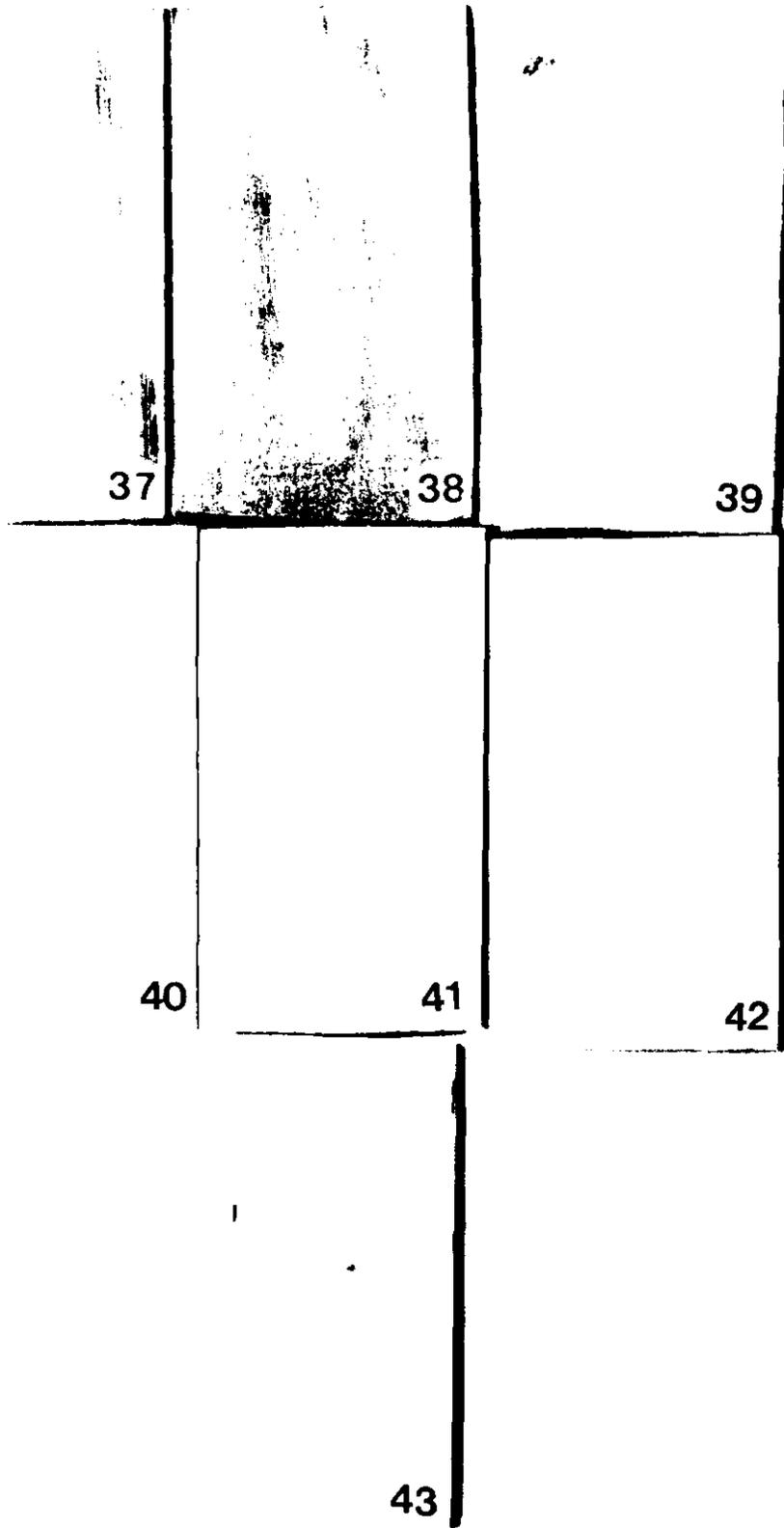
FIGURA 43.- *Citharexylum tetramerum*
Brandegee (Ar)











**FIGURAS DE CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS EN ÁRBOLES Y ARBUSTOS
DE TEHUACÁN, PUEBLA.**

A) Vista transversal (lupa) B) Vista transversal (10X) C) Vista tangencial (10X) D) Vista radial (10X)

ANACARDIACEAE

FIGURA 44.- *Cyrtocarpa procera* Kunth

FIGURA 45.- *Pistacia mexicana* Kunth

FIGURA 46.- *Rhus* sp.

BERBERIDACEAE

FIGURA 47.- *Berberis quinquefolia* (Standl.)
Marroq.

BOMBACACEAE

FIGURA 48.- *Ceiba parvifolia* Rose

BORRAGINACEAE

FIGURA 49.- *Ehretia latifolia* DC.

BURSERACEAE

FIGURA 50.- *Bursera copallifera* (Sessé &
Moc.) Bullock

FIGURA 51.- *Bursera morelensis* Ramírez

COMPOSITAE

FIGURA 52.- *Gochmatia purpusii* Brandegee

ERYTHROXYLACEAE

FIGURA 53.- *Erythroxylum compactum* Rose

EUPHORBIACEAE

FIGURA 54.- *Euphorbia schlechtendalii* Boiss.

FIGURA 55.- *Bernardia mexicana* (Hook. &
Arn.) Muell. Arg.

FOUQUIERIACEAE

FIGURA 56.- *Fouquieria formosa* Kunth

GARRYACEAE

FIGURA 57.- *Garrya ovata* Benth.

KRAMERIACEAE

FIGURA 58.- *Krameria cytisoides* Cav.

LABIATAE

FIGURA 59.- *Salvia candicans* Mart. & Gal.

LEGUMINOSAE

FIGURA 60.- *Acacia bilimekii* J. Macbr.

FIGURA 61.- *Acacia subangulata* Rose

FIGURA 62.- *Bauhinia divaricata* L.

FIGURA 63.- *Calia secundiflora* (Ortega)
Yakovlev

FIGURA 64.- *Cercidium praecox* (Ruíz & Pav.)
Harms

FIGURA 65.- *Conzattia multiflora* (Robinson)
Standl.

FIGURA 66.- *Eysenhardtia polystachya* (Ortega)
Sarg.

FIGURA 67.- *Harpalyce formosa* Mociño &
Sessé ex DC.

FIGURA 68.- *Havardia acatlensis* (Benth.)
Britton & Rose

FIGURA 69.- *Leucaena esculenta* (Mociño &
Sessé ex DC.) Benth.

FIGURA 70.- *Lonchocarpus oaxacensis* Pittier

FIGURA 71.- *Prosopis laevigata* (Humb. &
Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnston

FIGURA 72.- *Senna galeottiana* (Martens)
Irwin & Barneby

MALPIGHIACEAE

FIGURA 73.- *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.

MELIACEAE

FIGURA 74.- *Cedrela salvadorensis* Standl.

OLEACEAE

FIGURA 75.- *Forestiera phillyreoides* (Benth.)

Torrey

RHAMNACEAE

FIGURA 76.- *Karwinskia humboldtiana*
(Roemer & Schultes) Zucc.

FIGURA 77.- *Ziziphus amole* (Sessé &
Mociño) M. C. Johnston

ROSACEAE

FIGURA 78.- *Cercocarpus fothersgilloides* Kunth

RUBIACEAE

FIGURA 79.- *Bouvardia longiflora* (Cav.) Kunth

FIGURA 80.- *Coutaportla ghiesbreghtiana*
(Baillon) Urban

FIGURA 81.- *Randia capitata* DC.

RUTACEAE

FIGURA 82.- *Casimiroa calderoniae* Chiang &
Gonz.-Medr.

FIGURA 83.- *Helietta lucida* Brandegee

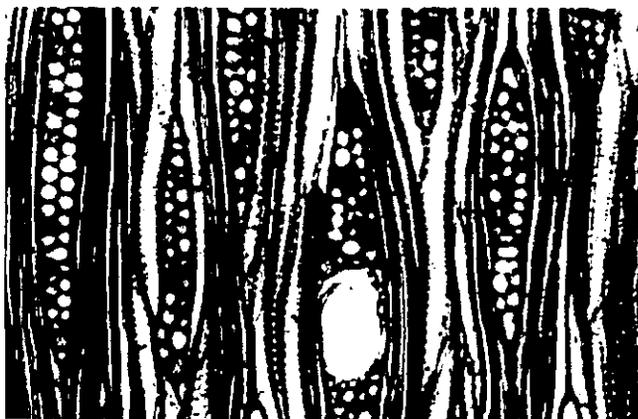
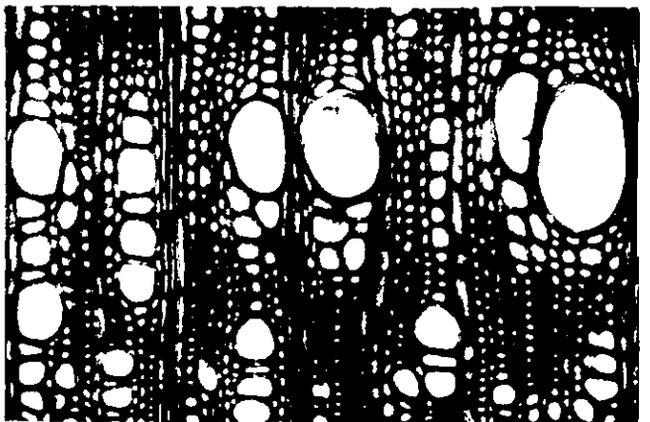
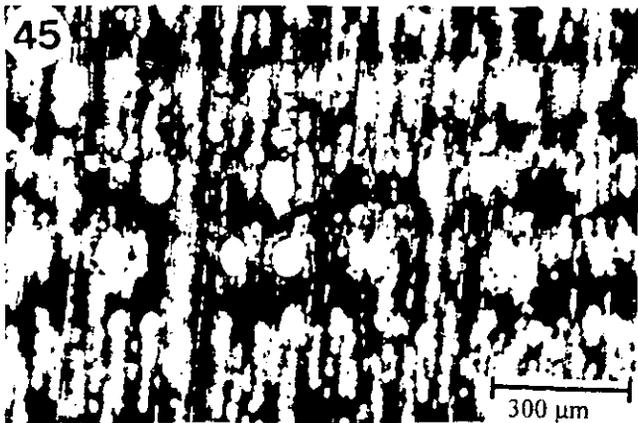
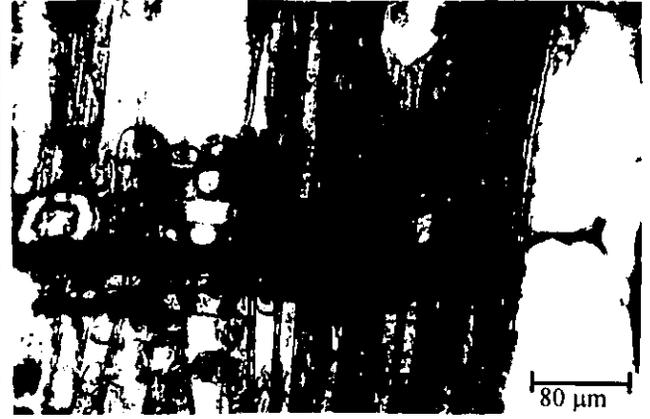
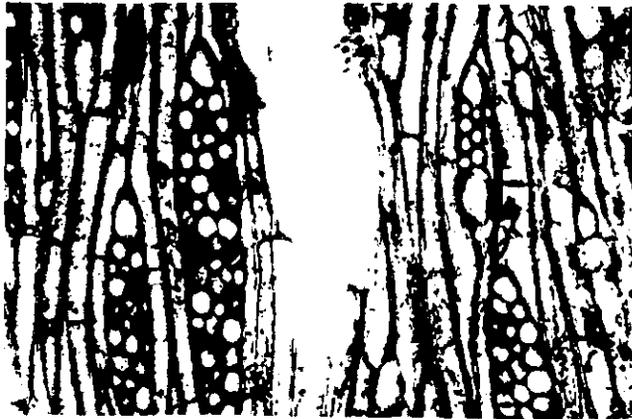
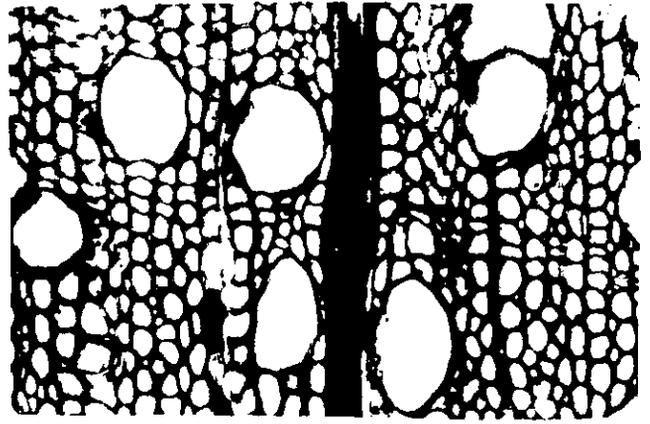
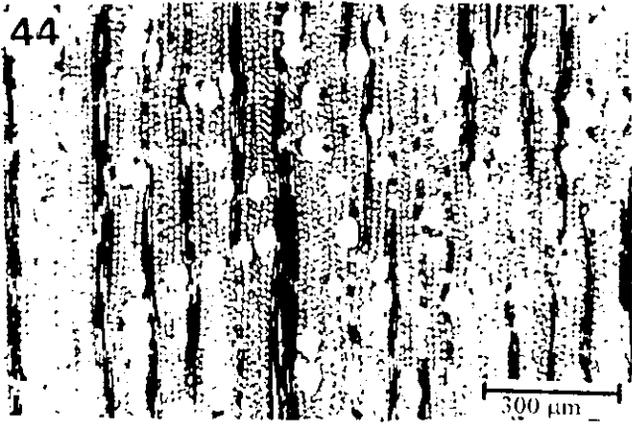
FIGURA 84.- *Ptelea trifoliata* L.

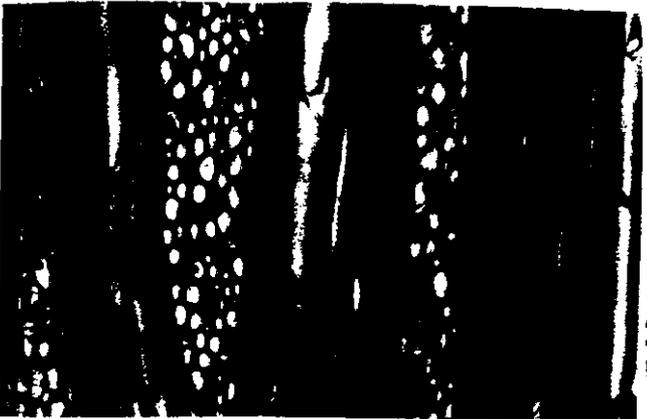
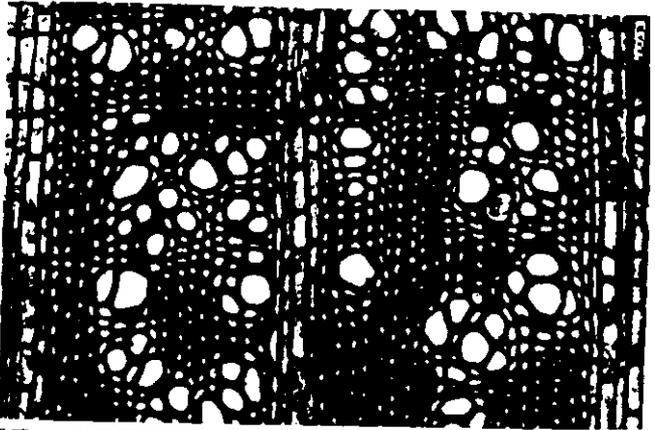
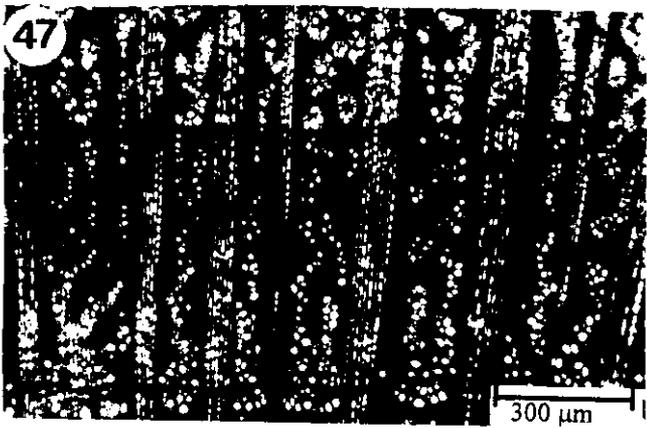
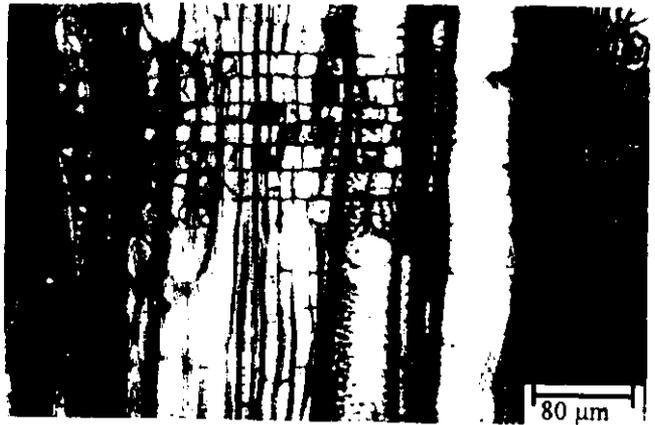
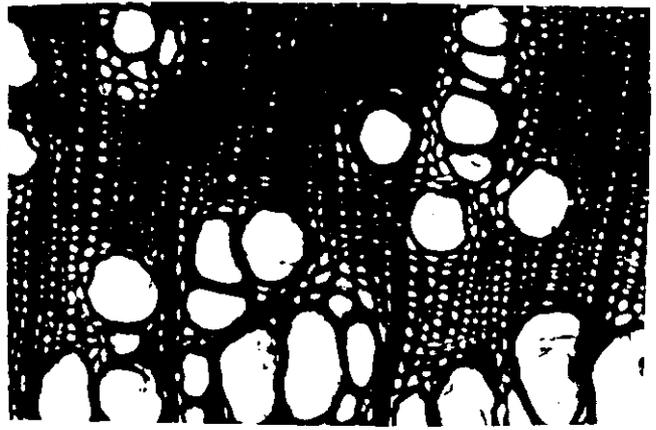
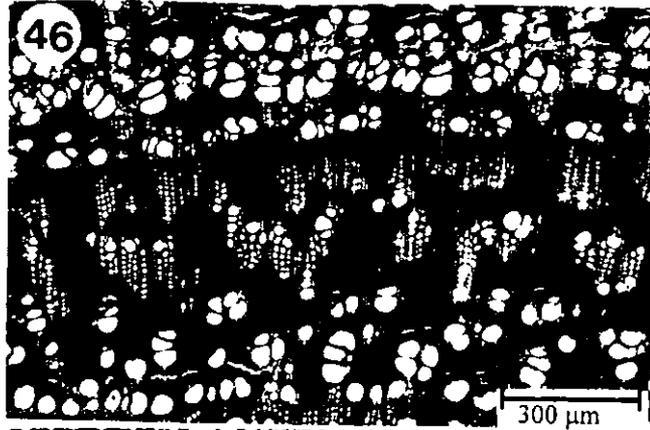
SAPOTACEAE

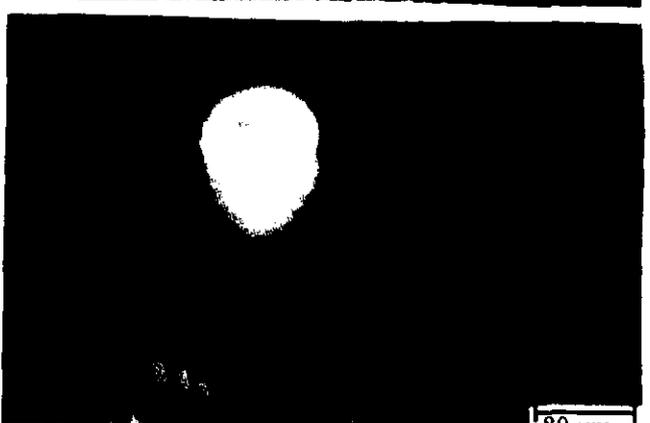
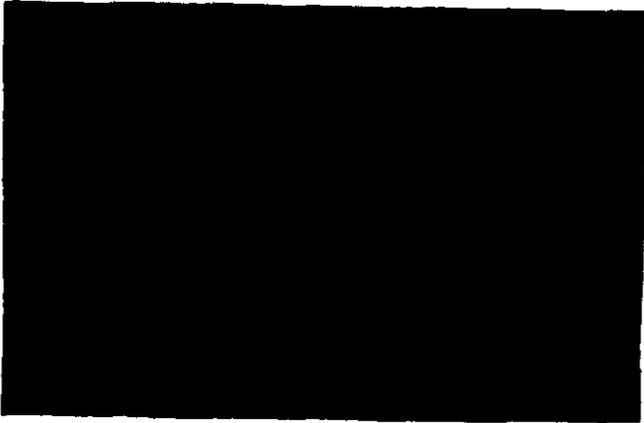
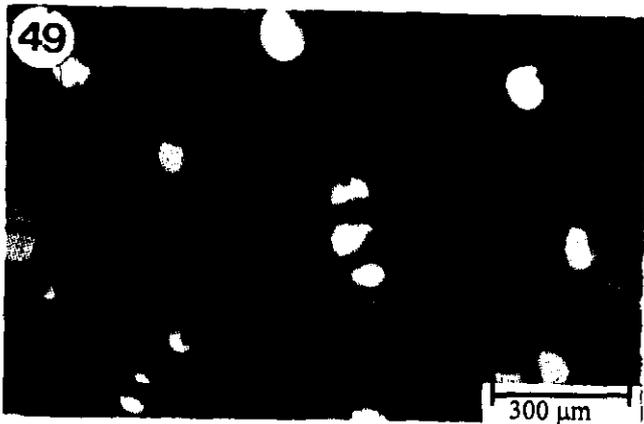
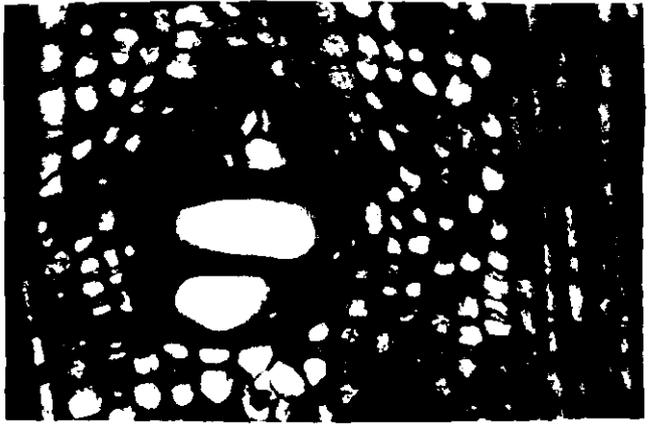
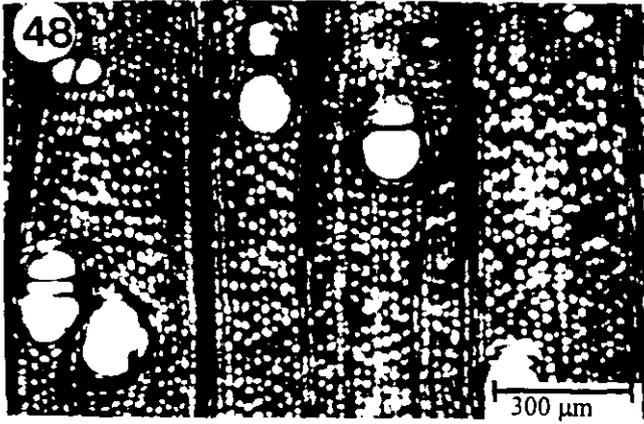
FIGURA 85.- *Bumelia salicifolia* (L.) Sw.

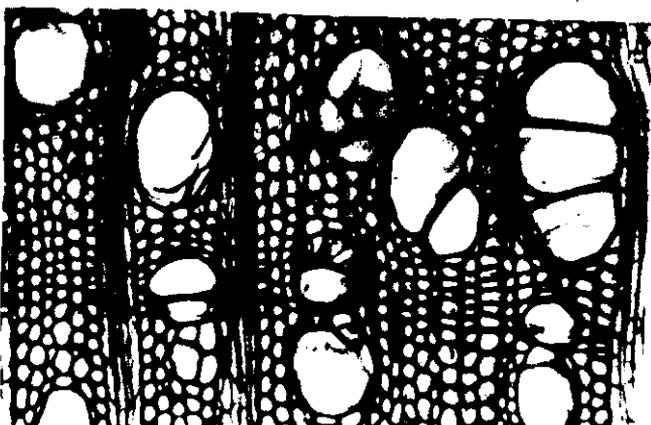
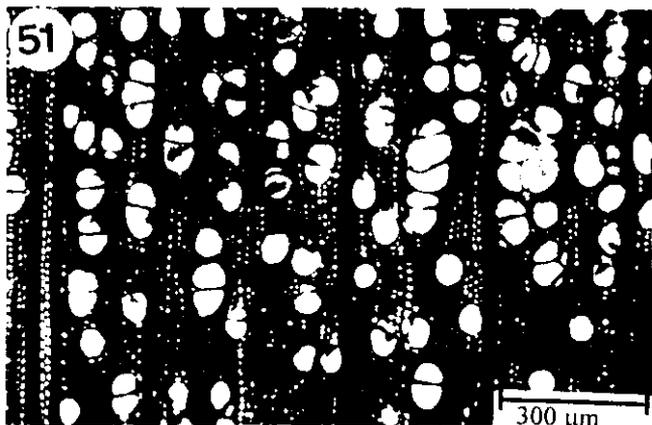
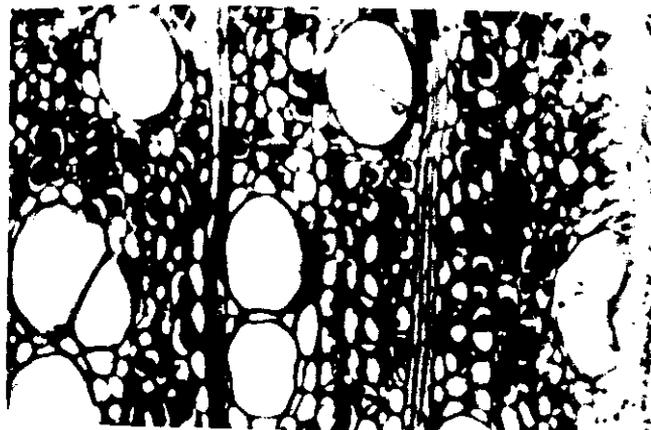
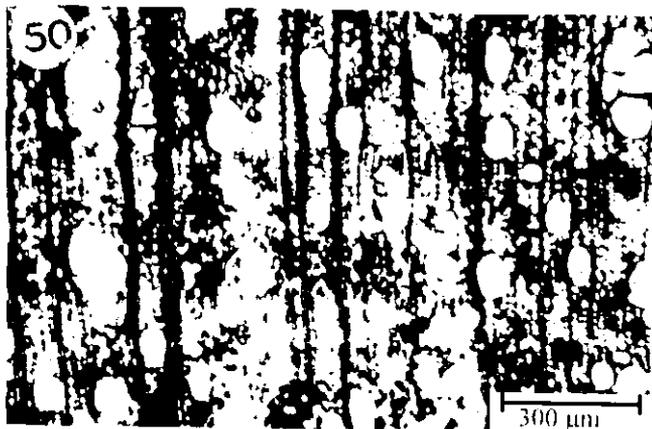
VERBENACEAE

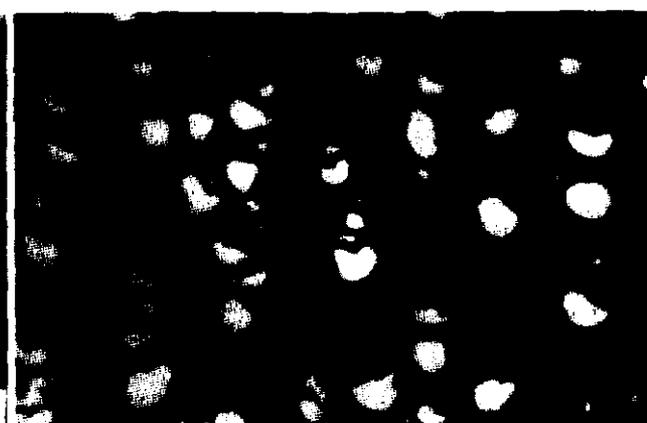
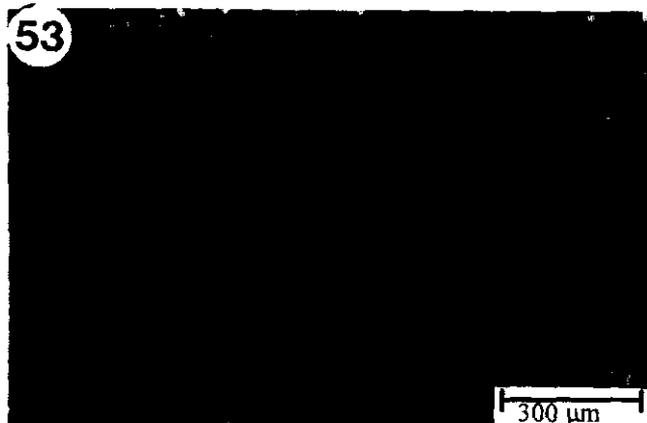
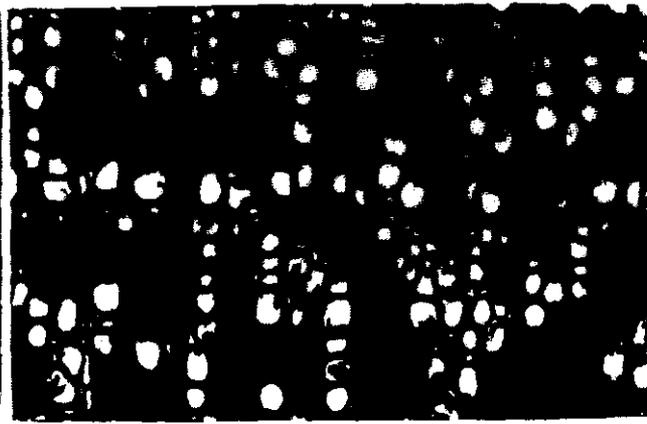
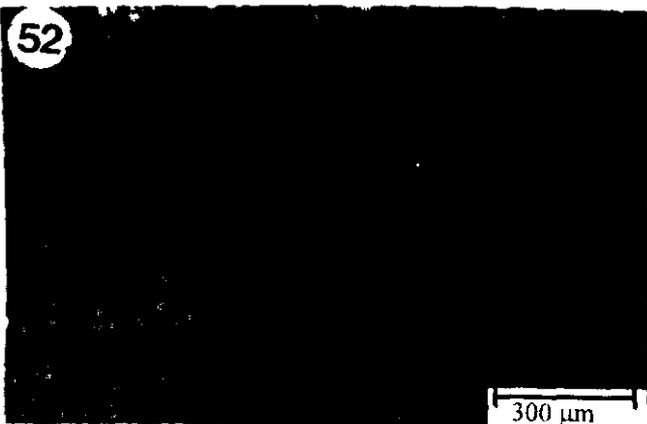
FIGURA 86.- *Citharexylum tetramerum*
Brandegee



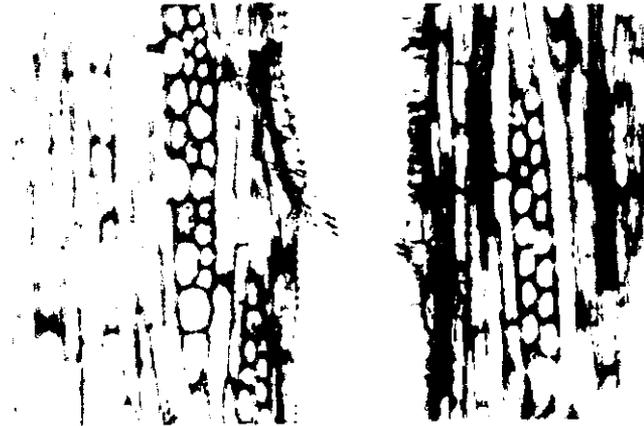
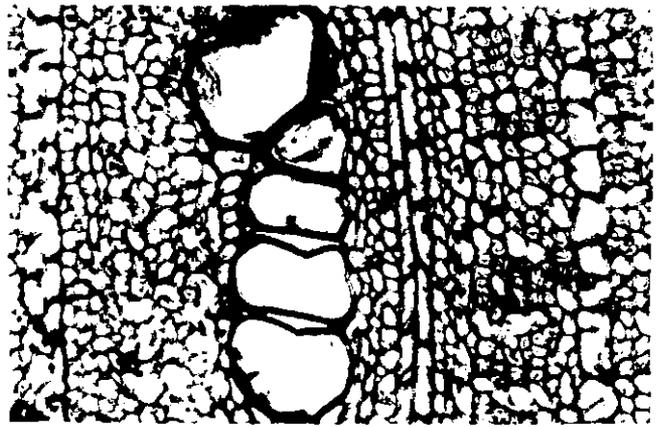
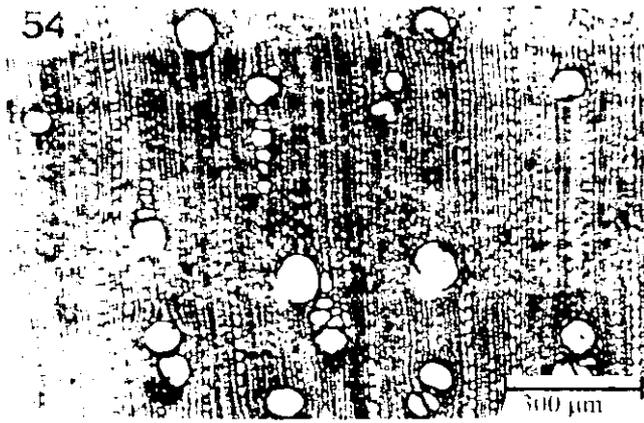




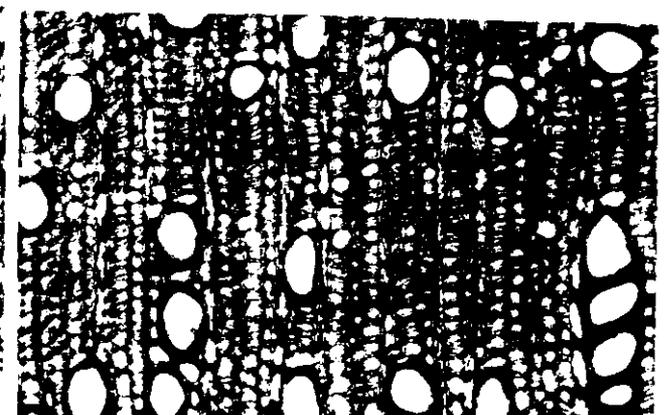
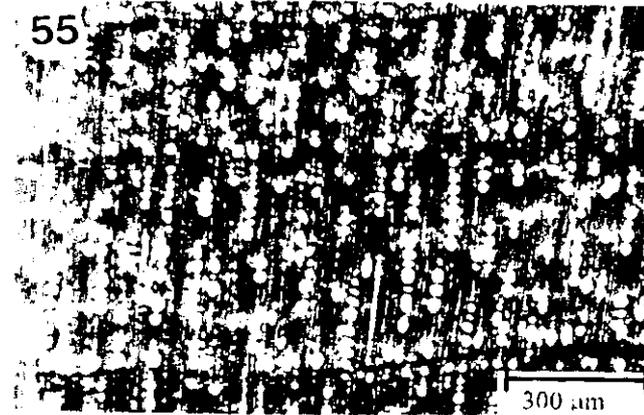


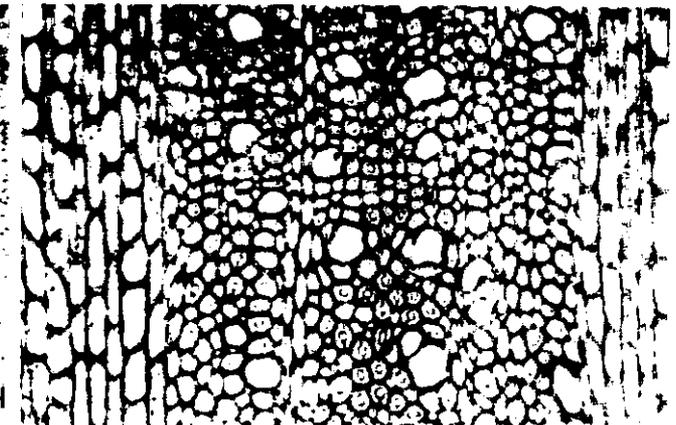
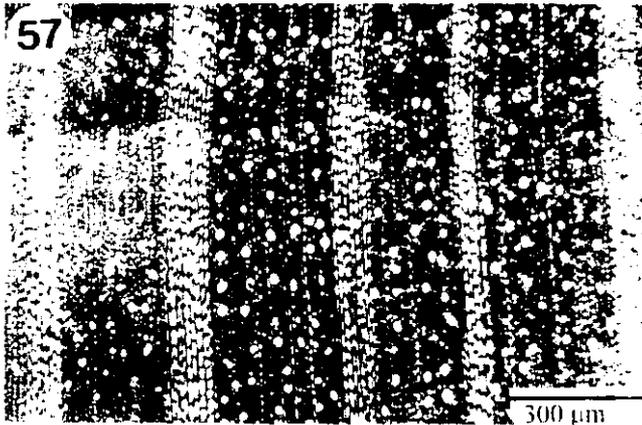
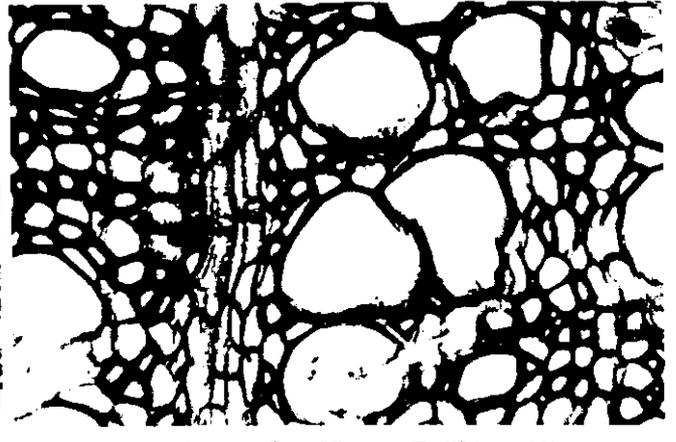
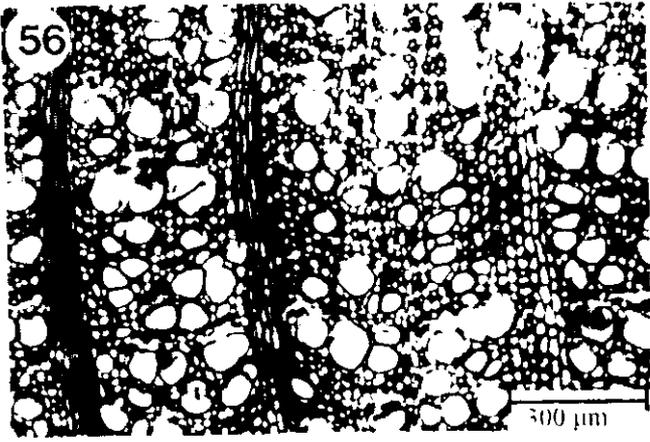


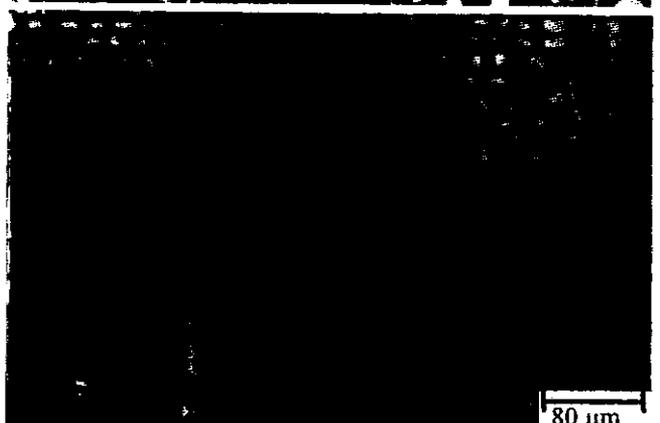
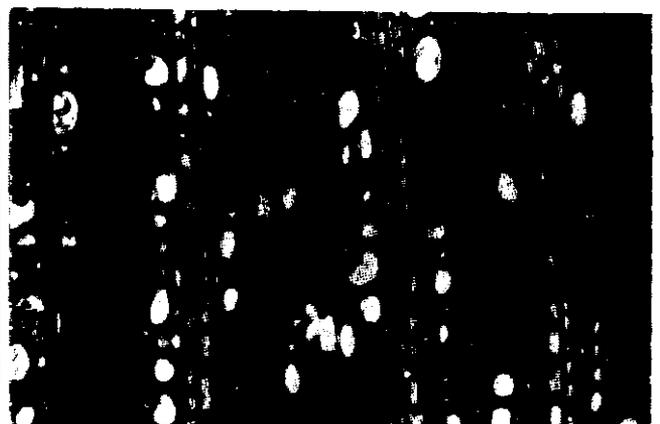
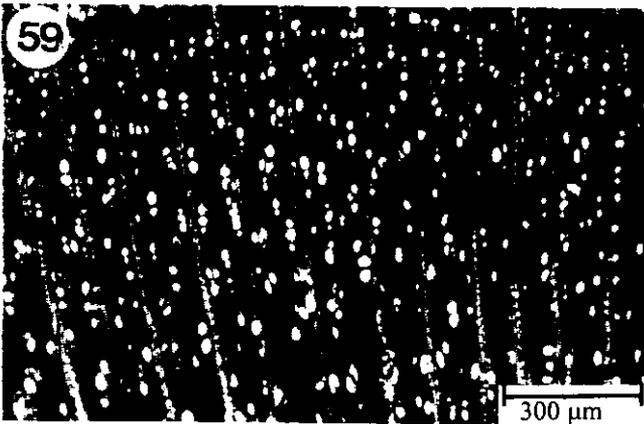
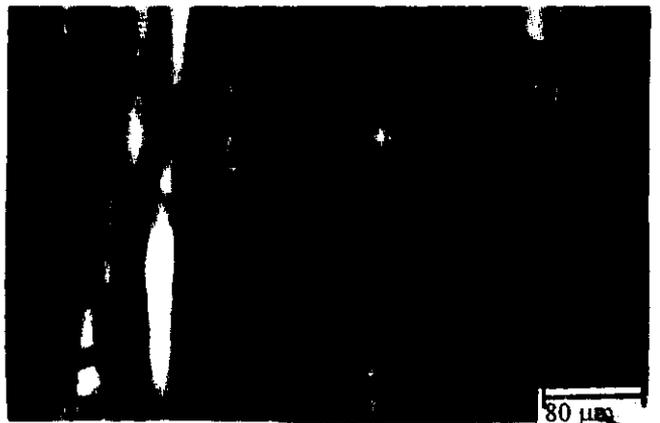
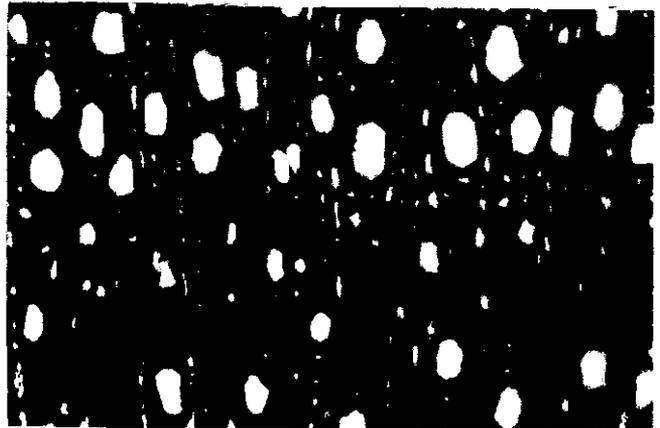
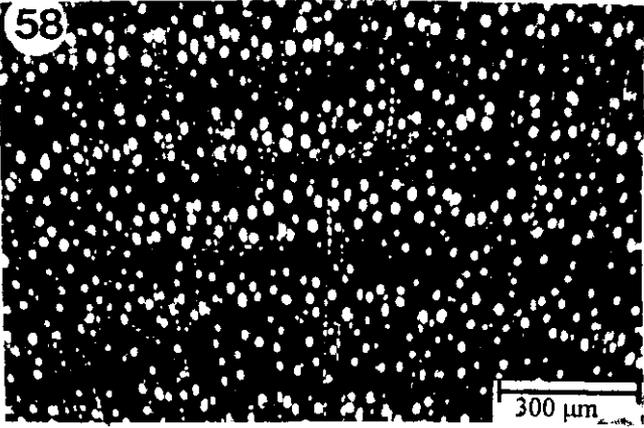
54

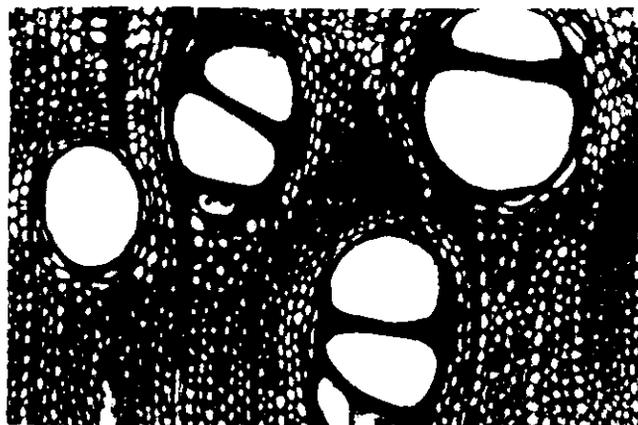
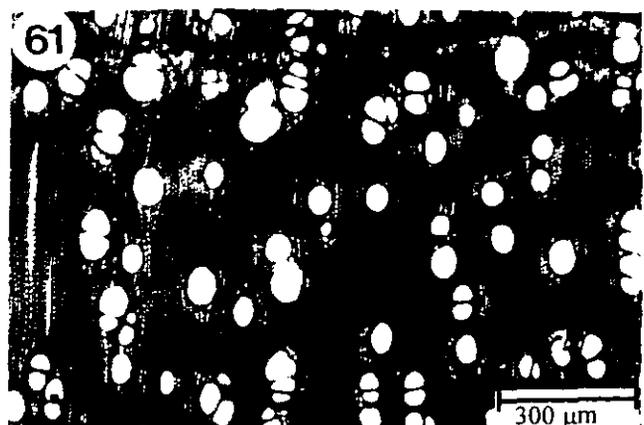
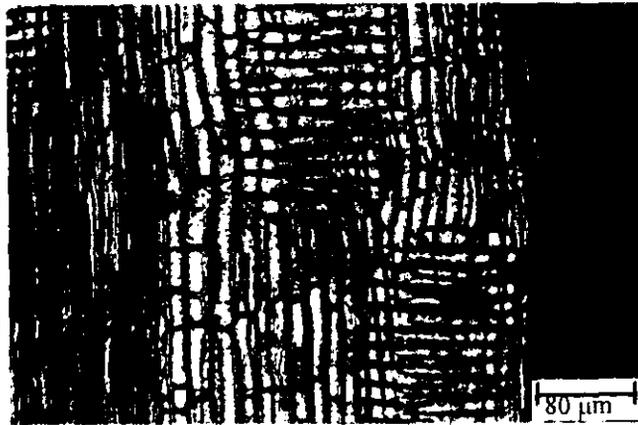
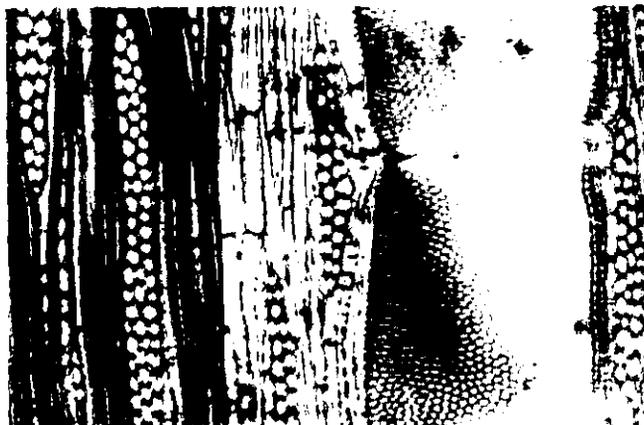
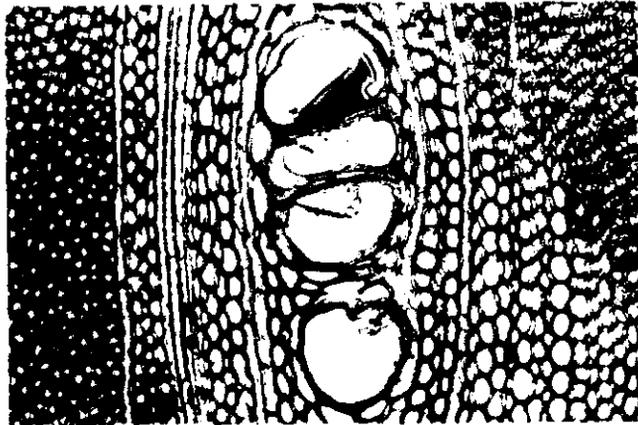
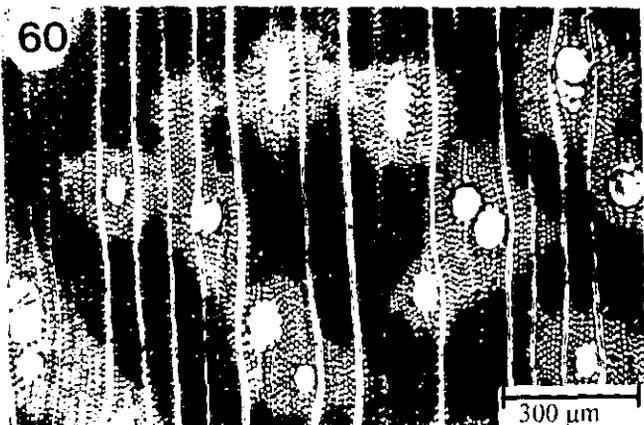


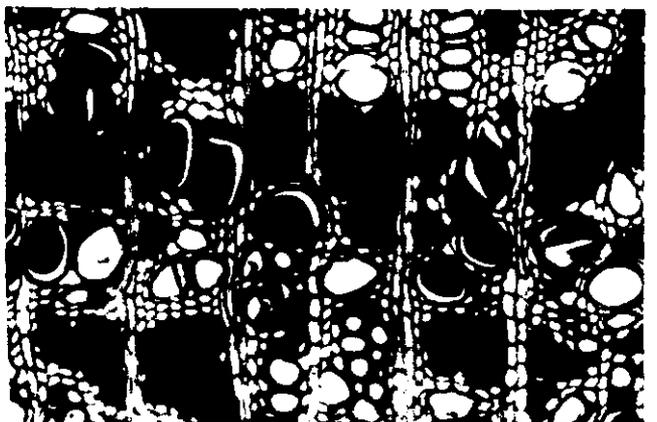
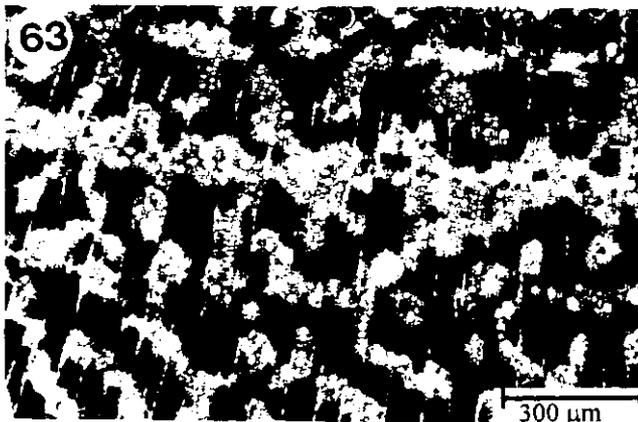
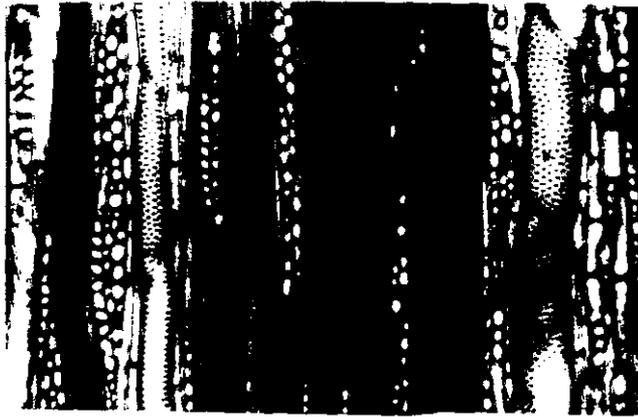
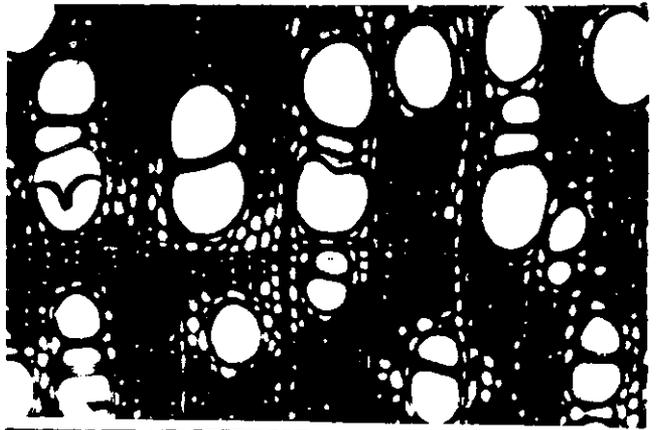
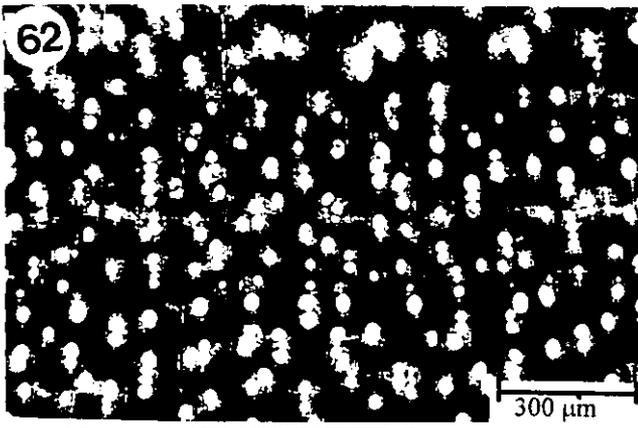
55

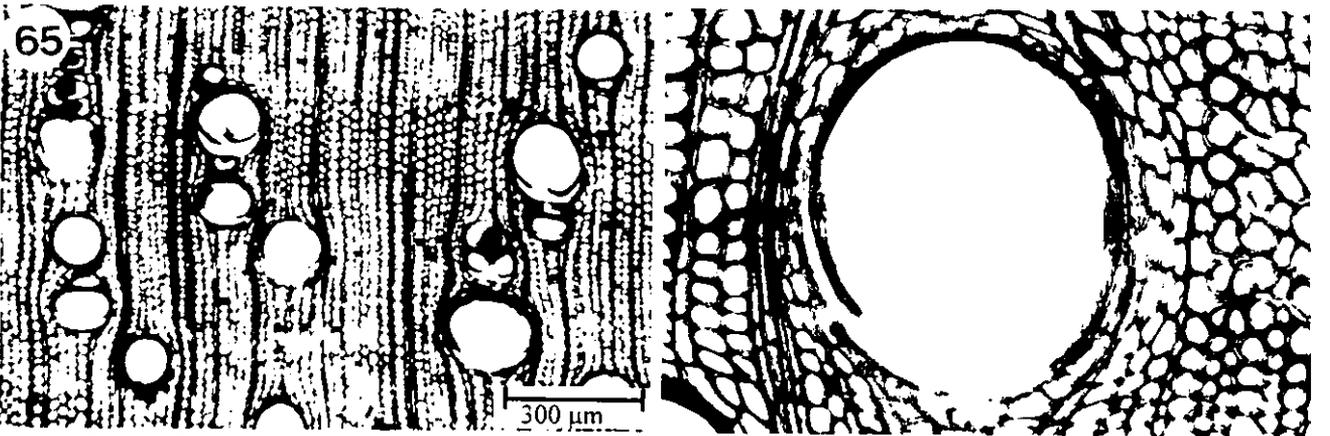
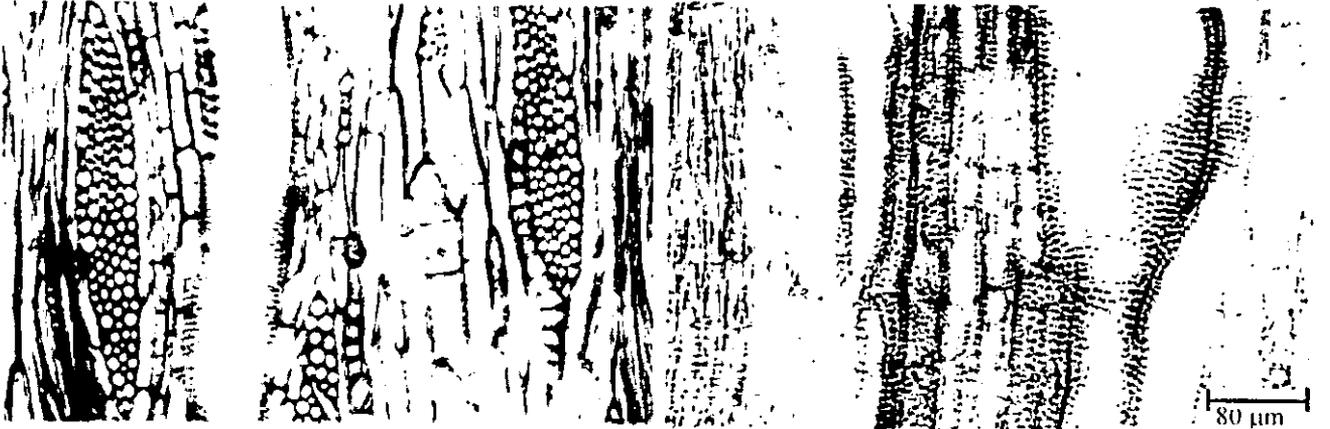
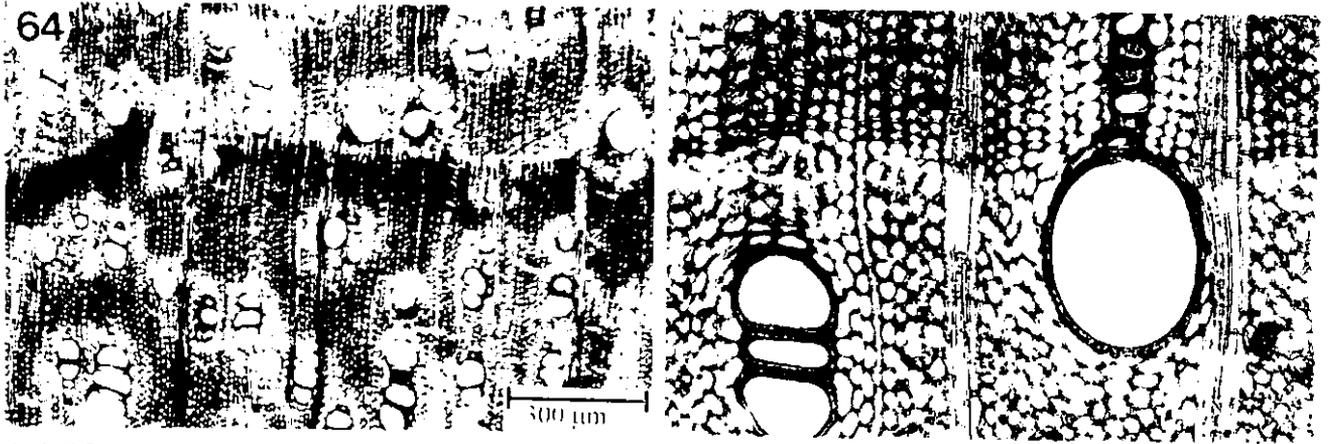


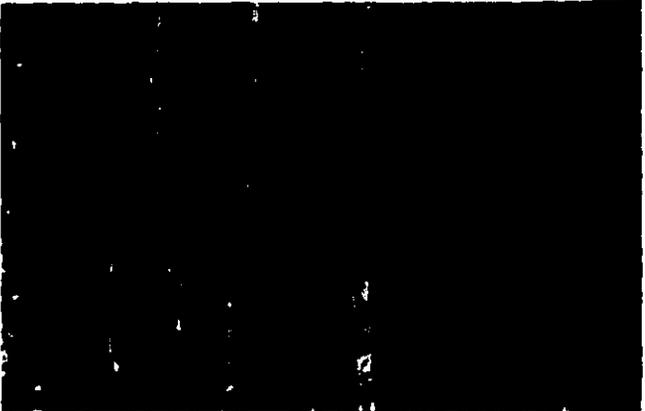
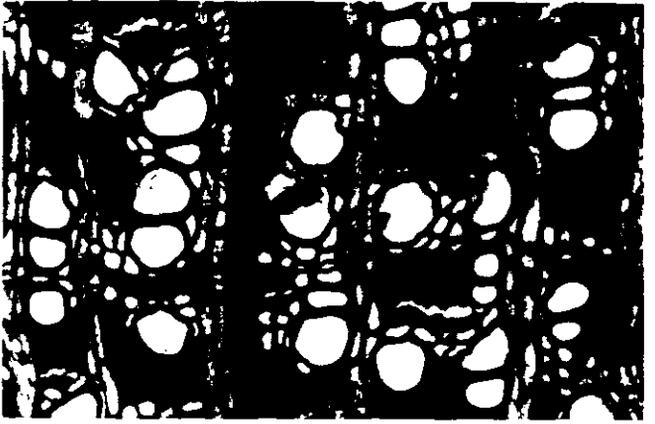
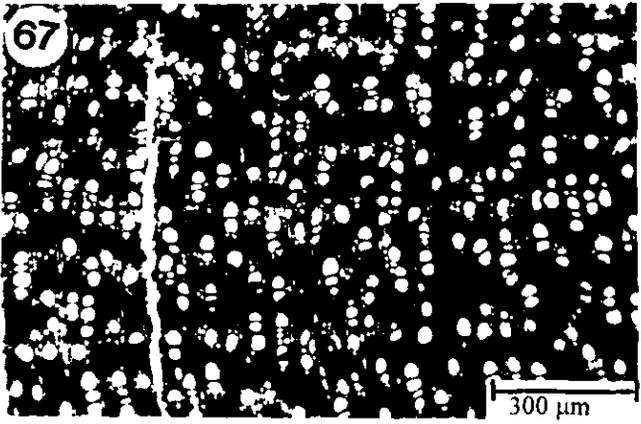
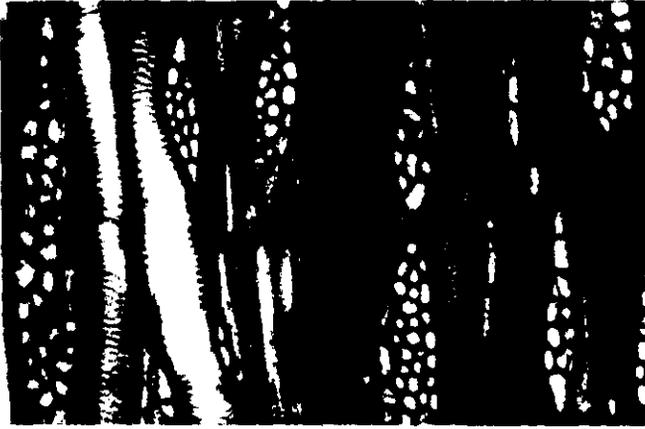
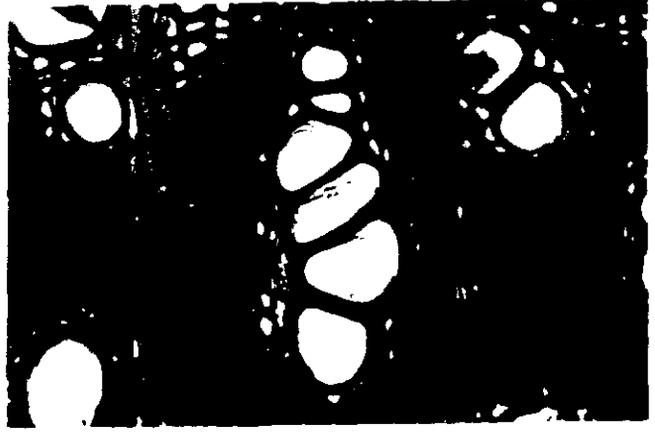
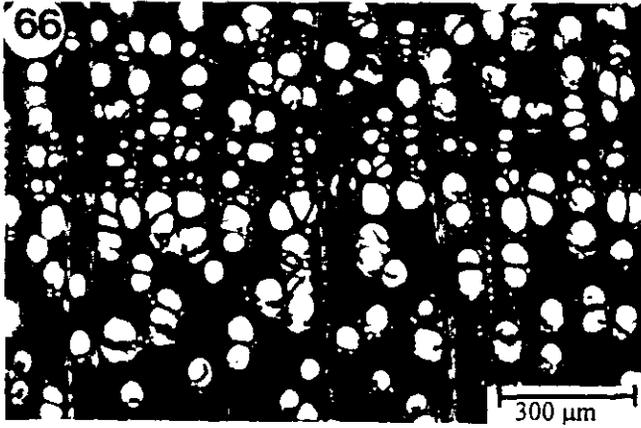


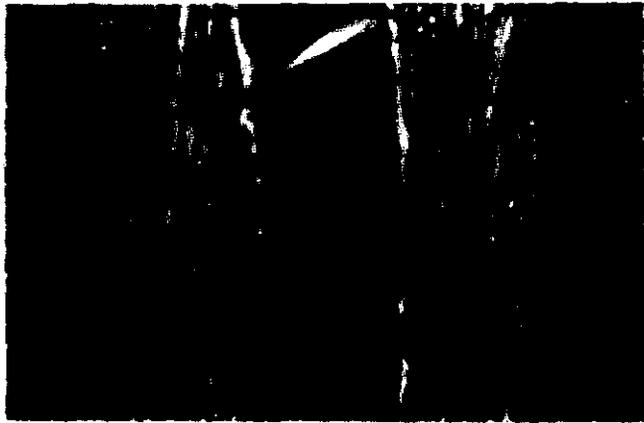
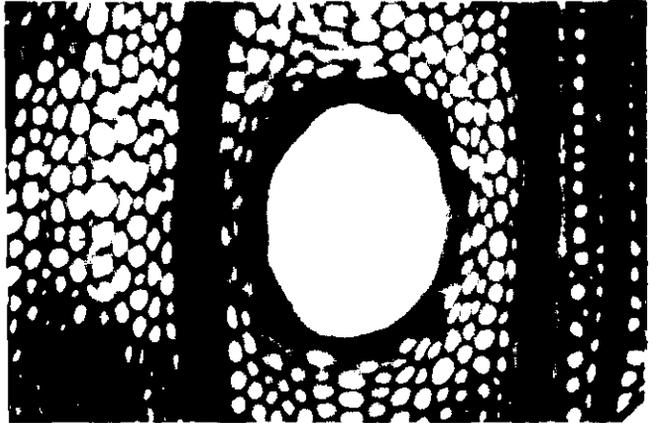
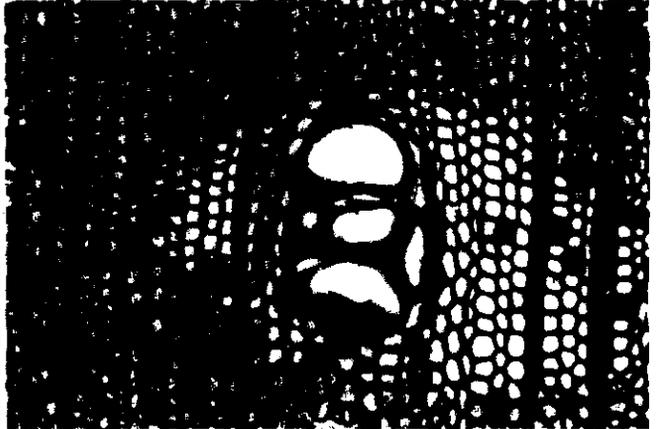
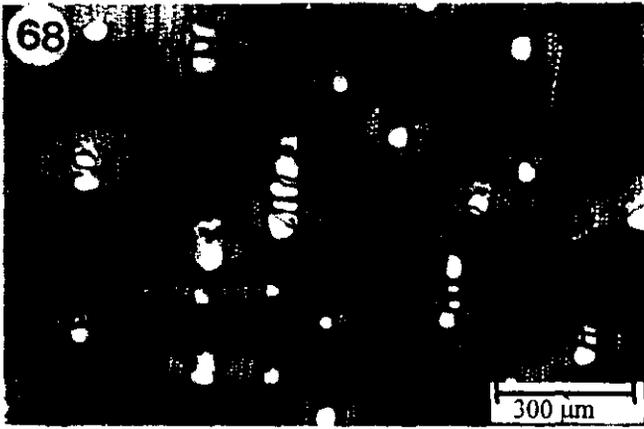


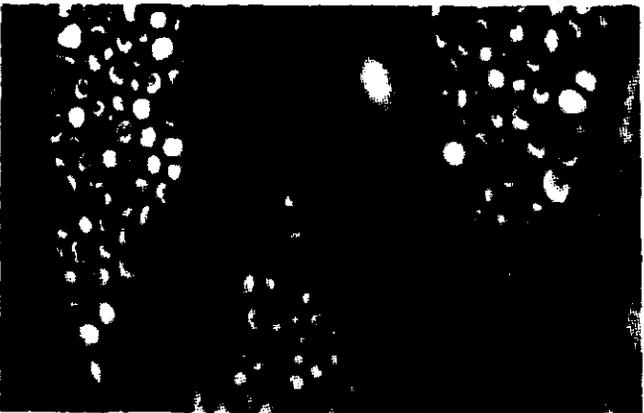
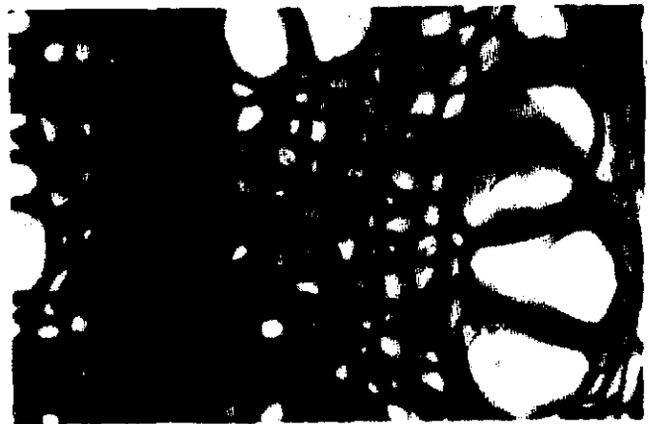
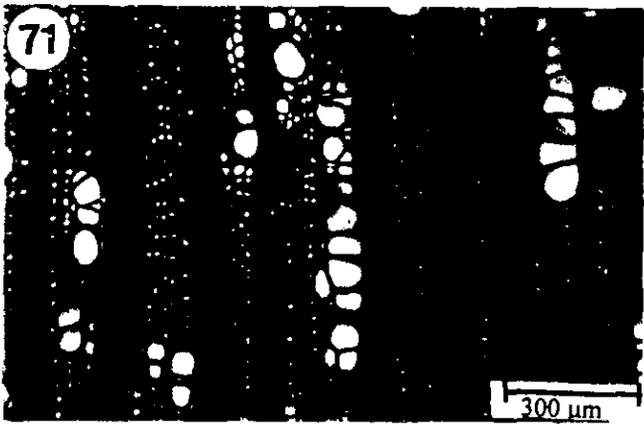
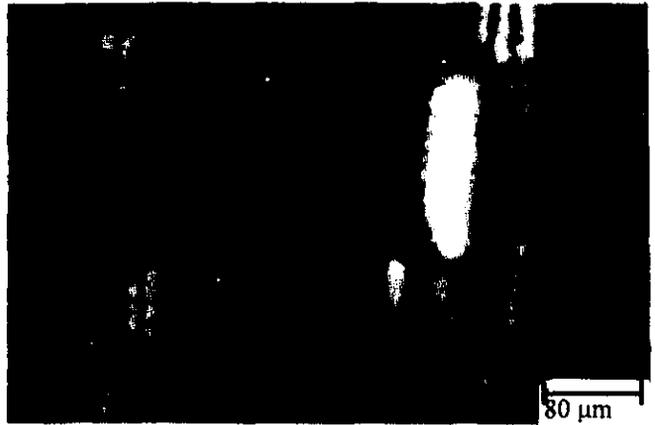
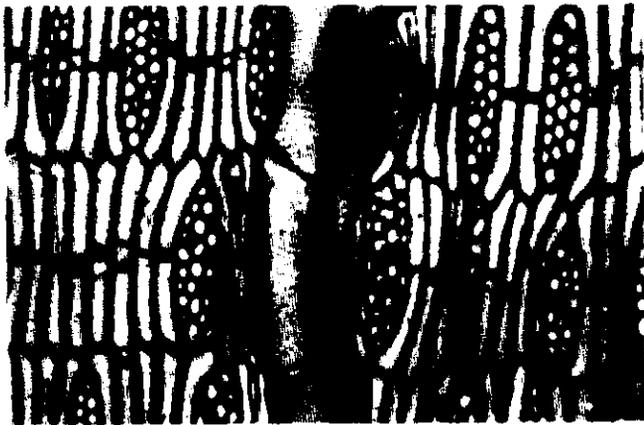
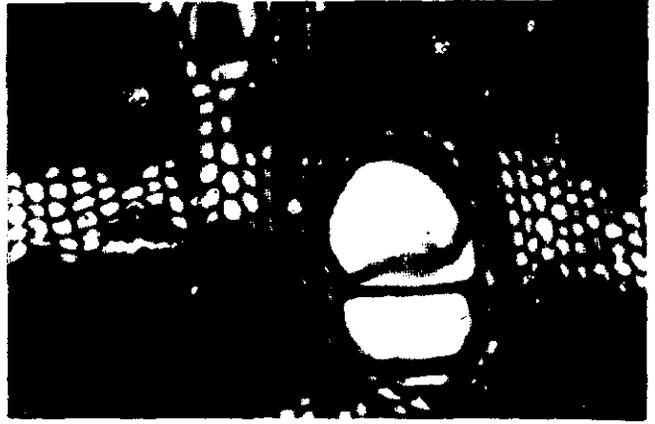
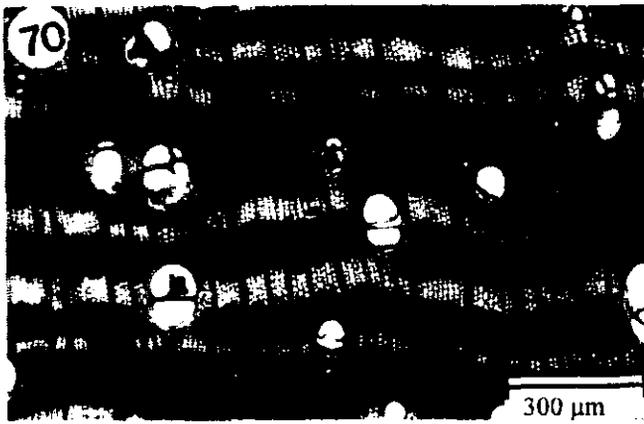


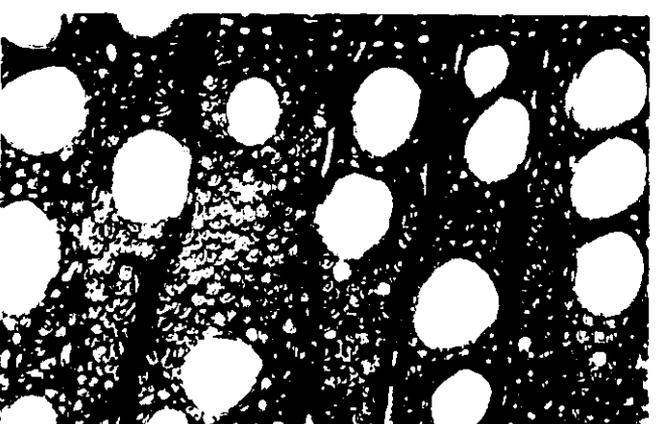
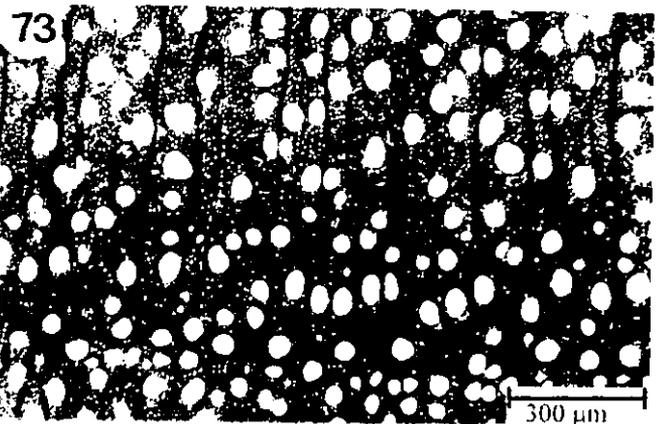
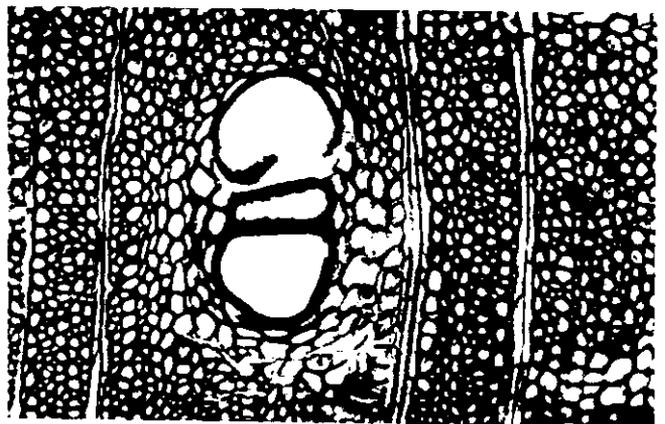




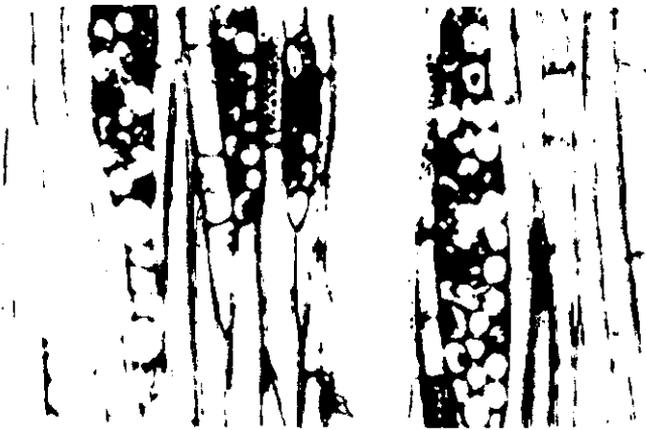
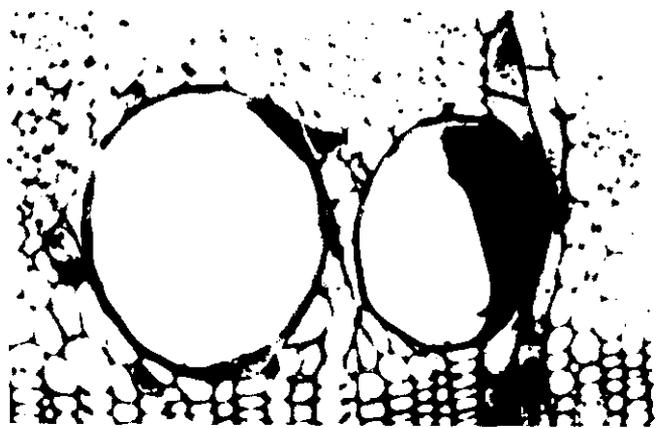
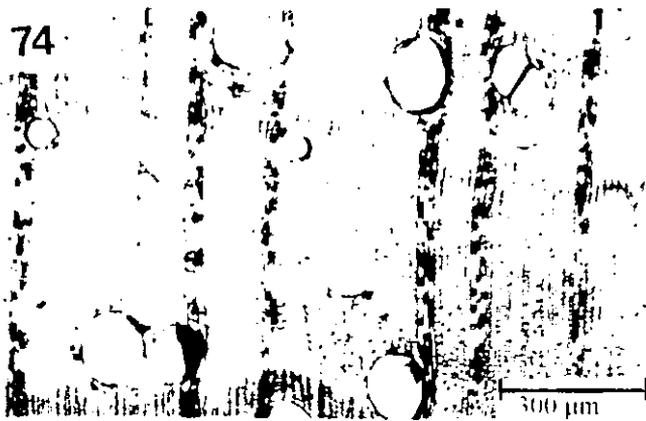




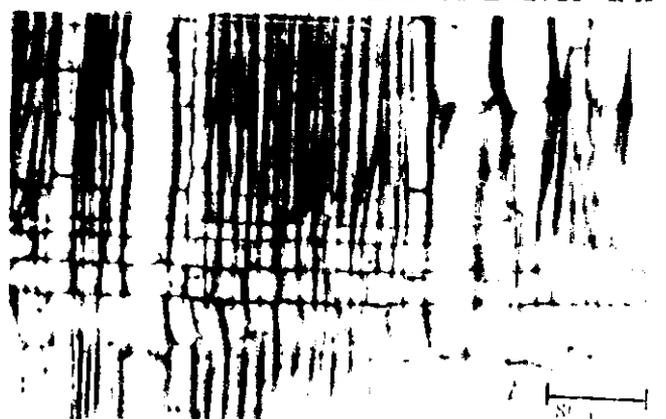
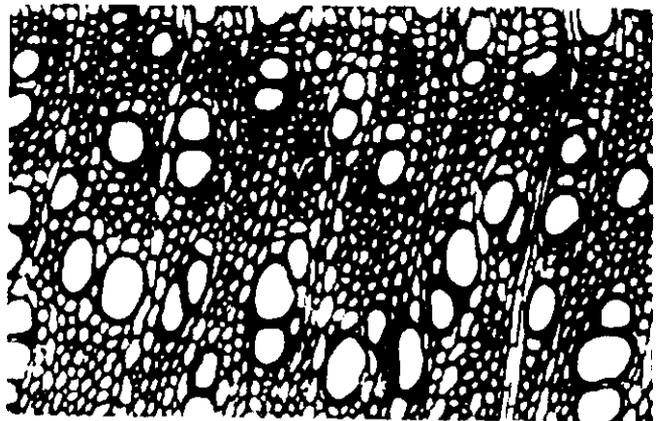


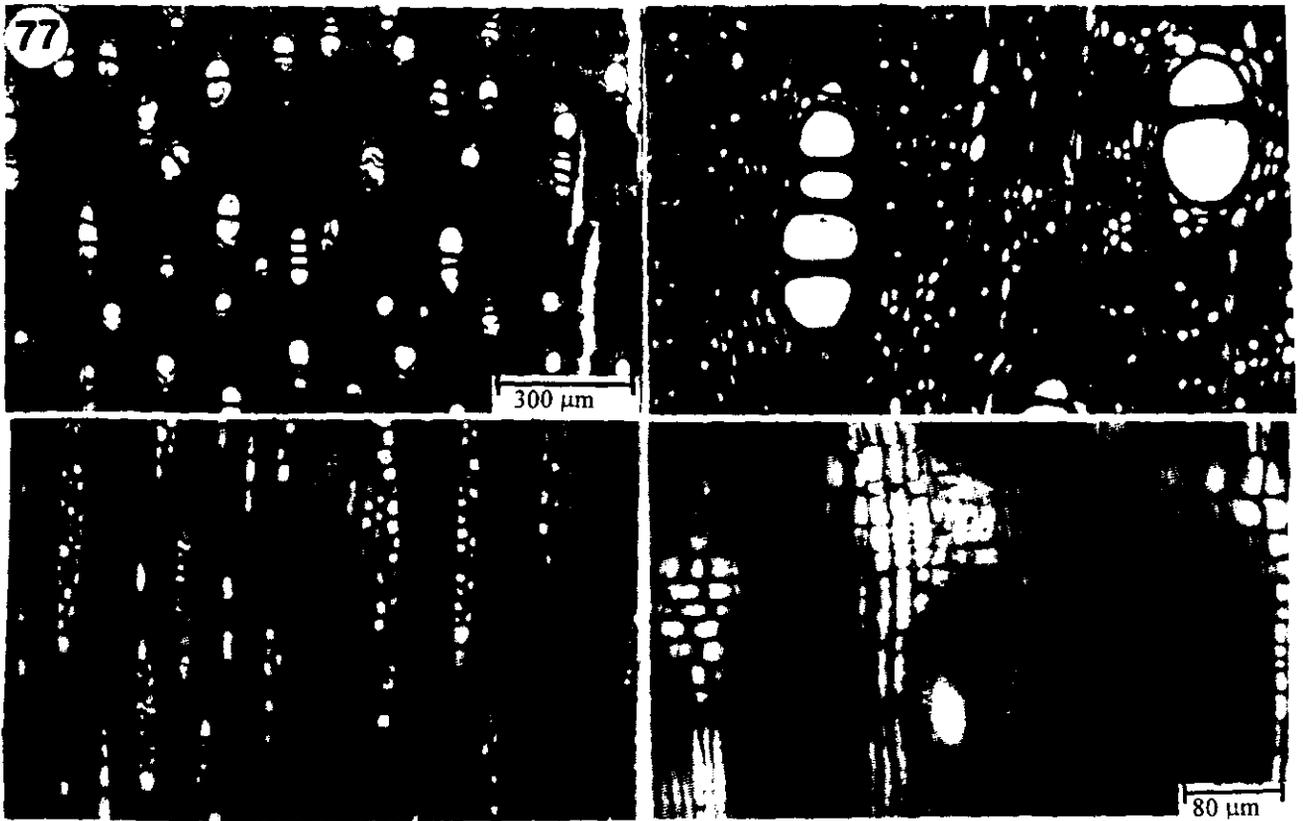
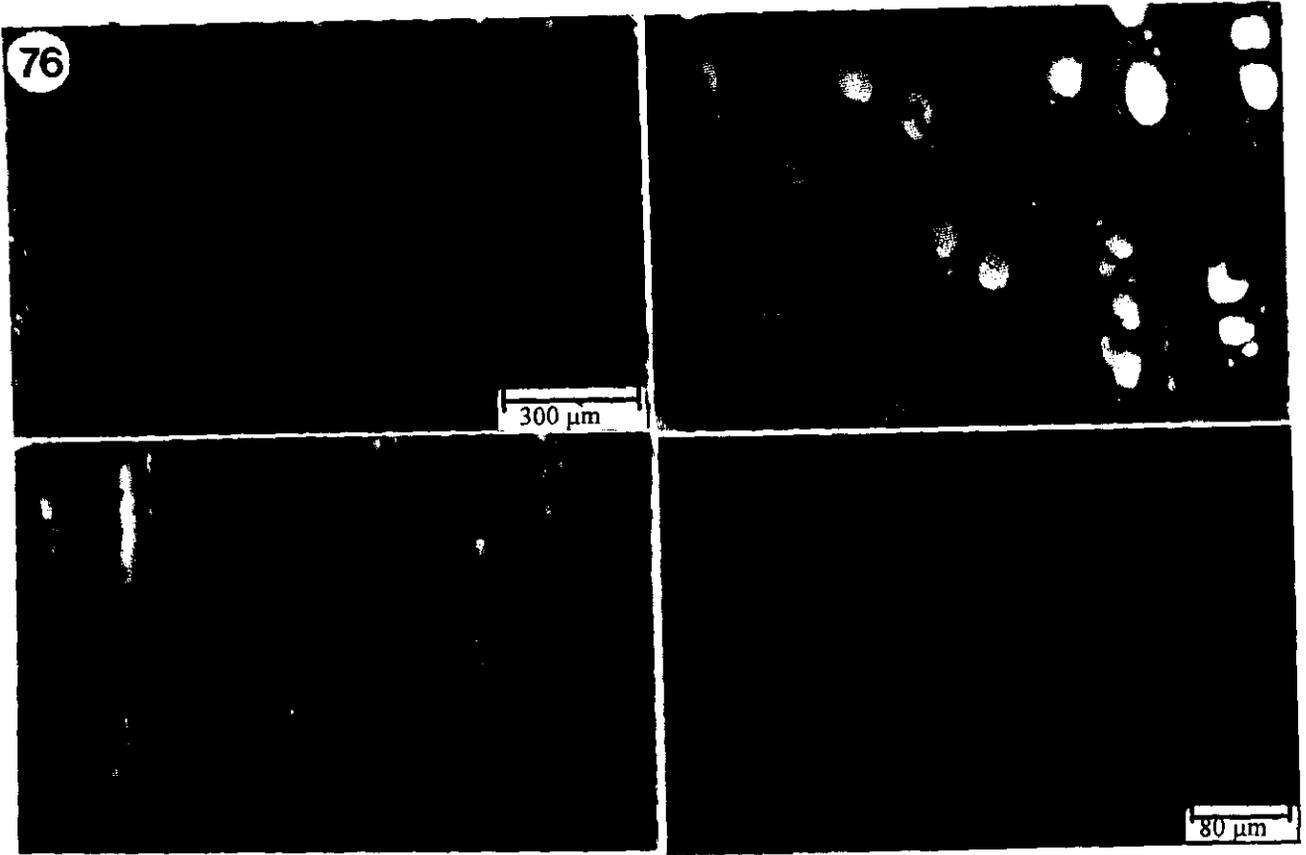


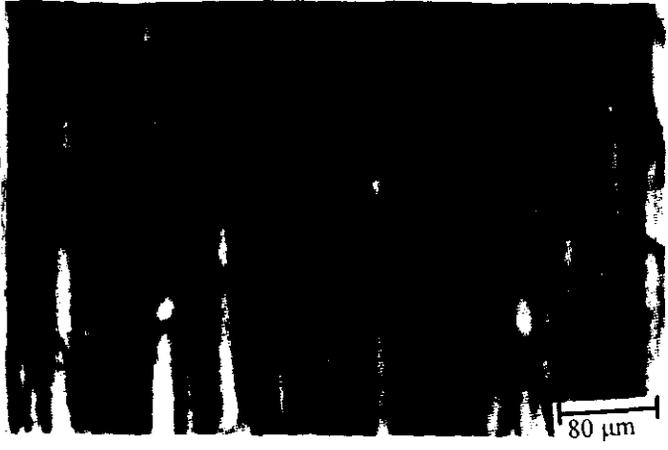
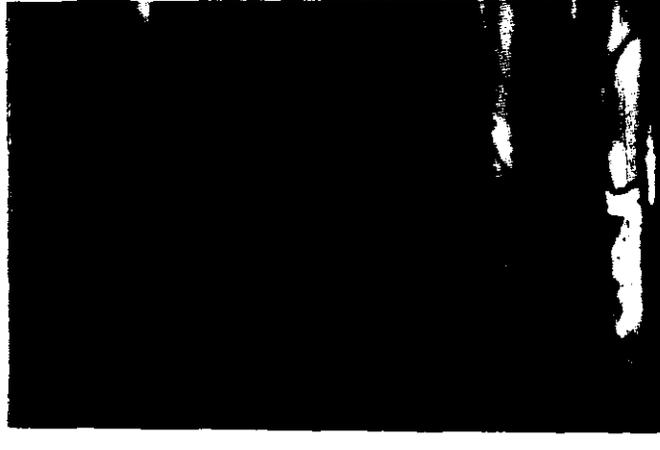
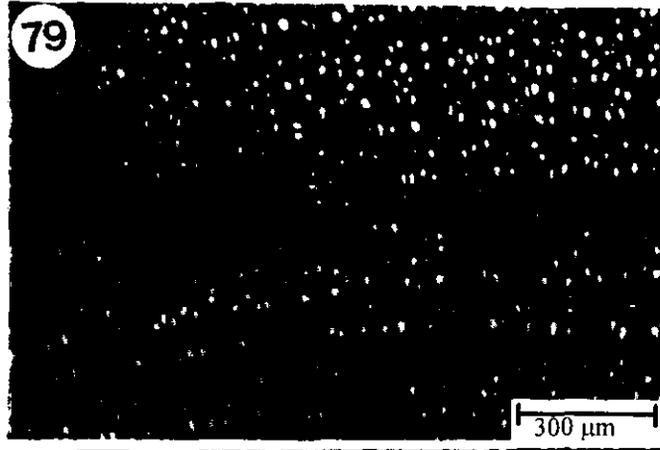
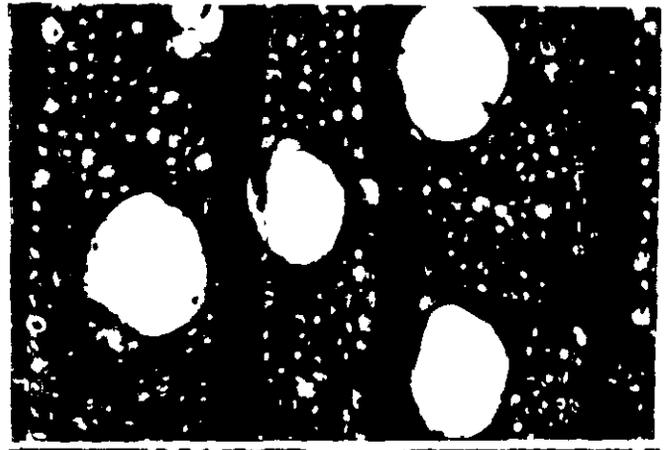
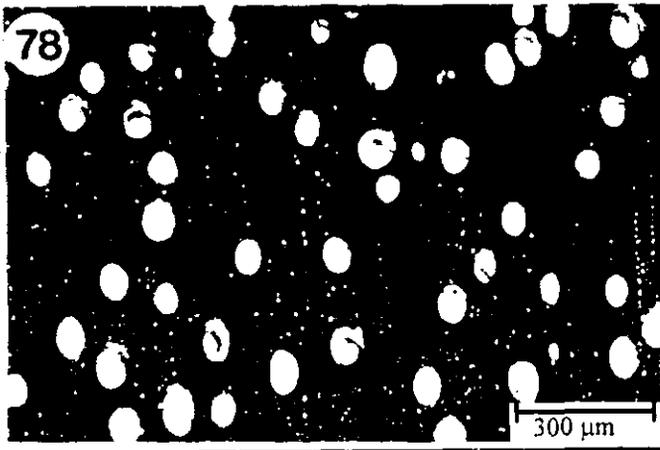
74

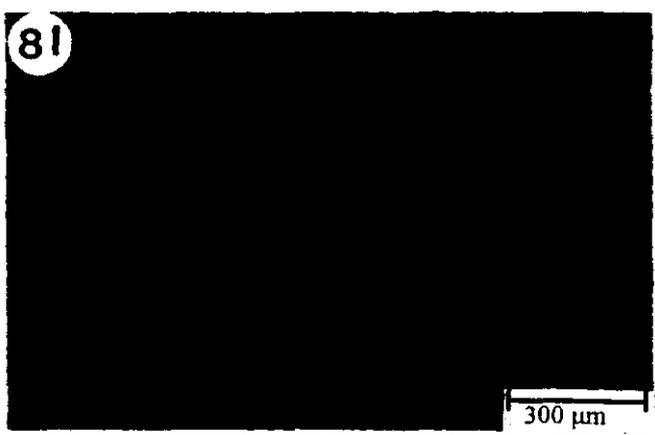
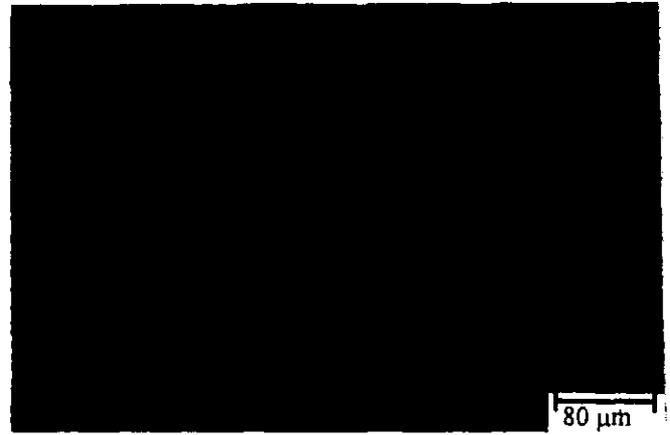
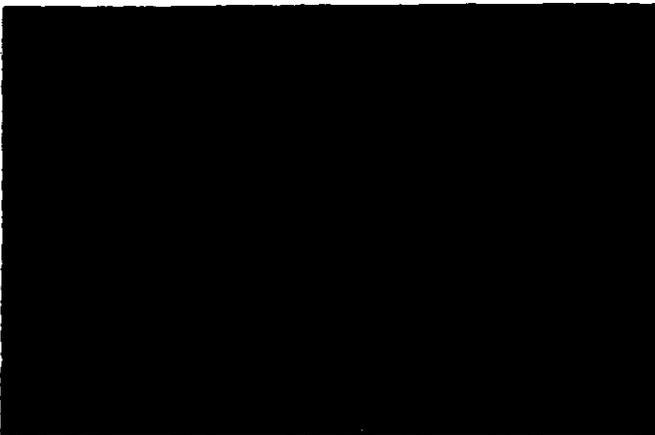
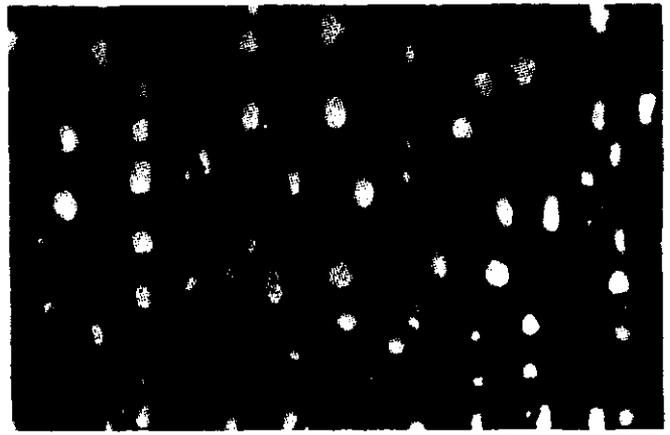
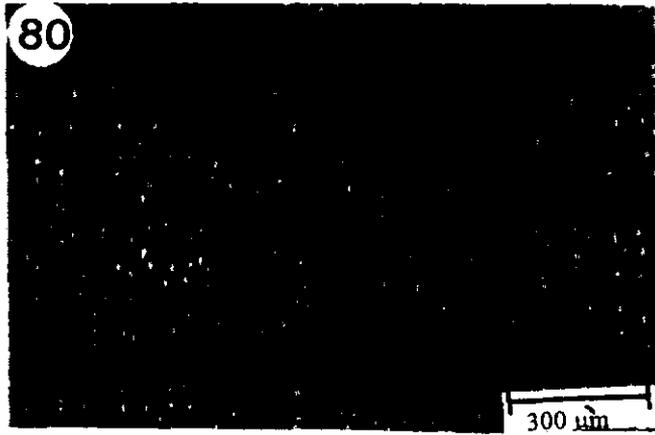


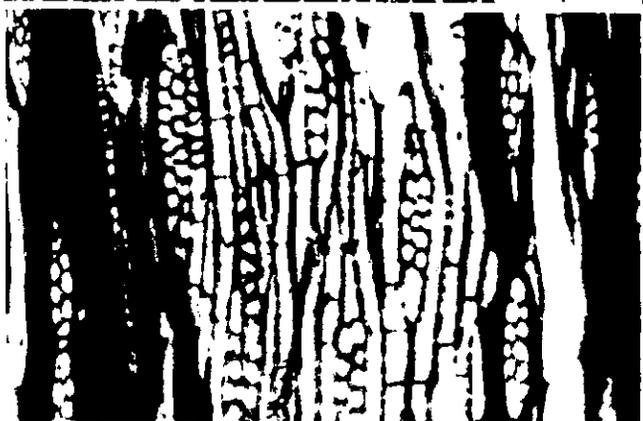
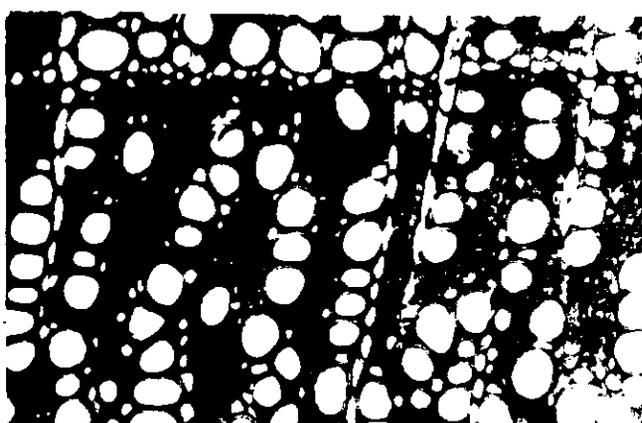
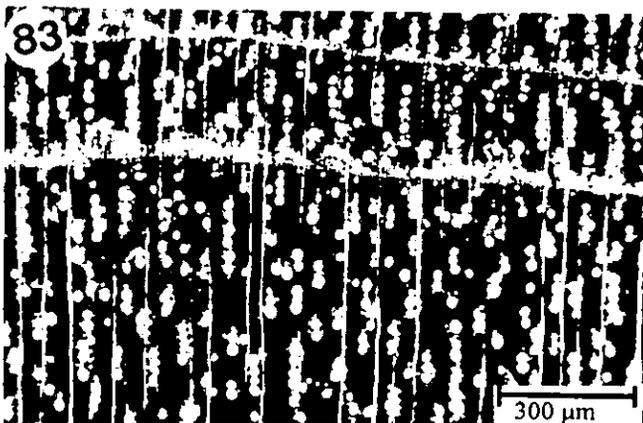
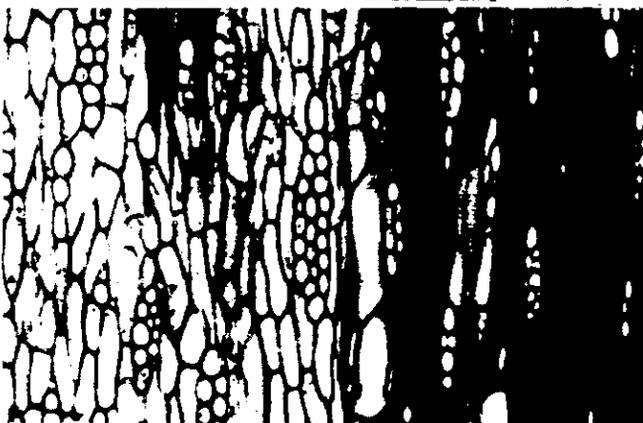
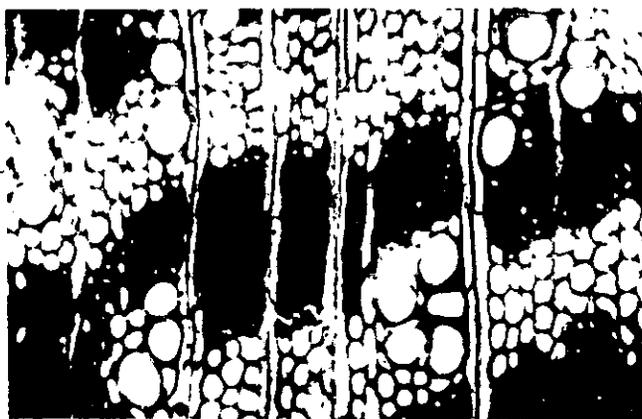
75

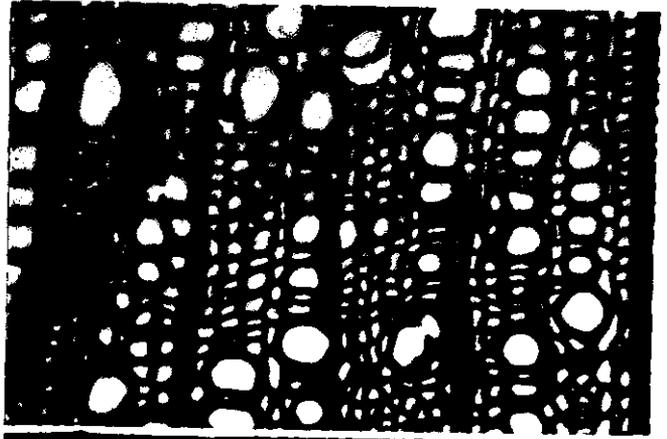
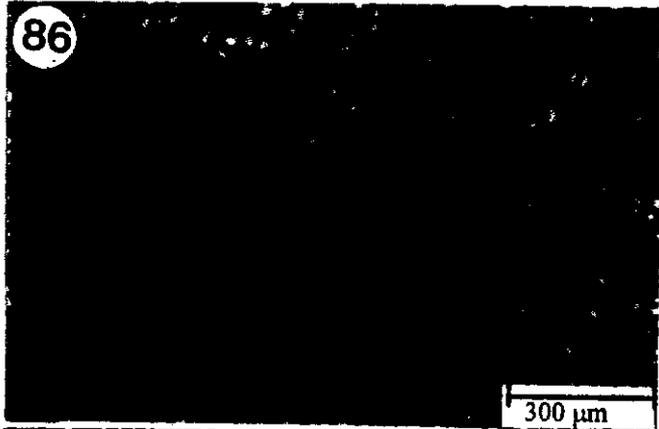












BIBLIOGRAFÍA

- Baas, P., E. Werker and A. Fahn. 1983. Some ecological trends in vessel characters. IAWA Bull. 4: 141-159.
- _____ and S. Carlquist. 1985. A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of Southern California and Israel. IAWA bull. n.s., vol. 6 (4): 349-364.
- _____ and X. Zhang. 1986. Wood anatomy of trees and shrubs from China. I. Oleaceae. IAWA bull. n.s., vol. 7 (3): 195-220.
- _____. 1986. Terminology of imperforate tracheary elements- in defense of libriform fibres with minutely bordered pits. IAWA Bull. n.s. 7(1): 82-86.
- _____ and F.H. Schwiengruber. 1987. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. IAWA Bull. Vol. 8 (3): 245-274.
- Bailey, I. W. & W. W. Tupper. 1918. Size variations in tracheary cell. I. A comparison between the secondary xylems of vascular cryptogams, gymnosperms and angiosperms. Proc. Amer. Acad. Arts & Sci. 54: 149-204.
- Bailey, I. W. 1944. The development of vessels in angiosperms and its significance in morphological research. Amer. Jour. Bot. 31: 421-428.
- Barajas-Morales, J. 1985. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. IAWA Bulletin n.s., vol. 6(4): 355-364.
- _____. 1987. Wood specific gravity in species from two tropical forests in Mexico. IAWA Bulletin n.s., vol. 8 (2): 143-148.
- _____ y C. León G. 1989. Anatomía de maderas de México: especies de una selva baja caducifolia. Publicaciones Especiales 1. Inst. Biol. UNAM. 80 pp.
- _____ y L.A. Pérez-Jiménez. 1990. Manual de identificación de árboles de selva baja mediante cortezas. Cuaderno No. 6. Inst. Biol. UNAM. 83 pp.
- Carlquist, S. 1966. Wood anatomy of Compositae: a summary with comments on factors controlling wood evolution. Aliso. vol. 6 (2): 25-44.
- _____. 1975. Ecological Strategies of Xylem Evolution. University of California Press. 259 pp.

- _____. 1977. Ecological factors in wood evolution: A floristic approach. Amer. Jour. Bot. 64: 887-896.
- _____. 1982. Wood anatomy of *Illicium* (ILLICACEAE). Phylogenetical, ecological and functional interpretations. Amer. Jour. Bot. 69: 1587-1598.
- _____. 1983. Wood anatomy of Onagraceae: further species; root anatomy; significance of vestured pits and allied structures in dicotyledons. Ann. Miss. Bot. Gard. 69: 755-769.
- _____. 1984. Vessel grouping in dicotyledon wood: significance and relationship to imperforate tracheary elements. Aliso 10 (4): 505-525.
- _____ and D. Hoekman. 1985. Ecological wood of the woody Southern California flora. IAWA Bulletin n.s., vol.6 (4): 319-347.
- _____. 1985. Vasicentric tracheids as a drought survival mechanism in the woody flora of southern California and similar regions: review of vasicentric tracheids. Aliso 11: 37-68.
- _____. 1988. Comparative wood anatomy. Systematic, ecological, and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Springer-Verlag. Berlin. 436 pp.
- _____. 1989. Adaptive wood anatomy of chaparral shrubs. In: The California Chaparral: Paradigms reexamined (ed. Keeley, S.C.). Nat. Hist. Mus. Los Angeles, Sci. Ser. No. 34: 25-35.
- Chowdhury, K. A. & K. N. Tandan. 1964. A fossil wood of *Terminalia tomentosa* W. & A. from the tertiary of Burma. Ann. Bot. n.s. 28: 445-450.
- Cruiziat, P. y M. T. Tyree. La subida de la savia en los árboles. Mundo Científico 130. Vol. 10: 630-638.
- Dávila, A.P. 1983. Flora genérica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis (M. en C.). Fac. Cienc. UNAM. México. 694 p.
- _____, J.L. Villaseñor R., R. Medina L., A. Ramírez R., A. Salinas T., J. Sánchez-Ken., y P. Tenorio L. 1993. Listados florísticos de México: X. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, U.N.A.M. México.

- Fahn, A., E. Werker, & P. Baas. 1986. Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions. The Israel Academy of sciences and humanities. Israel. 230 pp.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México. 252 pp.
- Guizar-Nolazco, E. t A. Sánchez V. 1991. Principales árboles del Alto Balsas. Univ. Aut. Chapingo. México. 207 pp.
- IAWA. 1937. Committee on the standarization of terms of cell size. Standard terms of lengths of vessel members and wood fiber. Trop. Woods 51:21.
- IAWA. 1939. Commitee on the nomenclature standard terms of size for vessel diameter and ray width. Trop. Woods 59: 51-52.
- IAWA. 1957. Committee on the nomenclature. International glossary of terms used in wood anatomy. Trop. Woods 107: 1-36.
- IAWA Committee. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. Wheeler, E.A., P.Baas and P.E. Gasson: (Eds). IAWA Bull. n.s. Vol. 10 (3): 219-332.
- Jaramillo, L.V. y F.González-Medrano. 1983. Análisis de la vegetación arbórea de la provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán. Bol.Soc.Bot.Mex. 45: 49-64.
- Johansen, D.A. 1940. Plant microtechnique. Mc raw Hill, N.Y. 523 pp.
- Kribs, D. A. 1935. Salient lines of structural specialization in the wood rays of dicotyledons. Bot. Gaz. 96: 547-557.
- _____. 1937. Salient lines of structural specialization in the wood parenchyma of dicotyledons. Bull. Torrey Bot. Club 64: 177-186.
- Kukachka, B.F. 1977. Sectioning refractory woods for anatomical studies. USDA Forest Service Research Note FPL-0236: 1-9 pp.
- Lindorf, H. 1994. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. IAWA Journal, vol. 15 (4): 361-376.
- Martínez, M. 1994. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de plantas Mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México. 3ª reimpresión. 1247 pp.

- Metcalf, C. R. & L. Chalk. 1983. *Anatomy of the dicotyledons*. Vol. II. 2^a de. Oxford Science Publications.
- Miranda, F. 1948. Datos sobre la vegetación en la cuenca Alta del Papaloapan. *Anal. Inst. Biol. Mex.* 19 (2): 333-364.
- Munsell Color Company. 1954. *Munsell soil color charts*. Baltimore, MD, 17 pp.
- Niembro, R.A. 1986. *Árboles y arbustos útiles de México*. DE. Limusa. México. 206 pp.
- Novruzova, Z. A. 1968. The water-conducting system of trees and shrubs in relation to ecology. *Izv. Akad. Nauk. Azerb. SSR, Baku*.
- Panshin, A. J. and C. De Zeeuw. 1970. *Textbook of wood technology, I*. Mac Graw-Hill. Co. New York. 705 pp.
- Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. *Atlas Cultural de México*. SEP. INAH. PLANETA. México. 222 pp.
- Standley, P.C. 1920-26. *Trees and Shrubs of Mexico*. U.S. Nat. Mus. Vol. 23. Parts I-V. 1721 pp.
- Smith, C.E. 1965. *Flora, Tehuacan Valley*. *Fieldiana, Botany*. 31 (4): 107-143.
- Webber, I. E. 1936. The woods of sclerophyllous and desert shrubs of California. *Amer. J. Bot.* 23: 181-188.
- Wheeler, E. A. et al. 1986. Ecological patterns in xylem anatomy. In: *On the economy of plant form and function* (de. T. J. Giunish): 327-352. Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- _____ & P. Baas. 1991. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. *IAWA Bulletin n.s.*, vol 12 (3): 275-332.
- Zimmermann, M. H. 1982. Functional xylem anatomy of Angiosperm trees. In: *New perspectives in wood anatomy* (DE. P. Baas): 59-70. Nijhoff/Junk. The Hague, Boston.