

2eja 174



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

ANÁLISIS DE LA ANATOMÍA DEL XILEMA SECUNDARIO EN
TALLO Y RAÍZ DE BURSERA MORELENSIS Y
BURSERA GLABRIFOLIA.

T E S I S

Que para obtener el Título de
B I O L O G O A
P r e s e n t a

LETICIA SILVA GUERRERO



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

I N D I C E

INTRODUCCION	5
OBJETIVOS	14
MATERIAL Y METODO	16
-Zonas de Colecta	17
-Colecta de Material	21
-Preparación del Material en el Laboratorio	23
-Técnica para la Obtención de Material Disociado	23
-Técnica para la Obtención de Preparaciones His- tológicas Permanentes	23
-Descripción Macroscópica	25
-Descripción Microscópica	26
-Número Total de Observaciones	28
-Tratamiento Estadístico	29
RESULTADOS	33
- <u>Bursera morelensis</u>	34
-Estado de Morelos	34
Tallo	34
Rafz	37
-Estado de Guerrero	40
Tallo	40
Rafz	43
- <u>Bursera glabrifolia</u>	58
-Estado de Morelos	58

Tallo	58
Rafz	62
-Estado de Guerrero	65
Tallo	65
Rafz	68
DISCUSION	85
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	97

I N T R O D U C C I O N

I N T R O D U C C I O N

La madera es un material heterogéneo que proviene de plantas leñosas y se origina a partir de un meristemo lateral llamado cambium. La madera como tejido orgánico está compuesto de células; las cuales presentan diferencias en forma, distribución, tipo, número y dimensiones dependiendo de: la función que desempeñan dentro de la planta viva así como de la especie de que se trate. Las plantas leñosas (lianas, bejucos, arbustos y árboles) constituyen un grupo muy diverso compuesto de una gran cantidad de especies, las cuales se desarrollan en diversas condiciones ambientales. Esto es también un factor determinante en la organización de los elementos estructurales de la madera, encontrándose desde tejidos poco complejos en las gimnospermas hasta muy complejos en las angiospermas.

Al estudio de la estructura y organización celular de la madera se le ha llamado Anatomía de la madera. Esta ciencia botánica no solo describe cualitativa y cuantitativamente los elementos estructurales del xilema secundario de las diversas especies, sino también ha servido de apoyo a otras disciplinas, hecho que sobre todo en los últimos años está cobrando importancia.

Los diversos trabajos que ejemplifican la interrelación de la anatomía de la madera han sido enfocados a: i) estu-

dios tecnológicos donde el objetivo principal ha sido conocer el comportamiento de la madera como material; en otras palabras, intuir o determinar las propiedades físico-mecánicas de ésta, y por lo tanto, tener condiciones para determinar el uso adecuado de la misma. Como ejemplo de estos intentos se encuentran los de Fegél (1941) y Leclerck (1980).

ii) Aspectos puramente básicos como son la taxonomía, la ecología, la filogenia, etc. El número de especies hasta ahora incluido en este tipo de estudios es ya considerable en otros países; en México se puede decir que se ha empezado a explorar este nuevo aspecto de la anatomía, conociéndose los trabajos dedicados a madera y corteza de dos especies del género Bursera (Gómez-Vázquez y Engleman 1983;1984).

En la rica flora de nuestro país se encuentran grupos de plantas que resultan especialmente interesantes ya sea por su diversidad, abundancia, usos potenciales o por ser grupos que destacan desde un punto de vista evolutivo, ecológico, etc.. Uno de éstos grupos es sin duda el que constituye a especies del género Bursera situados dentro de la familia Burseraceae.

La familia Burseraceae en cuanto a madera se refiere, comprende a un grupo de plantas anatómicamente homogéneo (Webber 1941; Metcalfe y Chaik 1950) y se encuentra constituida aproximadamente por 20 géneros y unas 600 especies

(Porter, 1970).

El género Bursera Jacq. ha sido definido por Rzedowski y Kruse (1970), como un grupo muy diverso que incluye árboles o arbustos generalmente de mediana y baja estatura, con contenidos de resina en su corteza así como presencia de sustancias aromáticas volátiles. Suelen ser dominantes en el bosque tropical caducifolio y al igual que la mayoría de las plantas que componen esta comunidad, pierden sus hojas en la temporada seca del año y florecen al finalizar la época lluviosa.

Con base en ciertas características morfológicas, Mc Vaugh y Rzedowski (1965), han dividido al género en dos secciones: Bursera y Bullockia. La sección Bursera comprende árboles de corteza exfoliante y colores brillantes, las especies que la integran se les conoce comúnmente con el nombre de 'tuajictes'. Por otro lado, aquellos de la sección Bullockia no presentan corteza exfoliante y los colores de ésta son más bien opacos, a sus árboles se les conoce como "copales".

El género agrupa a un centenar de especies aproximadamente, distribuidas desde el extremo Sur de los Estados Unidos hasta Perú y el Sur de Brasil, incluyendo también áreas insulares de las Antillas, de las Galápagos y de las Revillagigedo (Rzedowski y Kruse, 1979). En México se en-

cuentra muy bien representado con alrededor de 80 especies distribuidas en toda la República Mexicana, excepto el estado de Tlaxcala. La mayor concentración de especies como de individuos está localizado en la Cuenca del Balsas (Rzedowski y Kruse, 1979).

La importancia económica del género ha sido destacada por varios investigadores. Bullock (1936) y Srivastava y Srinath (1965) reportan que las resinas de Bursera son utilizadas para la fabricación de incienso, pinturas litográficas y barnices; los aceites provenientes de sus frutos, madera y corteza de la raíz son usados en la industria de cosméticos, jabones y perfumes. Echenique-Manrique (1970) menciona que B. simaruba es utilizada en la construcción de interiores, chapas y contrachapado, cajas, fósforos y palillos. Trumbul (1969) y Mc. Doniel y Cole (1972), han encontrado en algunas especies como B. microphylla y B. schlechtendalii ciertos componentes con propiedades anti-tumorales. Asimismo, algunas especies de Bursera son utilizadas en algunos sectores de nuestra población con fines curativos. Sin embargo, Rzedowski y Kruse (1969) afirman que en México el uso más importante de las especies de Bursera es en la construcción de cercas vivas ya que se reproducen fácilmente a partir de estacas.

La importancia del género se manifiesta en los diferentes estudios de que ha sido objeto con enfoque sistemático, taxonómico, ecológico, anatómico, etc. Dentro de los trabajos con enfoque sistemático, sobresalen los de Webber (1941) y Metcalfe y Chalk (1950), quienes definen las características generales de la familia. Webber (1941) propone la posibilidad de un origen común de las Burseraceae con Anacardiaceae, Rutaceae y Simarubaceae debido a la semejanza anatómica de sus maderas. Stevenson (1979) - con base en diferencias anatómicas del xilema y floema secundarios del tallo, elaboró una clave para la separación de B. simaruba, B. inanguensis y B. freningae.

Sin embargo, el mayor número de trabajos realizados es en el campo de la taxonomía. Mc Vaughn y Rzedowski (1965) y Bullock (1936) elaboraron claves para la separación de especies y variedades mexicanas. Además Rzedowski (1970) y Guevara-Feffer y Rzedowski (1980), han descrito nuevas especies del género basándose en las características morfológicas de la flor y el fruto principalmente. La quimiotaxonomía ha desempeñado un papel importante en los últimos tiempos y basándose en ella, Rzedowski y Ortiz (1982) describen una nueva especie: B. chemapodicta.

Dentro de los pocos estudios con enfoque ecológico, los realizados por Clark y Clark (1981), destacan la im-

portancia de los animales como dispersores de las semillas en B. graveolens.

En el campo de la anatomía se han realizado diversos estudios; por ejemplo, Chacón (1964), Van der Slooten y González (1971) y Echenique-Manrique (1970) realizaron estudios anatómicos con enfoque hacia la utilización industrial de sus maderas. En cuanto a estudios de anatomía comparada del género, existen trabajos realizados por Gómez-Vázquez y Engleman (1983;1984), en los cuales se compara la estructura de la madera y corteza de ramas, raíz y tallo en B. longipes y B. copallifera. Los resultados de estos estudios mostraron que los componentes estructurales de la corteza presentan notables diferencias entre especies; por el contrario se vio una semejanza estructural entre las ramas, la raíz y el tallo principal dentro de cada especie. Con respecto a los elementos constitutivos de la madera reporta que la estructura de la misma es semejante entre especies y entre la raíz, las ramas y el tallo; las diferencias observadas entre las anteriores fueron a nivel de las dimensiones de los elementos celulares.

Suárez y Engleman (1982) tomando como base algunos de los resultados del estudio anterior, hicieron un estudio comparativo de los canales resiníferos de la corteza entre B. copallifera y B. grandifolia encontrando que no existía di

ferencia en el origen, tipo y distribución de canales en tre ambas especies.

A pesar de la importancia informativa que puede proporcionar la anatomía comparada de la madera entre el tallo y la raíz, es escasa la información reportada; esto quizás se deba a la dificultad de obtención del material así como a su poca importancia económica (Cutler 1976; Patel 1965).

Entre algunos de los trabajos clásicos e interesantes de anatomía comparada en otras familias de angiospermas, está el trabajo de Patel (1965), quién comparó la histología de la madera entre el tallo y la raíz de cinco especies de diferentes familias, encontrando algunas diferencias notables, por ejemplo, la abundancia de vasos por mm^2 y el diámetro de los mismos fue mayor en la raíz, el parénquima axial fue más abundante en el tallo, la anchura de radios y el diámetro de fibras fue mayor en la raíz. Asimismo, Carlquist (1975) hizo una breve comparación de la longitud y diámetro de los vasos entre el tallo y la raíz, explicando sus diferencias con base en la función desempeñada por dichos elementos.

Por otra parte, Cutler (1976) investigó sobre la anatomía de la madera de la raíz en Fraxinus excelsior y Acer pseudoplatanus, así como un número considerable de raíces

de otras especies pertenecientes a la colección del Royal-Botanic Garden's Kew, encontrando una gran variabilidad en la raíz. Con base a esto demostró que algunas de las generalizaciones publicadas sobre la anatomía de la raíz debían ser reexaminadas. Morrison (1953) comparó la histología del xilema secundario entre las raíces expuestas y las raíces enterradas en seis especies pertenecientes a cinco familias de angiospermas encontrando diferencias entre ambos tipos de raíces, las cuales son comparables a las que existen entre el tallo y la raíz.

En gimnospermas, también se han hecho estudios de anatomía comparada de la madera entre el tallo y la raíz; por ejemplo Bannan (1944) estudió la estructura de la raíz, las ramas y el tallo principal de Libocedrus decurrens encontrando variación dimensional entre los componentes estructurales de sus órganos.

OBJETIVOS

O B J E T I V O S

Los objetivos del trabajo son los siguientes:

— Describir la anatomía macroscópica y microscópica de la madera del tallo y la raíz en dos especies -- del género Bursera: B. morelensis y B. glabrifolia.

— Determinar si existen diferencias notables entre la estructura de la madera del tallo y la raíz dentro de una misma especie.

— Encontrar si hay características diferenciales entre los componentes estructurales del xilema secundario entre dos especies del género, cada una de ellas pertenecientes a las secciones Bursera y Bullockia.

— Contribuir al desarrollo del proyecto "Estudio anatómico comparativo del xilema y corteza secundarios de especies del género Bursera de las secciones -- Bursera y Bullockia", que se lleva a cabo en el Instituto de Biología de la UNAM bajo la dirección de la M. en C. B. Guillermina Gómez Vázquez.

MATERIAL Y METODO

M A T E R I A L Y M E T O D O

Las especies consideradas en este estudio fueron Bursera morelensis Ramírez y Bursera glabrifolia (H.B.K.) Engl., _colectadas cada una en dos entidades diferentes (Morelos y Guerrero).

Zonas de colecta

Bursera morelensis se colectó en las siguientes entidades:

- 1) Estado de Guerrero: Los árboles muestreados de esta especie se encontraron en la localidad llamada "Plan de Liebres", localizada a los 17°51' de latitud norte y -- 99°34' de longitud oeste; dicho terreno se encuentra sobre un estrato sedimentario del tipo de roca caliza (México; Secretaría de Programación y Presupuesto 1970c). La región presenta un clima BS(h)w(w)(i)g (México, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, 1970a) y de acuerdo a la clasificación de climas de Koeppen, modificado por García (1964) corresponde a un tipo seco estepario, con una temperatura media anual sobre 22° C y el mes más frío sobre los 18°C, siendo el mes más cálido - mayo, con una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de 5°C. El período de lluvias se presenta en verano.

2) Estado de Morelos: La localidad seleccionada en este estado se encuentra a un costado del Fraccionamiento "La Cima", cercano al poblado "Temilpa el Nuevo", 6 kms., al Sur de Ticumán Mor. y cuya localización geográfica es $18^{\circ}43'$ de latitud norte y $99^{\circ}06'$ de longitud oeste. El tipo de estrato geológico encontrado es de roca caliza (México, Secretaría de Programación y Presupuesto, 1970a). El clima es $A_{w_1}(w)(i)g$ (México, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, 1970b), y de acuerdo con García (1964) corresponde a un clima cálido con una temperatura media anual entre 22°C y 26°C y el mes más frío sobre 18°C , siendo el mes más caliente mayo, con una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 5°C y 7°C . El periodo de lluvias se presenta en verano.

Bursera glabriofoia fue colectada en las siguientes entidades:

1) Estado de Guerrero: Los árboles seleccionados de esta especie se encontraron a 1 Km de "El Palmar", sobre la carretera Chilpancingo-Chichihualco; su localización geográfica es: latitud norte $17^{\circ}40'$ y longitud oeste $99^{\circ}41'$. La localidad se ubica sobre un estrato geológico formado por roca ígnea extrusiva en contacto con roca sedimentaria del tipo arenisca conglomerado (México, Secretaría de Programación y Presupuesto 1970c); su clima es el mismo que el señalado para la otra localidad de Guerrero.

2) Estado de Morelos: la localidad seleccionada fue a 4 - kms. del "poblado de Ahuatepec", carretera a Tepoztlán; su localización geográfica es: latitud norte 17°40' y longitud oeste 99°10'. El terreno está formado de roca ígnea extrusiva del tipo basalto (México, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, 1971b). El clima es: (A)C(w₂)(w)ig (México Comisión de Estudios del Territorio Nacional, 1970b), correspondiendo a un tipo semicálido con una temperatura media anual entre 18°C y 22°C y el mes más frío sobre 18°C, siendo mayo el mes más caliente, con una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de 5°C. La mayor cantidad de lluvias es en verano (García, 1964).

El tipo de vegetación que corresponde a los sitios de colecta es selva baja caducifolia (Miranda y Hernandez-X, 1963). Las especies dominantes en las localidades donde se colectó Bursera morelensis son:

i) En el Estado de Guerrero: B. morelensis, B. lancifolia y B. schlechtendalii.

ii) En el estado de Morelos: B. longipes, B. lancifolia y B. morelensis.

Las especies arbóreas dominantes para las localidades donde se colectó Bursera glabrifolia son:

- i) En el estado de Guerrero: B. glabrifolia y B. bipinnata.
- ii) En el estado de Morelos: B. glabrifolia, B. fagaroides, B. bipinnata, B. copallifera, Ipomea sp. y Ceiba sp.

Las especies colectadas en el estado de Morelos fueron identificadas por el Dr. J. Rzedowski de la Esc. Nac. de C.B. del I.P.N. y las del estado de Guerrero por el Biól. Carlos Toledo Manzur. Los ejemplares de Herbario se encuentran depositados en el Herbario Nacional (MEXU) del Instituto de Biología, UNAM.

Colecta de material

Se colectó material de árboles de dos especies del género Bursera: B. morelensis (Sección Bursera) y B. glabrifolia (Sección Bullockia), cada una de ellas colectada en dos localidades diferentes. El número de individuos muestreados fue de 3 por especie y por localidad, sumando así un total de 6 individuos por especie.

Características de los árboles colectados

Los individuos colectados de B. morelensis presentaron: corteza exfoliante de colores brillantes que variaron de café rojizo a rojo cobrizo, con un poco exudado que fue de color transparente y pegajoso; así como madera de color blan

co amarillento.

Los árboles seleccionados de B. glabrifolia colectados en las dos localidades presentaron: corteza no exfoliante y generalmente de colores opacos que variaron de café grisáceo a rojo opaco. La madera fue de color blanco amarillento.

Las dimensiones de dap, altura, diámetro de copa y grosor de corteza del tallo y la raíz de cada árbol, se proporcionan en la tabla 1.

El material colectado se obtuvo del tallo y la raíz de árboles en pie. El método de colecta consistió primeramente en elegir individuos que fueran maduros y representativos de cada especie. Una vez hecho esto, con ayuda de un pico, se procedió a la exposición de una de las raíces laterales, que por lo general se encontraban a poca profundidad; posteriormente se eligió la zona de muestreo del fuste del árbol. Esta elección se hizo para evitar zonas donde hubiera madera de tensión. -la cual es frecuente en este género por desarrollarse a menudo en zonas con pendiente-, así como evitar derribar al árbol. La mayoría de las veces, esto se logró haciendo el corte sobre las superficies laterales del árbol, en pendiente (fig. 1). Usando una motosierra se obtuvo una muestra en sentido transversal de tamaño variable -dependiendo del diámetro del fuste del árbol-, pero procu-

rando siempre que las mismas incluyeran albura y duramen, así como que éstas provinieran de una altura mayor o igual a un metro, sobre el nivel del suelo (fig.2). En el caso de la raíz, se extrajo una muestra de longitud variable, dependiendo de la facilidad de obtención de la muestra (Fig. 2).

Preparación del material en el laboratorio.

La madera colectada del tallo y la raíz fue procesada en el laboratorio para obtener material disociado y preparaciones fijas conteniendo cortes transversales, radiales y tangenciales.

Técnica utilizada para la obtención de material disociado:

Se cortaron pequeñas astillas de madera y se sumergieron en solución jeffrey (Johansen, 1940) durante 24 hrs. Después se enjuagó el material con agua destilada, se saturó en una mezcla de agua-glicerina-alcohol (1:2:1) y se procedió a su observación.

Técnica para la obtención de preparaciones histológicas permanentes:

Obtención de cubos: Se cortaron de tres a siete cubos de madera de 1X1X2 cm aproximadamente, en tallo y raíz por

cada individuo; cada cubo se orientó para obtener las tres caras típicas de la madera. Los cubos se saturaron en agua destilada durante ocho días, si la madera se mostraba dura al tratar de cortarla, se procedía a su ablandamiento, hirviendo los cubos en agua destilada por un tiempo que varió entre 30-60 minutos.

Obtención de cortes: Una vez reblandecido el material, se procedió a la obtención de los tres cortes - uno por cada cubo-, con un microtomo de deslizamiento y cuchillas filo C. El grosor de los cortes obtenidos varió entre 25-35 micrones. Posteriormente, éstos se sujetaron entre dos portaobjetos y se hirvieron durante 30 minutos para mejorar sus características de manejo durante los siguientes pasos.

Tinción y deshidratación: Se tñieron con safranina -- al 1% durante 15 minutos y se deshidrataron con alcohol - - etílico a diferentes concentraciones: alcohol 60% (1 minuto) 70% (1 minuto), 80% (1 minuto), 96% (2 minutos). alcohol absoluto (2 minutos), y se aclararon con xileno (2 minutos).

Montaje: Finalmente se montaron los tres cortes: ----- transversal, longitudinal radial y longitudinal tangencial- usando resina sintética.

Para describir la madera, se tomaron en cuenta las siguientes características macroscópicas y microscópicas:

Descripción macroscópica: Se cortaron tablillas de tamaño variable del tallo y la raíz y a simple vista o con ayuda de una lupa (10x) se evaluaron las siguientes características: dureza, contraste entre albura y duramen, color --clasificándose de acuerdo a las tablas Munsel (1975)--, olor, sabor, lustre, vetado, textura, grano y visibilidad de los anillos de crecimiento, radios y vasos.

A continuación se da una breve definición de las características organolépticas observadas:

DUREZA: Esta propiedad está determinada por la cantidad de pared, que presenten sus elementos celulares (Panshin y De Zeeuw, 1970), y fue determinada rayando una tablilla con la uña.

COLOR: Se debe a la presencia de sustancias colorantes contenidas en los tejidos de la madera como son: gomas, resinas, taninos, etc. El color se clasificó de acuerdo a Munsel (1964).

OLOR Y SABOR: Es producido por contenidos en la madera como son: gomas, resinas, taninos o a la acción de hongos y bacterias y se determinaron sobre madera recién cortada y en el laboratorio humedeciendo las superficies de la madera.

LUSTRE: Es la propiedad que poseen algunas maderas de

reflejar la luz sobre sus superficies longitudinales.

TEXTURA: Se refiere al tamaño de los elementos celulares como son: parénquima, vasos, fibras, traqueidas y se utilizó el calificativo "fino o grueso" (Panshin y De Zeeuw, 1970).

GRANO: Está dada por la orientación de los elementos longitudinales respecto al eje axial del árbol (Panshin y De Zeeuw, 1970) y se determinó sobre superficies tangenciales.

VETEADO: Es el dibujo que se produce en las superficies longitudinales de la madera originado por la disposición, tamaño y abundancia de los elementos celulares así como el color de albura y duramen, anillos de crecimiento y el grano.

Descripción microscópica

Se observaron las características cualitativas y cuantitativas de la madera en preparaciones histológicas permanentes; conteniendo estas últimas los tres cortes usuales: transversal (trans.), longitudinal radial (rad.) y longitudinal tangencial (tang.). Las características observadas --

fueron las siguientes:

Vasos:

Se observó tipo de platina de perforación (material disociado); tipo, disposición, forma y tamaño de las punteaduras intervasculares (sec. rad.), forma del vaso y tipo de porosidad (sec. trans.). En material disociado se midió la longitud total de los elementos de vaso -según los criterios establecidos por Chalk y Chattaway (1934)-, se midió su diámetro tangencial por considerarse el menos variable durante el crecimiento del árbol (Chattaway, 1932). La abundancia de vasos por mm^2 se determinó, eligiéndose 10 campos al azar entre tres preparaciones permanentes por cada árbol y se contaron todos los vasos presentes en un campo (solitarios y múltiples), considerándose cada elemento de vaso como una unidad (sec. trans.).

Parénquima

Se determinó su tipo y abundancia.

Radios

Se observó tipo de radios y se les clasificó de acuerdo con Jane (1970) (sec. rad.); se midió su altura y anchura (sec. tang.) y la forma y tamaño de las punteaduras de ra-

dio a vaso (sec. rad.).

Fibras

Se examinó el tipo y la presencia de septos; se midió la longitud y el diámetro (material disociado) así como el grosor de pared (sec. trans.).

Contenidos

Se observó abundancia y localización de cristales, resinas, tílides y almidón (en todas las secciones).

Número total de observaciones

Para todas y cada una de las características susceptibles de medición -exceptuando abundancia de radios por mm y de vasos por mm^2 -, se obtuvo un total de 100 mediciones. Dichas mediciones fueron hechas en 10 campos elegidos al azar y se consiguieron entre los tres individuos que caracterizaron la especie de cada entidad y en el tallo y la raíz por separado, correspondiendo a cada uno de ellos 34, 33 y 33 mediciones respectivamente.

Estas mediciones -incluyendo la abundancia de vasos por mm^2 y radios por mm-, se clasificaron de acuerdo a las normas reconocidas por IAWA (1937; 1938), Chattaway (1932) y Record y Chattaway (1939).

Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico consistió únicamente en obtener los valores mínimos y máximos, promedio, desviación estándar y error estándar para cada uno de los caracteres observados. Para las comparaciones entre la madera del tallo y la raíz de la misma especie y las comparaciones entre especies, se hicieron pruebas de "t" student, considerando "t" significativa con $p > .995$ ó $p > .05$.

Las fotografías que se incluyen en el presente trabajo, representan a cada especie sin considerar la localidad, ya que las características cualitativas fueron iguales para todos los individuos.

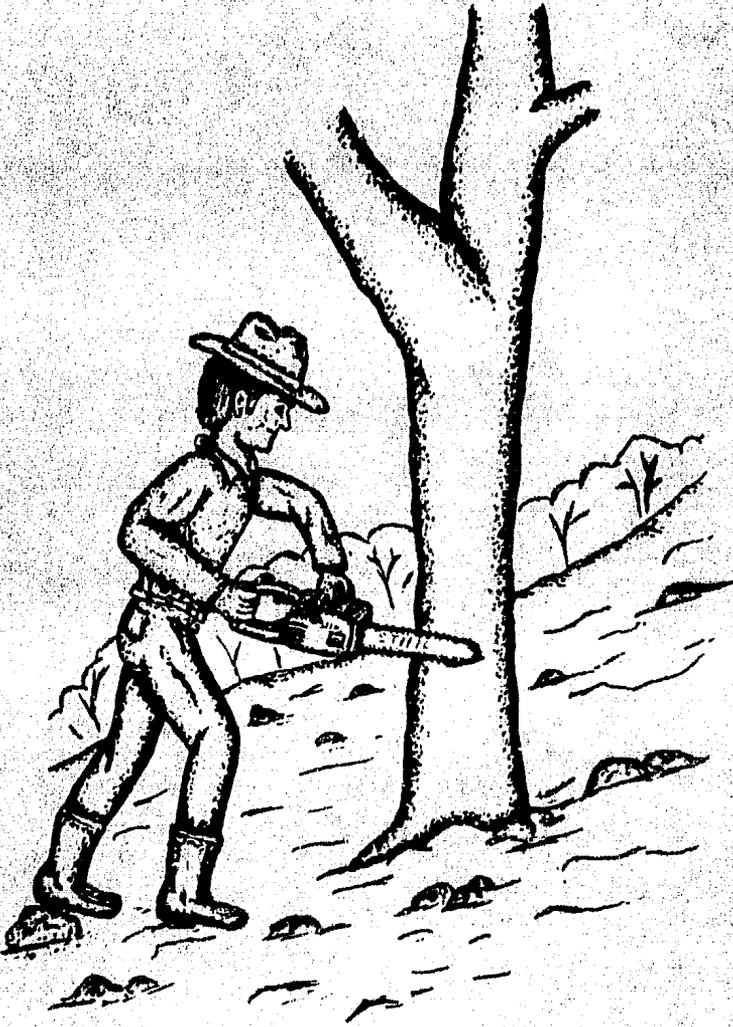


Fig. 1

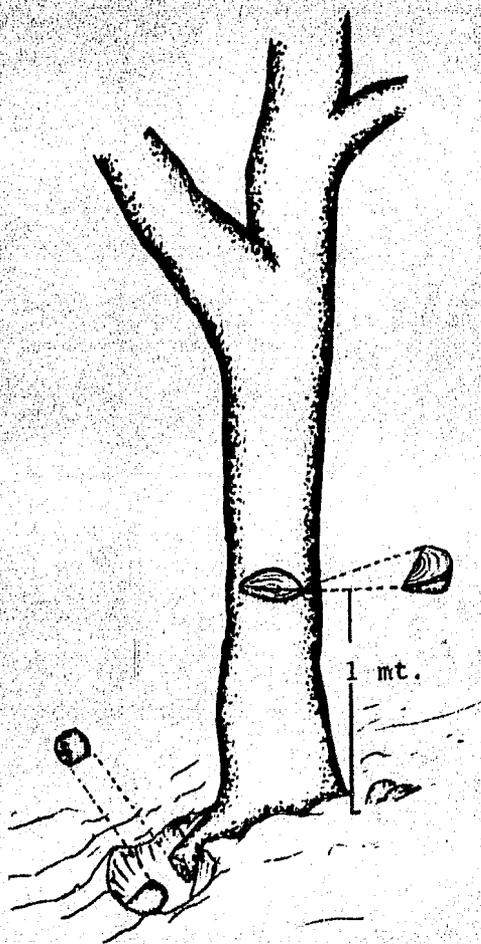


Fig. 2

CARACTERISTICAS DE LOS ARBOLES COLECTADOS

		Dímetro a la altura del pecho (cm.)	Altura (m)	Dímetro de copa	Grosor de Corteza (cm.) <u>TALLO</u>	Grosor de Corteza (cm.) <u>RAIZ</u>
	IND. 1	18.5	8	6	1.5 - 2	4
<u>B. MORELSENSIS</u>						
<u>SEC. BURSERIA</u>	IND. 2	19	7	4	1.2	3
<u>LOC. GUERRERO</u>	IND. 3	20	8	7	2.9 - 3	3.2 - 4
	IND. 1	21.5	5.5	5	1.4 - 2	2 - 4
<u>B. MORELSENSIS</u>						
<u>SEC. BURSERIA</u>	IND. 2	35	5	5	2 - 2.8	5 - 8
<u>LOC. MORELOS</u>	IND. 3	20	5	5.5	1.5 - 1.7	1 - 1.4
	IND. 1	19	8	7	1.5 - 2	3
<u>B. GLABRIFOLIA</u>						
<u>SEC. BULLOCKIA</u>	IND. 2	34	6	9	1.8 - 2	3
<u>LOC. GUERRERO</u>	IND. 3	19	6.5	8	1.2 - 3	4
	IND. 1	35	8	8	1	3
<u>B. GLABRIFOLIA</u>						
<u>SEC. BULLOCKIA</u>	IND. 2	27	8.5	6	1	4
<u>LOC. MORELOS</u>	IND. 3	15	6	5	2.5	4

TABLA 1

RESULTADOS

R E S U L T A D O S

Bursera morelensis

ESTADO DE MORELOS

TALLO

Características generales de la madera del tallo

La madera es blanda, con muy poco contraste de color entre albura y durámen, según las tablas Munsel, el color de la madera café muy pálido (10YR/8). Sin olor ni sabor característicos, sus caras radiales se observan medianamente lustrosas; textura mediana, grano recto, veteado más bien liso y anillos de crecimiento poco conspicuos. Los radios son visibles a simple vista, mientras que los vasos sólo son visibles con lupa de 10x.

Descripción microscópica.

Vasos

La porosidad es difusa, los vasos son muy numerosos, presentándose con un frecuencia de $52/\text{mm}^2$. Los vasos son solitarios y múltiples radiales y en grupos, siendo más abundantes los múltiples radiales de 3 hasta 13 células. En sección transversal se presentan vasos con formas ovales, circulares y semiangulosos (fig. 3a). El diámetro tangencial es moderadamente pequeño, con un promedio de $85 \mu\text{m}$.

Los elementos de vaso son medianamente largos, con una lon-

gitud promedio de 406 μm (tabla 2) con platinas de perforación simples (fig. 5a) punteaduras intervasculares alternas, areoladas, de formas hexagonales y grandes, con 11 μm de diámetro promedio. Las punteaduras de radio o vaso son grandes; con 14 μm de diámetro promedio y de formas alargadas.

Parénquima

En secciones longitudinales se observó muy poco parénquima axial, al cual se le clasificó como paratraqueal escaso.

Radios

Los radios son moderadamente numerosos, se presentan con una frecuencia de 5/mm; heterocelulares uniseriados y multi-seriados tipos II y III (fig. 4a), siendo los más abundantes los multiseriados tipo II en donde el cuerpo del radio está formado por células procumbentes y las colas constituidas por una o dos células erectas. Son radios con anchura moderadamente fina, con un promedio de 49 μm (tabla 2).

Los radios tienen una altura extremadamente baja, con 308 μm de promedio (tabla 2). Se encuentran abundantes cristales de forma romboidal en células erectas (fig 5a), pocos canales intercelulares radiales, generalmente uno pero ocasionalmente se llegan a encontrar hasta dos por radio los cuales tienen resina abundante (fig. 4a). Hay células envolventes aunque éstas son escasas.

Fibras

Las fibras son libriformes, de pared delgada, con un grosor promedio de $2.8 \mu\text{m}$ (tabla 2). Hay abundantes fibras septadas, observándose uno a tres septos por fibra. El diámetro tangencial promedio es de $23 \mu\text{m}$; de longitud muy corta, con un promedio de $677 \mu\text{m}$ (tabla 2). Las fibras contienen abundantes granos de almidón (tabla 4).

Diferencia entre árboles

Arbol 1: Los vasos son numerosos, se presentan con una frecuencia de $37/\text{mm}^2$, las fibras moderadamente cortas en longitud, con un promedio de $708 \mu\text{m}$.

Arbol 2: Ausencia de almidón, radios de anchura mediana, con $56 \mu\text{m}$ en promedio.

Arbol 3: Presencia de tílides en vasos, así como grupos aislados de fibras gelatinosas (tabla 4).

Bursera morelensis

ESTADO DE MORELOS

RAIZ

Características generales de la madera de la raíz

Son muy semejantes a las descritas para la madera del tallo, las únicas diferencias entre ambas es que la raíz se presenta un grano irregular, entrecruzado e incluso algunas veces recto, así como la madera no es muy blanda.

Descripción microscópica

Vasos

Hay una ligera tendencia a presentar una porosidad semicircular -aunque no hay una disminución gradual notable del diámetro de vasos a través del anillo de crecimiento-.

Los vasos son muy numerosos, se presenta $51/\text{mm}^2$, se observaron vasos solitarios y múltiples en grupos y radiales de 3-hasta 10 células (fig. 3b), en sección transversal los vasos son ovales, circulares, semiangulosos; diámetro moderadamente pequeño, con un promedio de $90 \mu\text{m}$.

Los elementos de vaso son medianamente largos, con $387 \mu\text{m}$ de promedio (tabla 2), con platinas de perforación simples (fig. 5b), punteaduras intervasculares alternas, areoladas, de formas hexagonales, de diámetro mediano con $9 \mu\text{m}$ en promedio. Las punteaduras de radio a vaso de tamaño grande, con $14 \mu\text{m}$ en promedio y de formas alargadas.

Parénquima

El parénquima muy escaso y difícil de observar, es para-traqueal escaso (fig 6b).

Radios

Radios moderadamente numerosos, con frecuencia de 4/mm - heterocelulares uniseriados y multiseriados tipos II y III, (fig. 4b) siendo dominantes los multiseriados tipo II, en donde la parte multiseriada del radio está constituida por células procumbentes y de una a tres hileras de células marginales; con anchura mediana, con un promedio de 55 μm .

Los radios extremadamente bajos, con una altura promedio de 374 μm (tabla 2). Hay abundantes cristales romboidales - en células erectas y escasos en procumbentes. Se presentan canales intercelulares radiales, generalmente uno pero ocasionalmente se llegan a encontrar hasta dos por radio (fig. 4b). En los radios se observan contenidos de resina así como algunas células envolventes (fig 6b), e idioblastos.

Fibras

Las fibras son de tipo libriforme, de pared delgada, con un grosor promedio de 3.1 μm ; la mayoría de las fibras son septadas, de uno a tres septos por fibra. Diámetro tangencial promedio de 25 μm ; de longitud moderadamente corta, -- con 811 μm en promedio (tabla 2). Hay abundante almidón dis

tribuido a todo lo largo de las fibras (tabla 4).

Diferencias entre árboles

Arbol 1: Los radios son de anchura moderadamente fina, con 48 μm en promedio.

Arbol 2: Las fibras son medianamente largas, con una longitud promedio de 922 μm .

Arbol 3: La porosidad es difusa así como tñlides abundantes en vasos (fig 6a), y ausencia de idio-blastos.

Bursera morelensis

ESTADO DE GUERRERO

TALLO

Características generales de la madera del tallo

La madera es blanda, con muy poco contraste de color entre albura y durámen, según las tablas de Munsel, el color de la madera es café muy pálido (10YR/8). Sin olor ni sabor característicos, sus caras radiales se observan mediante -- lustrosas; textura mediana, grano recto, veteado más bien -- liso y anillos de crecimiento poco conspicuos. Los radios -- son visibles a simple vista y los vasos son visibles sólo -- con lupa de 10x.

Descripción microscópica

Vasos

La porosidad es difusa; con vasos muy numerosos, se presentan $43/\text{mm}^2$. Los vasos solitarios y múltiples radiales y en grupos, siendo dominantes los múltiples radiales de 3 -- hasta 12 células. En sección transversal los vasos son ova -- les, circulares y semiangulosos (fig 3a). El diámetro tan-- gencial de los vasos es moderadamente pequeño, con un prome -- dio de $84 \mu\text{m}$.

Los elementos de vaso son medianamente largos, con una lon -- gitud promedio de $364 \mu\text{m}$ (tabla 2), con platinas de perfora

ción simples (fig 5a), punteaduras intervasculares alternas, areoladas, de formas hexagonales y de diámetro grande, con $10 \mu\text{m}$ de promedio. Las punteaduras de radio o vaso son de diámetro grande con $18 \mu\text{m}$ de promedio.

Parénquima

El parénquima axial es difícil de observar y corresponde al tipo paratraqueal escaso.

Radios

Los radios son moderadamente numerosos, apareciendo 4/mm. Heterocelulares uniseriados y multiseriados tipo II en donde el cuerpo del radio está formado por células procumbentes y de una a tres hileras de células marginales, de anchura mediana, con $52 \mu\text{m}$ de promedio.

Son radios extremadamente bajos con altura promedio de $308 \mu\text{m}$ (tabla 2), presencia de abundantes cristales romboidales distribuidos principalmente en células erectas así como de canales intercelulares radiales en donde lo más común es encontrar uno y ocasionalmente dos por radio, con contenidos de resina y células envolventes (tabla 4).

Fibras

Las fibras son libriformes de pared delgada, con un grosor promedio de $2.5 \mu\text{m}$ (tabla 2). Hay abundantes fibras septadas, observándose uno a tres septos por fibra; su diáme-

tro tangencial promedio es de 23 μm . La longitud de las fibras es muy corta, con un promedio de 616 μm (tabla 2). Se observaron grupos aislados de fibras gelatinosas (tabla 4).

Diferencias entre árboles

Arbol 1: Sus vasos son numerosos, presentándose con una frecuencia de 37/ mm^2 ; así como moderadamente -- cortos en longitud, con un promedio de 304 μm . Los vasos solitarios fueron más abundantes que los múltiples. No se encontraron fibras gelatinosas.

Arbol 2: No presentó diferencias respecto al comporta-- miento general.

Arbol 3: Sus radios con anchura moderadamente fina, con 45 μm de promedio. Se encontró abundante almi-- dón distribuido en fibras (tabla 4).

Bursera morelensis

ESTADO DE GUERRERO

RAIZ

Características generales de la madera de la raíz

Son muy semejantes con la madera del tallo, las únicas diferencias entre ambas es que en la raíz se presenta un grano irregular, entrecruzado e incluso algunas veces recto, así como la madera no es muy blanda.

Descripción microscópica

Vasos

Porosidad difusa, vasos numerosos, se presentan con una frecuencia de $41/\text{mm}^2$. Se observan Vasos solitarios y múltiples radiales y en grupos, siendo más frecuentes los múltiples radiales de 3 hasta 8 células. En sección transversal los vasos son ovales, circulares y semiangulosos (fig 3b), su diámetro tangencial es moderadamente pequeño, con un promedio de $98 \mu\text{m}$.

Los elementos de vaso son medianamente largos, con $404 \mu\text{m}$ de promedio (tabla 2), con platinas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, areoladas, de formas hexagonales y de diámetro medianamente grandes, con $8 \mu\text{m}$ en promedio. Las punteaduras de radio a vaso son de diámetro grandes, con $12 \mu\text{m}$ de promedio.

Parénquima

El parénquima es paratraqueal escaso. Existe muy poco parénquima y es difícil de observar (fig 6b).

Radios

Radios moderadamente numerosos, con una frecuencia de 4/mm; heterocelulares uniseriados, biseriados y triseriados tipos II y III (fig 6b), siendo más abundantes los biseriados y triseriados tipo II, en donde el cuerpo del radio está formado por células procumbentes y de una a tres hileras de células marginales; la anchura de los radios es moderadamente fina con 50 μm de promedio.

Son radios extremadamente bajos en altura, con 338 μm de promedio (tabla 2). Hay abundantes cristales romboidales en células erectas y escasos en procumbentes; con canales intercelulares radiales, generalmente uno por radio, con algunos contenidos de resina (fig 4b) y con algunas células envolventes (fig 6b).

Fibras

Las fibras son de tipo libriforme, de paredes delgadas con 3.4 μm de grosor promedio. Hay abundantes fibras septadas, observándose uno a tres septos por fibra; su diámetro tangencial promedio es de 26 μm ; de longitud moderadamente corta, con 793 μm ; de cm promedio (tabla 2).

Diferencias entre árboles

Arbol 1: Presenta una ligera tendencia a la porosidad semicircular. - aunque no hay una disminución gradual, es el diámetro de los vasos a través del anillo-. Los radios más abundantes son los multiseriados y éstos, de una anchura mediana con un promedio de 66 μm .

Arbol 2: No mostró diferencias respecto al comportamiento general.

Arbol 3: Sus vasos son numerosos, presentándose con una frecuencia de 35/ mm^2 . Se observaron escasas tálidas en vasos y abundante almidón distribuido en fibras (tabla 4).

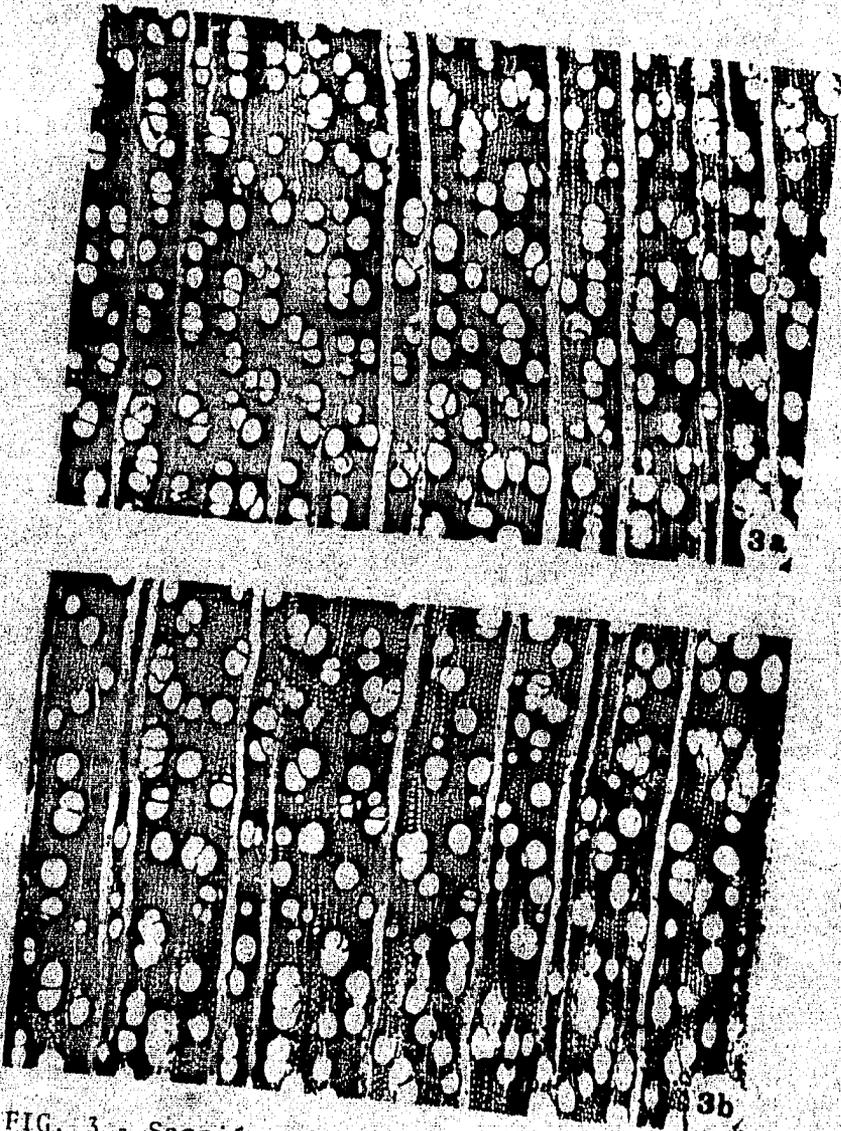


FIG. 3.- Sección transversal del leño secundario de B. morelensis (30 X)

a). TALLO

b). RAIZ

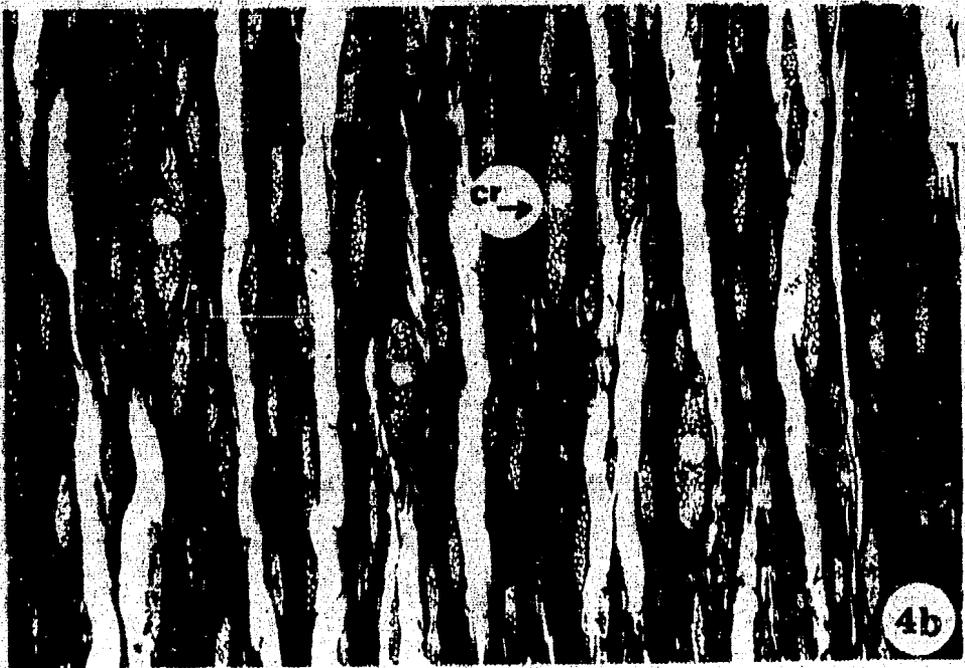
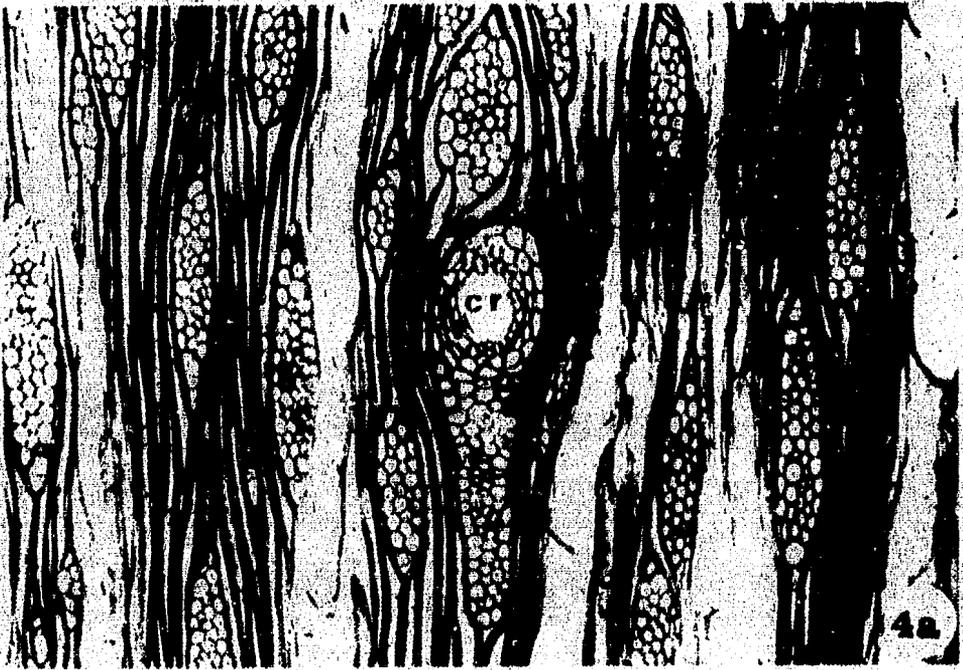


FIG. 4.- Sección tangencial del leño secundario de B. morelensis.

a). TALLO (76X). Canal radial (cr)

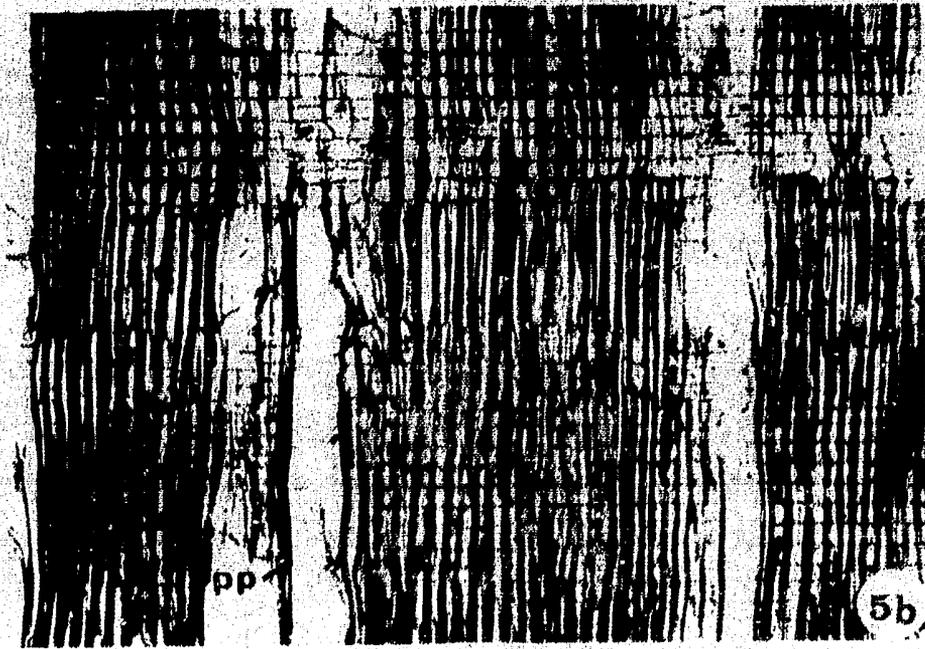
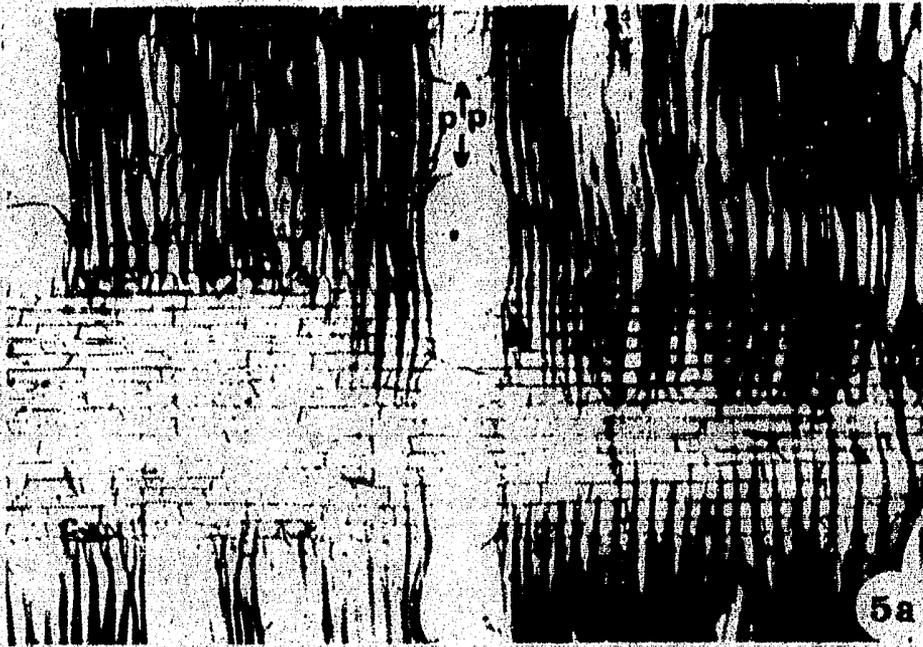


FIG. 5.- Sección radial del leño secundario de B. morelensis.

a). TALLO (76X). Platina de perforación simple (pp)

b). RAÍZ (76). Platina de perforación simple (pp)

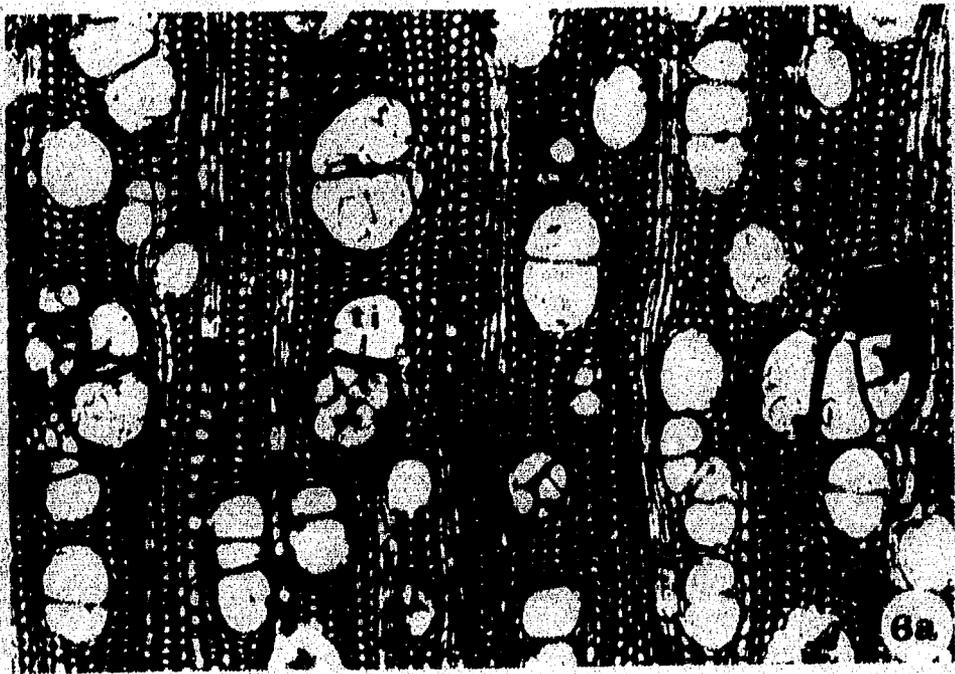


FIG. 6.- B. morelensis RAIZ

- a). Sección transversal (76X). Tfilides (ti)
 b). Sección tangencial (76X). Células envolventes (ce) y parénquima paratraqueal (pa).

TABLA 2 B, morelensis. Presenta el valor promedio, rango (entre paréntesis) así como su clasificación de acuerdo a las normas establecidas por IAWA (1937 ; 1938) para cada una de las siete características medidas en cada árbol colectado. Cada valor está dado en micras.

BURSERA NORELENSIS

ESTADO DE MORELOS

ALTURA DE RADIOS	LONGITUD DE FIBRAS	DIAMETRO DE FIBRAS	GROSOR DE PARED FIBRAS
Extremadamente baja 245 (132 - 517)	Moderadamente corta 708 (517 - 968)	21 (19 - 26)	Delgada 2.9 (2.4 - 3.4)
Extremadamente baja 338 (179 - 461)	Moderadamente corta 799 (620 - 1119)	24 (17 - 31)	Delgada 3.1 (2.4 - 3.4)
Extremadamente baja 361 (282 - 461)	Muy corta 683 (517 - 818)	24 (19 - 31)	Delgada 2.8 (2 - 3.4)
Extremadamente baja 436 (235 - 724)	Mediana 922 (658 - 1551)	23 (19 - 29)	Delgada 3.0 (2.4 - 3.4)
Extremadamente baja 318 (188 - 461)	Muy corta 641 (470 - 771)	23 (19 - 29)	Delgada 2.7 (2 - 3.4)
Extremadamente baja 348 (216 - 479)	Moderadamente corta 712 (602 - 837)	28 (7 - 38)	Delgada 3.2 (2.4 - 3.4)

ESTADO DE GUERRERO

Extremadamente baja 302 (207 - 545)	Muy corta 564 (367 - 790)	23 (17 - 29)	Delgada 2.3 (2 - 3.4)
Extremadamente baja 360 (188 - 517)	Moderadamente corta 875 (696 - 959)	28 (22 - 36)	Delgada 2.3 (2.1 - 3.1)
Extremadamente baja 398 (263 - 686)	Muy corta 636 (291 - 818)	21 (12 - 29)	Delgada 2.5 (1.9 - 3.4)
Extremadamente baja 314 (216 - 517)	Moderadamente corta 780 (658 - 931)	28 (17 - 38)	Delgada 3.6 (2.9 - 4.9)
Extremadamente baja 363 (235 - 592)	Muy corta 647 (451 - 946)	24 (17 - 34)	Delgada 2.7 (2 - 3.9)
Extremadamente baja 340 (244 - 526)	Moderadamente corta 774 (620 - 931)	22 (19 - 29)	Delgada 3.4 (2.9 - 3.9)

TABLA 3 B. morelensis. Muestra el valor promedio (dado en micras), error estandar y la probabilidad (p) de la prueba de "t" student aplicadas entre el tallo y la -- raiz de cada árbol colectado. Se consideró "t" significativa con $p > .950$

BURSERA MORELENSIS

ESTADO DE MORELOS

	LONGITUD DE VASOS	DIAMETRO DE VASOS	ANCHURA DE RADIOS
ARBOL 1	(TALLO) 351 \pm 17	28 \pm 2.8	48 \pm 2.7
	(RAIZ) 349 \pm 15	87 \pm 2.5	48 \pm 2.5
	p > .600	p > .700	p > .600
ARBOL 2	(TALLO) 461 \pm 14.3	86 \pm 2	56 \pm 1.5
	(RAIZ) 451 \pm 17.4	86 \pm 2.7	59 \pm 1.7
	p > .600	p = 0	p > .925
ARBOL 3	(TALLO) 407 \pm 11.9	83 \pm 2.6	43 \pm 1.3
	(RAIZ) 362 \pm 12.6	100 \pm 1.9	58 \pm 1.7
	p > .990	p > .9995	p > .9995

ESTADO DE GUERRERO

ARBOL 1	(TALLO) 304 \pm 14.2	81 \pm 2.1	53 \pm 1.7
	(RAIZ) 435 \pm 21.2	85 \pm 2.2	66 \pm 2.3
	p > .800	p > .900	p > .975
ARBOL 2	(TALLO) 389 \pm 16.4	85 \pm 2.3	59 \pm 1.8
	(RAIZ) 389 \pm 11.8	107 \pm 2.7	39 \pm 1.1
	p = 0	p > .9995	p > .9995
ARBOL 3	(TALLO) 400 \pm 14.4	81 \pm 2.4	45 \pm 1.3
	387 \pm 14.8	104 \pm 3.1	49 \pm 2.3
	p > .700	p > .9995	p > .950

T A B L A 3

BURSERIA MORELENSIS

ESTADO DE MORELOS

ALTURA DE RADIOS	LONGITUD DE FIBRAS	DIAMETRO DE FIBRAS	GROSOR DE PARED FIBRA
48 ± 2.7	708 ± 20.1	21 ± 0.3	2.9 ± .05
p < .600	p > .999	p > .9995	p > .990
48 ± 2.5	799 ± 18.7	24 ± .66	3.1 ± .06
56 ± 1.5	685 ± 11.7	24 ± 0.4	2.8 ± .08
p > .925	p > .9995	p > .925	p > .975
59 ± 1.7	922 ± 28.1	23 ± 0.4	3.0 ± .06
43 ± 1.3	541 ± 11.9	23 ± 0.5	2.7 ± .08
p > .9995	p > .9995	p > .9995	p > .9995
58 ± 1.7	712 ± 12.2	28 ± .95	3.2 ± .05

ESTADO DE GUERRERO

53 ± 1.7	564 ± 17.6	23 ± .55	2.3 ± .08
p > .975	p > .9995	p > .9995	p > .9995
66 ± 2.3	825 ± 10.7	28 ± .64	3.2 ± .06
59 ± 1.8	636 ± 19.4	21 ± 0.5	2.5 ± 0.9
p > .9995	p > .9995	p > .9995	p > .9995
39 ± 1.1	780 ± 12.3	28 ± 0.8	3.6 ± 0.1
45 ± 1.3	647 ± 17.6	24 ± 0.6	2.7 ± 0.1
p > .950	p > .9995	p > .990	p > .9995
49 ± 2.3	774 ± 12.5	22 ± 0.5	3.4 ± .06

T A B L A 5

TABLA 4. B. morelensis. La siguiente tabla muestra las características microscópicas cuantitativas. Los asteriscos (**) indican la presencia del carácter observado en cada individuo y la abundancia de vasos por (mm^2) y la de radios por (mm) indicados con números.

BURSERA MORELENSIS

	Abundancia de vasos por mm ²	Tilides	Abundancia de radios por mm.	Resina	Células envolventes	Cristales	Fibras gelatinosas	Almidón	Idioblastos
ESTADO DE MORELOS	TALLO 1	46	5.0	..	..	..		..
	TALLO 2	57	4.0	..	..	..
	TALLO 3	54		5.0	..	..	..	..
	RAIZ 1	58		4.0	..	..	..	..	..
	RAIZ 2	56		4.0	..	..	..	..	..
	RAIZ 3	42	..	5.0	..	..	..	..
ESTADO DE GUERRERO	TALLO 1	37		4.0	..	..	
	TALLO 2	49		5.0	..	..	..
	TALLO 3	45		4.0	..	..	..	..
	RAIZ 1	46		4.0	..	..	..
	RAIZ 2	44		5.0	..	..	..
	RAIZ 3	34	..	4.0	..	..	..

TABLA 4

Bursera glabrifolia

ESTADO DE MORELOS

TALLO

Características generales de la madera del tallo.

La madera es blanda, con muy poco contraste de color entre albura y durámen, según las tablas Munsel, el color de la madera es café muy pálido (10YR/8). Sin olor ni sabor característicos, sus caras radiales se observan medianamente lustrosas; textura mediana, grano recto, vetado más bien liso y anillos de crecimiento poco conspicuos. Los radios son visibles a simple vista, mientras que los vasos solo son visibles con lupa de 10x.

Descripción microscópica

Vasos

La porosidad es difusa; los vasos son numerosos, presentándose en promedio $27/\text{mm}^2$. Son vasos solitarios múltiples radiales y en grupos. En sección transversal se observan formas ovales, circulares y angulosas (fig. 7a). El diámetro tangencial de los vasos es mediano, con $106 \mu\text{m}$ de promedio.

Los elementos son medianamente largos, con $390 \mu\text{m}$ en promedio; con platinas de perforación simples, punteaduras

alternas, areoladas, de formas hexagonales y diámetro grande, con $10\ \mu\text{m}$ en promedio. Las punteaduras de radio a vaso son de diámetro grande, con $15\ \mu\text{m}$ de promedio y de formas alargadas. Se encuentran escasas tñlides en vasos.

Parénquima

El parénquima axial es poco, clasificándose como para-traqueal escaso.

Radios

Los radios son poco numerosos, presentándose con una frecuencia de 3.5/mm; heterocelulares uniseriados, biseriados y triseriados tipos II y III (fig. 8a) siendo la mayoría triseriados tipo II, en donde la parte multiseriada del radio está formada por células procumbentes y de una a tres hileras de células marginales. Son radios moderadamente finos, con una anchura promedio de $33\ \mu\text{m}$.

Los radios son extremadamente bajos, $231\ \mu\text{m}$ de altura promedio (tabla 5). Hay abundantes cristales romboidales distribuidos principalmente en células erectas y ocasionalmente en procumbentes (fig 9a). Se presentan canales intercelulares radiales con algunos contenidos de resina así como escasas células envolventes e idioblastos.

Fibras

Las fibras son del tipo libriforme, de pared delgada,

con un grosor promedio de 2.5 μm . Hay abundancia de fibras septadas, encontrándose de uno a tres septos por fibra (fig. 8a) su diámetro tangencial promedio es de 23 μm . Las fibras son de longitud moderadamente corta, con 813 μm en promedio (tabla 5). Las fibras se encuentran completamente rellenas de granos de almidón.

Diferencias entre árboles

Arbol 1: Su diámetro tangencial de vasos es moderadamente pequeño, con 97 μm de promedio.

Arbol 2: Ausencia de tílides en vasos.

Arbol 3: Los vasos más abundantes son los múltiples radiales; el diámetro tangencial de los vasos es moderadamente pequeño, con 97 μm de promedio. No se encontraron idioblastos (tabla 7).

Bursera glabrifolia

ESTADO DE MORELOS

RAIZ

Características generales de la madera de la raíz.

Son muy semejantes a las descritas para la madera del tallo, las únicas diferencias entre ambas es que en la raíz se presenta un grano irregular, entrecruzado e incluso algunas veces recto, así como la maderas no es muy blanda.

Descripción microscópica.-

Vasos

La porosidad es difusa; con vasos numerosos, presentándose $33/\text{mm}^2$. Se observaron vasos solitarios y múltiples en grupos de 3 hasta 18 células. En sección transversal presencia de vasos con formas ovales, circulares y angulosos - (fig. 7b) diámetro tangencial mediano, $100 \mu\text{m}$ de promedio.

Los elementos de vaso son medianamente largos, con longitud promedio de $440 \mu\text{m}$ (tabla 5) con platinas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, areoladas, formas hexagonales, grandes de diámetro, con un promedio de $10 \mu\text{m}$. Las punteaduras de radio a vaso son alargadas y de diámetro grande, con $17 \mu\text{m}$ en promedio.

Radios

Los radios son moderadamente numerosos, con una frecuencia de 4/mm; heterocelulares uniseriados, biseriados y triseriados tipos II y III, siendo los triseriados tipo III - los más abundantes (fig. 8b) en anchura los radios son moderadamente finos, con 34 μm de ancho en promedio.

Los radios son extremadamente bajos, con 256 μm de promedio (tabla 5) con canales intercelulares radiales, generalmente un canal por radio así como presencia de algunos contenidos de resina. Los cristales romboidales son abundantes y están distribuidos principalmente en células erectas (fig. 9b). Se encuentran también células envolventes (tabla 5).

Fibras

Las fibras son libriformes, de pared delgada, con un grosor promedio de 2.4 μm (tabla 5). Hay abundancia de fibras septadas encontrándose de uno a tres septos por fibra; su diámetro tangencial promedio es de 23 μm . Las fibras son moderadamente cortas con 856 μm en promedio y con abundante almidón (tabla 7)

Diferencias entre árboles.

Arbol 1: Los vasos múltiples radiales son los más fre--

cuentes. Hay grupos aislados de fibras gelatinosas,.

Arbol 2: No se observaron idioblastos en radios. (tabla 7).

Arbol 3: Los vasos son de diámetro tangencial moderadamente pequeño, con 97 μm de promedio.

Bursera glabrifolia

ESTADO DE GUERRERO

TALLO

Características generales de la madera del tallo.

La madera blanda, con muy poco contraste de color entre albura y durámen, según las tablas Munsel, el color de la madera es café muy pálido (10Y/8). Sin olor ni sabor característicos, sus caras radiales se observan medianamente lustrosas; textura mediana, grano recto, veteado más bien liso y anillos de crecimiento poco conspicuos. Los radios son visibles a simple vista, mientras que los vasos solo son visibles con lupa de 10x.

Descripción microscópica.

Vasos

La porosidad es disufa; los vasos son numerosos, presentándose con una frecuencia de $31/\text{mm}^2$. Se observaron vasos solitarios y múltiples en grupos y radiales, los más frecuentes son los múltiples en grupos de 3 hasta 34 células.

En sección transversal presencia de vasos con formas ovales, circulares y angulosos (fig. 7a) con diámetro tangencial moderadamente pequeño, de 95 μm en promedio.

Los elementos de vaso son medianamente largos, con una

longitud promedio de 377 μm (tabla 5), tienen platinas de perforación simples, con punteaduras alternas, areoladas (fig. 8a), hexagonales y de tamaño grande, con un diámetro promedio de 11 μm . Las punteaduras de radio a vaso son de formas alargadas y de diámetro grande, con 16 μm en promedio.

Parénquima

Hay poco parénquima axial, el cuál es del tipo paratraqueal escaso.

Radios

Los radios son poco numerosos, con una frecuencia de -- 3)mm; heterocelulares uniseriados y multiseriados tipo II y III, siendo más frecuentes los multiseriados tipo II, en donde el cuerpo del radio está formado por células procumbentes y de una a tres hileras de células marginales; los radios son de anchura mediana, con 52 μm de promedio.

La altura de los radios es extremadamente baja, con una longitud promedio de 262 μm ; abundantes cristales romboi--dales distribuidos en células erectas y ocasionales en procumbentes (fig. 9a). Hay canales intercelulares radiales, generalmente uno por radio, con algunos contenidos de resina y células envolventes.

Fibras

Las fibras son de tipo libriforme, con paredes delgadas, con $1.9 \mu\text{m}$ de grosor promedio. Hay abundancia de fibras septadas, encontrándose de uno a tres septos por fibra (fig. 8a); con diámetro tangencial promedio de $24 \mu\text{m}$. La longitud de las fibras es moderadamente corta, con $754 \mu\text{m}$ en promedio (tabla 5), se encuentran grupos aislados de fibras gelatinosas así como abundante almidón (tabla 7)

Diferencias entre árboles

Arbol 1: No se observó almidón ni fibras gelatinosas en fibras (tabla 7).

Arbol 2: Los radios más abundantes son los multiseriados tipo II y con anchura moderadamente fina, $48 \mu\text{m}$ en promedio.

Arbol 3: Los vasos más abundantes son los múltiples radiales, presencia de algunas tñlides en vasos (tabla 7) . Los radios son de anchura moderadamente fina, con $46 \mu\text{m}$ de promedio.

Bursera glabrifolia

ESTADO DE GUERRERO

RAIZ

Características generales de la madera de la raíz

Son muy semejantes a las descritas para la madera del tallo, las únicas diferencias entre ambas es que en la raíz se presenta un grano irregular, entrecruzado e incluso algunas veces recto, así como la madera no es muy blanda.

Descripción microscópica

Vasos

La porosidad es difusa; con vasos numerosos, presentándose se $30/\text{mm}^2$. Se observan vasos solitarios y múltiples radiales y en grupos, siendo más frecuentes los múltiples en grupos de 3 hasta 18 células. En sección transversal presencia de vasos con formas ovales, circulares y angulosas (fig. 7b), diámetro tangencial mediano, $109 \mu\text{m}$ de promedio.

Los elementos de vasos son medianamente largos, con $423 \mu\text{m}$ en promedio (tabla 5), platinas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, areoladas, de formas hexagonales y grandes de diámetro, con $12 \mu\text{m}$ de promedio.

Las punteaduras de radio a vaso son alargadas y de diá-

metro grande, con 18 μm en promedio.

Parénquima

Hay poco parénquima axial el cuál es del tipo paratraqueal escaso.

Radios

los radios son pocos, se presentan con una frecuencia de 4/mm; heterocelulares uniseriados, biseriados y triseriados tipos II y III, los más frecuentes son los triseriados tipo II (fig. 9b), con células procumbentes en la parte multiseriada del radio y de una a tres hileras de células marginales, de anchura mediana, con 54 μm en promedio.

Los radios son extremadamente bajos, con una altura promedio de 283 μm (tabla 7). Hay cristales romboidales abundantes distribuidos principalmente en células erectas. Se presentan canales intercelulares radiales, generalmente uno por radio, con contenidos de resina y algunas células envolventes.

Fibras

Las fibras son libriformes, de pared delgada, con un grosor promedio de 2.8 μm ; la mayoría de las fibras son septadas, llegándose a encontrar de uno a tres septos por

fibra; su diámetro tangencial promedio es de 26 μm . La longitud de las fibras es moderadamente corta con 836 μm en promedio (tabla 5).

Diferencias entre árboles

Arbol 1: Presencia de abundante almidón en las fibras.

Los radios multiseriados son los más frecuentes.

Arbol 2: Sus vasos con diámetro tangencial moderadamente pequeño, con 99 μm de promedio.

Arbol 3: Se observan abundantes tñlides en vasos (fig. 8b). Sus radios de anchura moderadamente fina, con 47 μm en promedio (tabla 5).

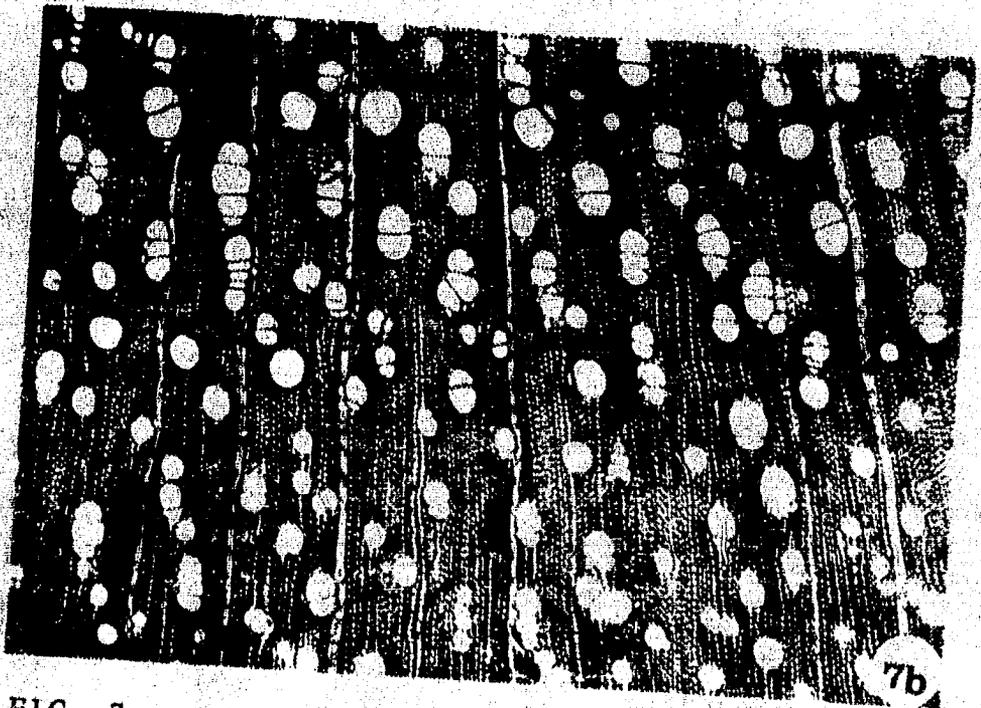
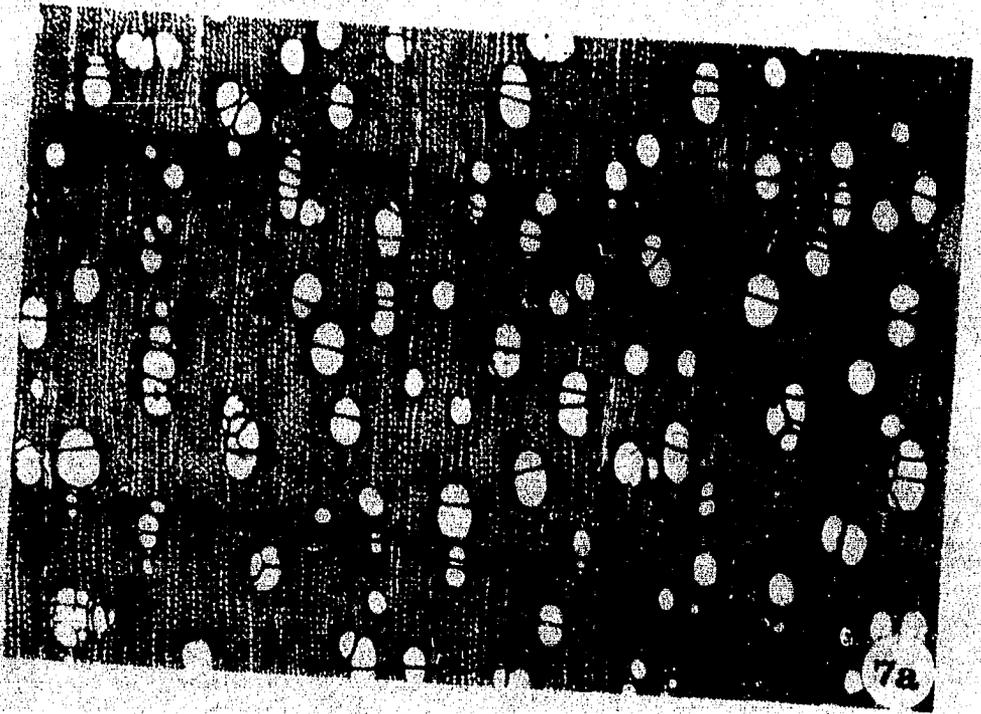


FIG. 7.- Sección transversal del leño secundario de B. glabrifolia.

a). TALLO (30X)

b). RAIZ (30X)



8a



8b

FIG. 8.- Sección tangencial del leño secundario de B. glabrifolia (76X).

a). TALLO. Fibras septadas (fs).

b). RAIZ. Tráqueidas abundante (ti).

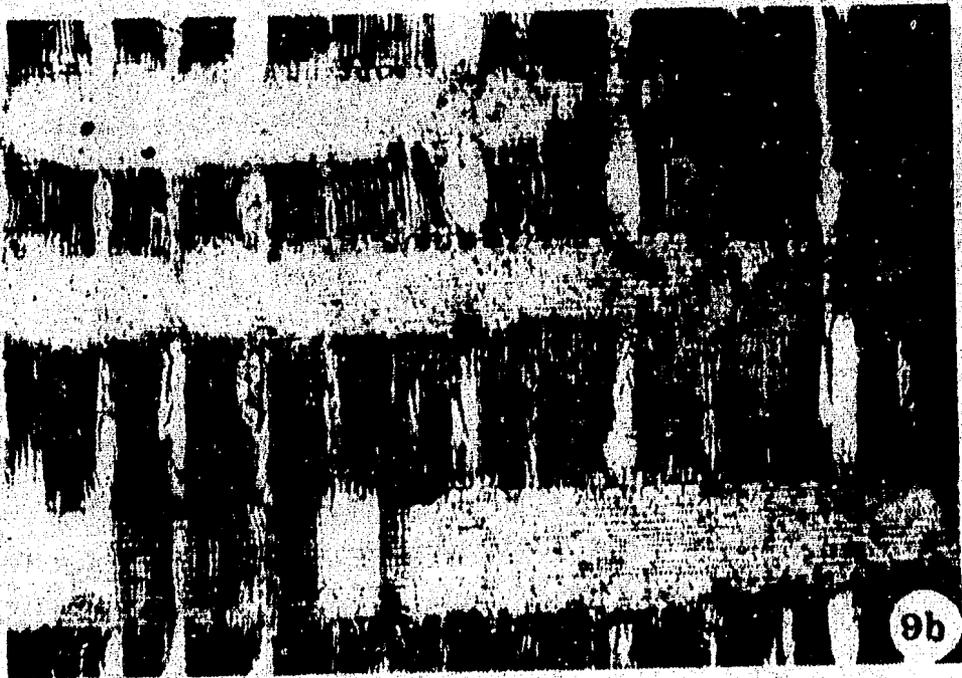
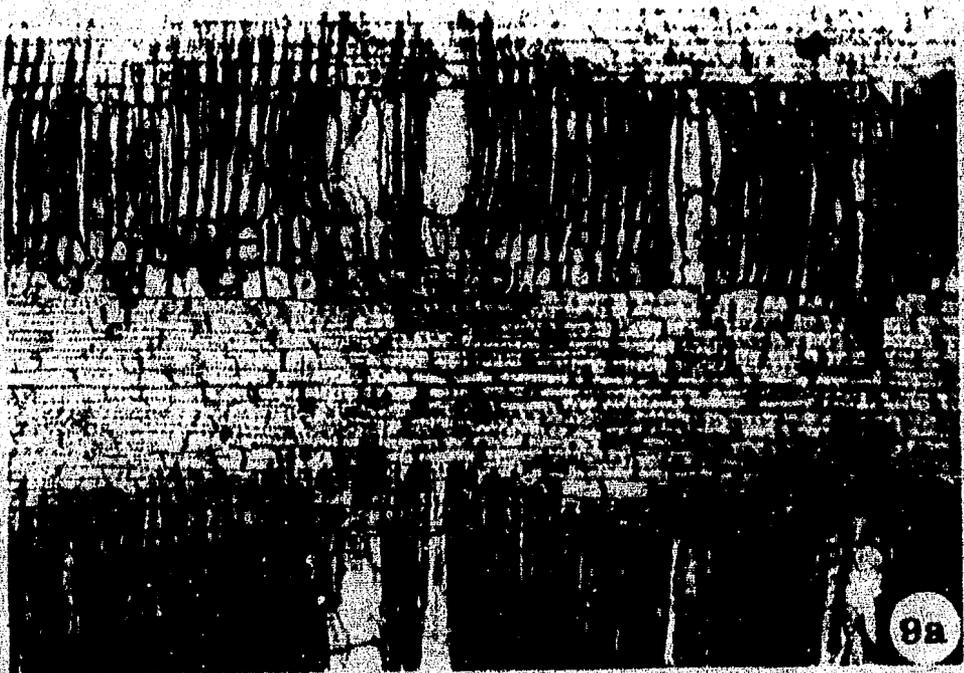


FIG. 9.- Sección radial del leño secundario de B. glabrifolia.

a). TALLO (76X). Cristales (c).

b). RAIZ (30X).

TABLA 5 B. glabrifolia. Presenta el valor promedio, rango (entre paréntesis) así como su clasificación de acuerdo a las normas establecidas por IAWA (1937; 1938) para cada una de las siete características medidas en cada árbol colectado. Todos los valores están dados en micras.

BURSERA GLABRIFOLIA

ESTADO DE MORELOS

	LONGITUD DE VASOS	DIAMETRO DE VASOS	ANCHURA DE RADIOS
ARBOL 1	(TALLO) Mediana 382 (197 - 526)	Moderadamente pequeño 97 (75 - 141)	Moderadamente fina 42 (19 - 56)
	(RAIZ) Mediana 415 (310 - 583)	Mediano 109 (66 - 122)	Moderadamente fina 25 (19 - 38)
ARBOL 2	(TALLO) Mediana 374 (207 - 555)	Mediano 104 (75 - 141)	Moderadamente fina 32 (19 - 47)
	(RAIZ) Mediana 446 (216 - 602)	Mediano 111 (85 - 141)	Moderadamente fina 45 (28 - 56)
ARBOL 3	(TALLO) Mediana 415 (207 - 583)	Moderadamente pequeño 97 (75 - 141)	Moderadamente fina 25 (19 - 28)
	(RAIZ) Mediana 460 (320 - 649)	Moderadamente pequeño 97 (66 - 132)	Moderadamente fina 34 (19 - 56)

ESTADO DE GUERRERO

ARBOL 1	(TALLO) Mediana 400 (188 - 611)	Moderadamente pequeño 95 (66 - 122)	Moderadamente fina 62 (47 - 85)
	(RAIZ) Mediana 463 (291 - 630)	Mediano 113 (75 - 141)	Mediana 59 (38 - 85)
ARBOL 2	(TALLO) Mediana 354 (188 - 516)	Moderadamente pequeño 97 (75 - 122)	Moderadamente fina 48 (37 - 75)
	(RAIZ) Mediana 439 (376 - 545)	Moderadamente pequeño 99 (85 - 132)	Mediana 55 (38 - 75)
ARBOL 3	(TALLO) Mediana 374 (254 - 508)	Moderadamente pequeño 93 (66 - 132)	Moderadamente fina 46 (38 - 56)
	(RAIZ) Mediana 365 (160 - 564)	Mediano 115 (47 - 151)	Moderadamente fina 47 (38 - 75)

T A B L A 5

BURSERA GLABRIFOLIA

ESTADO DE MORELOS

ALTURA DE RADIOS	LONGITUD DE FIBRAS	DIAMETRO DE FIBRAS	GROSOR DE PARED FIBRAS
Extremadamente baja 211 (113 - 320)	Moderadamente corta 817 (667 - 968)	23 (19 - 21)	Delgada 2.4 (1.9 - 2.9)
Extremadamente baja 252 (160 - 376)	Moderadamente corta 831 (714 - 959)	24 (19 - 27)	Delgada 2.7 (1.9 - 3.4)
Extremadamente baja 258 (150 - 376)	Moderadamente corta 802 (658 - 931)	23 (17 - 31)	Delgada 2.8 (2.4 - 3.4)
Extremadamente baja 252 (169 - 338)	Moderadamente corta 870 (667 - 1081)	25 (22 - 31)	Delgada 2.3 (1.5 - 1.9)
Extremadamente baja 224 (150 - 282)	Moderadamente corta 821 (705 - 921)	23 (22 - 26)	Delgada 2.2 (1.9 - 2.9)
Extremadamente baja 263 (160 - 376)	Moderadamente corta 867 (705 - 1034)	21 (21 - 31)	Delgada 2.4 (1.9 - 2.9)

ESTADO DE GUERRERO

Extremadamente baja 304 (169 - 423)	Moderadamente corta 740 (583 - 940)	26 (19 - 36)	Delgada 2.2 (1.5 - 2.4)
Extremadamente baja 320 (197 - 451)	Moderadamente corta 829 (649 - 959)	28 (22 - 31)	Delgada 2.7 (1.9 - 2.9)
Extremadamente baja 252 (188 - 357)	Moderadamente corta 715 (573 - 865)	23 (24 - 36)	Delgada 1.8 (1.5 - 3.4)
Extremadamente baja 237 (122 - 310)	Moderadamente corta 831 (752 - 940)	25 (19 - 31)	Delgada 2.4 (1.9 - 2.9)
Extremadamente baja 229 (169 - 301)	Moderadamente corta 808 (639 - 921)	24 (22 - 31)	Delgada 1.8 (1.8 - 3.4)
Extremadamente baja 292 (179 - 451)	Moderadamente corta 848 (752 - 959)	24 (22 - 31)	Delgada 3.4 (2.4 - 3.9)

T A B L A 5

TABLA 6 B. glabrifolia. Muestra el valor promedio (dado en micras), error estándar y la probabilidad (p) de la prueba de "t" student-aplicadas entre el tallo y la raíz de cada árbol colectado. Se consideró "t" significativa con $p > 950$.

BURSERA GLABRIFOLIA

ESTADO DE MORELOS

	LONGITUD DE VASOS	DIAMETRO DE VASOS	ANCHURA DE RADIOS
ARBOL 1	(TALLO) 382 ± 13.3 p > .950	97 ± 3 p > .995	42 ± 1.6 p > .9995
	(RAIZ) 415 ± 12.5	109 ± 2.6	25 ± 2
ARBOL 2	(TALLO) 374 ± 14 p > .999	104 ± 2.7 p > .950	32 ± 1.1 p > .9995
	(RAIZ) 446 ± 15.3	111 ± 2.7	45 ± 1.5
ARBOL 3	(TALLO) 415 ± 13.8 p > .975	97 ± 2.9 p = 0	25 ± 0.8 p > .9995
	(RAIZ) 460 ± 16.1	97 ± 3.2	34 ± 1.6

ESTADO DE GUERRERO

ARBOL 1	(TALLO) 400 ± 13.1 p > .999	95 ± 2.4 p > .9995	62 ± 1.8 p > .800
	(RAIZ) 463 ± 13.9	113 ± 2.8	59 ± 2.1
ARBOL 2	(TALLO) 354 ± 17.8 p > .9995	97 ± 2.2 p > .600	48 ± 1.9 p > .095
	(RAIZ) 459 ± 7.8	99 ± 2.3	55 ± 1.6
ARBOL 3	(TALLO) 374 ± 12.4 p > .600	93 ± 2.5 p > .9995	46 ± 1.1 p > .700
	(RAIZ) 365 ± 17.7	115 ± 3.8	47 ± 1.8

T A B L A 6

BURSERA GLABRIFOLIA

ESTADO DE MORELOS

ALTURA DE RADIOS	LONGITUD DE FIBRAS	DIAMETRO DE FIBRAS	GROSOR DE PARED FIBRAS
211 \pm 8 p > .999	917 \pm 12.1 p > .800	23 \pm 0.4 p > .999	2.4 \pm .06 p > .9995
252 \pm 3.5	831 \pm 11.5	24 \pm .32	2.7 \pm .06
258 \pm 7.9 p > .700	802 \pm 11.4 p > .9995	23 \pm 0.7 p > .995	2.8 \pm .06 p > .9995
252 \pm 6.3	870 \pm 15.1	25 \pm .48	2.5 \pm .06
224 \pm 6.3 p > .9995	821 \pm 10.7 p > .990	23 \pm .26 p > .9995	2.2 \pm .07 p > .975
263 \pm 8.5	867 \pm 14.7	21 \pm 0.5	2.4 \pm .06

ESTADO DE GUERRERO

304 \pm 10.3 p > .800	740 \pm 13.8 p > .9995	26 \pm 0.7 p > .975	2.2 \pm .05 p > .9995
320 \pm 11.4	829 \pm 10.6	28 \pm .46	2.7 \pm .06
252 \pm 7.4 p > .928	740 \pm 13.8 p > .9995	26 \pm 0.7 p > .990	2.2 \pm .05 p > .9995
237 \pm 6.4	829 \pm 10.6	28 \pm .46	2.7 \pm .06
229 \pm 5.3 p > .9995	808 \pm 13.5 p > .990	24 \pm 0.5 p = 0	1.8 \pm .05 p > .9995
292 \pm 10.3	848 \pm 9.2	24 \pm 0.4	3.1 \pm .07

T A B L A 6

TABLA 7. B. glabrifolia. La siguiente tabla muestra las características microscópicas cualitativas. Los asteriscos (**) indican la presencia del carácter observado en cada individuo y la abundancia de vasos por (mm²) y la de radios por (mm) indicados con números.

BURSERIA GLABRIFOLIA

	Abundancia de vasos por mm ²	Tálides	Abundancia de radios por mm.	Resina	Células envolventes	Cristales	Fibras gelatinosas	Almidón	Idioblastos
TALLO 1	24	**	3.0	**	**	**		**	**
TALLO 2	27		4.0	**	**	**		**	**
TALLO 3	30	**	3.0	**	**	**		**	
RAIZ 1	33		5.0	**	**	**	**	**	
RAIZ 2	29		4.0	**	**	**		**	**
RAIZ 3	35		5.0	**	**	**		**	
TALLO 1	31		3.0	**	**	**			
TALLO 2	32		3.0	**	**	**	**	**	
TALLO 3	32	**	4.0	**	**	**	**	**	
RAIZ 1	28		4.0	**	**	**		**	
RAIZ 2	33		4.0	**	**	**		**	
RAIZ 3	23	**	4.0	**	**	**			

T A B L A 7

ESTADO DE GUAYMAS

TABLA 8. Muestra el valor promedio (de los tres individuos que representan la especie), error estándar, así como la probabilidad (p) de la prueba de "t" student -- aplicada entre las dos especies. Se consideró "t" significativa con $p > 950$. Los valores están dados en micras.

ESTADO DE MORELOS

	LONGITUD DE VASOS	DIAMETRO DE VASOS	ANCHURA DE RÁDIOS
<u>B. morelensis</u>	406 ± 10	85 ± 1.4	49 ± 1.2
(TALLO)	p > .600	p > .995	p > .9995
<u>B. glabrifolia</u>	390 ± 8	106 ± 1.8	33 ± 1.6
<u>B. morelensis</u>	387 ± 10	90 ± 1.5	55 ± 1.3
(RAIZ)	p > .600	p > .950	p > .950
<u>B. glabrifolia</u>	440 ± 9	99 ± 1.7	35 ± 1.7

ESTADO DE GUERRERO

<u>B. morelensis</u>	364 ± 10	84 ± 1.3	52 ± 1.6
(TALLO)	p > .850	p > .995	p = 0
<u>B. glabrifolia</u>	377 ± 9	95 ± 1.4	52 ± 1.2
<u>B. morelensis</u>	404 ± 10	98 ± 1.9	51 ± 1.5
(RAIZ)	p > .950	p > .995	p > .950
<u>B. glabrifolia</u>	423 ± 9	108 ± 1.9	54 ± 1.1

TABLA 8

ESTADO DE MORELOS

ALTURA DE RADIOS	LONGITUD DE FIBRAS	DIAMETRO DE FIBRAS	GROSOR DE PARED FIBRAS
308 \pm 9	678 \pm 9	23 \pm .5	2.8 \pm .04
p > .9995	p > .999	p = 0	p > .9995
231 \pm 8.5	813 \pm 7	23 \pm .3	2.5 \pm .04
374 \pm 8.2	811 \pm 15	25 \pm .3	3 \pm .03
p > .9995	p > .600	p > .9995	p > .9995
256 \pm 7.4	856 \pm 8	24 \pm .2	2.4 \pm .04

ESTADO DE GUERRERO

354 \pm 9.3	615 \pm 11	23 \pm .3	2.5 \pm .05
p > .995	p > .9995	p > .9995	p > .9995
262 \pm 5.6	754 \pm 9	27 \pm .3	1.9 \pm .03
338 \pm 7.4	793 \pm 7	26 \pm .4	3.4 \pm .05
p > .995	p > .9995	p > .975	p > .9995
283 \pm 6.5	856 \pm 6	27 \pm .3	2.8 \pm .06

T A B L A 8

D I S C U S S I O N

D I S C U S I O N

El análisis de la anatomía de la madera de la raíz y del tallo de Bursera morelensis y Bursera glabrifolia, nos ha permitido señalar semejanzas y diferencias al comparar las características entre especies, pero principalmente entre los dos órganos antes señalados en una misma especie.

En cuanto a características generales macroscópicas, se observaron ligeras diferencias entre el tallo y la raíz, pues mientras que en el tallo la madera es blanda y de hilo recto, en la raíz la madera mostró ser en general, un poco dura y de hilo muy variado, siendo éste entrecruzado e irregular, ocasionalmente ondulado e incluso algunas veces recto. La irregularidad en la dirección del hilo en la raíz, se puede explicar si pensamos que ésta encuentra impedimentos mecánicos del suelo (suelos compactados, presencia de rocas, etc.) durante su desarrollo (Zimmermann y Brown, 1977) Por otra parte, el hecho de que la madera de la raíz tenga mayor dureza que la del tallo, es consecuencia del mayor engrosamiento encontrado en las fibras de la raíz (tablas 3, 5). Panshin (1970) reporta que la dureza y ligereza de la madera se deben principalmente a la cantidad de pared celular de sus elementos.

Por otra parte, las características cualitativas resultaron ser casi iguales entre las dos especies y entre el ta

llo y la raíz de una misma especie, tales características son: porosidad difusa, platinas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas y areoladas, fibras libriformes septadas, parénquima paratraqueal escaso, los radios multiseriados son los más abundantes, con canales radiales, almidón, abundantes cristales romboidales y células envolventes en radios (Tablas 4,7). Lo anterior concuerda con lo reportado para la familia por Webber (1941) y Metcalfe y Chalk (1950), excepto el caso de las células envolventes. Por otro lado, existen características que no son constantes en todos los individuos observados, siendo éstas: presencia de idioblastos y tílides (tablas 4,7), Webber (1941) en su trabajo "Anatomía sistemática de Burseraceae" encontró cierta correlación de la estructura del xilema secundario con otras familias. Es probable que en esta relación se encuentren características que dentro de una familia son constantes mientras que en otra aparezcan ocasionalmente. Tal podría ser el caso de la tílides abundantes en las familias Anacardiaceae y Simarubaceae (Metcalfe y Chalk, 1950) además, las células envolventes se encuentran reportadas como característica no bien desarrollada en Simarubaceae (Forest Products Research, 1961).

Mediante el análisis cuantitativo se lograron detectar diferencias significativas en algunas características entre el tallo y la raíz de un mismo árbol. Patel (1965), Jane

(1970) y Cutler (1976) son investigadores que han trabajado el aspecto de anatomía cuantitativa y señalan que es de esperarse encontrar algunas diferencias entre estos órganos si consideramos que tanto las condiciones medioambientales de desarrollo, así como las funciones que desempeñan éstos en la vida del árbol, son diferentes.

Los resultados del análisis a continuación expuesto, concuerda algunas veces con las aseveraciones hechas por investigadores de trabajos similares como son; Morrison (1953), Fegel (1941), Patel (1965), etc. Enseguida se trata de hacer un análisis para cada uno de los elementos celulares en el tallo y la raíz.

VASOS

Fue sorprendente encontrar que en el caso de B. moreletii todos los individuos excepto uno, no mostraron diferencia significativa entre el tallo y la raíz para la longitud de vasos, mientras que para el diámetro de vasos, sola la mitad de los individuos observados (3) mostraron dicha diferencia, siendo significativamente mayor en la raíz (tabla 3). Sin embargo, B. glabrifolia sí mostró diferencia significativa en las dos características antes mencionadas entre ambos órganos, siendo 2 de 6 árboles las excepciones para el diámetro y 1 de 6 para la longitud de vasos (tabla 5). Las dimensiones de éstas dos características fueron mayores en

la raíz que en el tallo.

Los resultados obtenidos para el diámetro de vasos en ambas especies y la longitud de vasos de B. glabrifolia, concuerdan con los reportados por Morrison (1953), y con Carlquis (1975). Según el primer autor el que la raíz presente mayores dimensiones de los vasos, se debe principalmente a las diferencias ambientales en que se desarrollan el tallo y la raíz. Por otra parte Carlquist (1975), menciona que siendo una de las funciones de la raíz la absorción de agua y sales minerales es esperable que la longitud y el diámetro de los vasos sea mayor en este órgano, ya que de este modo se ofrece una menor resistencia al paso del agua.

Contrariamente a las observaciones señaladas anteriormente, Patel (1965) y Fegel (1941) reportan que el tallo tiene vasos con mayores dimensiones sin embargo, no explican la causa de este hecho.

En cuanto a la abundancia de vasos, se hizo la comparación sólo tomando los promedios por mm^2 para determinar si había o no diferencia entre el tallo y la raíz. Los resultados mostraron que la abundancia de vasos por mm^2 fue similar entre ambos órganos ya que, la diferencia entre el tallo y la raíz en B. Morelensis fue solamente de 3 a 10 vasos y para B. glabrifolia de 2 a 6 vasos (tablas 4,7).
Fegel (1941)

y Patel (1965) reportan que en las especies por ellos estudiadas el mayor número de vasos ocurrió en el tallo; por otra parte, Cutler (1976) y Gómez-Vázquez y Engleman (1983) obtuvieron un mayor número de vasos en la raíz que en el tallo hecho que explican a que probablemente debido a que la función de conducción es más importante en la raíz que en el tallo, es esperable un mayor número de vasos en este órgano.

Los vasos agrupados se presentaron con mayor frecuencia en el tallo que en la raíz, este punto es importante a considerar ya que según Carlquist (1975) ésta característica es una ventaja que facilita el flujo del agua, ya que éstos grupos resisten mejor la presión negativa del agua.

RADIOS

En general, las dimensiones de anchura y altura de radios, fueron significativamente diferentes entre el tallo y la raíz en ambas especies, siendo mayores las dimensiones en las raíz (tablas 4, 5). Patel (1965) y Fegel (1941) encontraron que el volumen de radios es mayor en la raíz que en el tallo, hecho que atribuyen a que los radios cumplen la función de tejido de almacenamiento, siendo dicha función más importante en la raíz. Estas atribuciones de Patel (1965) y Fegel (1941) parecen apoyar los resultados obtenidos en este estudio, lo cual parece lógico si consideramos

que las condiciones ambientales en las que se desarrollan - estas plantas del género *Bursera* excepto (*B. simaruba*), son más bien desérticas (4 meses de lluvia y 8 meses de sequía), por lo que la función de almacenamiento de reservas alimenticias es muy importante, ya que éstas pueden ser utilizadas sobre todo durante la larga época de sequía. Además Morrison (1953) reporta también que la altura y la anchura de radios es mayor en la raíz que en el tallo, aunque éste autor no especifica la causa de este hecho. Por otra lado, cabe hacer notar que aunque la tendencia general indicó mayores dimensiones de los radios en la raíz, 2 de los 12 individuos (1 de cada especie) fueron significativamente diferentes, pero en sentido opuesto a la tendencia general; es decir, mayores dimensiones de los radios en el tallo que en la raíz. Así también, hubo dos casos (uno de cada especie) en donde no se encontró diferencia alguna (tablas 6,7).

Las excepciones antes señaladas probablemente es natural encontrarlas, si consideramos que la madera es un material biológico y por lo tanto, sujeto a variabilidad (intraespecífica, interespecífica y aún, dentro de un mismo individuo) determinada dicha variabilidad por muy diversos factores (genéticos, geográficos, ecológicos, etc.).

FIBRAS

La longitud, el diámetro y el grosor de pared de fibras,

resultaron ser significativamente diferentes entre la raíz y el tallo siendo mayores las dimensiones de éstas tres características en la raíz de ambas especies estudiadas (tablas 3,5).

Cabe mencionar que del total de individuos estudiados (12 en ambas especies) hubo algunas excepciones respecto a la tendencia general: por ejemplo, en cuanto a la longitud de fibras un individuo de Bursera glabrifolia y para el diámetro de fibras un individuo de cada especie, no mostraron diferencia significativa entre el tallo y la raíz (Tablas 6,7). Respecto al grosor de pared de fibras, todos los individuos mostraron mayores dimensiones en la raíz, siendo solo uno de ellos mayor en el tallo de B. glabrifolia (tabla 7).

Aunque en general, en la literatura no se ha reportado mucha información acerca de diferencias dimensionales de las fibras entre el tallo y la raíz, diferentes investigadores han propuesto algunas tendencias de dichos elementos entre los órganos antes mencionados. Algunas veces, tales tendencias resultan contradictorias entre investigadores; por ejemplo, Morrison (1953) reporta una mayor longitud y grosor de pared para las fibras del tallo. Fegel (1941) encontró que las fibras son más cortas y de mayor diámetro en la raíz. Por otro lado Patel (1965) menciona que las fibras de la raíz fueron ligeramente más significativas que las del tallo; Carlquist (1975) y Zimmermann y Brown (1977) indican

que las fibras son más largas y con un mayor diámetro en la raíz que en el tallo. Los hallazgos de éstos tres últimos investigadores, son los que más concuerdan con nuestros resultados, ya que como hemos mencionado anteriormente, las fibras fueron más largas, de mayor diámetro y de mayor grosor de pared en la raíz que en el tallo.

La contribución de Carlquist (1975) en cuanto a la relación estructura-función de los elementos imperforados es una de las más importantes. El menciona que en cuanto a la longitud de las fibras, es esperable que éstas sean más largas en donde existe poco tejido xilemático proporcionando de este modo un mayor soporte mecánico; este autor obtuvo dichos resultados de observaciones hechas en Echium pininana (Boraginaceae) encontrando que en las partes altas del tallo se presentaba dicha condición.

En este estudio de Bursera morelensis y Bursera glabrifolia es probable que la mayor longitud de fibras en la raíz que en el tallo, se puede interpretar como un hecho que obedece a una función importante de la raíz que es el "anclaje" del árbol; además de ésta característica de mayor longitud de fibras se suma también un mayor grosor de pared, lo cual contribuye a otorgar un mayor soporte mecánico (Carlquist, 1975).

Las fibras de ambas especies en general presentaron --

abundante contenido de almidón (Tablas 4,7), lo cual es interpretado por Gómez-Vázquez y Engleman (1983) como un sustituto del escaso parénquima encontrado en el leño de Bursera.

Por otra parte, el análisis anatómico del leño secundario de las dos especies consideradas en esta investigación es muy somero, ya que la carencia de datos detallados sobre condiciones ambientales nos impide tratar de interpretar el por qué de las semejanzas y diferencias entre estas dos especies.

En cuanto a características generales de la madera, los 12 árboles colectadas para ambas especies fueron muy similares entre sí.

Al hacer el análisis de las características microscópicas entre ambas especies se encontró que en general hay diferencia significativa entre éstas especies, mostrándose mayores las dimensiones de unas características en B. morelensis y otras en B. glabrifolia.

Los caracteres que mostraron ser significativos en B. morelensis son:

Anchura de radios en el tallo de Morelos.

Altura de radios para el tallo y la raíz de ambos estados.

Grosor de pared de fibras en el tallo y la raíz de ambos estados (tabla 8).

En B. glabrifolia fueron:

Anchura de radios en la raíz de ambos estados.

Longitud de fibras en ambos órganos del Estado de Guerrero y el tallo del Estado de Morelos.

Diámetro de fibras en ambos órganos de la entidad de Guerrero (tabla 8).

CONSIDERACIONES FINALES

En esta investigación se halló una tendencia que muestra claramente diferencias estructurales entre el tallo y la raíz en las dos especies aquí trabajadas. Sin embargo, hubo algunos individuos excepciones, que no mostraron diferencia entre el tallo y la raíz; este hecho se le dio la justificación de que el xilema secundario es un material biológico y por lo tanto sujeto a variación debida ésta a muy diversos factores. Las posibles implicaciones de esta variación es un aspecto que merece estudios mas detallados.

Es indudable que para poder entender mucho del por qué de las diferencias de los elementos celulares no sólo entre el tallo y la raíz de un mismo árbol, sino también entre individuos de la misma especie, entre especies, así como en-

tre localidades, se hace necesario conocer detalladamente - las condiciones ambientales en las que se desarrollan dichas plantas ya que la estructura está determinada por la función que desempeña ésta en un ambiente determinado. Por lo anteriormente señalado se sugiere que en trabajos posteriores se consideren y cuantifiquen factores ambientales.

BIBLIOGRAFIA
CONSULTADA

B I B L I O G R A F I A C O N S U L T A D A

- BANNAN, M.W., 1944. Wood structure of *Libocedrus decurrens*.
Amer. J. Bot. 31: 346-351
- BRAZIER, J.D. y A.L. FRANKLIN, 1961. *Identification of hard woods. A microscope Key. For. Prod. Res.* - - -
Bulletin 46
- BULLOCK, A.A., 1936. Notes of the mexican especies of the -
 genus *Bursera*. *Bull. Inf. Kew* 1936: 346-387
- CARLQUIST, S., 1975. *Ecological strategies of xylem evolution*.
 University Of California Press, Berkeley, 259p.
- _____ 1977. Ecological Factors in wood evolution:
 A floristic approach. *Amer. J. Bot.* 64: 887-896
- CLARK, O.A. Y D.B. CLARK, 1981. Effects of seed dispersal by-
 animals on the regeneration of *Bursera graveo-*
lens (Burseraceae) on Santa Fe island, Galapos.
Oecologia 49 (1): 73-75
- CHACON, A.J.F., 1964. The characteristic of some forest spe---
 cies whit regard to their use in the match in--
 dustry. *Turrialba* 14 (1): 38-39
- CHALK, L. Y M.M. CHATTAWAY, 1934. Measurig the length of ve--
 ssel member. *Trop. Woods* 40: 19-26.
- _____ 1936. The distribution of the lengths of fibre-
 and vessel members and the definition of terms-
 of size. *Trop Woods* 48: 49-51

- CHATTAWAY, M.M., 1932. Proposed standars for numerical values used in describing woods. *Trop. Woods* 29: 20-28
- CUTLER, D.F., 1976. Variation in root anatomy. In: BAAS, P. Y A. J. BOLTON Y D.M. CATLING (Eds.). *Wood structure in biological and technological research*. Leiden Botanical Series No. 3. Leiden University Press. Pp 143-156.
- ECHENIQUE-MANRIQUE, R., 1970. *Descripción, características y usos de 25 maderas tropicales mexicanas*. Cámara Nacional de la Industria de la Construcción México, 237p.
- FEGEL, A.C., 1941. Comparative anatomy and varying physical properties of trunk, branch and root wood in certain Northeastern tress. *Forestry tech. Publ.* 55: 5-20.
- GARCIA, E., 1964. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koëpen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Offset Larios, México, 71p.
- GUEVARA-FEPPER, F. Y J. RZEDOWSKI, 1980. Notas sobre el género *Bursera* en Michoacán (México). I. Tres especies nuevas de los alrededores de la presa del Infiernillo con algunos datos relativos a la -

- región. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 39: 63-83.
- GOMEZ-VAZQUEZ , B.G. Y E.M. ENGLEMAN, 1983. Wood anatomy of *Bursera longipes* and *Bursera copallifera*. *IAWA Bull. n.s.* 4 (4): 207-212.
- _____, 1984. Bark anatomy of *Bursera longipes* (Rose) Standley and *Bursera copallifera* (Sessé and Mac.) Bullock. *IAWA Bull. n.s.* (en prensa).
- IAWA, 1937. Standard terms of length of vessel members and wood fibers. *Trop. Woods* 51: 21-
- _____, 1938. Standard terms of size for vessel diameter and ray width. *Trop. Woods* 59: 51-52.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMIST (COMMITTEE ON NOMENCLATURE), 1964. *Multilingual glossary of terms used in wood anatomy.*
- JANE, F.W., 1970. *The structure of wood.* 2a. ed. Adam. and Charles Black, London, 478p.
- JOHANSEN, D.A., 1940. *Plant microtechnique.* Mc. Graw Hill, - New York, 532p.
- LECLERCQ, A., 1980. Relationships between beechwood anatomy and its physico-mechanical properties. *IAWA - Bull. n.s.*, 1(1-2): 65-71.
- MC DONIEL, P.B. Y J.R. COLE, 1972. Antitumor activity of *B. Schlechtendalii*: isolation and structure de--

termination of two new lignans. *Jour Pharm. - Sci.* 61 (12): 1992-1994.

MC VAUGH, R. Y J. RZEDOWSKI, 1965. Synopsis of the genus *Bursera* L. in wester Mexico, whit notes on the material of *Bursera* collected by Sessé and Mocino. *Kew Bull.* 18; 317-382.

METCALFE, C.R. Y L. CHALK, 1950. *Anatomy of the dicotyledonous*. 2 Vol. Clarendon Pres, Oxford, 1500p.

MEXICO, COMISION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL, 1970 a. Carta climatica de Acapulco, escala 1:500,000. CETENAL.

_____, 1970 b. Carta de climas de México, escala 1:500,000. CETENAL.

_____, 1971 c. Carta geológica de Cuernavaca, escala 1:50,000. CETENAL.

MEXICO, SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, 1970. Carta topográfica de Cuernavaca, escala 1:50,000. S.P.P.

_____, 1970 b. Carta topográfica de Jojutla de Juárez, escala 1:50,000. S.P.P.

_____, 1970 c. Carta Topográfica de México, escala 1:250,000. S.P.P.

MIRANDA, F. Y HERNANDEZ X. E., 1963. *Los tipos de vegetación de México y su clasificación*. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 28: 29-107.

- MORRISON, T.M., 1953. Comparative histology of secondary xylem in buried and exposed roots of dicotyledonous trees. *Phytomorphology* 3: 427-430.
- MUNSEL, 1975. Soil color charts. Baltimore.
- PANSHIN, A.J. Y C. DE ZEEUW, 1970. *Textbook of wood technology* 1. 3rd. ed. Mc Graw-Hill, New York. 705p.
- PATEL, R.N., 1965. A comparison of anatomy of the secondary xylem in roots and stems. *Holzforschung* 19: 72-79.
- PORTER, D.M., 1970. Burseraceae (Flora of Panama). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 57: 5-27.
- RECORD, S.J. Y M.M. CHATTAWAY, 1939. List of anatomical features used in classifying dicotyledonous woods. *Trop. wood* 57: 11-16.
- RZEDOWSKI, J. 1970. Notas sobre el género *Bursera* (Burseraceae) en el estado de Guerrero (México). *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Mex.* 17: 17-36.
- _____ Y H. KRUSE, 1979. Algunas tendencias evolutivas en *Bursera* (Burseraceae). *Taxon* 28: 117-132.
- _____, 1981. *Vegetación de México*. Limusa, México 432p.
- _____ Y E. ORTIZ, 1982. Estudios quimiotaxnómicos de *Bursera Chemapodicta*. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 43: 73-80.

- SRIVASTAVA, G.N. Y K.V. SRINATH, 1965. Floral morphology and chromosomes in *Bursera delpechiana* poiss. - *Current Science* 34 (17): 514-515.
- STERN, W.L. Y S GREENE, 1958. Some aspects of variation in wood. *Trop. woods* 10: 65-71.
- STEVENSON, D. W.M., 1979. Systematic anatomy of Bahamian species of *Bursera* (Burseraceae). *Jour. of the Arnold Arboretum* 60: 163-165.
- SUAREZ, R.G. Y E.M. ENGLEMAN, 1982. Estudios de los canales resiniferos de la corteza de *Bursera copallifera* y *Bursera grandifolia*. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 42: 41-54.
- TRUMBUL, E.R., 1969. Antitumor agents from *B. microphylla*. - *Journ. Pharm, Sci.* 58 (2): 176-178.
- VAN DER SLOOTEN, H.J. Y M.E. GONZALEZ, 1971. Maderas Latinas americanas VI. *Bursera simaruba*, *Poulsenia armata*, *Pterocarpus officinalis* y *Ficus werckleana*. *Turrialba*. 21 (1): 69-76.
- WEBBER, I.E., 1964. Systematic anatomy of the woods of the "Burseraceae". *Lilloa*. 6: 441-465.
- ZIMMERMANN, H.M. Y BROWN, L.C., 1971. *Trees Structure and function*. Springer, New York. 336p.