

ESTUDIO ANATOMICO DE SEIS ESPECIES DE LA REGION DE
ZAMBRANO-BOLIVAR

ANGELA MARIA VASQUEZ CORREA

Instructor Asociado

Trabajo de investigación presentado como requisito
parcial para promoción a la categoría de Profesor
Asistente.

MEDELLIN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

1993

UNAL-Medellin



6 4000 00125293 4



I 634.97

V 17

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos:

A EL LABORATORIO DE PRODUCTOS FORESTALES de la Universidad Nacional de Colombia por su apoyo técnico y logístico para la realización de la presente investigación.

A Álvaro Vallejo Rendón, Ingeniero Forestal, por su incentivo, cariño e inmensa colaboración.

A FERNANDO PEREZ MEDINA, Laboratorista, por su gentil colaboración.

A mis compañeros de trabajo por su constante apoyo y confianza.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION DE LITERATURA	3
2.1	FAMILIA BIGNONIACEAE	3
2.1.1	Género Tabebuia	4
2.2	FAMILIA LEGUMINOSAE	5
2.2.1	Género <i>Caesalpinia</i>	6
2.2.1.1	Caesalpinia ebano	6
2.2.2	Enterolobium cyclocarpum	7
2.2.3	Género <i>Prosopis</i>	8
2.2.3.1	Prosopis juliflora	8
2.2.4	Pseudosamanea guachapele	9
2.3	FAMILIA ZYGOPHYLACEAE	10
2.3.1	Bulnesia arborea	10
3.	MATERIALES Y METODOS	13
3.1	MATERIALES	13
3.2	METODOS	14
3.2.1	Preparación de muestras y microtécnica	14
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	17
4.1	Tabebuia crysophyla	17
4.1.2	Características microscópicas	18
4.1.3	Principales características de reconocimiento microscópico	19

4.2	Bulnesia arborea	23
4.2.1	Características generales y macroscópicas	23
4.2.2	Características microscópicas	24
4.3	Prosopis juliflora	28
4.3.1	Características generales y macroscópicas	28
4.3.2	Características microscópicas	29
4.3.3	Principales características de reconocimiento microscópico	30
4.4	Enterolobium cyclocarpum	32
4.4.1	Características generales y macroscópicas	32
4.4.2	Características microscópicas	32
4.4.3	Principales características de reconocimiento microscópico	34
4.5	Pseudosamanea guachapele	36
4.5.1	Características generales y macroscópicas	36
4.5.2	Características microscópicas	36
4.5.3	Principales características de reconocimiento microscópico	38
4.6	Caesalpinia ebano	40
4.6.1	Características generales y macroscópicas	40
4.6.2	Características microscópicas	40
4.6.3	Principales características de reconocimiento microscópico	42
	CONCLUSIONES	44
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49
	ANEXOS	51

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Tabebuia crysophyla , cortes transversal, tangencial y radial.	21
FIGURA 2.	Bulnesia arborea , cortes tranversal, tangencial y radial.	26
FIGURA 3.	Prosopis juliflora , cortes transversal, tangencial y radial.	30
FIGURA 4.	Enterolobium cyclocarpum , cortes transversal, tangencial y radial.	34
FIGURA 5.	Pseudosamanea guachapele , cortes transversal, tangencial y radial.	38
FIGURA 6.	Caesalpinia ebano , cortes transversal, tangencial y radial.	42

RESUMEN

El presente trabajo de investigación recoge información en cuanto a la descripción y caracterización anatómica de seis maderas que hacen parte de la colección existente en la xiloteca del Laboratorio de Productos Forestales de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, colectadas en el Municipio de Zambrano, Departamento de Bolívar, entre aquellas más representativas e importantes por su valor comercial y resistencia de sus maderas, con el objeto de que dicha información haga parte de la base de datos que sobre dicho tema ya existe. Es de anotar, que la recolección de muestras de madera estuvo acompañada de la correspondiente toma de muestras botánicas, garantizando con ello la identificación correcta de los individuos.

Las especies estudiadas fueron: **Tabebuia crysophyla**, **Bulnesia arborea**, **Prosopis juliflora**, **Enterolobium cyclocarpum**, **Pseudosamanea guachapele** y **Caesalpinia ebano**, encontrando elementos diagnósticos importantes para las

seis especies como es el caso de los radios homogéneos y las platinas de perforación simples, que muestran un elevado nivel evolutivo en las mismas. También se encontraron como rasgos sobresalientes la estratificación de los radios, que caracteriza a la familia **Bignoniaceae** y a la mayoría de sus géneros y las punteaduras intervasculares revestidas como un carácter de presentación de la familia **Leguminosaceae**.

Así mismo, cabe anotar que en las seis maderas estudiadas se encontró la presencia de cristales (aciculares y prismáticos) acumulados en diferentes elementos del xilema y que constituyen depósitos de productos inorgánicos de excreción, principalmente de oxalatos cálcicos, que presumiblemente se forman de manera abundante en zonas con precipitaciones bajas por la falta de un lavado extenso que eleva la basicidad del suelo, encontrando en dichos perfiles acúmulos de carbonatos cálcicos que son tomados y almacenados en el xilema de las plantas. Por último, con base en su información anatómica, contenidos celulares y valores de densidad seca al aire (CH entre 12-14%) y anhídrica (CH de 0%) fue posible concluir que se trata de seis maderas con un alto potencial de utilización incluso en condiciones extremas, pudiendo también presentar dificultades en su procesamiento.

1. INTRODUCCION

Existen muchas especies maderables que fueron comercializadas ampliamente a principios de este siglo como maderas con un alto valor comercial, es el caso del orejero "**Enterolobium cyclocarpum**" importante en la producción de chapa para la elaboración de muebles de alta calidad, otras en cambio, alcanzaron alta relevancia por su gran resistencia a las difíciles condiciones de utilización, por ejemplo, en partes de embarcaciones marinas y traviesas para ferrocarril, entre las que se encuentran el ébano "**Caesalpinia ebano**", el campano "**Pseudosamanea guachapele**" y el guayacán de bola "**Bulnesia arborea**". En la actualidad el comercio de dichas maderas es restringido, entre otras razones por que algunas presentan una alta densidad que dificulta su aserrado y hace que hasta se las utilice como fuente de energía en algunas regiones con tal de evitar dicho procesamiento industrial.

Con el ánimo de conocer un poco más la flora del Municipio de Zambrano, en el Departamento de Bolívar y de realizar un muestreo de especies maderables valiosas en la zona, se

colectaron seis de ellas: trupillo (**Prosopis juliflora**), guayacán de bola (**Bulnesia arborea**), orejero (**Enterolobium cyclocarpum**), campano (**Pseudosamanea guachapele**), cañaguate (**Tabebuia crysophyla**) y ebano (**Caesalpinia ebano**), dicha actividad unida a la caracterización anatómica y recolección del correspondiente material botánico, hace parte de un trabajo continuado que pretende mejorar la colección e información sobre maderas colombianas existentes en la Xiloteca del Laboratorio de Productos Forestales "Héctor Anaya López" de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

Dicha caracterización y descripción anatómica no debe entenderse como un trabajo rutinario, sino como una recopilación de información de gran valor, que involucra un conocimiento más profundo de nuestros recursos en cuanto a su constitución y a su potencial de utilización, que permitirá en un futuro cercano la realización de esfuerzos para garantizar su permanencia con miras a un aprovechamiento sostenido y consciente.

2. REVISION DE LITERATURA

Dicha revisión se realizó tratando de condensar la mayor información posible con respecto a las respectivas familias, géneros y aún especies, aunque éstas presentaran una procedencia diferente.

2.1 FAMILIA BIGNONIACEAE

Según Record y Hess, 1949 a la fecha esta familia se encontro comprendida por más de 100 géneros y varios cientos de especies con distribución general en los trópicos y cuyas maderas exhiben un amplio rango de variación en apariencia y propiedades. El mismo autor, especifica sus principales características de reconocimiento anatómico, así:

Anillos de crecimiento usualmente presentes; porosidad difusa; poros de medios a diminutos, comúnmente solitarios; platina de perforación exclusivamente simple; tilosis común; radios generalmente con 1 a 2 células de ancho, variando de homogéneos a heterogéneos entre sus géneros; parénquima escaso a muy abundante, principalmente paratraqueal, sin presencia de

cristales; estratificación de todos los elementos de regular a irregular y presente en varios de sus géneros; sin conductos gomíferos.

2.1.1 Género **Tabebuia**. Kribs, 1968 realiza una descripción general que agrupa varias especies, entre ellas están **Tabebuia serratifolia**, **T. heterotricha**, **T. chrysotricha**, **T. rufescens** y **T. guayacan**; las cuales, explica, se caracterizan anatómicamente por:

Anillos de crecimiento presentes pero frecuentemente indistintos; vasos visibles sin lente debido a la presencia de depósitos amarillos, solitarios o múltiples radiales de 2 a 3, con diámetro tangencial de 85 a 178 μm ; platinas de perforación simples; punteaduras intervasculares alternas; parénquima apotraqueal terminal en líneas finas y regularmente espaciadas o paratraqueal aliforme con alas cortas y confluyente conectando 2 a 3 poros; radios visibles solo con lente, homogéneos, con 1 a 3 células de ancho, principalmente biseriados y con contenidos rojizos; estratificación presente y regular de todos los elementos.

El mismo autor, reporta los siguientes usos: construcciones marinas, uso en exteriores, construcción en general, muebles y gabinetes.

Así mismo, Nardi y Edlmann, 1992 reportan para las especies **Tabebuia cassinoides** DC y **T. obtusifolia** Bur., anillos de crecimiento diferenciados por un mayor espesor de la pared de las fibras o por una estrecha banda de parénquima marginal; vasos moderadamente numerosos, raramente aislados, principalmente en grupos de 2 a 4, de tamaño medio a pequeño (diám. tang. 50 a 170 μm , media de 110 μm); platinas de perforación simples; punteaduras intervasculares pequeñas y alternas; fibras de paredes delgadas; parénquima paratraqueal aliforme, pero principalmente confluyente y formando bandas de largo variable, algunas marginales; radios homogéneos, casi exclusivamente uniseriados y moderadamente bajos.

2.2 FAMILIA LEGUMINOSAE

Las características anatómicas más sobresalientes para esta familia son:

Elementos vasculares con platinas de perforación exclusivamente simples; radios principalmente homogéneos; abundancia de

cristales en diferentes elementos del xilema; parénquima exclusivamente paratraqueal; punteaduras intervasculares revestidas; fibras con paredes gruesas a muy gruesas.

2.2.1 Género *Caesalpinia*. Según Record y Hess, 1949 este género cuenta con numerosas especies, que se distribuyen de México a Argentina. ***Caesalpinia granadillo*** Pittier es considerada de mucho valor en los mercados de Estados Unidos y Europa y se encuentra muy estrechamente relacionada con el ***C. ebano*** (***Libidibia ebano*** (Karst) Britt & Killip) de Colombia y con ***L. corymbosa*** (Benth) de Colombia, Ecuador y Perú, conocidos localmente como ebano y granadillo respectivamente.

El mismo autor, reporta para este género los siguientes usos: construcción pesada en general, construcción marina y de puentes, traviesas para ferrocarril, postería, gabinetes e implementos para agricultura.

2.2.1.1 ***Caesalpinia ebano*** (sin. ***Libidibia ebano*** Karst) Britton & Killip). Avila y Lozano, 1989 reportan la siguiente descripción anatómica para la especie:

Anillos de crecimiento indistintos; porosidad difusa; elementos vasculares cortos, con 24 μm de longitud promedio; vasos solitarios y múltiples radiales de 2, con abundantes inclusiones amarillas y marrones y diámetro tangencial promedio de 39 μm ; platinas de perforación simples; punteaduras intervasculares revestidas y alternas; parénquima visible sin aumento y de los tipos paratraqueal aliforme, aliforme confluyente y en líneas marginales, con abundantes cristales; radios principalmente triseriados y homogéneos, estratificados al igual que el parénquima axial

Se ha reportado para la especie una densidad seca al aire de 1.25 gr/cc.

2.2.2 **Enterolobium cyclocarpum** (Jacq) Gris. Kribs, 1968 reporta los nombres vulgares de anjero, campano, dormilon, piñon, carito y orejero para la especie en Colombia. Record y Hess, 1949 anota que su distribución va desde América Central hasta el norte de Sur América, la India Occidental y México, donde también se le conoce comúnmente como guanacaste, agregando, que su madera fue introducida al mercado norteamericano a principios de siglo donde se le consideraba excelente para la elaboración de paneles y construcciones

interiores y que se han encontrado reportes de densidad seca al aire entre 0.35 y 0.56 gr/cc.

Kribs, 1968 y Londoño, 1967 reportan las características anatómicas más notorias para la especie, así:

Anillos de crecimiento fácilmente diferenciables, indicados por zonas fibrosas o finas líneas de parénquima terminal; porosidad difusa o con disposición diagonal; elementos vasculares cortos (0.1 a 0.3 mm); poros predominantemente solitarios y ocasionalmente múltiples radiales de 2 a 4, con algunas obstrucciones oscuras, diámetro tangencial de 100 a 225 μm ; platinas de perforación simples; punteaduras intervasculares revestidas y alternas; parénquima muy notorio a simple vista y muy abundante, paratraqueal, vasicéntrico ancho, aliforme de alas cortas, confluyente diagonal, confluyente aliforme y marginal en líneas finas; radios generalmente de 2 a 3 células de ancho y uniseriados, moderadamente numerosos, muy indistintos, homogéneos, con contenidos gomosos y hasta de 20 células de altura; estratificación ausente; conductos gomíferos ausentes.

Los mismos autores reportan para la especie usos como mueblería fina, gabinetes y acabados interiores.

2.2.3 Género **Prosopis**. Según Record y Hess, 1949 este constituye un género muy amplio, con cerca de treinta especies confirmadas, que en América se distribuyen desde la Patagonia hasta el sureste de los Estados Unidos.

2.2.3.1 **Prosopis juliflora**. Avila y Lozano, 1989 reportan para esta especie las siguientes características de reconocimiento anatómico:

Anillos de crecimiento indicados por líneas de parénquima terminal; porosidad difusa; elementos vasculares cortos (0.12 a 0.35 mm); poros moderadamente numerosos, solitarios o agrupados radialmente de 2 a 4, con contenidos gomosos; platinas de perforación simples; punteaduras intervasculares alternas y revestidas; parénquima visible a simple vista, paratraqueal vasicéntrico, aliforme, confluyente y en bandas tangenciales y apotraqueal difuso, con inclusiones cristalíferas; radios de 2 a 4 células de ancho, homogéneos, con contenidos gomosos; estratificación y conductos gomíferos ausentes.

Kribs, 1968 reporta una densidad seca al aire de 0.98 gr/cc y los siguientes usos: muebles, acabados interiores, durmientes, marcos para puertas y ventanas y postería.

2.2.4 **Pseudosamanea guachapele** (H.B.K.) Harms. Record y Hess, 1949 mencionan que dicha especie ocurre desde Guatemala hasta el Ecuador.

Kribs, 1968 destaca que en Colombia se le conoce como tabaca, guamarillo, campano y cedro amarillo, además de las siguientes características de reconocimiento anatómico:

Anillos de crecimiento indistintos; vasos distintos sin lente en el corte transversal; porosidad difusa; vasos solitarios y en grupos radiales de 2 a 4, con contenidos gomosos de color café; punteaduras intervasculares alternas; fibras libriformes; parénquima vasicéntrico ancho, aliforme con alas cortas y confluyente conectando unos pocos poros, lúmenes con cristales en cadena; radios no visibles sin lente, uniseriados homogéneos, ocasionalmente biseriados en el centro; estratificación y conductos gomíferos ausentes.

Kribs, 1968 también menciona los usos que ha tenido su madera, así: construcción de barcos, uso en exteriores, pisos, chapa, recubrimientos y construcción en general.

2.3 FAMILIA ZYGOPHYLACEAE

Según Record y Hess, 1949 para esta fecha la familia comprende cerca de 25 géneros y 200 especies de hierbas, arbustos y pocos árboles que crecen usualmente en regiones áridas y costeras de ambos hemisferios. Los principales géneros en el nuevo mundo están representados por **Guaiacum**, **Bulnesia**, **Porlieria** y **Larrea**

2.3.1 **Bulnesia arborea**. Record y Hess, 1949 anotan que se han reportado ocho especies de este género en Suramérica, entre las que se encuentra como productora de madera el **Bulnesia arborea** (Jacq) Engl. que ocurre frecuentemente en zonas costeras de Colombia y Venezuela entre Puerto Cabello y el Lago de Maracaibo. También aclara que en el primero de estos países se le conoce como guayacán, guayacán resino, guayacán de bola y palo sano y que sus usos más importantes han sido la fabricación de pisos y de collares de turbinas acuáticas.

Así mismo, Avila y Lozano, 1989 reportan para la especie las siguientes características de identificación anatómica:

Anillos de crecimiento visibles con aumento de 10x, indicados por una mayor concentración de poros dispuestos en bandas tangenciales, originando una porosidad semicircular, aunque Nardi y Edlmann, 1992 reportan anillos de crecimiento indistintos para la misma especie. Avila y Lozano, 1989 continúan mencionando que sus poros se presentan solitarios o en grupos de 2 a 3, con un diámetro tangencial de 24 a 72 μm , dispuestos en hileras radiales y oblicuas con contenidos verde-amarillentos; elementos vasculares cortos de 0.08 a 0.19 mm; platinas de perforación simples; punteaduras intervasculares de alternas a opuestas, revestidas; parénquima paratraqueal unilateral, terminal, vasicéntrico y apotraqueal difuso; con series parenquimáticas cristalíferas frecuentes; fibras libriformes con pared delgada; radios homogéneos, principalmente biseriados y muy bajos; estratificación regular del parénquima y los radios; conductos gomíferos ausentes.

3. MATERIALES Y METODOS

Las especies estudiadas provienen del municipio de Zambrano, departamento de Bolívar, ubicado en la costa atlántica colombiana, con latitud 9°45'N y longitud 74°55'W. El clima de la región es típicamente tropical, con influencia de vientos alisios que predominan durante los meses de Enero, Febrero y Marzo, definiendo variaciones en temperatura, humedad relativa y precipitación (IGAC, 1975), citado por Zapata, 1991 el cual, también menciona que la zona presenta una precipitación promedia anual de aproximadamente 1000 mm y una temperatura media mensual bastante uniforme a través del año, con un promedio anual de aproximadamente 28°C.

3.1 MATERIALES

Para el montaje, descripción y medición de elementos anatómicos de las diferentes maderas se utilizó lo siguiente: microscopios, micrótomo, fogón, estufa, alcohol al 50%, 75% y 96%, etanol absoluto, tolueno, bálsamo de Canadá, ácido acético

glacial, peróxido de hidrógeno, porta y cubre objetos, bisturí, safranina, cámara y películas fotográficas, lupa con aumento de 10x y rótulos.

3.2 METODOS

Las seis especies fueron seleccionadas entre aquellas más representativas en la región de Zambrano, departamento de Bolívar. Se eligieron en lo posible cinco individuos por cada especie y de estos se colectaron las muestras dendrológicas y de madera necesarias para su identificación dendrológica y su descripción anatómica.

El material dendrológico fue donado al herbario del Departamento de Ciencias Forestales, adscrito a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y el anatómico ingreso a la Xiloteca del Laboratorio de Anatomía de la Madera de la misma facultad.

3.2.1 Preparación de muestras y microtécnica. La descripción anatómica se realizó a nivel macro (simple vista o con aumento de 10x) y a nivel micro en placas de tejidos permanentes y aumentos de 40x y 100x.

De cada uno de los cinco árboles disponibles por especie se obtuvieron probetas de 2x2x2 cc, que se orientaron en los tres planos: transversal, tangencial y radial. Luego, cada una de estas pequeñas muestras se sometió a una fase de ablandamiento en agua hirviendo, alta temperatura y algunas de ellas en ácido, para conseguir más tarde, con el micrótomo de guías cortes anatómicos en los tres planos y con un espesor que varió entre 18 y 26 μm .

Se montaron placas permanentes y cinco placas de material macerado de cada tipo de madera, éstas últimas, con el objeto de medir la longitud de las fibras y elementos vasculares, además, de observar la forma de estos últimos y verificar la presencia o no de traqueidas vasculares y vasicéntricas en cada una de las especies.

La metodología para el montaje de las placas permanentes fue la siguiente: selección y perfilado de los cortes; tinción con safranina al 1% en alcohol al 50% por 10 a 15 minutos; deshidratación en alcohol al 75%, 96% y etanol absoluto durante diez minutos en cada uno; fijación del colorante en tolueno absoluto por diez minutos y finalmente, fijación de placas permanentes con bálsamo de Canadá.

Para la preparación de material macerado se procedió así: inmersión de astillas de las diferentes maderas en una solución de ácido acético glacial y peróxido de hidrógeno de 30 volúmenes en una proporción de 1:1, durante cinco días y a una temperatura de 60°C; lavado con agua destilada y coloración con safranina.

La descripción y medición de los diferentes elementos anatómicos fue realizada con base en los criterios establecidos por la Asociación Internacional de Anatomistas de la madera (IAWA, 1989) y las Normas de procedimientos em estudos de Anatomia de madeira. L.P.F. Brasília, 1991.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 *Tabebuia crysophyla*

Familia, Bignoniaceae; nombre vulgar, cañaguata

4.1.1 Características generales y macroscópicas. Transición albura-duramen indistinta; color beige pálido amarillento (HUE 2.5Y 8/6); sabor y olor indistintos; grano recto; textura media; veteado definido por líneas vasculares; brillo moderado.

Parénquima axial visible a simple vista, paratraqueal vasicéntrico; radios visibles con aumento de 10x, bajos, abundantes, estratificados, muy poco contrastados en el plano radial; poros visibles solo con aumento de 10x, pequeños, moderadamente numerosos, con distribución difusa; anillos de crecimiento indistintos.

Densidad seca al aire de 0.72 gr/cc y anhidra de 0.67 gr/cc.

4.1.2 Características microscópicas. Anillos de crecimiento distintos y definidos por un mayor espesamiento de las fibras y algunas veces por alineamiento de los vasos y angostas fajas de parénquima terminal.

Porosidad difusa, algunas veces mostrando una orientación radial o diagonal; vasos solitarios y múltiples de 2 a 3 y también agrupados; contorno circular; platina de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas, poligonales e incluídas con la abertura interna orientada horizontalmente, pequeñas (de 4 a 7 μm , media 6.2 μm); punteaduras radio vasculares iguales en forma y tamaño a las intervasculares; vasos pequeños (diám.tang. entre 50 y 100 μm , media 96.9 μm), poco abundantes (entre 5 a 20 vasos/ mm^2 , media 15.8 vasos/ mm^2); elementos vasculares cortos (log. 350 μm , media 215.8 μm) con presencia de apéndices cortos en solo uno de sus extremos; sin contenidos.

Fibras con punteaduras simples o muy poco bordeadas presentes en las paredes radiales y tangenciales, con paredes de muy delgadas a medias y muy cortas (long. \leq 900 μm , media 670 μm).

Parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, vasicéntrico escaso y en bandas marginales a semimarginales, septado con 1 a 2 septas por célula.

Radios con 1 a 3 células de ancho, altura inferior a un milímetro, principalmente homogéneos, algunos pocos heterogéneos con algunas células erectas marginales, estratificación irregular, abundantes (más de 12 radios/mm).

Inclusiones cristalíferas en forma de acículas muy abundantes en células radiales procumbentes.

4.1.3 Principales características de reconocimiento microscópico. Punteaduras intervasculares con abertura interna orientada horizontalmente; vasos poco numerosos, sin contenidos; parénquima axial de células septadas, 1 a 2 septas por célula; radios principalmente homogéneos, con estratificación irregular; inclusiones cristalíferas en forma de acículas muy abundantes en células radiales procumbentes.

La presente descripción confirma la estratificación de los radios como un rasgo anatómico que caracteriza tanto a los

géneros como a la familia, lo que la convierte en un elemento diagnóstico importante.

Se coincide con Nardi y Edlmann, 1992 en cuanto a la diferenciación de los anillos de crecimiento por zonas fibrosas (mayor espesor de la pared de las fibras) y por estrechas bandas de parénquima marginal. Del mismo modo, al igual que en la literatura, se encontraron radios homogéneos y bajos, con 1 a 3 células de ancho.

En el presente análisis microscópico se encontraron inclusiones cristalíferas en forma de acículas, muy abundantes en células radiales procumbentes, que según Cutter, 1986 consisten en compuestos de calcio que constituyen depósitos de productos inorgánicos de excreción originados en las vacuolas y de los que existen muchas formas diferentes, entre ellas, los rafídios o acículas con forma de agujas que se presentan en conjuntos de haces y están constituidos por oxalato de calcio. El mismo autor afirma que dichos cristales pueden ser más comunmente encontrados en las células parenquimáticas o estar restringidos a las células de una región en particular, distribución que resulta muy interesante y que en su opinión merece futuras investigaciones puesto que en el presente sus causas no se

conocen; también afirma que los cristales pueden tener una estructura interna compleja y valor taxonómico.

La presencia de dichos cristales en el parénquima radial puede explicarse a través de las afirmaciones de Buckman y Brady, 1965 quienes sostienen que en zonas con precipitaciones bajas (la precipitación promedio anual reportada para la zona es de 1000 mm. Ver numeral 3.) la falta de un lavado extenso eleva la basicidad del suelo, encontrando en estos perfiles acumulación de carbonatos cálcicos, a partir de lo cual, es posible concluir que al ser tomados por las plantas pasen luego a convertirse en sustancias de desecho y a ser acumuladas en sus células de parénquima, que cumplen principalmente dicha función.

Ver figura 1.

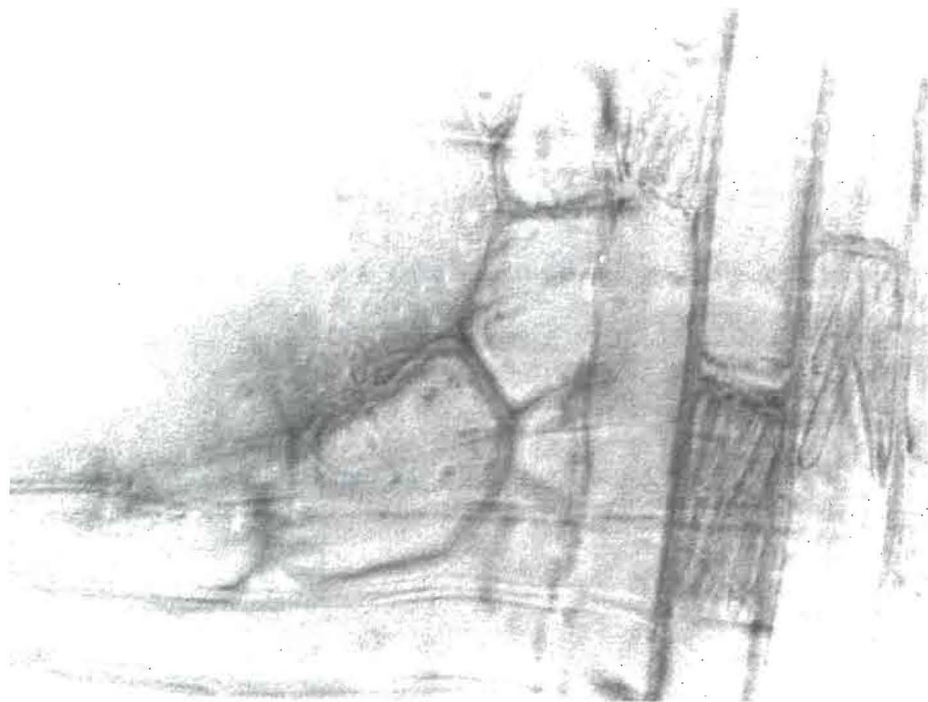
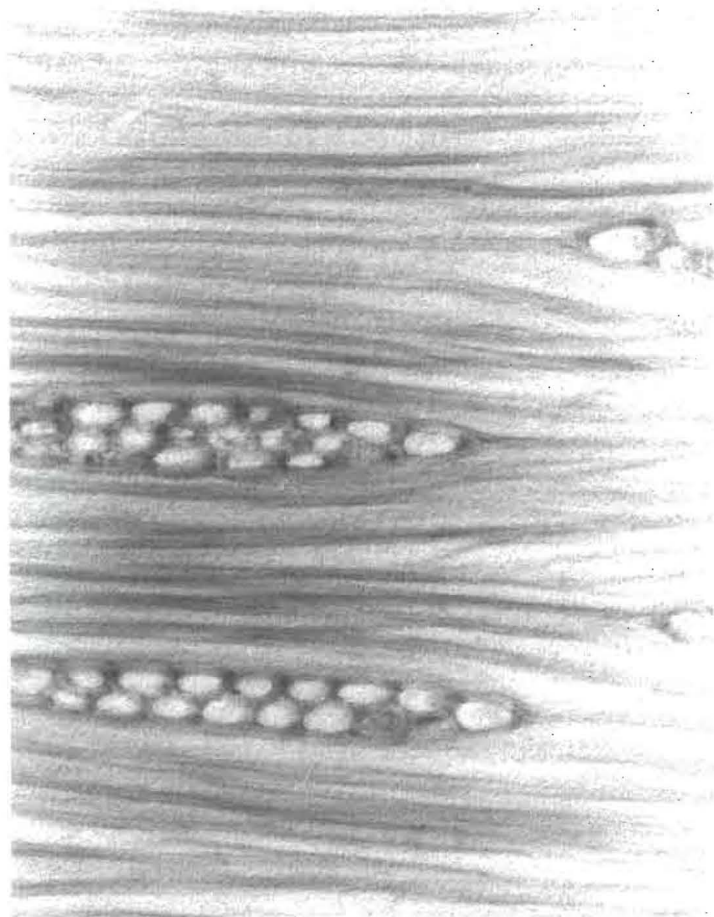
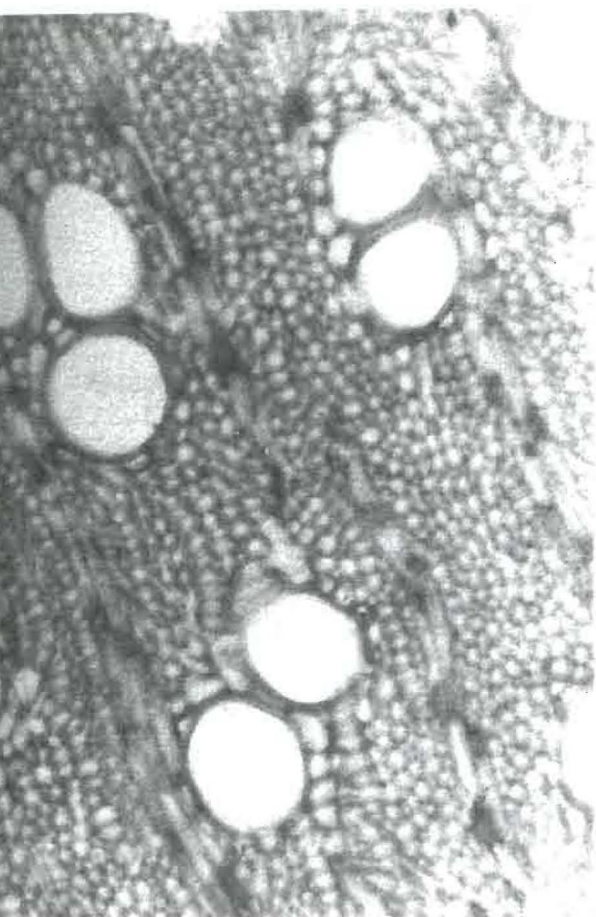


Figura 1. *Tabebuia crysophylla*, cortes transversal, Tangencial y radial. Aumento 50X, 100X, 200 X

4.2 *Bulnesia arborea*

Familia, Zygophyllacea; nombre vulgar, guayacán de bola

4.2.1 Características generales y macroscópicas. Transición albura-duramen abrupta y completamente diferenciada; color de la albura, amarillo verdoso pálido (HUE 2.5Y 8/6), el duramen con coloración marrón verdosa (HUE 2.5Y 6/4); olor y sabor imperceptibles; brillo moderado; grano recto; textura fina; veteado definido por líneas vasculares notorias y anillos de crecimiento conspicuos en el plano tangencial

Parénquima axial visible solo con aumento de 10x, difuso y paratraqueal confluyente; radios solo visibles con aumento de 10x, estratificado irregularmente, poco contrastados en el plano radial; porosidad difusa, vasos poco visibles a simple vista, pequeños, poco abundantes, solitarios y múltiples, con orientación radial; anillos de crecimiento indistintos.

Densidad seca al aire de 1.25 gr/cc y densidad anhidra de 1.22 gr/cc.

4.2.2 Características microscópicas. Anillos de crecimiento indistintos.

Porosidad difusa y con orientación radial, vasos solitarios y múltiples radiales de 2 a 3, contorno circular; platina de perforación simple; punteaduras intervasculares opuestas, redondeadas, pequeñas (diám.tang. entre 4 a 7 μm , media 4.1 μm); punteaduras radio vasculares iguales en forma y tamaño a las intervasculares; vasos pequeños (diám.tang. entre 50 y 100 μm , media 56.8 μm) poco abundantes (entre 5 a 20 vasos/ mm^2 , media 12.6 vasos/ mm^2), elementos vasculares cortos (long. \leq 350 μm , media 124.9 μm), sin presencia de apéndices y con contenidos gomosos.

Traqueidas vasculares presentes y abundantes; fibras sin punteaduras en sus paredes, extremadamente gruesas y muy cortas (long. \leq 900 μm , media 573.1 μm).

Parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal aliforme de alas largas y confluyente.

Radios con 1 a 3 células de ancho, altura inferior a un milímetro, homogéneos, abundantes (más de 12 radios/mm), estratificación irregular.

Presencia de cristales prismáticos en las fibras.

4.2.3 Principales características de reconocimiento microscópico. Punteaduras intervasculares opuestas; vasos pequeños, poco abundantes, con contenidos gomosos; traqueidas vasculares presentes y abundantes; fibras con paredes extremadamente gruesas; radios homogéneos, estratificados irregularmente; cristales prismáticos presentes en las fibras.

A diferencia de Avila y Lozano, 1989 en el presente trabajo se encontró una porosidad difusa con orientación radial, situación que se presenta más de acuerdo con lo reportado por Nardi y Edlmann, 1992 y sobre lo que Burger y Richter, 1991 explican que se trata de una característica anatómica susceptible de variación, que puede ser modificada por adaptaciones de la planta a las condiciones ecológicas y en lugares donde éstas últimas son bien definidas pueden causar la presencia de una porosidad en anillo; agregan además, que la porosidad de la madera considerada de manera aislada constituye un carácter de

bajo valor diagnóstico. Otra característica encontrada fue la presencia de contenidos gomosos reportados anteriormente y de cristales prismáticos en las fibras y en el parénquima axial que pueden dificultar el procesamiento industrial de la madera (Burger y Richter, 1986). Siendo también importante mencionar la presencia de abundantes traqueidas vasculares que hacen posible concluir que filogenéticamente la especie **Bulnesia arborea**, se encuentra en un estado evolutivo inferior, aunque la estratificación de sus radios se constituye por el contrario, en una característica que implica un estado más avanzado de la misma.

Ver figura 2.

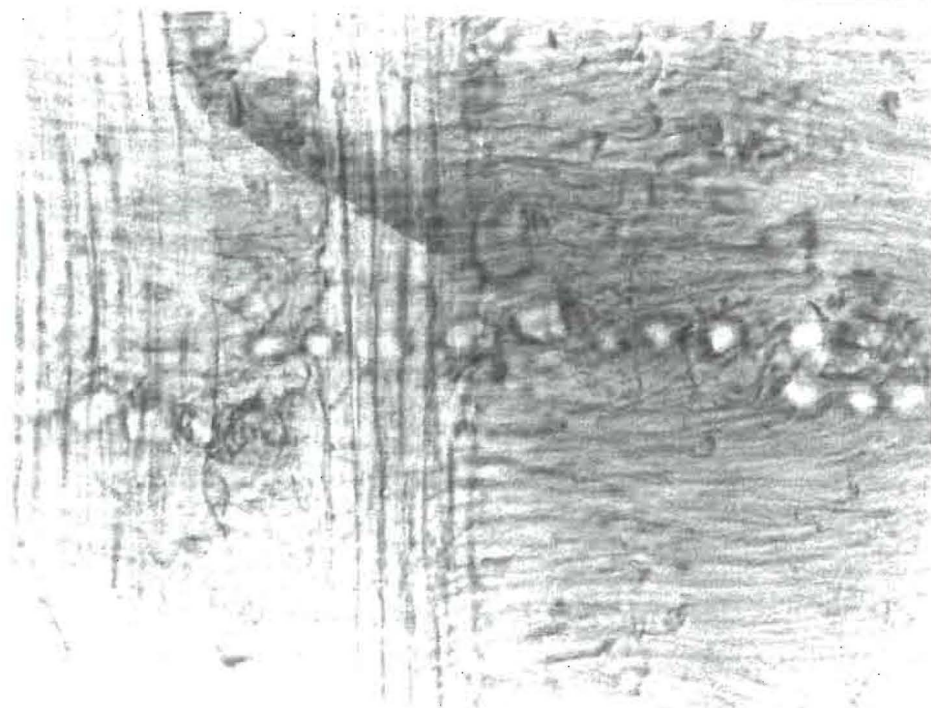
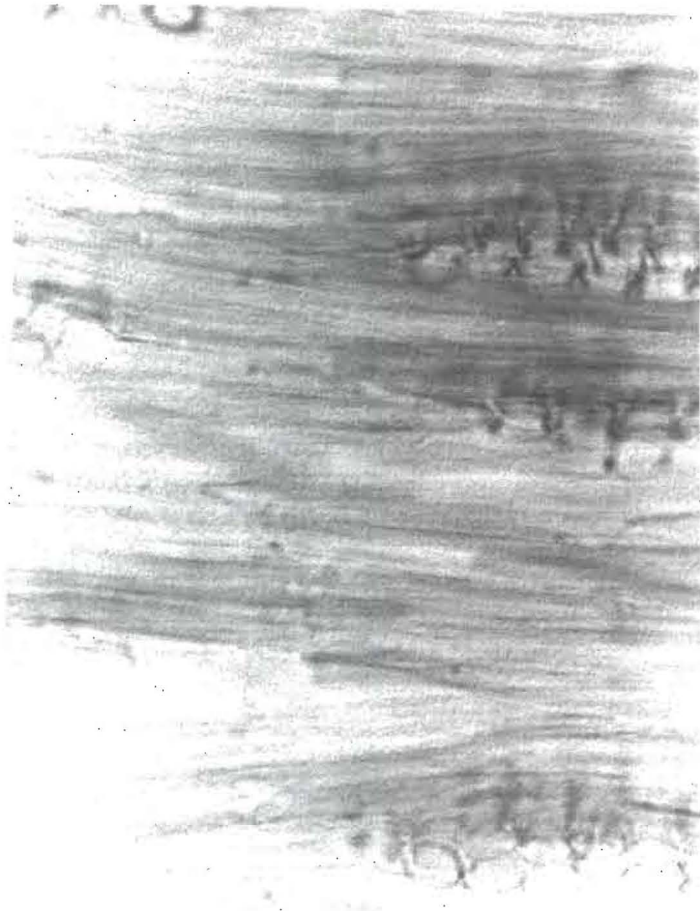
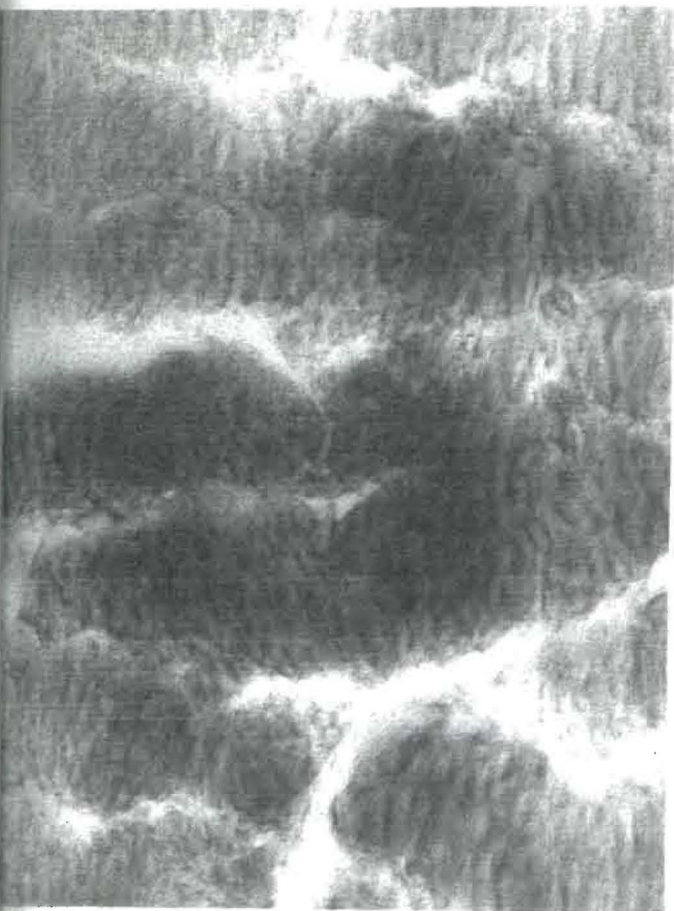


Figura 2. *Bulnesia arborea*, cortes transversal, Tangencial y radial. Aumento 50X, 100X, 200 X

4.3 *Prosopis juliflora*

Familia, Mimosaceae; nombre vulgar, trupí, trupillo

4.3.1 Características generales y macroscópicas. Transición albura-duramen abrupta y completamente diferenciada; color, albura beige amarillenta (HUE 2.5Y entre 8/4 y 8/6) duramen marrón rojizo (HUE 7.5YR 7/6); sabor y olor indistintos; grano recto; textura media; veteado definido por líneas vasculares conspicuas; brillo acentuado, con radios altamente contrastados en el corte radial.

Parénquima axial visible a simple vista, paratraqueal en bandas; radios observables sin aumento en el corte transversal, bajos, abundantes, no estratificados y muy contrastados en el corte radial; vasos visibles a simple vista, de tamaño medio, poco abundantes, con distribución difusa, contenidos gomosos, solitarios y múltiples; anillos de crecimiento diferenciados y definidos por zonas fibrosas.

Densidad seca al aire de 0.87 gr/cc y anhidra de 0.83 gr/cc.

4.3.2 Características microscópicas. Anillos de crecimiento moderadamente diferenciados y definidos por zonas fibrosas.

Porosidad difusa; vasos en cortas bandas tangenciales y con tendencia a una orientación diagonal; principalmente solitarios pero también se encuentran múltiples radiales de 2 a 4 y algunos eventualmente agrupados; punteaduras intervasculares alternas y revestidas, redondas y de tamaño medio (diám.tang. entre 7 a 10 μm , media 8.1 μm); punteaduras radio vasculares iguales en forma y tamaño a las intervasculares; vasos de tamaño medio en la sección transversal (diám.tang. entre 100 y 200 μm , media 132.3 μm), poco abundantes (entre 5 a 20 vasos/ mm^2 , media 5.6 vasos/ mm^2); elementos vasculares cortos (long \leq 350 μm , media 237 μm) con presencia o no de apéndices en uno o ambos extremos; con depósitos gomíferos.

Traqueidas vasculares presentes; fibras con punteaduras simples a muy poco bordeadas solo en la pared radial, con paredes gruesas y muy cortas (long. \leq 900 μm , media 283 μm).

Parénquima paratraqueal en bandas con más de tres células de ancho, células septadas, con una a dos septas.

Radios exclusivamente uniseriados, pero más abundantes con 1 a 4 células de ancho, altura inferior a 1 mm, homogéneos, abundantes (más de 12 radios/mm).

Inclusiones cristalíferas prismáticas presentes en las fibras.

4.3.3 Principales características de reconocimiento microscópico. Vasos principalmente solitarios; punteaduras intervasculares revestidas; con contenidos gomíferos; traqueidas vasculares presentes; parénquima de células septadas, con 1 a 2 septas por célula; radios principalmente con 1 a 4 células de ancho y algunos pocos exclusivamente uniseriados, homogéneos; cristales prismáticos en las fibras.

El presente estudio mostró la presencia de depósitos gomíferos en los vasos, de traqueidas vasculares y de igual manera que en la literatura consultada, de radios homogéneos e inclusiones cristalíferas en las fibras.

Ver figura 3.

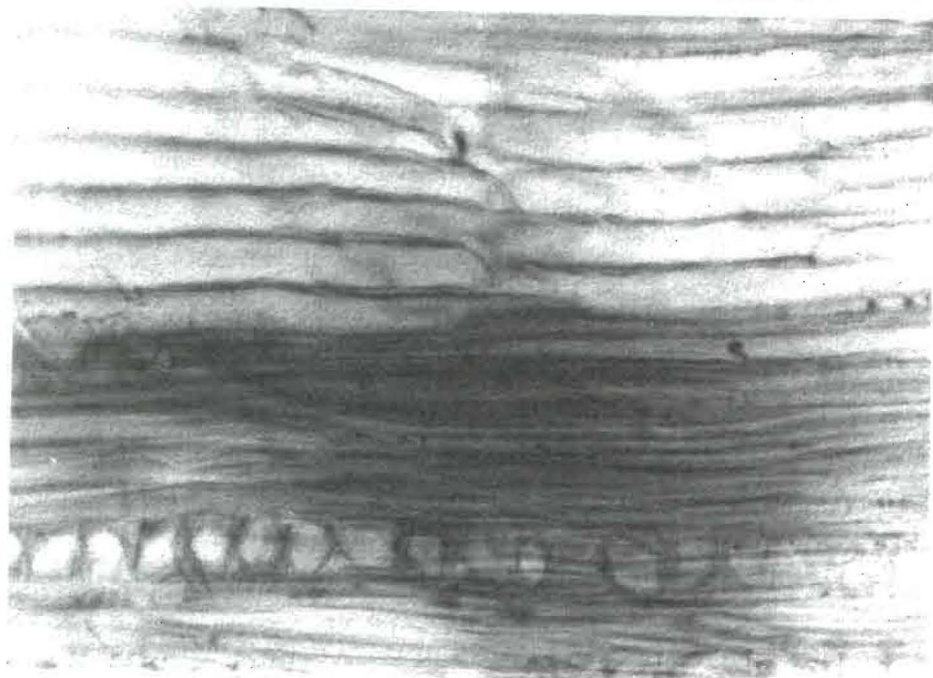
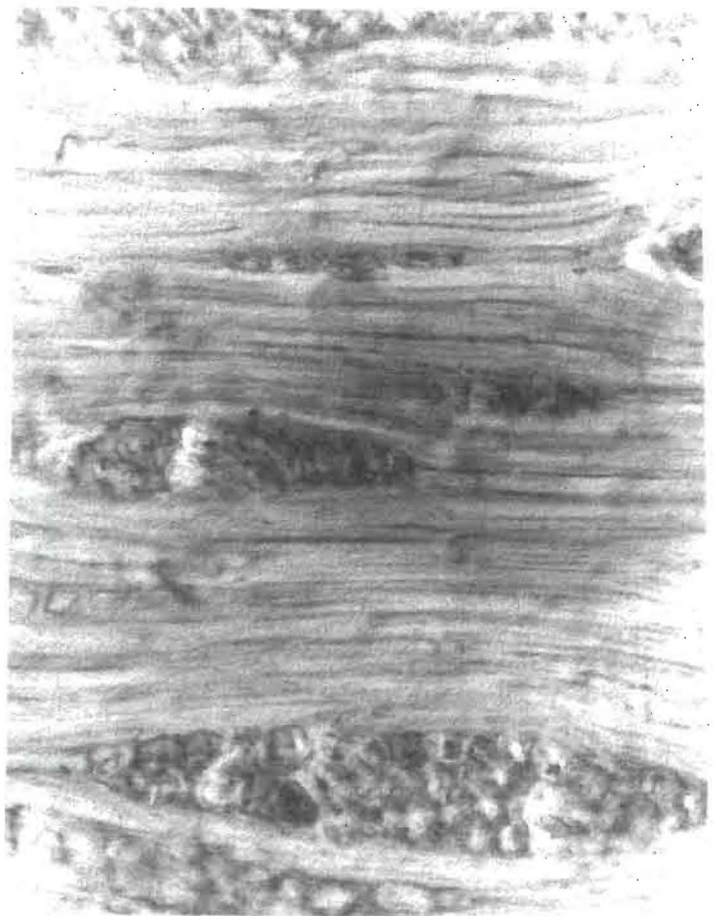


Figura 3. *Prosopis juliflora*, cortes transversal, Tangencial y radial. Aumento 50X, 100X, 200 X

4.4 *Enterolobium cyclocarpum*

Familia, Mimosaceae; nombre vulgar, carito, orejero

4.4.1 Características generales y macroscópicas. Transición albura-duramen moderada y normalmente diferenciada; color, albura beige pálida (HUE 2.5Y 8/4) duramen marrón oscuro (HUE 7.5YR 5/4) presentando en toda su superficie decoloración por hongos en bandas continuas; sabor y olor indistintos; grano entrecruzado; textura media; veteado definido por líneas vasculares notorias; brillo acentuado, con amplio contraste de los radios en el corte radial.

Parénquima axial indistinto hasta con aumento de 10x; radios visibles con aumento de 10x en el plano radial, no estratificados; vasos visibles a simple vista y de tamaño medio, escasos, de distribución difusa, solitarios, sin contenidos; anillos de crecimiento solo medianamente diferenciables y definidos por zonas fibrosas.

Densidad seca al aire de 0.5 gr/cc y anhidra de 0.47 gr/cc.

4.4.2 Características microscópicas. Anillos de crecimiento distintos y definidos por un mayor espesamiento de las fibras y por una banda tenue de parénquima terminal que puede estar o no presente.

Porosidad difusa; vasos con orientación radial; principalmente solitarios, radiales y en grupos de 2 a 4 y algunos pocos en grupos de más de cuatro, con contorno circular; punteaduras intervasculares alternas, revestidas y poligonales, de tamaño medio (diam.tang.de 7 a 10 μm , media 8.9 μm); punteaduras radio vasculares iguales en forma y tamaño a las intervasculares; vasos de tamaño medio (diam.tang.entre 100 y 200 μm , media 180.7 μm), escasos (≤ 5 vasos/ mm^2 , media 3.3 vasos/ mm^2); elementos vasculares cortos (long. ≤ 350 μm , media 320.5 μm) con presencia de apéndices en solo un extremo e inclusiones gomíferas marrón oscuras.

Fibras con punteaduras notoriamente bordeadas solo en la pared radial, con paredes delgadas y muy cortas (long. ≤ 900 μm , media 813.6 μm).

Parénquima paratraqueal vasicéntrico, aliforme de alas cortas y algunas veces confluyente, uniendo dos a tres vasos, en bandas con tres o menos células de ancho y bandas marginales o semimarginales; células septadas, con una a tres septas por célula.

Radios principalmente uniseriados y biseriados en parte, algunos pocos biseriados por completo, altura inferior a un milímetro, homogéneos, abundantes (con más de 12 radios/mm).

Presencia de cristales prismáticos en cadena en las fibras.

4.4.3 Principales características de reconocimiento microscópico. Vasos principalmente solitarios, escasos, con gomas marrón oscuras; punteaduras intervasculares revestidas; parénquima de células septadas, con 1 a 3 septas por célula; radios principalmente uniseriados y biseriados en parte, homogéneos; series de cristales prismáticos en las fibras.

La descripción realizada corresponde, en terminos generales, a la reportada por Kribs, 1968 y Londoño, 1967 a excepción de los cristales prismáticos encontrados en las fibras.

Ver figura 4.

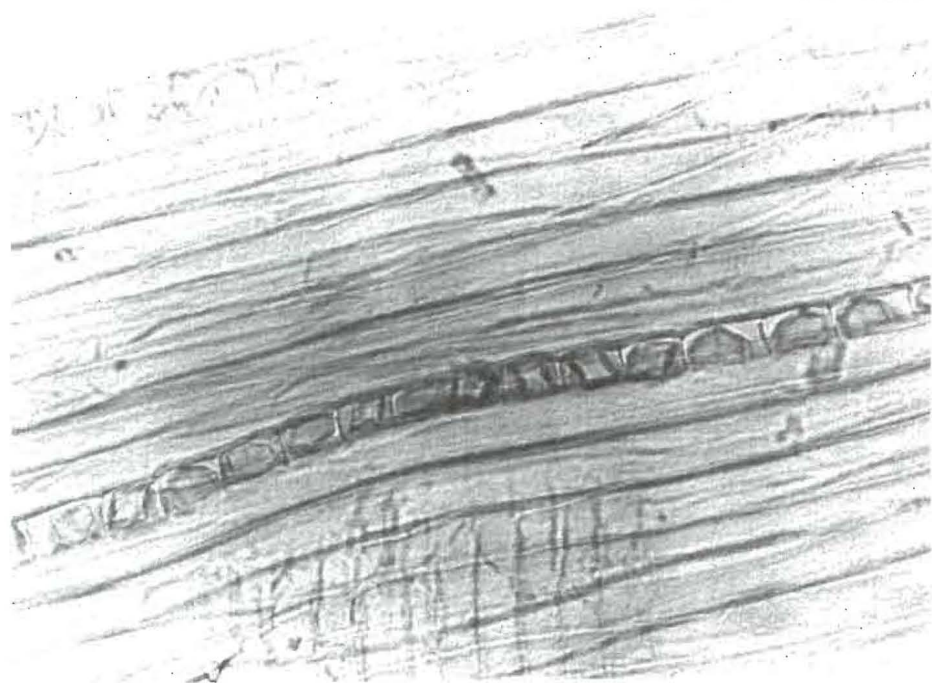
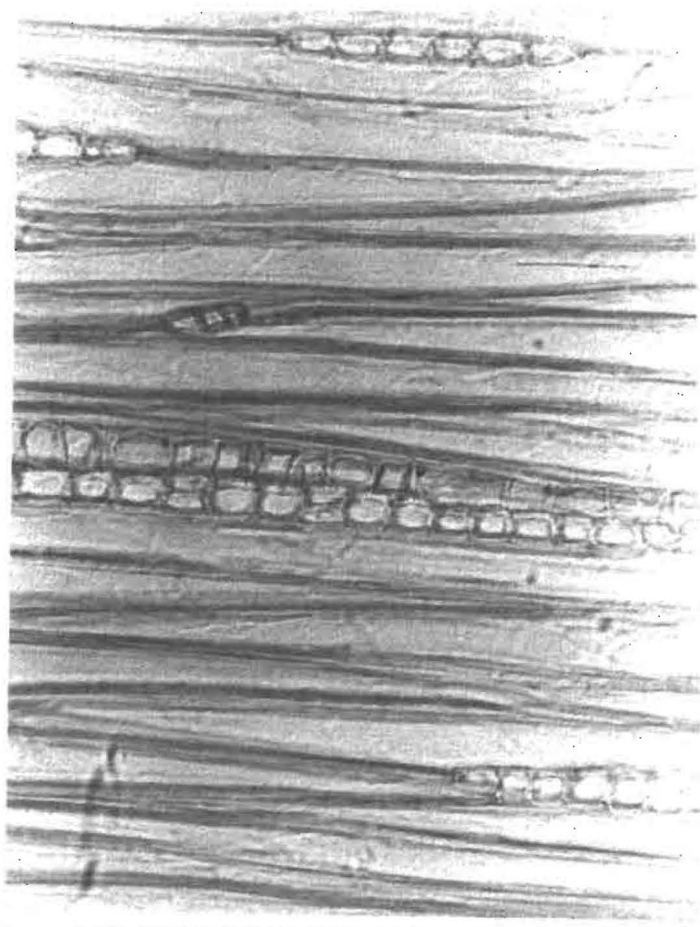
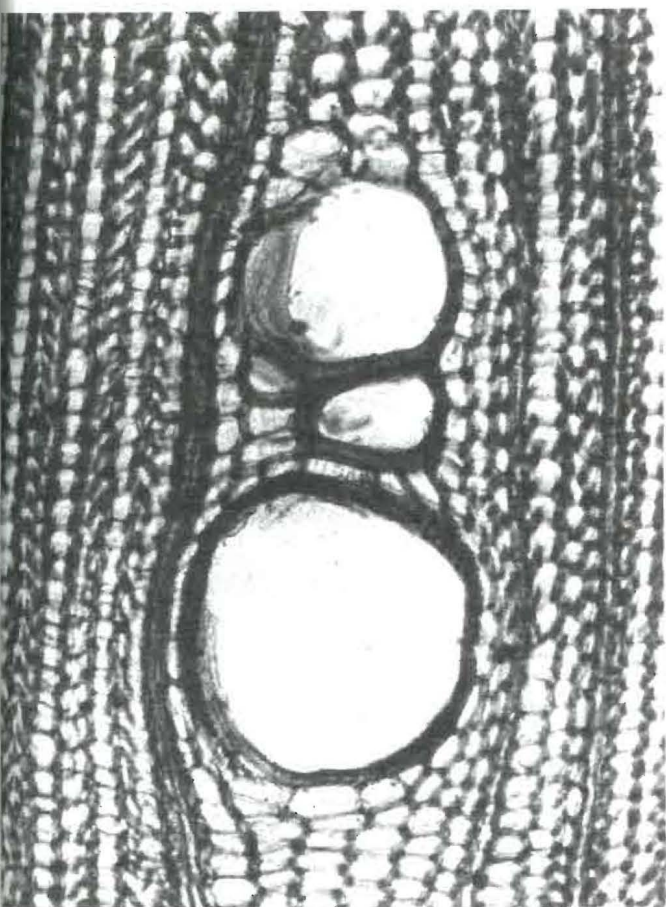


Figura 4. *Enterolobium cyclocarpum*, cortes transversal, Tangencial y radial. Aumento 50X, 100X, 200 X

4.5 Pseudosamanea guachapele

Familia, Mimosaceae; nombre vulgar, campano

4.5.1 Características generales y macroscópicas. Transición albura-duramen poco distinta; color, albura beige pálida (HUE 2.5Y 8/4) duramen beige oscuro (HUE 7.5 YR 7/4); sabor y olor indistintos; grano recto; textura media; veteado definido por líneas vasculares muy conspicuas; brillo moderado.

Parénquima axial visible a simple vista, paratraqueal vasicéntrico; radios visibles solo con aumento de 10x en los tres cortes, bajos, numerosos, no estratificados; vasos visibles a simple vista, de tamaño medio, escasos, con distribución difusa y gomas marrón oscuras, anillos de crecimiento moderadamente distintos y definidos por zonas fibrosas.

Densidad seca al aire de 0.6 gr/cc y anhidra de 0.52 gr/cc.

4.5.2 Características microscópicas. Anillos de crecimiento distintos y definidos por un mayor espesamiento de las fibras.

Porosidad difusa; vasos con tendencia a un arreglo diagonal, solitarios y múltiples radiales de 2 a 4, ocasionalmente en pequeños agrupamientos, con contorno circular; platina de perforación simple, de oblicua a horizontal; punteaduras intervasculares alternas y revestidas, algunas excluidas y extendidas en dirección horizontal, poligonales, de tamaño medio (diam.tang.de 7 a 10 μm , media 9.9 μm); punteaduras radio vasculares iguales en forma y tamaño a las intervasculares; vasos de tamaño medio (diam.tang. entre 100 y 200 μm , media 104.2 μm), escasos (≤ 5 vasos/ mm^2 , media 5.04 vasos/ mm^2); elementos vasculares cortos (long. ≤ 350 μm , media 243.1 μm), con presencia de apéndices en uno de sus extremos; contenidos gomosos marrón oscuros.

Fibras con punteaduras simples o muy poco bordeadas solo en la pared radial, de paredes delgadas y muy cortas (long. ≤ 900 μm , media 705.4 μm).

Parénquima apotraqueal difuso, pero principalmente paratraqueal vasicéntrico, aliforme de alas cortas y confluyente uniendo 2 a 3 vasos; células septadas, 1 a 2 septas por célula.

Radios principalmente biseriados con extremos uniseriados, algunos triseriados y muy escasamente con 4 células de ancho, también se presentan biseriados y triseriados en parte, altura inferior a 1 mm, homogéneos, abundantes.

Inclusiones cristalíferas prismáticas escasas en células radiales procumbentes y alineadas en parénquima axial septado y en fibras, además de contenidos gomosos en el parénquima radial.

4.5.3 Principales características de reconocimiento microscópico. Punteaduras intervasculares revestidas; vasos escasos, con gomas marrón oscuras; parénquima de células septadas, con 1 a 2 septas por célula; radios principalmente biseriados con extremos uniseriados, homogéneos; cristales prismáticos en series en el parénquima axial septado.

Las características reportadas no difieren mucho de las encontradas en la literatura.

Ver figura 5.

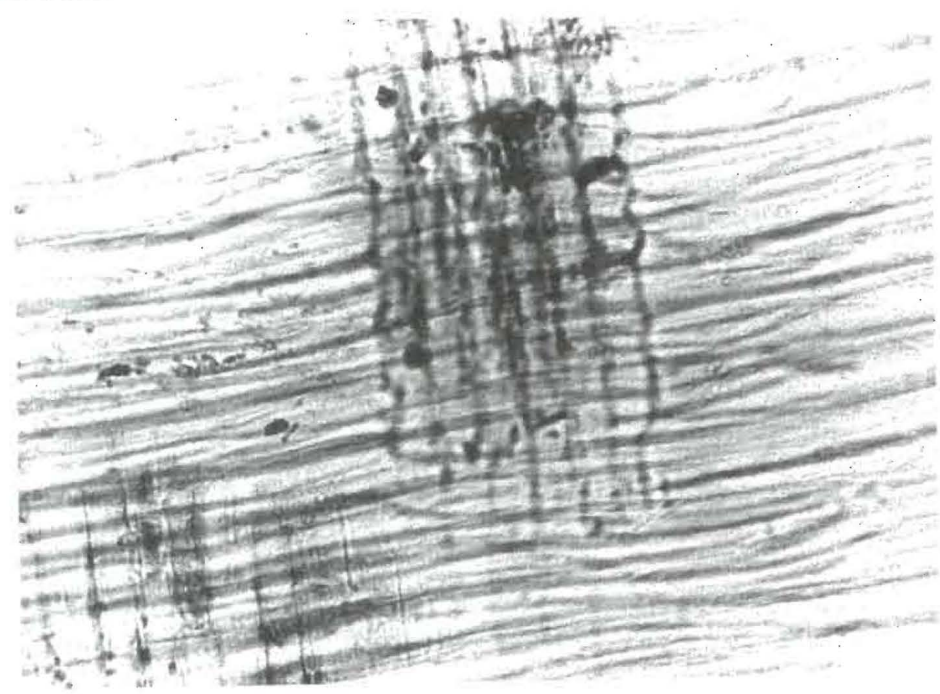
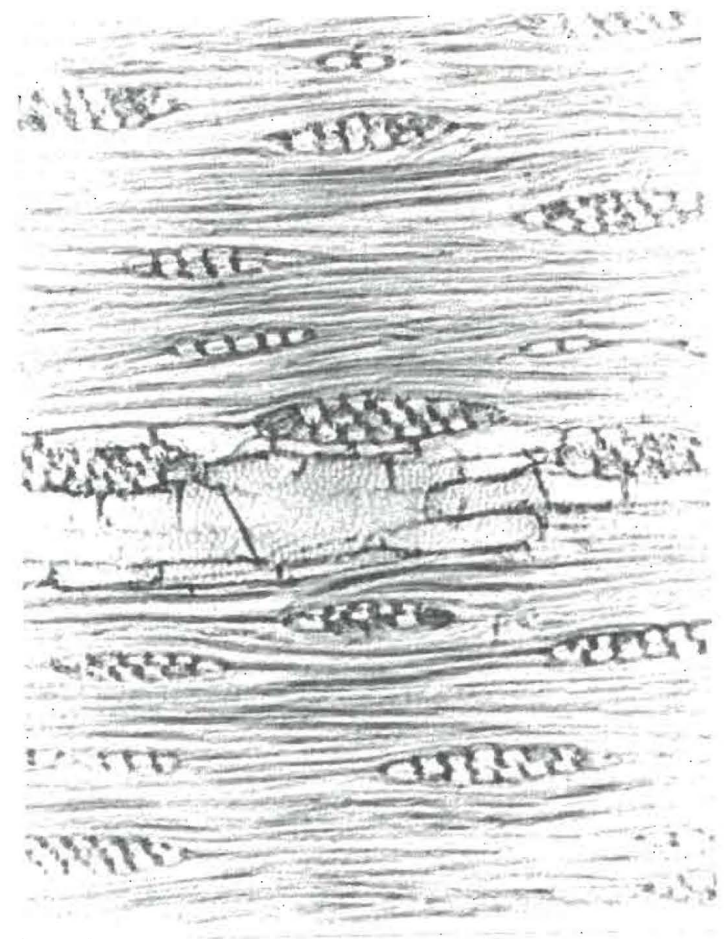
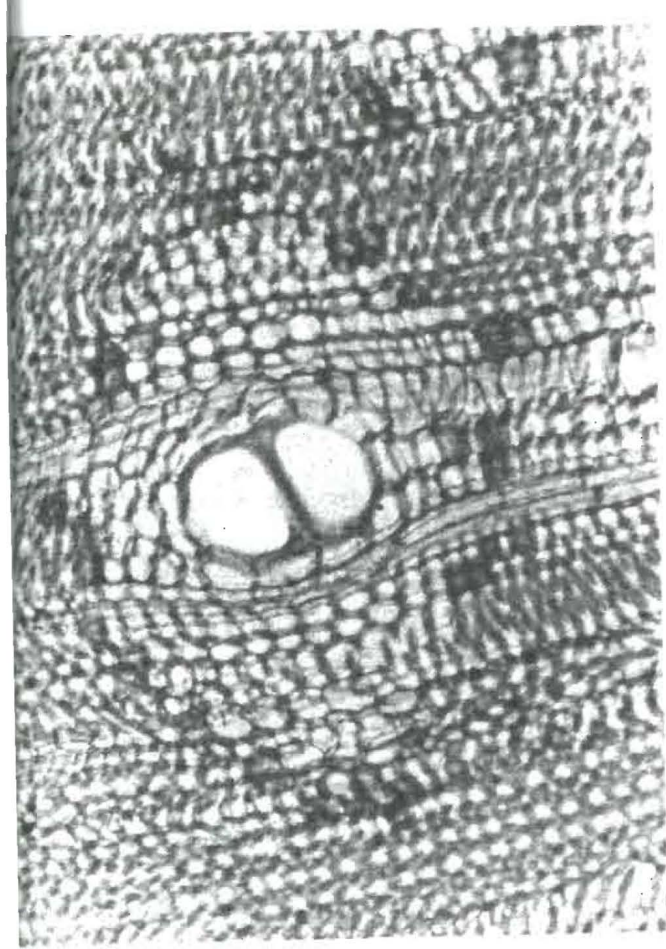


Figura 5. *Pseudosamanea guachapele*, cortes transversal, Tangencial y radial. Aumento 50X, 100X, 200 X

4.6 *Caesalpinia ebano*

Familia, *Caesalpinaceae*; nombre vulgar, ebano

4.6.1 Características generales y macroscópicas. Transición albura-duramen muy poco diferenciada; color de marrón amarillento a rojizo (HUE 7.5 YR 6/6); sabor y olor indistintos; grano recto; textura fina; veteado acentuado y definido por anillos de crecimiento; brillo moderado.

Parénquima axial visible a simple vista, paratraqueal aliforme y confluyente, también en líneas finas y continuas; radios visibles solo con aumento de 10x, bajos, numerosos, estratificados regularmente, no contrastados en el plano radial; vasos visibles a simple vista, pequeños, muy poco abundantes, con distribución difusa, solitarios y múltiples, con presencia de tósis y gomas; anillos de crecimiento indistintos.

Densidad seca al aire de 1.15 gr/cc y anhidra de 1.12 gr/cc.

4.6.2 Características microscópicas. Anillos de crecimiento no diferenciados.

Porosidad difusa; vasos principalmente en grupos de 2 a 3 y algunos pocos solitarios, con contorno circular; platina de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas, revestidas y con abertura interna extendida horizontalmente, poligonales, pequeñas (diam.tang. entre 4 a 7 μm , media 6.9 μm); punteaduras radiovasculares simples y más pequeñas que las intervasculares; vasos pequeños (diam.tang. entre 50 a 100 μm , media 98.20 μm), muy poco abundantes (de 5 a 20 vasos/ mm^2 , media 6.3 vasos/ mm^2); elementos vasculares cortos (long. \leq 350 μm , media 202.8 μm); contenidos gomosos presentes.

Fibras con engrosamientos espiralados, paredes gruesas y muy cortas (long. \leq 900 μm , media 796.6 μm).

Parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal aliforme de alas largas y confluyente, septado con 3 a 4 septas por célula.

Radios exclusivamente uniseriados, pero principalmente con 2 a 3 y hasta 4 células de ancho, homogéneos, abundantes (más de 12 radios/ mm), estratificados regularmente.

Cristales prismáticos presentes en el parénquima axial septado.

4.6.3 Principales características de reconocimiento microscópico. Vasos principalmente en grupos de 2 a 3; punteaduras intervasculares revestidas, con abertura interna extendida horizontalmente; vasos pequeños y muy poco abundantes; fibras con engrosamientos espiralados y paredes gruesas; parénquima apotraqueal difuso, de células septadas; radios exclusivamente uniseriados, homogéneos, estratificados regularmente; cristales prismáticos en el parénquima axial septado.

Las características encontradas se mostraron muy similares a las reportadas por Avila y Lozano, 1989 a excepción de los engrosamientos espiralados observados en las fibras.

Ver figura 6.

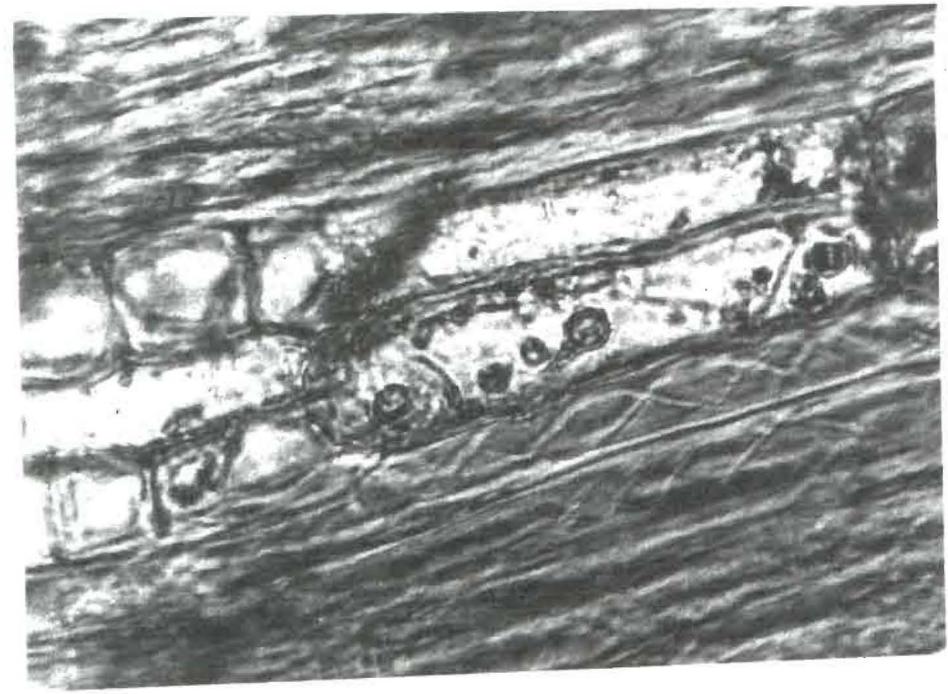
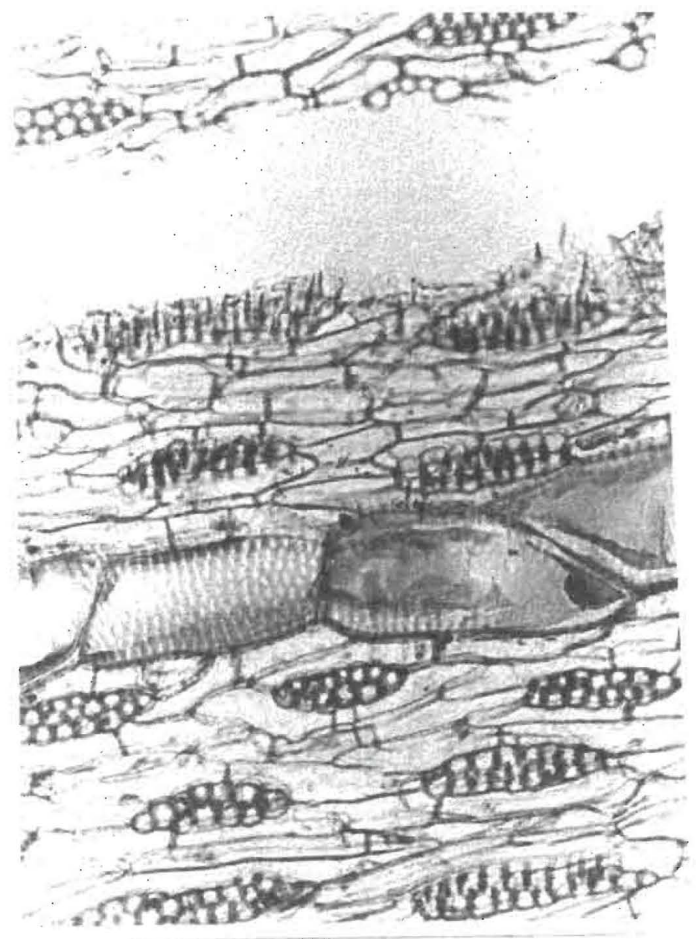
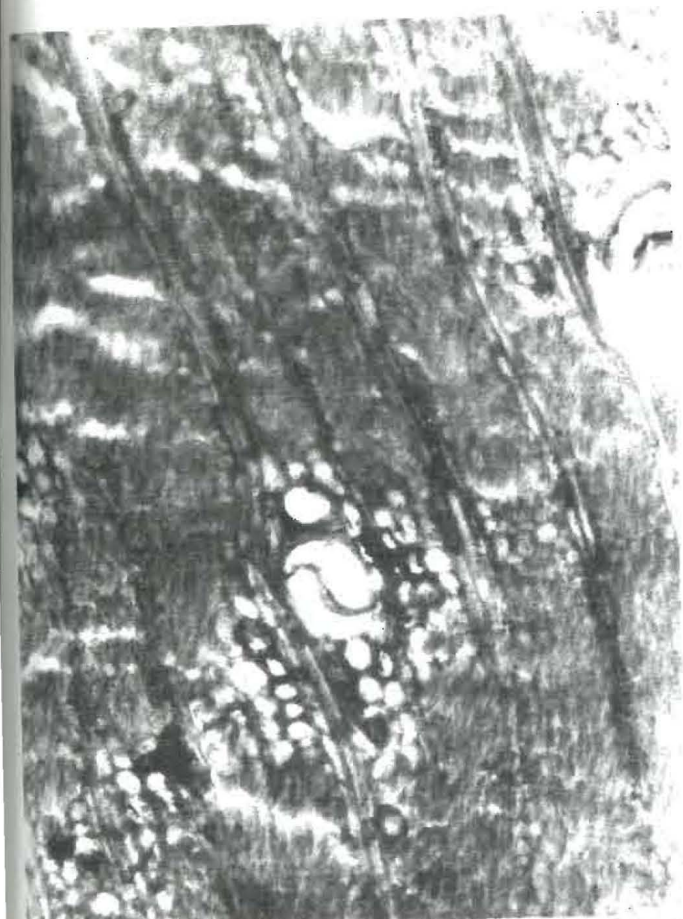


Figura 6. *Caesalpinia ebano*, cortes transversal, Tangencial y radial. Aumento 50X, 100X, 200 X

CONCLUSIONES

Con respecto a los aspectos ecológicos de la evolución del xilema, Carlquist, 1975 citado por Fahn, 1985 anota que la diversidad estructural del xilema es el resultado de cambios evolutivos que se han ido produciendo al adaptarse a diversos hábitats y relaciona dichas adaptaciones de los rasgos anatómicos con la disponibilidad de humedad, la transpiración y la necesidad de resistencia mecánica, entre otros. Por su parte Fahn, 1985 afirma que las platinas de perforación escaleriformes se consideran más desventajosas que aquellas simples, debido a la resistencia ofrecida por éstas primeras a la circulación del agua, añadiendo además, que en plantas de ambientes xéricos son raras las perforaciones escaleriformes y al mismo tiempo, que éstas no se han encontrado en plantas que crezcan en los desiertos. Cutter, 1986 agrega que las punteaduras intervasculares escaleriformes son consideradas las menos evolucionadas, seguidas por las opuestas y por último las alternas que se consideran las más evolucionadas.

Con respecto al grado de evolución de las características anatómicas más sobresalientes es posible concluir lo siguiente:

1) Las seis especies estudiadas presentan platinas de perforación simples, radios homogéneos y elementos vasculares cortos (longitud $\leq 350 \mu\text{m}$) características que permiten inferir un alto nivel de evolución en las mismas.

2) La estratificación de los radios, que muestra una mayor evolución, fue encontrada en *Tabebuia crysophylla*, *Bulnesia arborea* y *Caesalpinia ebano*.

3) Punteaduras intervasculares opuestas solo se encontraron en la especie *Bulnesia arborea*, lo que muestra su menor grado de evolución en cuanto a esta característica y con referencia a las demás.

4) Fue encontrada la presencia de traqueidas vasculares en las especies *Bulnesia arborea* y *Prosopis juliflora*, elemento considerado como una característica de menor evolución.

Con relación a otras características anatómicas importantes, se concluyó lo siguiente:

1) Las cuatro especies del grupo de las leguminosas presentaron punteaduras intervasculares revestidas, confirmando una vez más que éstas constituyen un rasgo de carácter diagnóstico importante.

2) Fué observada la presencia de engrosamientos espiralados en las fibras de **Caesalpinia ebano**, ocurrencia que se explica muy seguramente, debido al gran espesor de sus paredes que en algunas células produce espesamientos especiales (deposito de materiales en la capa S3 de la pared secundaria).

3) En todas las especies se observó la presencia de cristales de diferentes formas y en distintos elementos del xilema, lo que según Burger y Richter, 1991 tiene una gran importancia en las propiedades de trabajabilidad de las maderas al producir un desgaste excesivo de las herramientas y también en las características de durabilidad de las mismas, al hacer poco apetitosos los contenidos celulares para los insectos que pretenden obtener alimento, con lo que aumenta esta última propiedad.

Con relación a los valores obtenidos para la densidad de las especies fue posible definir algunos de sus usos, así:

1) La especie **Tabebuia caryophylla** (Dsa Í 0.72 gr/cc) es posible utilizarla en exteriores, construcción en general y ebanistería, entre los que pueden ser algunos de sus usos más importantes.

2) La especie **Bulnesia arborea** (Dsa Í 1.25 gr/cc) puede ser utilizada en condiciones muy exigentes como lo es el ambiente marino, específicamente en construcción de muelles, partes de embarcaciones, pisos de madera, construcción pesada, traviesas de ferrocarril, etc.

3) La especie **Prosopis juliflora** (Dsa Í 0.87 gr/cc) presenta excelentes condiciones para ser utilizada en traviesas de ferrocarril, construcción en general, ebanistería y postes.

4) La especie **Enterolobium cyclocarpum** (Dsa Í 0.5 gr/cc) puede ser utilizada con éxito en ebanistería fina, producción de chapa, acabados interiores, gabinetes y tablilla de recubrimiento en general.

5) La especie **Pseudosamanea guachapele** (Dsa Í 0.56 gr/cc) presenta buenas cualidades para ser utilizada en acabados

interiores, ebanistería, producción de chapa y tablilla de revestimiento.

6) La especie **Caesalpinia ebano** (Dsa Í 1.15 gr/cc) posibilita su utilización en condiciones muy exigentes como es el caso del ambiente marino (construcción de muelles y partes para embarcaciones marinas) construcción pesada, uso en exteriores, postería, pisos y traviesas para ferrocarril.

En terminos generales, es posible concluir que los contenidos cristalíferos en la madera de todas las especies, los contenidos gomosos en algunas de ellas y los elevados valores de densidad (sorprendentes en el caso del guayacán de bola y del ebano) interfieran, como de hecho sucede, con el procesamiento y la disposición de las personas para trabajar dichas maderas, situación que merece ser mejorada hacia el futuro puesto que no podemos dejar perder muchos de nuestros valiosos recursos solo por no ajustarnos a mejores condiciones de utilización y aprovechamiento. Ya es tiempo de realizar esfuerzos por adaptar nuevas tecnologías para un mejor aprovechamiento de maderas difíciles de procesar y no continuar solo utilizando aquellas que nuestro nivel tecnológico nos permite.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AVILA RODRIGUEZ, N. y LOZANO B. Gloria. Descripción anatómica de catorce especies de la Guajira. Ibagué, 1989. 107 p. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad del Tolima.
- BUCKMAN, Harry y BRADY, Nyle. Naturaleza y propiedades de los suelos. Traducción de R. Salord y J. Vives. Barcelona: Montaner y Simón S.A., 1966. P. 396.
- BURGER, Luisa M. y RICHTER, Hans G. Anatomia da madeira Sao Paulo: Nobel, 1991. 154 p. ISBN 85-213-0669-5.
- CUTTER, G. Elizabeth. Anatomia Vegetal: Parte I. Células e Tecidos. Tradução Gabriella Vera Maria Caruso C. 2. ed. Sao Paulo: Roca, 1986. 304 p. ISBN 0-7131-2639-8.
- FAHN, A. Anatomia Vegetal. 3. ed. Madrid: Ediciones Pirámide, S.A., 1985. 599 p. ISBN 84-368-0291-8.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVAVEIS. IBAMA. Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I Angiospermae, II Gimnospermae. Brasilia, Brasil: Laboratório de Produtos Forestais. L.P.F. 1991. p. 7-13. (Série Técnica N°15).
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMIST. IAWA. List of microscopic features for hardwood identification. **En:** IAWA Bulletin. Vol. 10, N°2 (1989); p:234-319.
- KRIBS, David A. Commercial foreign woods on the american market. New York: Dover Publications, 1968. 241 p. ISB 67-27422.

LONDOÑO A. Alberto. Estructura anatómica de veinte maderas colombianas y claves para su identificación. Merida, 1967. 77 p. Tesis Ingeniería Forestal Magister. Universidad de los Andes.

NARDI, B. Raffaello y EDLMANN A. Maria L. Legnami tropicali importati in Italia: anatomía e identificazione. Volume II, América Latina. Firenze, Istituto per la Ricerca Sul Legno C.N.R. 1992. 406 p.

RECORD, Samuel J. and HESS, Robert W. Timbers of the new world. New Haven: Yale University Press, 1949. 640 p.

ZAPATA D, Fredy O. Características de la madera de Ceibatolúa (*Bombacopsis quinata*) desarrollada en plantación. Medellín, 1991. 168 p. Tesis Ingeniería forestal Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

ANEXOS

ANEXO 1. Ficha biométrica, *Tabebuia crysophylla*

Elemento Anatómico	No Mediciones	Plano Medición	Unidad Medida	Aumento	Determinaciones				
					Media	Desviación estandar	Rango	Máximo	Mínimo
VASOS									
Diám. tangencial	25	Trans.	um	125X	96.9	17.4	66.8	150.3	83.5
Frecuencia	25	Trans.	No. /mm ²	125X	15.8	4.3	17.0	27.0	10.0
Longitud	25	Macerado.	um	125X	215.8	34.7	116.9	267.2	150.3
Diám. punteaduras Intervasculares	25	Tang.	um	1250X	6.2	0.8	1.7	6.8	5.1
FIBRAS									
Longitud	25	Macerado	um	125X	670.0	113.4	317.3	801.6	484.3
RADIOS									
Altura	25	Tang.	um	125X	Inferior a 1 mm.				
Abundancia	25	Tang.	No. /mm	125X	≥ 12 radios/mm				

ANEXO 2. Ficha biométrica, *Bulnesia arborea*

Elemento Anatómico	No Mediciones	Plano Medición	Unidad Medida	Aumento	Determinaciones				
					Media	Desviación estandar	Rango	Máximo	Mínimo
VASOS									
Diám. tangencial	25	Trans.	um	125X	56.8	10.6	33.4	66.8	33.4
Frecuencia	25	Trans.	No./mm ²	125X	12.6	2.4	8.0	18.0	10.0
Longitud	25	Macerado.	um	125X	124.9	16.1	33.4	150.3	116.9
Diám. punteaduras Intervasculares	25	Tang.	um	1250X	4.1	0.9	1.7	5.1	3.4
FIBRAS									
Longitud	25	Macerado	um	125X	573.1	88.9	300.6	718.1	417.5
RADIOS									
Altura	25	Tang.	um	125X	Inferior a 1 mm				
Abundancia	25	Tang.	No./mm	125X	≥ 12 radios/mm				

ANEXO 3. Ficha biométrica, *Prosopis juliflora*

Elemento Anatómico	No Mediciones	Plano Medición	Unidad Medida	Aumento	Determinaciones				
					Media	Desviación estándar	Rango	Máximo	Mínimo
VASOS									
Diám. tangencial	25	Trans.	um	125X	132.3	32.7	133.6	200.4	66.8
Frecuencia	25	Trans.	No./mm ²	125X	5.6	1.7	6.0	9.0	3.0
Longitud	25	Macerado.	um	125X	237.0	53.9	233.8	367.4	133.6
Diám. punteaduras intervasculares	25	Tang.	um	1250X	8.1	1.6	5.1	10.2	5.1
FIBRAS									
Longitud	25	Macerado	um	125X	283.0	40.5	167.0	384.1	217.1
RADIOS									
Altura	25	Tang.	um	125X	Inferior a 1 mm				
Abundancia	25	Tang.	No./mm	125X	≥ 12 radios/mm				

ANEXO 4. Ficha biométrica, *Enterolobium cyclocarpum*

Elemento Anatómico	No Mediciones	Plano Medición	Unidad Medida	Aumento	Determinaciones				
					Media	Desviación estándar	Rango	Máximo	Mínimo
VASOS									
Diám. tangencial	25	Trans.	um	125X	180.7	19.7	66.8	217.1	150.3
Frecuencia	25	Trans.	No./mm ²	125X	8.3	1.1	4.0	5.0	1.0
Longitud	25	Macerado.	um	125X	320.5	85.6	317.3	501.0	183.7
Diam. punteaduras Intervasculares	25	Tang.	um	1250X	8.9	1.5	4.3	11.9	7.7
FIBRAS									
Longitud	25	Macerado	um	125X	613.6	133.2	534.4	1066.8	534.4
RADIOS									
Altura	25	Tang.	um	125X	Inferior a 1 mm				
Abundancia	25	Tang.	No./mm	125X	≥ 12 radios/mm				

ANEXO 5. Ficha biométrica, *Pseudosamanea guachapele*

Elemento Anatómico	No Mediciones	Plano Medición	Unidad Medida	Aumento	Determinaciones				
					Media	Desviación estandar	Rango	Máximo	Minimo
VASOS									
Diam. tangencial	25	Trans.	um	125X	104.2	25.1	100.2	150.3	50.1
Frecuencia	25	Trans.	No./mm ²	125X	5.0	2.3	8.0	9.0	1.0
Longitud	25	Macerado.	um	125X	243.1	31.7	133.6	317.3	183.7
Diam. punteaduras Intervasculares	25	Tang.	um	1250X	9.9	3.2	10.2	17.0	6.8
FIBRAS									
Longitud	25	Macerado	um	125X	705.4	110.2	467.6	918.5	450.9
RADIOS									
Altura	25	Tang.	um	125X	Inferior a 1 mm				
Abundancia	25	Tang.	No./mm	125X	≥ 12 radios/mm				

ANEXO 6. Ficha biométrica, *Caesalpinia ebano*

Elemento Anatómico	No Mediciones	Plano Medición	Unidad Medida	Aumento	Determinaciones				
					Media	Desviación estándar	Rango	Máximo	Mínimo
VASOS									
Diám. tangencial	25	Trans.	um	125X	98.2	17.6	83.5	150.3	66.8
Frecuencia	25	Trans.	No./mm ²	125X	6.3	2.5	7.0	11.0	4.0
Longitud	25	Macerado.	um	125X	202.8	37.1	83.5	233.6	150.3
Diám. punteaduras Intervasculares	25	Tang.	um	1250X	6.9	1.3	3.4	8.5	5.1
FIBRAS									
Longitud	25	Macerado	um	125X	796.6	144.2	484.3	1102.2	617.9
RADIOS									
Altura	25	Tang.	um	125X	Inferior a 1 mm				
Abundancia	25	Tang.	No./mm	125X	≥ 12 radios/mm				