



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES IZTACALA

“Descripción anatómica de la madera de doce especies del
bosque mesófilo de montaña, de la reserva de la Biosfera “El
Cielo” Tamaulipas, México.”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I Ó L O G O
P R E S E N T A :
MOISÉS ANDRÉS AGUILAR ALCÁNTARA

DIRECTORA: DRA. SILVIA AGUILAR RODRIGEZ

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA
ESTADO DE MÉXICO

2009





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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

A horas exactas
nos levantan, nos peinan, nos mandan a la escuela.
Salvador Novo

Para ti que eres mucho más resistente que yo
Para ti que eres una luchadora incansable
Para ti que eres la columna de mi descanso
Para ti, para ti Mama.

Papa, tu que estas con el creador, esto también es tuyo ya que siempre siento
tu aura a mi lado

Agradecimientos

A mis padres Enrique Aguilar Moreno (†) y Rosa Maria Alcántara Rincón ya que me dieron la vida y me enseñaron a apreciarla.

A mi mentora, la Dra. Silvia Aguilar, dado que me mostró el maravilloso mundo de la anatomía vegetal y conservo la paciencia para con migo, muchas gracias maestra.

A la M. en C. Leonor Abundiz por recomendarme con mi asesora, ser mi sinodal y perdonarme por el alumno que fui.

A el Dr. Daniel Tejero gracias por todas las asesorias, ayudas y sugerencias, compartir el laboratorio y dictaminar mi tesis.

A la Biol. Edith López Villafranco gracias por su guía y auxilio.

A la Dra. Silvia Romero por ser sinodal del presente trabajo

A mis hermanos Beatriz, Adrián, Cuberto, Claudia, Ramón, Analilia, mi prima Laura gracias por la infinita ayuda durante toda mi vida.

A todos los maestros que les toco batallar con ese alumno insufrible que soy, por que aunque no lo crean, mucho o poco si les aprendí.

Al Goku, Kaliman, Lula, Ilich, Hugo, Flaca, Mele, Gabi, Negro, Viki, Curi, Marito, Payaso, Lupe, Chuleton, Concho, Paello, Goyo, Xochitl, Patas, Felipe que bien nos la seguiremos pasando.

A todos los amigos que conocí durante mi estadía en la Facultad, no los menciono por que no quiero omitir a ninguno, gracias.

ÍNDICE

	Pag.
• RESUMEN	1
• INTRODUCCIÓN	2
• ANTECEDENTES	6
• OBJETIVOS	8
• MATERIAL Y MÉTODOS	9
• RESULTADOS	14
• DISCUSIÓN	59
• CONCLUSIÓN	66
• LITERATURA CITADA	68

RESUMEN

En este trabajo se realizó la descripción anatómica de la madera de 12 especies propias de bosque mesófilo de montaña en la reserva de la biosfera “El Cielo” en el estado de Tamaulipas México. Para cada especie se describen las características anatómicas microscópicas cualitativas y cuantitativas de la madera. Se dan a conocer sus nombres comunes, distribución nacional, características morfológicas, aspectos ecológicos generales y usos. Los anillos de crecimiento de la mayoría de las especies estudiadas son evidentes, marcados por bandas de 1 a 8 hileras de fibras aplanadas radialmente. La porosidad es principalmente difusa. Ninguna de las especies estudiadas presentó vasos con diámetros mayores de 150 μm . Las placas de perforación son de dos tipos, simples en nueve especies y escalariformes en tres. La mayoría de los organismos presentan punteaduras intervasculares alternas. Siete especies presentan engrosamientos helicoidales. Más de la mitad de las especies (8) presentan fibras con punteaduras simples. Los valores obtenidos de la relación de Runkel revelaron que el grado de calidad en tres especies es muy buena y en cinco buena. El parénquima axial es escaso a regular y se organiza de diferentes formas, observándose apotraqueal y/o paratraqueal en la mayoría de las especies. Los radios son principalmente heterogéneos tipo IIB. Los resultados son similares a los reportados en otras regiones similares.

INTRODUCCIÓN

La madera forma parte del tejido vascular en las plantas leñosas; su estructura es más compleja en las dicotiledóneas que en las gimnospermas (Metcalf y Chalk, 1983), ya que se reconocen diferentes tipos celulares como son: los elementos de vaso, fibras, parénquima axial y parénquima radial, además de diversos contenidos. Su presencia, abundancia, arreglo y disposición puede variar en los diferentes grupos taxonómicos (IAWA Committee, 1989), lo que se refleja en las características físicas, mecánicas y estéticas de la madera (Flynn y Holder, 2001). Dependiendo de sus propiedades, el hombre ha utilizado este recurso en la construcción de vivienda, fabricación de muebles, herramientas y diferentes utensilios domésticos, así como en la industria de la celulosa y papel. Debido a los diversos usos de la madera, las especies leñosas deben seleccionarse para un aprovechamiento óptimo a través del estudio cuidadoso de sus caracteres macroscópicos y microscópicos (Barajas-Morales, 1980). El trabajo descriptivo de este tejido constituye sin duda una labor insustituible para llevar a cabo un adecuado manejo de las áreas forestales.

Además del uso potencial que se le puede asignar a las especies maderables a través de la descripción y análisis de sus elementos celulares, estos estudios sirven a otros propósitos importantes tales como los taxonómicos y ecológicos. Asimismo proporcionan información adicional de las especies arbóreas, lo cual es relevante para una mejor comprensión sobre su posición taxonómica y sirve como auxiliar para su identificación. Ofrecen datos que pueden

ser utilizados en anatomía ecológica y funcional, así como en el desarrollo de estudios sobre la arquitectura hidráulica de la madera de árboles vivos que se encuentran creciendo en diferentes condiciones ecológicas (Barajas-Morales y León, 1989).

Las especies leñosas que habitan el bosque mesófilo de montaña en México pueden constituir un recurso forestal muy importante, a pesar de que este bosque es una comunidad de distribución muy restringida (Luna *et al.*, 1999), la madera de sus especies puede ser empleada de diferentes formas. Se citan alrededor de 80 especies con algún uso real o potencial en la industria: como maderas para artículos deportivos de excelente calidad y dirigidos a usuarios de alto poder adquisitivo, en la elaboración de pulpa para papel y en muebles de alta y mediana calidad (Ortega y Castillo, 1996); también se sugieren para ser aprovechadas como zapatas de los frenos del sistema de transporte colectivo metro (Herrera *et al.*, 1981) y por sus características acústicas algunas especies son empleadas en la elaboración de instrumentos musicales (Rzedowski y Guridi, 1988; Quintanar *et al.*, 1998). Cabe mencionar que tradicionalmente se ha empleado la madera de especies con troncos de diámetros considerables, dejando de lado las especies leñosas acompañantes que tienen tallos delgados; sin embargo, éstas constituyen un recurso que puede ser utilizado para diversos fines que aún se desconocen.

Esta investigación contribuye al conocimiento sobre las características anatómicas del xilema secundario de algunas especies que habitan en el bosque mesófilo de montaña de la reserva de la biosfera "EL Cielo", Tamaulipas. Debido a que algunas características anatómicas de la madera se relacionan con las

propiedades mecánicas de la misma, este estudio puede ser útil para deducir sus propiedades físico-mecánicas y sus usos. Asimismo, permitirá contribuir en el conocimiento morfológico y de algunos aspectos taxonómicos de las especies estudiadas.

El bosque mesófilo de montaña

Con el nombre de bosque mesófilo de montaña (BMM) se pueden agrupar varias comunidades forestales que comparten características fisiológicas, ecológicas, climáticas y florísticas (Ortega y Castillo, 1996). En estos bosques el clima tiene un alto contenido de humedad atmosférica que ocasiona la formación de neblinas durante todo el año; se desarrollan preferentemente entre 1100 y 1500 m snm., donde la precipitación anual es mayor de 1000 mm y menor de 2300 mm. En la actualidad el BMM comúnmente se presenta en terrenos escarpados como laderas y fondos de barrancas y cañadas, prefiere los lugares protegidos de la insolación fuerte y los vientos (Ortega y Castillo, 1996). Este tipo de vegetación representa la línea de unión entre las especies boreales y las neotropicales y de acuerdo a Rzedowski (1996), es la comunidad vegetal más diversa por unidad de área que cualquier otro tipo de comunidad vegetal del país.

El BMM ocupa aproximadamente entre el 0.5 y 1% de la superficie nacional (Challenger, 1998;Rzedowski, 1996), estimándose en la actualidad un área aproximada de 8000 km² (Challenger, 1998), pues son pocos los sitios del país en que se conjugan la existencia de humedad y temperaturas apropiadas. Su distribución geográfica consiste en una franja angosta y más o menos continua, que se inicia en la región de Xilitla, en el sureste de San Luis Potosí y corre a lo

largo de las laderas de barlovento de la sierra madre oriental hasta el centro de Veracruz y de ahí hasta las sierras del Norte y del noreste de Oaxaca. Existe también un área aislada en el sureste de Tamaulipas, donde se ubica la reserva de la biosfera “El cielo”, así como algunos conchales menores en el centro del mismo estado y en el este de Nuevo León. Del otro lado del Istmo de Tehuantepec, el BMM reaparece en forma de manchones de tamaños diversos en los macizos montañosos de Chiapas. Existe también en la vertiente pacífica de país, pero ahí su distribución es aún más dispersa, tanto a lo largo de la sierra madre del sur, como también en la sierra madre occidental (hasta Sinaloa y Durango) y en el eje volcánico transversal; sin embargo, exceptuando algunas áreas más continuas en Oaxaca y Guerrero, esta prácticamente confinado a cañadas húmedas y algunas cañadas protegidas (Rzedowski, 1996). La mayoría de los autores que se han dado la tarea de estimar la extensión de este tipo de ecosistema, consideran que ya se ha perdido una parte sustancial de su cobertura, quedando tal vez la mitad en condiciones razonables de conservación (Challenger, 1998; Ortega y Castillo, 1996; Rzedowski, 1996). Dado que la superficie original de estos bosques era tan escasa y dada su enorme importancia para la conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales, la pérdida de la mitad de su cobertura representa una verdadera crisis de conservación para el país. (Challenger 1998).

ANTECEDENTES

El origen de las investigaciones sobre la anatomía de la madera realizadas en México, se iniciaron en el año de 1953 por el Ing. Roberto Villaseñor (Terrazas, 1988). Terrazas (1988) presenta una revisión bibliográfica que abarca los estudios reportados desde 1944 hasta 1987. En esta revisión se puntualiza que en México se habían realizado hasta esa fecha 102 estudios, que describen la madera de 427 especies pertenecientes a 212 géneros y 71 familias. En estos trabajos se incluyen 28 especies que crecen en el bosque mesófilo de montaña del país (Carmona, 1979; Barajas-Morales, 1980; De la Paz, 1980, 1982; De la Paz y Carmona, 1980).

En los años 90's Quintanar (1996 y 1998) y López (1997) describen las características macroscópicas y microscópicas de 50 especies de angiospermas que crecen en algunos bosques mesófilo de montaña en México.

Recientemente Aguilar-Rodríguez *et al.* (2000) realizan la descripción anatómica de la madera de 34 especies arbóreas colectadas en un bosque mesófilo de montaña del municipio de Ocuilan en el Estado de México. Aguilar-Rodríguez y Castro-Plata (2006) describen anatómicamente la madera de 12 especies propias del bosque mesófilo de montaña de tres sitios diferentes en el Estado de México. Con respecto a la madera de especies que se desarrollan en la Reserva "El Cielo", Tamaulipas, Bárcenas-Pazos *et al.* (2005) relacionan estadísticamente las características anatómicas, propiedades físicas y algunas propiedades mecánicas, de cuatro especies recolectadas en esta zona.

Rzedowski (1996) reporta que en los bosques mesófilos de montaña mexicanos existen aproximadamente 1050 especies leñosas (incluyendo arbustos); de acuerdo con ello, sólo se ha descrito el xilema secundario de alrededor del 15% de estas taxa, ya que la atención se ha centrado en las especies más frecuentes, de grandes fustes o que pueden ser redituables económicamente, por lo que el conocimiento de los caracteres microscópicos de la madera de especies mesófilas todavía es muy pobre.

A partir de los estudios florísticos para el bosque mesófilo de montaña del Municipio de Gómez Farias, Tamaulipas, (Sharp *et al.* 1950, Hernández X. *et al.* 1951, Lof. 1980, Puig *et al.* 1983, Puig y Bracho. 1987 y Ponce de León. 1989), se sabe de la presencia de aproximadamente 67 especies leñosas de las cuales 50 de ellas corresponden al estrato arbóreo y 17 al arbustivo. De este listado se eligieron 12 especies para el presente estudio.

OBJETIVOS

GENERAL:

Llevar a cabo el estudio anatómico de la madera de 12 especies leñosas que crecen en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera “EL Cielo”, Tamaulipas, México.

PARTICULARES:

Describir los caracteres microscópicos cuantitativos y cualitativos del xilema secundario.

Comparar los caracteres microscópicos, cuantitativos y cualitativos de la madera entre las especies estudiadas.

Comparar algunos caracteres microscópicos de la madera de las especies estudiadas con las de taxa cercanos.

MATERIAL Y MÉTODOS

AREA DE ESTUDIO:

La Reserva de la Biosfera "El Cielo" se localiza en el sur del estado de Tamaulipas y abarca ambas vertientes de una porción de la Sierra Madre Oriental, en lo que se conoce como Sierra de Cucharas; comprende a los municipios de Gómez Farías, Jaumave y Llera. Está limitada por los paralelos 22°55'50'' y 23°25'50'' N, y los meridianos 99°05'50'' y 99°26'30'' O (Puig, 1993).

Los límites altitudinales del BMM se localizan entre 800 a 1500 m snm y abarca un área de 100 km² aproximadamente. Forma una franja de norte a sur, más ancha hacia la población de Alta Cima. Alcanza su límite Norte en la región de Monte Carlo donde se presenta, principalmente, en el interior de cañadas por lo general más húmedas (Puig, 1993).

TRABAJO DE CAMPO:

El material de estudio forma parte del proyecto de investigación "Anatomía de la Madera de los Bosques Mesófilos de Montaña en México", el cual se realiza en el laboratorio de Botánica de la UMF-FES Iztacala de la UNAM. Las muestras de madera se recolectaron en la reserva de la Biosfera "El Cielo", en la región de Gómez Farías, Tamaulipas, México (con números de colecta del 205 al 303 y del 305 al 307, de Aguilar-Rodríguez) (Tabla 1).

De cada una de las especies se seleccionaron árboles o arbustos maduros, sanos y de tallos rectos; se obtuvieron algunos datos generales de los individuos

colectados, como altura y diámetro a la altura del pecho (D.A.P); del tronco principal, a la altura de 1.3 m y con la ayuda de un serrote, se obtuvo una pequeña troza de 2 a 3 cm de grosor de madera incluyendo la corteza.

Se recolectó material para el herbario con flores y/o frutos de los mismos individuos de los que se tomó la muestra de madera. Los ejemplares herborizados se determinaron con claves especializadas y se depositaron en el herbario de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (IZTA) como material de referencia.

EN EL LABORATORIO:

Para la obtención de los cortes de cada una de las especies se llevo a cabo el siguiente procedimiento:

Se cortaron dos cubos de madera de 2 a 3 cm de lado, procedentes de la troza que se separó del tallo principal. Los cubos se obtuvieron de la albura y se almacenaron en solución GAA (una parte de glicerina, dos partes de alcohol y tres partes de agua destilada) durante 10 a 15 días. Después las muestras se cortaron a 20 ó 30 micras de grosor con un micrótomo de desplazamiento en los planos transversal, tangencial y radial. Los cortes previamente lavados con agua destilada, se tiñeron en una solución acuosa de safranina al 1% hasta lograr una coloración intensa. Después de la tinción, se sometieron a una deshidratación gradual de concentraciones crecientes de alcohol a partir del alcohol de 75% hasta el absoluto. Se aclararon los cortes con xilol y se monto un corte de cada plano en un portaobjetos, utilizando resina sintética (Johansen, 1940). Los disociados se obtuvieron empleando la solución de Jeffrey (Berlyn y Miksche, 1976) y sólo se elaboraron preparaciones temporales para cuantificar la longitud de fibras y

elementos de vaso. Las descripciones microscópicas se realizaron de acuerdo a lo recomendado por la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA Committee, 1989).

Las descripciones anatómicas de la madera se basaron en:

Características microscópicas cualitativas. Son aquellas apreciables bajo el microscopio óptico pero que no necesitan medirse como son:

Vasos. Tipo de porosidad, forma del poro, agrupación, tipo de placa de perforación, tipos de punteaduras intervasculares y de vaso a radio y tipo de inclusiones.

Parénquima axial. Tipo, distribución, abundancia, células fusiformes, número de células por segmento, e inclusiones.

Parénquima radial. Se clasificaron de acuerdo al criterio de Kribs (1935), seriación, tipos celulares distribución de células y tipo de inclusiones.

Fibras. Tipo, punteaduras, septos e inclusiones.

Características microscópicas cuantitativas. Son aquellas que se observan bajo microscopio óptico y se miden usando una reglilla micrométrica. De cada carácter cuantitativo se toman 25 medidas, y se obtiene la media, la desviación estándar y los valores máximos y mínimos de cada uno.

Vasos. Se mide el diámetro tangencial (en el plano transversal), la longitud de los elementos de vaso (se cuantifica en material disociado incluyendo las lígulas de los elementos de vaso), la inclinación de la platina de perforación, el diámetro de las punteaduras intervasculares y de vaso a radio. La abundancia de vasos por milímetro cuadrado (vasos/mm²) se realizó contando diez campos como sugiere la IAWA (1989).

Radios. Número de radios/mm (se mide en la sección transversal) y la altura de los radios más altos.

Fibras. Longitud (se toma al azar en material disociado) y diámetro y grosor (se miden en la sección transversal de preparaciones fijas).

Con los valores promedio de grosor de la pared de la fibra (W) y el de su lumen (L), se determinó el grado de calidad de pulpa para papel de cada especie empleando la relación de RunKel, $R.R.= 2W/L$ (Tamarit, 1996; Tomalang y Wangaard, 1961).

La información de cada especie está integrada por los siguientes datos: Nombre científico y nombre(s) común(es), distribución, características microscópicas cualitativas y cuantitativas, aspectos ecológicos generales (altitud, clima y hábitat principalmente) y usos. La distribución geográfica y los aspectos ecológicos generales, se obtuvieron a través de la revisión del material bibliográfico y por medio de la información que aportan las etiquetas de los ejemplares de herbario. Los usos potenciales o reales de la madera se dan a conocer a través de la consulta de información tecnológica y por los datos que aportan los caracteres anatómicos de cada una de las especies.

Especies Descritas:

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	COLECTOR Y NO. COLECTA
BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja cordata</i> H. B. K.	S. Aguilar 298
CAESALPINIACEAE	<i>Cercis canadensis</i> L.	S. Aguilar 302
CELASTRACEAE	<i>Wimmeria concolor</i> Schl. & Cham.	S. Aguilar 306
CLETHRACEAE	<i>Clethra pringlei</i> S. Watson.	S. Aguilar 295
LAURACEAE	<i>Nectandra sanguinea</i> Rottb.	S. Aguilar 305
MAGNOLIACEAE	<i>Magnolia shiedeana</i> Schlecht.	S. Aguilar 299
MIMOSACEAE	<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	S. Aguilar 303
OLEACEAE	<i>Osmanthus americana</i> (L.) Benth.-Hook.	S. Aguilar 297
PIPERACEAE	<i>Piper amalago</i> L.	S. Aguilar 307
RUBIACEAE	<i>Chione venosa</i> (Sw) Urb. var. <i>mexicana</i> (Standl.) DW Taylor	S. Aguilar 301
RUTACEAE	<i>Decatropis bicolor</i> (Zucc.) Radlk	S. Aguilar 296
	<i>Zanthoxylum hidalgense</i> Lundel.	S. Aguilar 300

Tabla 1 Especies estudiadas de bosque mesófilo de montaña de la reserva de la biosfera "El Cielo" Tamaulipas, México

RESULTADOS

La descripción detallada para cada especie se presenta a continuación. La información esta integrada los siguientes datos: Nombre científico, familia, nombre(s) común(es), distribución, aspectos ecológicos generales (altitud, clima y hábitat principalmente), características microscópicas cualitativas y cuantitativas y usos.

DESCRIPCIONES

Buddleja cordata H. B. K.

Familia: BUDDLEJACEAE

Nombres comunes: Tepozan (Norman, 2000).

Distribución: Ampliamente distribuida en México, de Sinaloa, Chihuahua, Durango y Tamaulipas a Oaxaca y Chiapas (Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2006).

Características morfológicas: Árbol o arbusto dioico de 2 a 12 m de alto, con copa redondeada, tronco de 10- 25 cm en la base, corteza surcada o estriada negrusca o pardusca. Hojas con pecíolo de 1-4 cm de largo, laminas ovadas o lanceoladas 8-20 x 3-8 cm; ápice agudo o acuminado, base subcordada, obtusa, algunas veces decurrente, margen entero, serrado o serrulado. Inflorescencia paniculada, flores en grupos de 5-10 por simula, 0.5-1 cm de diámetro, cáliz campanulado, exterior tomentoso o subglabro, tubo de 1-1.8 mm de largo lóbulos de 0.5-1.5 x 1.2-1.5 mm, ampliamente triangular, corola blanca, crema, amarilla o tonos de naranja en maduras, frecuentemente con manchas de naranja en la

boca, tubular-acampanada, lóbulos extendidos, cápsula cilíndrica corta, 3.5-5 x 1.5-2.5 mm, tomentulosa y glandular. Semillas aladas, cuerpo de la semilla 0.6-0.8 mm de largo (Norman, 2000).

Aspectos ecológicos generales: Crece en elevaciones de 1000 a 3000 m snm; en diferentes habitats, principalmente en áreas perturbadas a lo largo de caminos, en matorral xerófilo con cactus y mesquites, en chaparral con juníperos, en bosque de pino-encino, bosque de abetos y bosque mesófilo de montaña; florece a lo largo de todo el año, pero principalmente de julio a enero y fructifica de octubre a febrero.

Características microscópicas (Fig. A1-A6)

Anillos de crecimiento: Conspicuos, se delimitan por una banda angosta de 2 a 5 hileras de fibras de ancho con las paredes comprimidas radialmente en la madera tardía.

Vasos: Porosidad difusa a semianular, vasos de contorno anguloso, solitarios y múltiples radiales de 2 o 3 y hasta 8, ocasionalmente se observan racimos, muy numerosos, en promedio 51/mm², pequeños, diámetro tangencial promedio de $83 \pm 16 \mu\text{m}$ (63- 114 μm); elementos de vaso medianos, longitud media de los elementos de vaso de $366 \pm 50 \mu\text{m}$ (275 - 432 μm); placa de perforación simple, con inclinación de 45° a 50°; punteaduras intervasculares alternas, con diámetro de $7 \pm 1 \mu\text{m}$ (6 - 8 μm); punteaduras vaso-radio con areolas reducidas a aparentemente simples; engrosamientos helicoidales en todo el elemento de vaso.

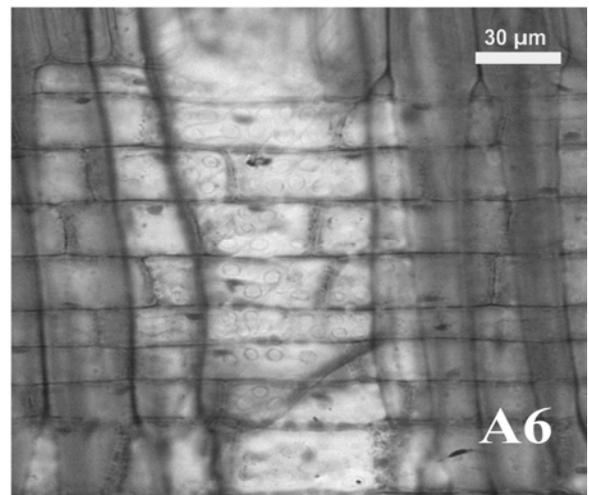
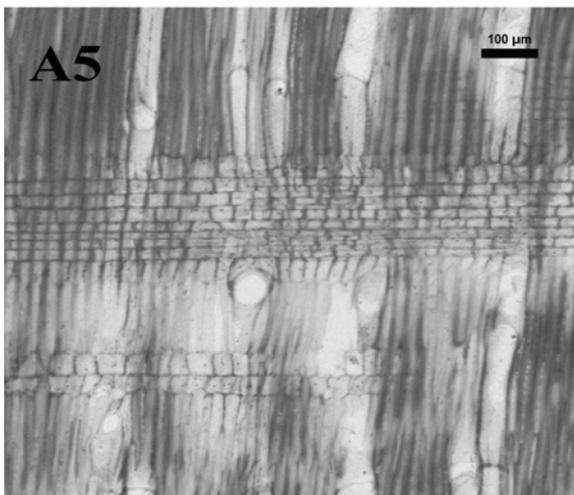
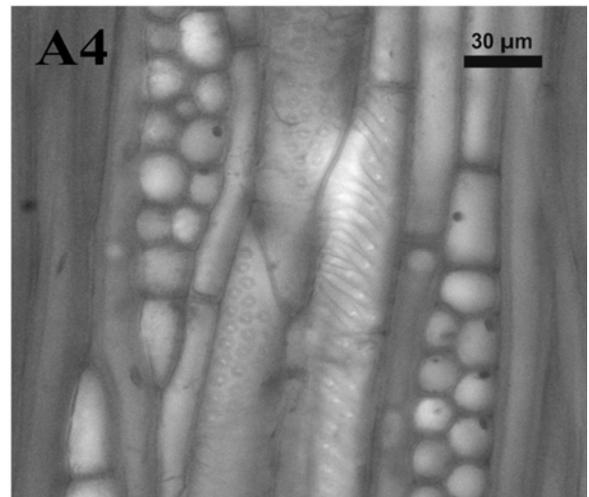
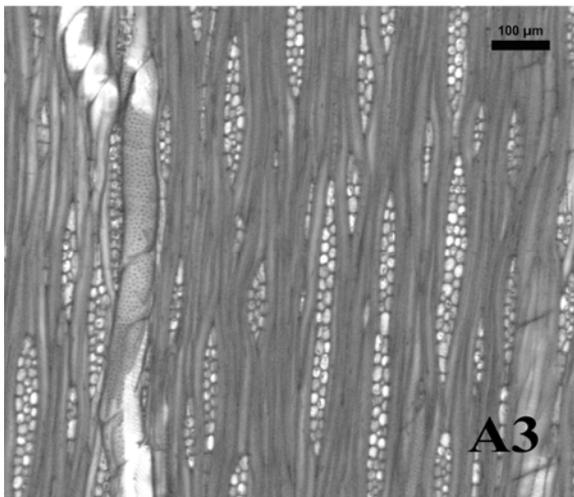
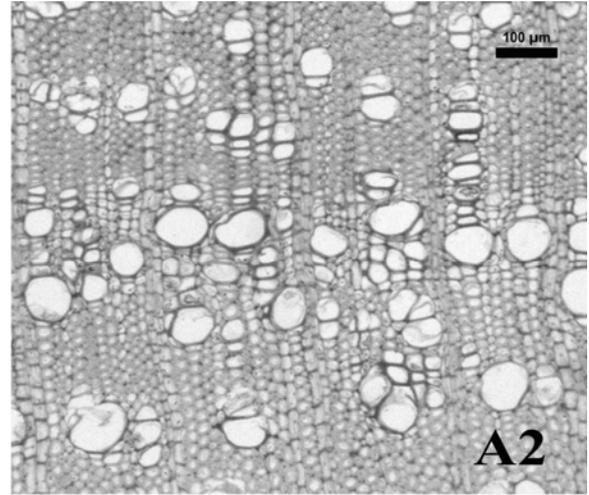
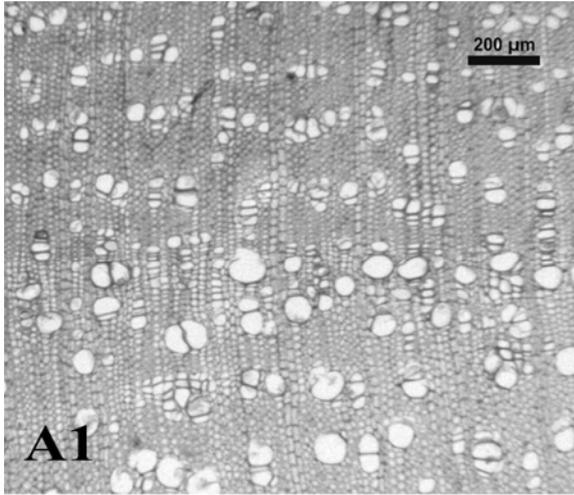
Fibras: Con punteaduras simples; cortas, con longitud promedio de $854 \pm 65 \mu\text{m}$ (747 - 967 μm), diámetro total de $34 \pm 2 \mu\text{m}$ (32 - 38 μm), pared delgada, con

grosor de $7 \pm 1 \mu\text{m}$ (5 - $8\mu\text{m}$) y diámetro del lumen de $21 \pm 3 \mu\text{m}$ (16 - $28 \mu\text{m}$); existen fibras nucleadas.

Parénquima axial: Apotraqueal difuso y paratraqueal escaso, con series de 2 a 6 células.

Parénquima radial: Radios medianamente numerosos, 7/mm; tipo heterogéneo IIB; los radios uniseriados bajos, con altura promedio de $353 \pm 71 \mu\text{m}$ (236 – $487 \mu\text{m}$), formados por células cuadradas o erectas; los multiseriados de 2-3 (4) células de ancho, formados por células procumbentes en el cuerpo y de 1 a 2 hileras de células cuadradas y/o erectas en los márgenes, radios bajos, con altura de $519 \pm 102 \mu\text{m}$ (204 - $755 \mu\text{m}$) y $37 \pm 4 \mu\text{m}$ (30 - $45 \mu\text{m}$) de ancho.

Usos: El resultado obtenido de la relación Runkel (0.7) muestra que puede ser empleada como pulpa para papel de buena calidad.



Figs. A1-A6 Fotografías de *Buddleja cordata* H. B. K.: donde A1 y A2 corte trasversal, A3 y A4 corte tangencial y A5 y A6 corte radial

***Cercis canadensis* L.**

Familia: CAESALPINIACEAE

Nombres comunes: Pata de vaca (San Luis Potosí y Nuevo León)

Distribución: Se encuentra desde Canadá y Estados Unidos de Norte América hasta el norte y centro de México (Piug, 1993) (de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas a Puebla).

Características morfológicas: Árbol deciduo de 15 m de alto o más en condiciones favorables. Corteza lisa de color pardo claro. Madera dura. Hojas simples, alternas, glabras, con pecíolo de 3 a 4 cm de largo, limbo de forma ovada-cornada, ovado-orbicular hasta reniforme, de 5 a 10 cm de largo, margen ondulado, ápice acuminado, base cordada, haz verde oscuro, envés verde claro. Flores proterantas (florece antes que se generan las nuevas hojas), rosas vistosas, zigomorfas en racimos pequeños, pétalos nítidamente desiguales. Fruto, vainas delgadas, comprimidas, de 6 a 10 cm de largo por 1 a 1.5 cm de ancho, ligeramente aladas, de color bronce a morado, algo glauco (Piug, 1993).

Aspectos ecológicos generales: Árbol característico del bosque mesófilo de montaña; la caída máxima de las hojas se da en los meses de noviembre y diciembre; puede crecer como arbusto pequeño en climas más fríos (Piug, 1993).

Características microscópicas (Figs. B1-B6)

Anillos de crecimiento: Conspicuos, se delimitan por la presencia de vasos de menor diámetro en la madera tardía que los de la madera temprana y por una banda angosta de 1 a 3 células de parénquima marginal y fibras con las paredes comprimidas radialmente.

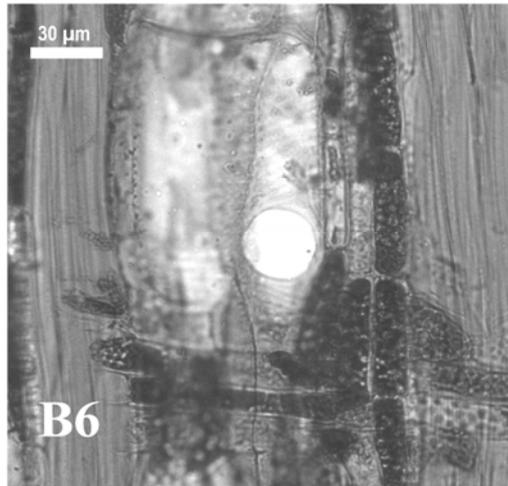
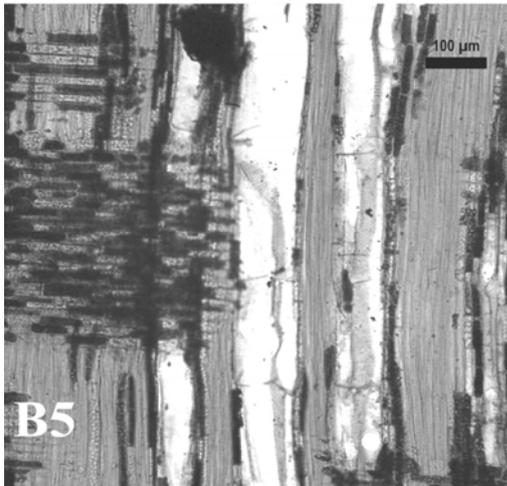
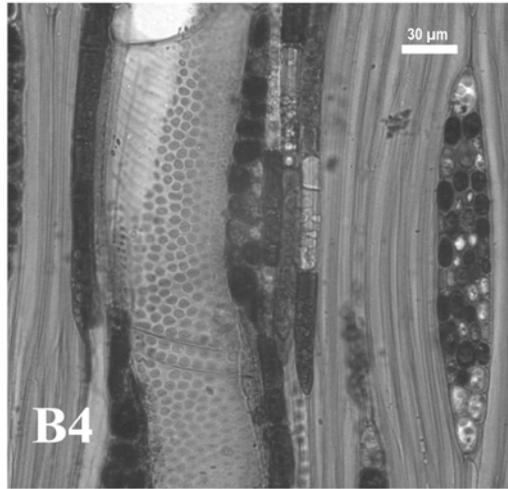
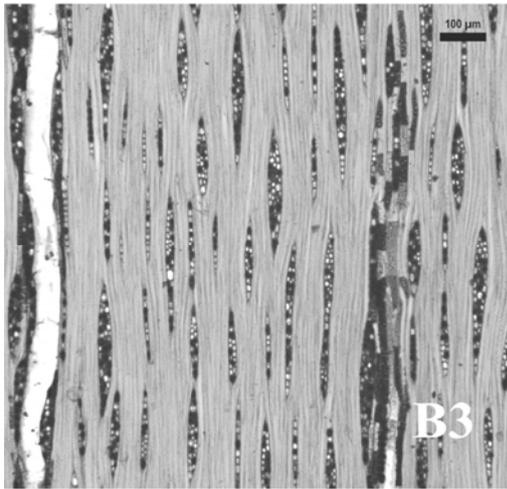
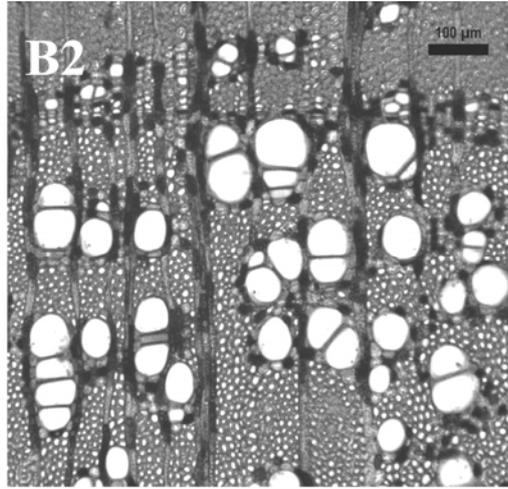
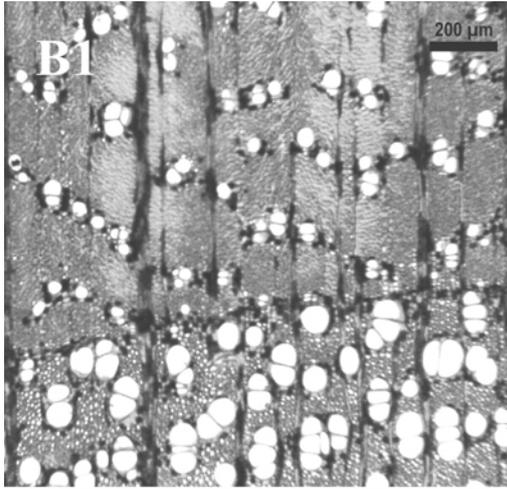
Vasos: Porosidad semianular, vasos de contorno redondeado, solitarios y múltiples radiales de 2 o 3, muy numerosos, en promedio 67/mm², pequeños, con diámetro tangencial promedio de 71 $\mu\text{m} \pm 8 \mu\text{m}$ (61 - 89 μm) en la madera temprana y 29 $\mu\text{m} \pm 4$ (22 -35 μm) en la madera tardía; elementos de vaso cortos, con longitud media de los elementos de vaso de 258 $\mu\text{m} \pm 24 \mu\text{m}$ (212 - 314 μm); placa de perforación simple, con inclinación de 30°; punteaduras intervasculares alternas, con diámetro de 7 $\mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$ (7 - 7 μm); punteaduras vaso-radio con areolas reducidas a aparentemente simples; engrosamientos helicoidales en todo el elemento de vaso.

Fibras: Septadas con punteaduras simples; medianas, con longitud promedio de 1279 $\mu\text{m} \pm 138 \mu\text{m}$ (1068 - 1531 μm), diámetro total de 18 $\pm 2 \mu\text{m}$ (15 – 22 μm), pared gruesa, con grosor de 4 $\mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$ (3 - 5 μm) y diámetro del lumen de 11 $\mu\text{m} \pm 2 \mu\text{m}$ (8 - 13 μm).

Parénquima axial: Paratraqueal vasicéntrico, confluyente y marginal formado por hileras de 1-3 células de ancho, con gran cantidad de contenidos oscuros, con series de 2 a 4 células.

Parénquima radial: Radios muy numerosos, 10/mm; tipo heterogéneo IIB; los radios uniseriados, bajos, con altura promedio de 182 $\mu\text{m} \pm 21 \mu\text{m}$ (126 – 228 μm), formados de células procumbentes; los multiseriados de 2 - 4 células de ancho, formados por células procumbentes en el cuerpo y de 1 a 2 hileras de células procumbentes de mayor dimensión y/o cuadradas en los márgenes, radios bajos, con altura de 387 $\mu\text{m} \pm 46 \mu\text{m}$ (314 - 526 μm) y 40 $\mu\text{m} \pm 4 \mu\text{m}$ (34 - 50) de ancho; células de los radios con contenidos oscuros.

Usos: El resultado obtenido de la relación Runkel (0.68) revela que esta especie puede ser empleada como pulpa para papel de buena calidad. La corteza tiene propiedades astringentes y se emplea contra la diarrea y la disentería (Piug, 1993),



Figs. B1-B6 Fotografías de *Cercis canadensis* L.: donde B1 y B2 corte trasversal, B3 yB4 corte tangencial y B5 y B6 corte radial

***Wimmeria concolor* Schl. & Cham**

Familia: CELASTRACEAE

Nombres comunes: Volantín (Tamaulipas); Hueso de tigre (Hidalgo y Veracruz); Huesillo, Cedita, Palo blanco y Estribillo (Veracruz).

Distribución: Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Queretaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz.

Características morfológicas: Árbol de 3 a 10 m de alto, tronco grisáceo o pardo. Hojas simples, alternas, sin estípulas, ovadas, lanceoladas o elípticas, margen serrado-crenado o entero, base aguda, ápice acuminado, haz verde intenso y brillante, envés más claro, limbo de 3 a 6.7 cm de largo por 1 a 1.5 cm de ancho. Flores perfectas, reunidas en cimas axilares, o fasciculadas, blancas, pequeñas, de 3 mm de largo por 6 de ancho, pentámeras, cáliz gamopétalo, pentalobulado, pétalos 5, estambres 5, ovario trilobular, con varios óvulos. Fruto sámara con 3 alas longitudinales, de 1.5 a 3 cm de largo, por 1 a 2 cm de ancho (Puig, 1993).

Aspectos ecológicos generales: Especie que se desarrolla en Bosques Mesófilos de Montaña así como en el Bosques Tropicales Caducifolios, Subcaducifolios y Perennifolios, Bosques de Encino (en cañadas); se localiza en altitudes que van de los 130 m hasta 2000 m snm; prefiere suelos arcillosos, pedregosos, pardos o negros.

Características microscópicas (Figs. C1-C6)

Anillos de crecimiento: Conspicuos, se delimitan por una banda de fibras que se engrosan gradualmente en la madera tardía.

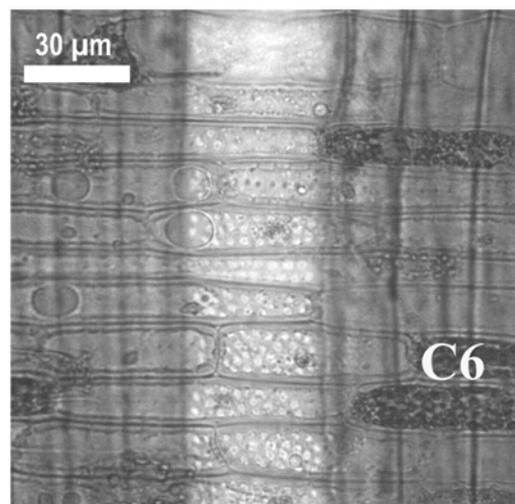
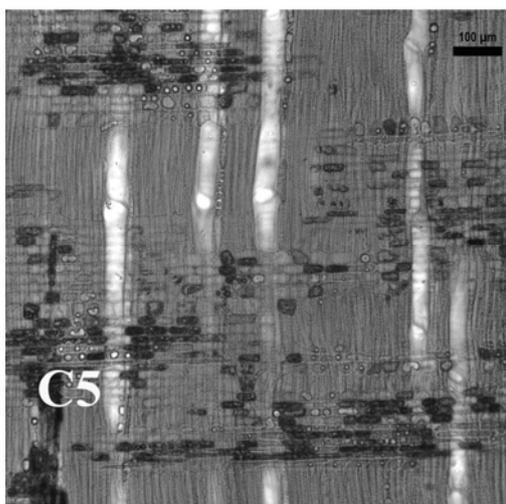
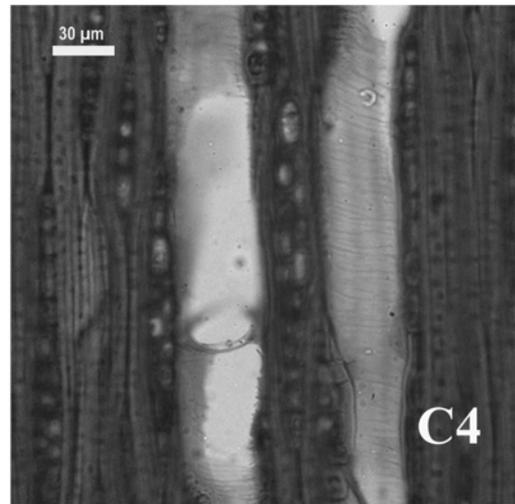
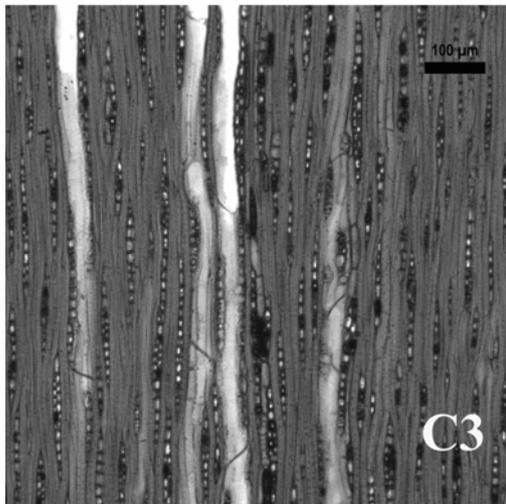
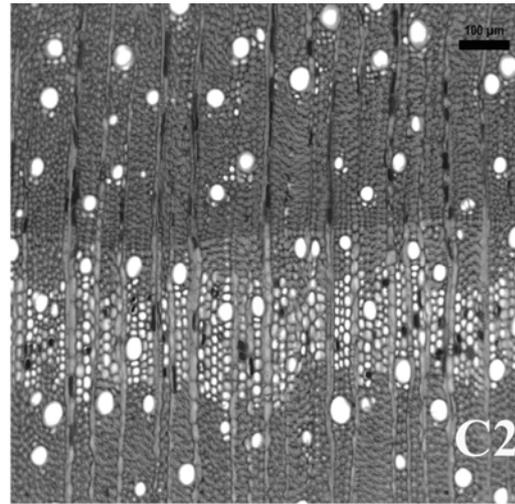
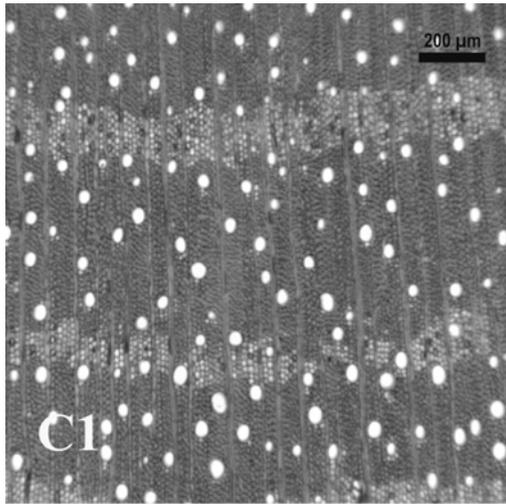
Vasos: Porosidad difusa, vasos de contorno redondeado, casi exclusivamente solitarios, muy numerosos, en promedio 58/mm², pequeños, con diámetro tangencial promedio de $50 \pm 3 \mu\text{m}$ (44 - 55 μm); elementos de vaso medianos, con longitud media de $442 \pm 70 \mu\text{m}$ (298 - 534 μm); placa de perforación simple, con inclinación de 40 - 45°; punteaduras intervasculares alternas, con diámetro promedio de $2.5 \pm 0.5 \mu\text{m}$ (2 - 3 μm); punteaduras de vaso-radio con areolas reducidas a aparentemente simples; engrosamientos helicoidales tenues a lo largo del vaso.

Fibras: Con punteaduras areoladas; medianas, con longitud promedio de $961 \pm 118 \mu\text{m}$ (762 - 1201 μm), diámetro total de $17 \pm 2 \mu\text{m}$ (15 - 22 μm), pared delgada, con grosor de $5 \pm 1 \mu\text{m}$ (4 - 6 μm) y diámetro del lumen de $8 \pm 2 \mu\text{m}$ (5 - 10 μm).

Parénquima axial: En bandas tangenciales anchas de 5-10 hileras de células de grosor, es común que en algunas bandas las células tengan contenidos oscuros, con series de más de 8 células.

Parénquima radial: Radios numerosos, 15/mm; tipo heterogéneo IIA; los radios uniseriados bajos, con altura promedio de $385 \pm 72 \mu\text{m}$ (259 - 589 μm), formados por células procumbentes; los biseriados formados por células procumbentes en la cuerpo y de 3 a 6 hileras de células procumbentes en los márgenes, en ocasiones en las últimas hileras son cuadradas lo que da la impresión de ser heterogéneos IIB, radios con las porciones biseriadas tan anchas como las uniseriadas, radios bajos, con altura de $284 \pm 41 \mu\text{m}$ (220 - 385 μm) y $15 \pm 3 \mu\text{m}$ (10 - 22 μm) de ancho; algunas células de los radios con contenidos oscuros.

Usos: El resultado obtenido de la relación Runkel (1.3) revela que esta especie no puede ser empleada como pulpa para papel por tener calidad regular; la madera es utilizada en construcciones (tablas y polines) y postes.



Figs, C1-C6 Fotografías de *Wimmeria concolor* Schl. et Cham.: donde C1 y C2 corte trasversal, C3 y C4 corte tangencial y C5 y C6 corte radial.

***Clethra pringlei* S. Watson.**

Familia: CLETHRACEAE

Nombres comunes: Pomarrosa, Ojit, Madroño (Tamaulipas); Huasteco: it'ath te, Palo Escoplo (San Luis Potosí) Aguacatillo, Mameycillo (Querétaro); Encinillo, Talpanahuat (Puebla); Marangola, Naranjela, Palo Colorado (Veracruz) (González-Villarreal, 1996).

Distribución: Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Jalisco, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Veracruz y Guerrero (González-Villarreal, 1996).

Características morfológicas: Árbol o arbusto, frecuentemente de 6-15 m de alto, en condiciones favorables por arriba de los 40 m y de 25 – 30 cm de diámetro a la altura del pecho. Corteza ligeramente gris, de lisa a ligeramente rugosa. Ramas delgadas pálidas o café-rojizas tomentulosas. Hojas con pecíolos cortos de 4-7 mm de largo, hirsutos, glabrescentes con la edad; lamina joven con tricomas estrellados escasos en la superficie adaxial y con tricomas estrellados diminutos abundantes en la superficie abaxial; lamina subcoriacea, bicolora, variable en forma y tamaño, de oblanceolada a elíptica, ocasionalmente ovada; margen esparcidamente serrado o entero, a menudo ondulado (González-Villarreal, 1996). Flores en racimos terminales de 10 a 18 cm de largo, con 20 a 40 flores, por lo común de olor agradable, pequeñas, perfectas actinomorfas, polipetalas; fruto capsular de 3 a 5 mm, tomentoso, dehiscente a través de 3 valvas (Puig, 1993).

Aspectos ecológicos generales: Es una especie que se presenta en un intervalo altitudinal amplio, de 210 a 2700 m snm; se desarrolla en ambientes secos a húmedos, en bosques de *Quercus-Pinus* y bosques mesófilos de montaña;

usualmente se encuentra en áreas abiertas o favorecidas por el disturbio (González-Villarreal, 1996).

Características microscópicas (Figs. D1-D6)

Anillos de crecimiento: Conspicuos, se delimitan por una banda angosta de 2 a 4 hileras de fibras con las paredes gruesas y comprimidas radialmente en la madera tardía.

Vasos: Porosidad difusa, vasos de contorno angular, solitarios y múltiples radiales de 2 a 4 y pocos hasta de 6, vasos muy numerosos, en promedio 139/mm², pequeños, con diámetro tangencial promedio de $38 \pm 4 \mu\text{m}$ (28 – 43 μm); elementos de vaso largos, con longitud media de $1075 \pm 169 \mu\text{m}$ (684 – 1376 μm); placa de perforación principalmente escalariforme, con promedio de 35 ± 4 barras (27 – 42 barras) y reticulada, con inclinación de 75°; punteaduras intervasculares opuestas, con diámetro promedio de $4 \pm 1 \mu\text{m}$ (3 – 5 μm); punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares; engrosamientos helicoidales exclusivamente en las colas.

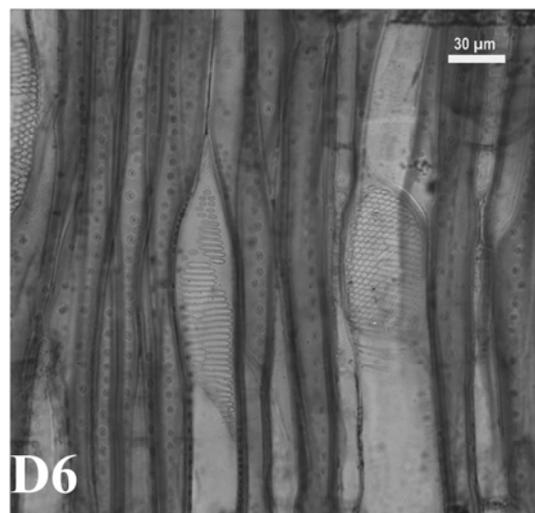
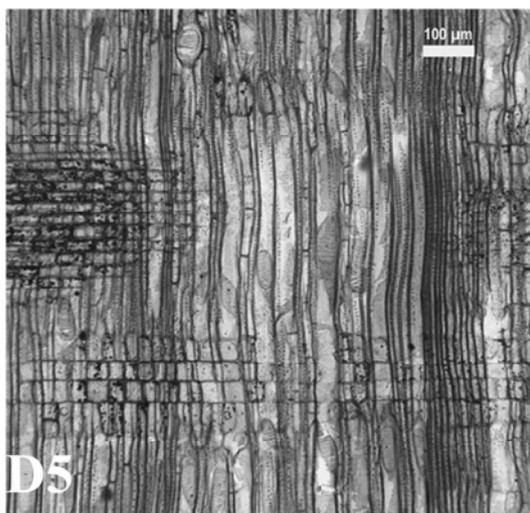
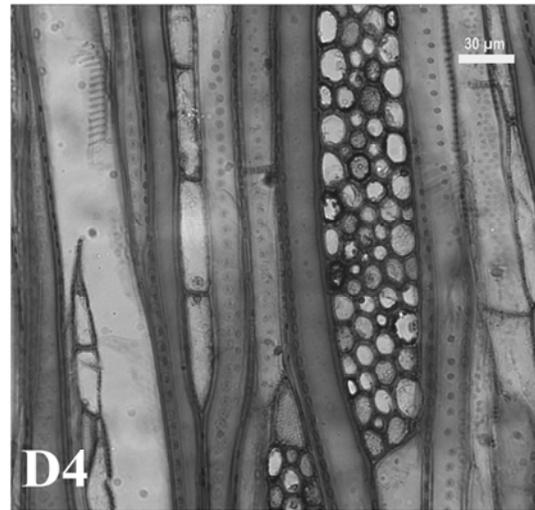
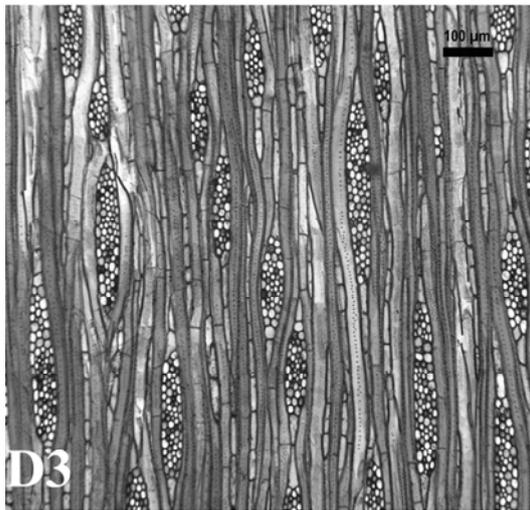
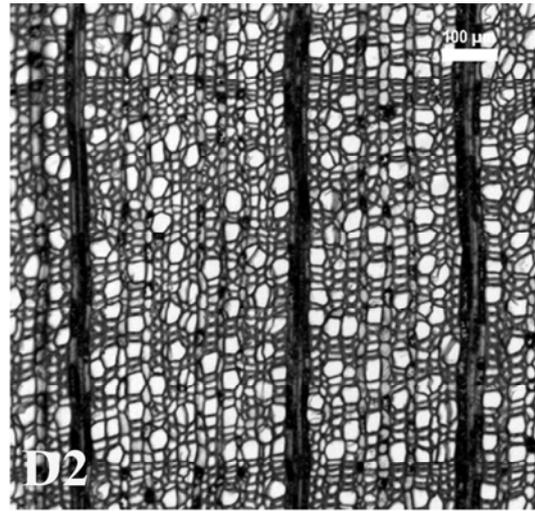
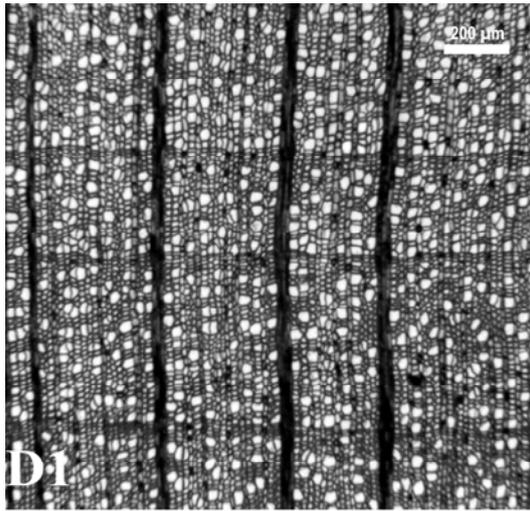
Fibras: Con punteaduras areoladas evidentes; largas, con longitud promedio de $1731 \pm 235 \mu\text{m}$ (1399 - 2217 μm), diámetro total de $26 \pm 2 \mu\text{m}$ (22 – 30 μm), pared delgada, con grosor de $3 \pm 1 \mu\text{m}$ (1 - 5 μm) y diámetro del lumen de $20 \pm 3 \mu\text{m}$ (12 – 25 μm).

Parénquima axial: Apotraqueal difuso y paratraqueal escaso, con series de 6-10 células.

Parénquima radial: Radios medianamente numerosos, 4/mm; tipo heterogéneo IIA; los radios uniseriados bajos, con altura promedio de $631 \pm 88 \mu\text{m}$ (495 – 785 μm), formados por células erectas; los multiseriados de 3 a 5 células de ancho y

pocos biseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo y hasta 6 hileras de células cuadradas y/o erectas en los márgenes, radios bajos, con altura de $736 \pm 99 \mu\text{m}$ ($472 - 943 \mu\text{m}$) y $60 \pm 5 \mu\text{m}$ ($55 - 71 \mu\text{m}$) de ancho.

Usos: El resultado obtenido de la relación Runkel (0.3) revela que esta especie puede ser empleada como pulpa para papel de muy buena calidad. La madera se utiliza principalmente para construcción, partes de casas y en la elaboración de muebles.



Figs. D1-D6 Fotografías de *Clethra pringlei* S. Watson.: donde D1 y D2 corte trasversal, D3 y D4 corte tangencial y D5 y corte radial.

***Nectandra sanguinea* Rottb.**

Familia: LAURACEAE

Nombres comunes: Aguacatillo (Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz Puebla); Laurel, "Qesqa": Totonaco (Hidalgo); Laurelillo (Veracruz).

Distribución: Desde el este de México hasta Centroamérica y norte de América del Sur (Guayana) (Puig, 1993).

Características morfológicas: Árbol de 10 a 15 m de alto, ramillas tomentosas o glabras, corteza parda o grisácea. Hojas alternas, simples, dispuestas en espiral, pecioladas (pecíolo de 1.5 cm o más y de color rojo), reticuladas, elípticas a lanceoladas, de 7 a 18 cm de largo por 3 a 8 cm de ancho, base obtusa a atenuada, ápice acuminado, limbo verde oscuro y glabro, grisáceo y a veces barbado en las nervaduras del envés, con glándulas transparentes de fuerte olor a aguacate cuando se les estruja. Flores actinomorfas en cimas o panículos axilares, con pedúnculos rojos, terminales, perianto 6-lobado, blanco-rosado de aproximadamente 10mm, estambres 9 perfectos de 1mm de largo, numerosos estaminodios, ovario súpero, unilocular, uniovular. Fruto drupa, globosa a oblonga, de 15 a 20mm de diámetro, azul-negro en la madurez, copa del perianto acrescente y rojo, olor y sabor dulce de aguacate (Puig, 1993).

Aspectos ecológicos generales: Árbol común del bosque mesófilo de montaña en los estratos medianos y bajos con numerosas germinaciones cerca de los árboles parentales; repartición gregaria; así mismo se desarrolla en selvas altas o medianas subperennifolias (Puig, 1993).

Características microscópicas (Figs. E1-E6)

Anillos de crecimiento: Conspicuos, se delimitan por una banda de 1 a 3 hileras de fibras de ancho comprimidas radialmente en la madera tardía

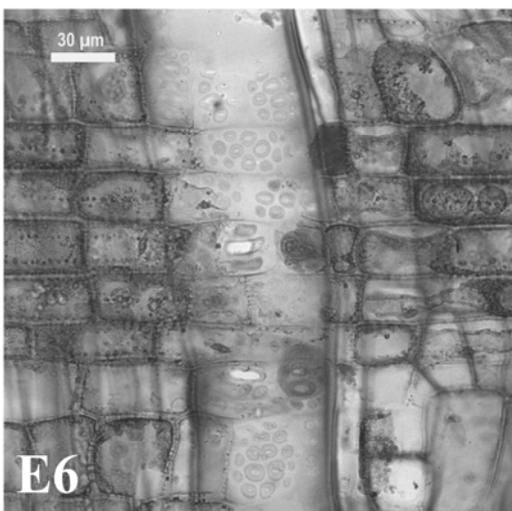
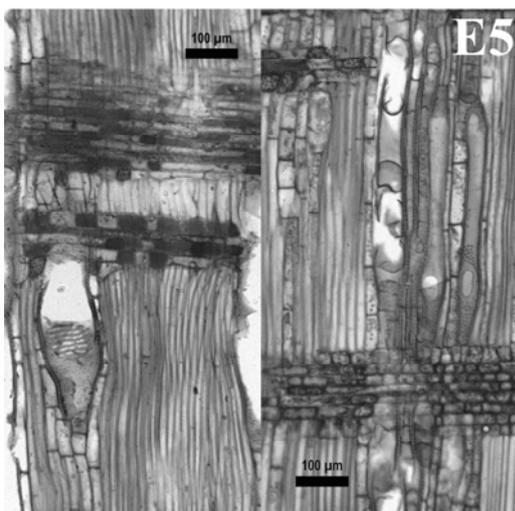
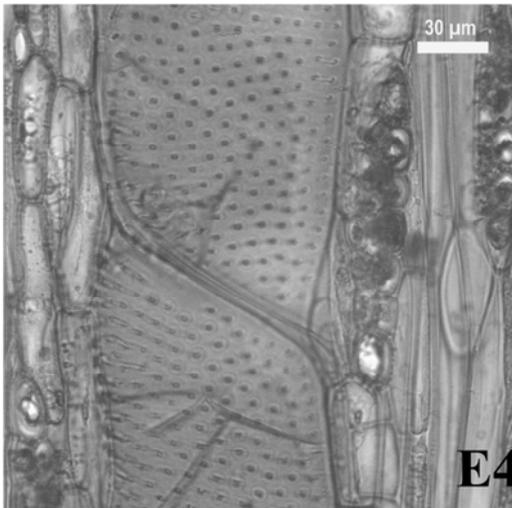
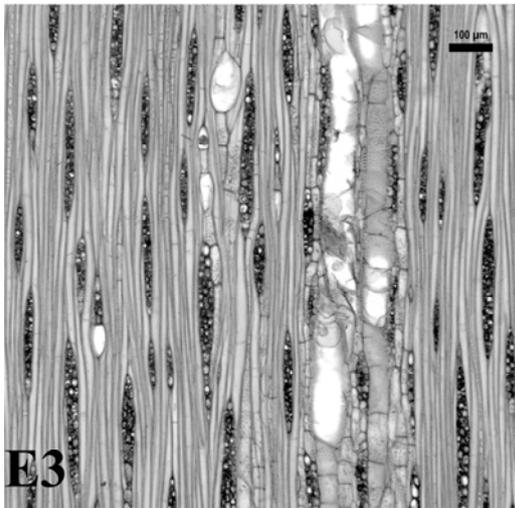
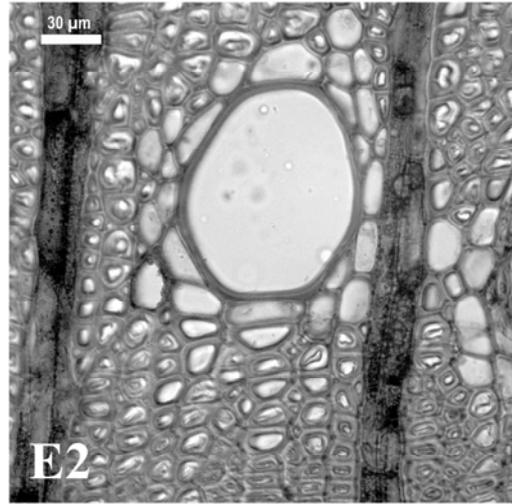
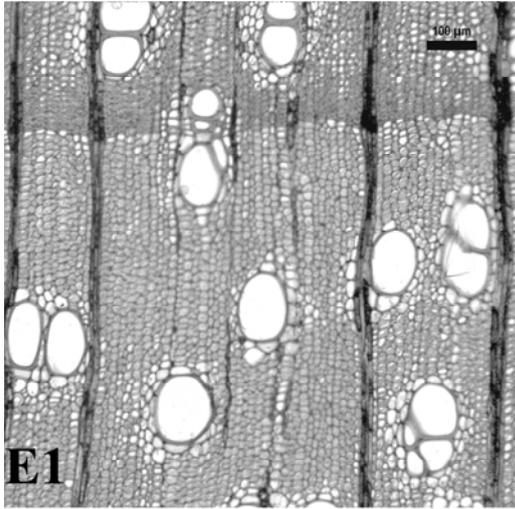
Vasos: Porosidad difusa, vasos de contorno redondeado a ligeramente anguloso, solitarios y múltiples radiales de 2 o 3 y escasos en racimos, vasos medianamente numerosos, promedio en 14/mm², medianos, con diámetro tangencial promedio de $114 \pm 10 \mu\text{m}$ (99 - 133 μm); elementos de vaso medianos, con longitud media de $486 \pm 96 \mu\text{m}$ (338 – 652 μm); placa de perforación simple y escaleriforme, con promedio de barras de 3 ± 2 (1 – 6), con inclinación de 45°; punteaduras intervasculares alternas, con diámetro promedio de $9 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$ (7 - 10 μm); punteaduras de vaso-radio areoladas con areolas reducidas a aparentemente simples, contorno de la punteadura redondeado.

Fibras: Con punteaduras simples, medianas, con longitud promedio de $982 \pm 80 \mu\text{m}$ (840 – 1201 μm), diámetro total de $18 \pm 2 \mu\text{m}$ (16 – 21 μm), pared delgada, con grosor de $3 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$ (1 - 4 μm) y diámetro del lumen de $13 \mu\text{m} \pm 2 \mu\text{m}$ (11 - 16 μm).

Parénquima axial: Paratraqueal vasicéntrico y apotraqueal difuso, con series de 4 - 9 células.

Parénquima radial: Radios numerosos, 8/mm; tipo heterogéneo IIB; los uniseriados son raros; los multiseriados de 2 - 3 células de ancho, formados por células procumbentes en el cuerpo y una hilera de células cuadradas y/o erectas en los márgenes, bajos, con altura de $405 \mu\text{m} \pm 34 \mu\text{m}$ (345 - 463 μm) y $32 \mu\text{m} \pm 4 \mu\text{m}$ (26 - 40 μm) de ancho; con células de aceite y/o mucílago.

Usos: El resultado obtenido de la relación Runkel (0.41) revela que esta especie puede ser empleada como pulpa para papel por ser de muy buena calidad.



Figs. E1-E6 Fotografías de *Nectandra sanguinea* Rottb.: donde E1 y E2 corte trasversal, E3 y E4 corte tangencial y E5 y E6 corte radial.

***Magnolia shiedeana* Schlecht.**

Familia: MAGNOLIACEAE

Nombres comunes: Magnolia.

Distribución: Especie endémica de México, en el este y oeste del país en los estados de Chihuahua, Durango, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Hidalgo, Veracruz. (Benítez, Pulido-Salas y Equihua, 2004).

Características morfológicas: Árbol erguido, perennifolio, de hasta 30 m de alto; corteza café verdosa; hojas de 4 a 16 cm de largo, lustrosas en ambos lados, aunque presenta pelillos amarillentos o rojizos cuando jóvenes, con aroma agradable al machacarlas. Flores solitarias de aroma agradable, 6 pétalos blancos gruesos de 3 a 5 cm de largo. Fruto folicular con aspecto de cono (Puig, 1993; Benítez, Pulido-Salas y Equihua, 2004).

Aspectos ecológicos generales: árbol característico del bosque mesófilo de montaña, desde 700 hasta 1800 m snm; se considera amenazada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2001) también se presenta en bosques de encinos y bosques de coníferas; Muestra preferencia por suelos ligeros y profundos (Puig, 1993; Benítez, Pulido-Salas y Equihua, 2004).

Características microscópicas (Figs. F1-F6)

Anillos de crecimiento: Conspicuos, se delimitan por parénquima marginal en bandas de más de cuatro células de ancho.

Vasos: Porosidad difusa, vasos de contorno angular, solitarios y múltiples radiales de 2 a 3 hasta 6 y escasos en racimos, vasos muy numerosos, en promedio 66/mm², pequeños, con diámetro tangencial promedio de $64 \pm 5 \mu\text{m}$ (57 – 79 μm); elementos de vaso largos, con longitud media de $872 \pm 104 \mu\text{m}$ (722 - 1099 μm);

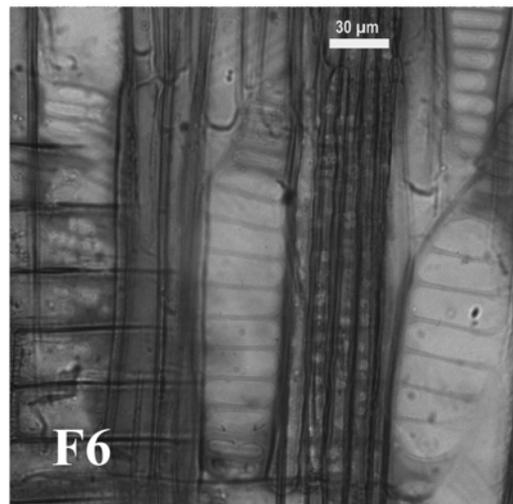
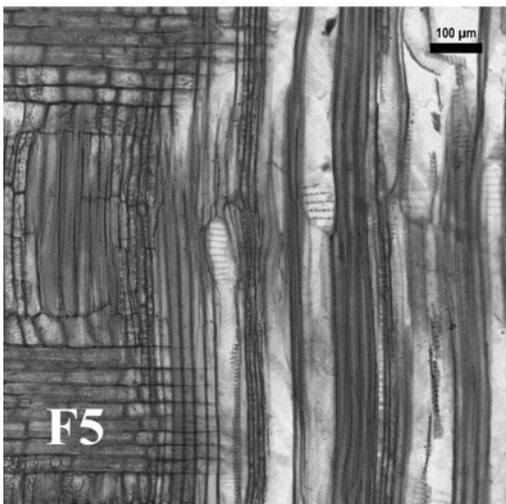
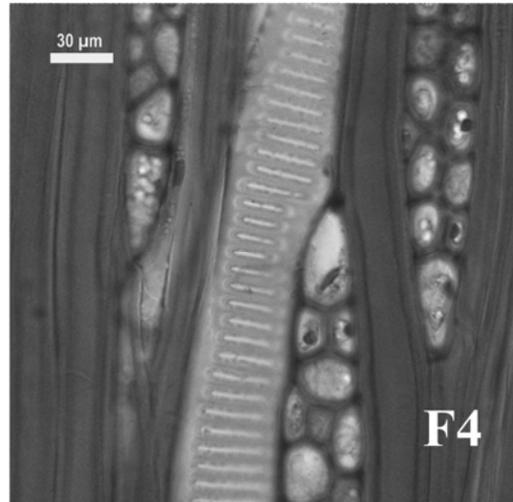
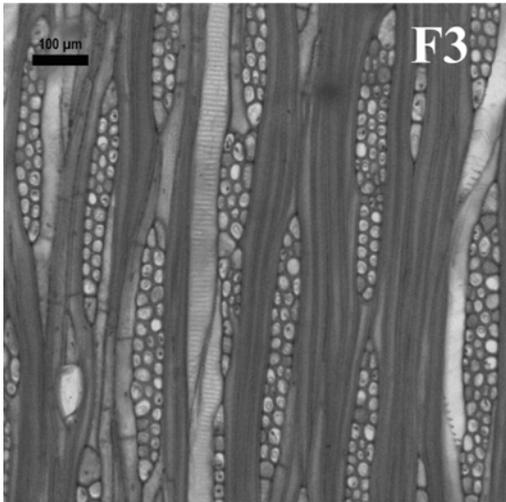
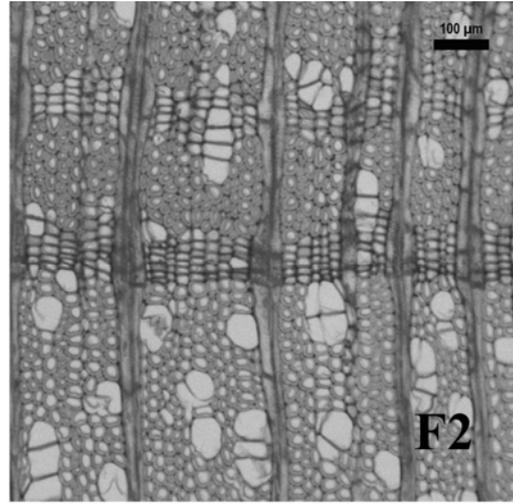
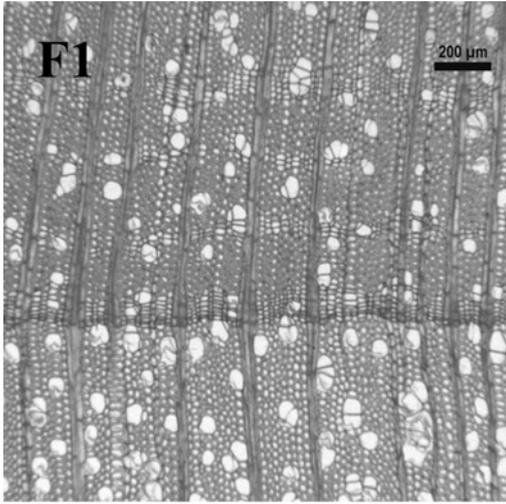
placa de perforación escaleriforme, con un promedio de 7 ± 1 barras (5 - 9 barras), con inclinación de 80° ; Punteaduras intervasculares escaleriformes, con diámetro promedio de $32 \pm 5 \mu\text{m}$ (20 – 39 μm); punteaduras vaso-radio con areolas reducidas a aparentemente simples horizontales típicamente escaleriformes oblongo-ovaladas a redondeadas; con engrosamientos helicoidales muy finos en todo el elemento de algunos vasos.

Fibras: Con punteaduras areoladas pequeñas; largas, con longitud promedio de $1621 \pm 141 \mu\text{m}$ (1413 – 1923 μm), diámetro total de $30 \pm 3 \mu\text{m}$ (26 – 35 μm), pared delgada, con grosor de $5 \pm 1 \mu\text{m}$ (4 – 7 μm) y diámetro lumen de $19 \pm 3 \mu\text{m}$ (16 - 25 μm);

Parénquima axial: Apotraqueal marginal en bandas por arriba de cuatro células de ancho, con series de 2-4 células.

Parénquima radial: Radios medianamente numerosos, 7/mm; tipo heterogéneo IIB; los radios uniseriados muy escasos, bajos, con altura promedio de $206 \pm 33 \mu\text{m}$ (157 – 290 μm), formados por células procumbentes; los multiseriados de 2-3 células de ancho, formados por células procumbentes en el cuerpo y de 1 a 2 hileras de células cuadradas y/o erectas en los márgenes, radios bajos, con altura promedio de $602 \pm 60 \mu\text{m}$ (487 – 746 μm) y $240 \pm 25 \mu\text{m}$ (200 min. - 295 μm) de ancho. Con células de aceite asociadas a parénquima radial.

Usos: El resultado obtenido de la relación Runkel (0.56) indica que sus fibras son de buena calidad para ser empleadas como pulpa para papel. La madera se utiliza ocasionalmente para construcciones. Árbol ornamental.



Figs. F1-F6 Fotografías de *Magnolia shiedeana* Schlecht.: donde F1 y F2 corte trasversal, F3 y F4 corte tangencial y F5 y F6 corte radial.

***Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze**

Familia: MIMOSACEAE

Nombres comunes: Huaje, huajillo (Tamaulipas) (Puig, 1993).

Distribución: Desde el sur de Estados Unidos de Norte América hasta Mesoamérica incluyendo Costa Rica, se encuentra en todo México principalmente en tierras calientes (Puig, 1993).

Características morfológicas: Arbusto de 2-3 m de alto, glabro o pubescente, sin espinas. Hojas bipinnadas de 8 a 10 cm de largo o más, pinnas de 8 a 15 pares, de 4 a 6 cm de largo, folíolos numerosos, lineares, de 3 a 4 mm de largo, ápice agudo u obtuso, margen generalmente ciliado, lámina glabra o pilosa. Flores blancas, en cabezuelas globosas, axilares o en racimo. Fruto, vaina delgada, comprimida y aplanada, glabra, de color pardo, de 4 a 8 cm de largo por 1 cm de ancho. Semillas comprimidas de color café (Puig, 1993).

Aspectos ecológicos generales: Especie no muy abundante, se encuentra principalmente en altitudes inferiores del bosque mesófilo de montaña y en lugares perturbados como orillas de caminos, acahuales y claros, en laderas por lo general rocosas (Puig, 1993).

Características microscópicas (Figs. G1-G6)

Anillos de crecimiento: Conspicuos, se delimitan por la presencia de vasos de menor diámetro en la madera tardía que los de la madera temprana, además de una banda más o menos continua de parénquima marginal en la madera tardía.

Vasos: Porosidad anular a semianular, vasos de contorno redondeado, solitarios y múltiples radiales de 2 o 3 hasta 4 y escasos en racimos, vasos medianamente

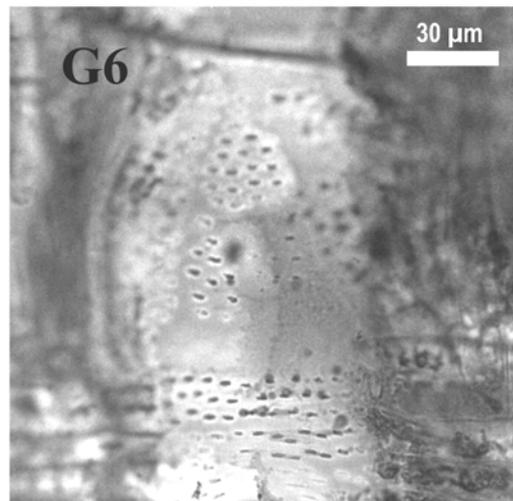
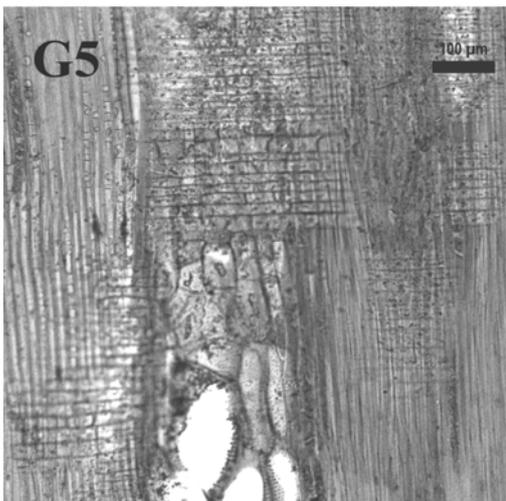
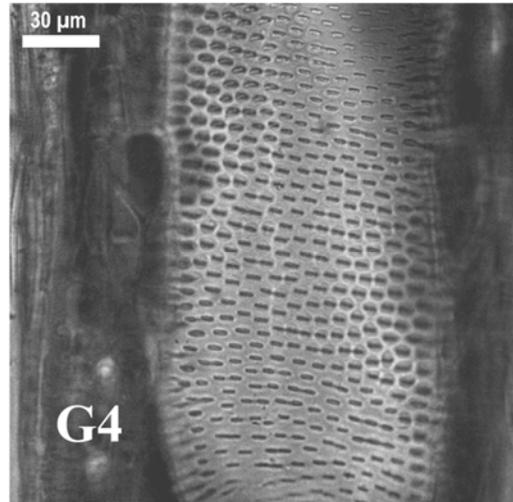
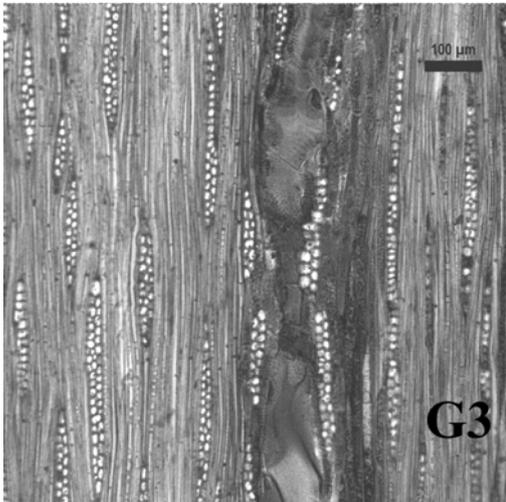
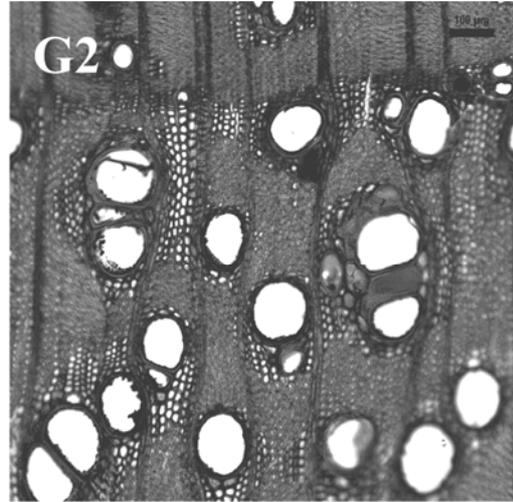
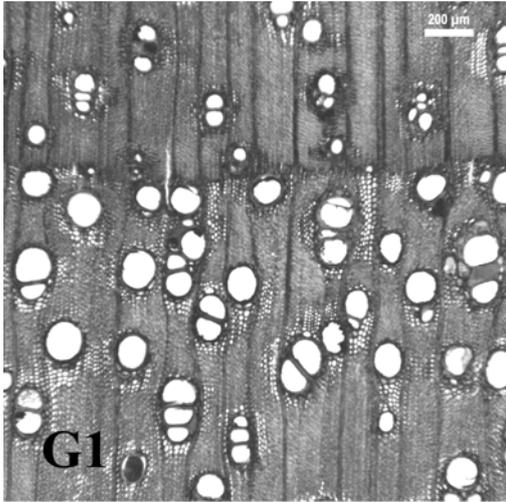
numerosos, en promedio 18/mm², medianos, con un diámetro tangencial promedio de 128 ± 13 μm (99 - 149); elementos de vaso cortos, con una longitud media de 310 ± 31 μm (236 - 377); placa de perforación simple, con inclinación de 35 - 45°; punteaduras intervasculares alternas, con diámetro promedio de 7 ± 1 μm (6 - 8); punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares; depósitos oscuros asociados a las paredes de los vasos que llegan a ocluir la totalidad del lumen.

Fibras: Con punteaduras simples; cortas, con longitud promedio de 785 ± 36 μm (730 - 864), diámetro total de 16 ± 2 μm (12 - 18), pared delgada, con grosor de 3 ± 1 μm (2 - 4) y diámetro del lumen de 10 ± 2 μm (7 - 14).

Parénquima axial: Paratraqueal vasicéntrico formando vainas anchas, aliforme y aliforme confluyente, en bandas marginales de 2-3 células de ancho asociadas al anillo de la madera tardía, con series de dos o tres células.

Parénquima radial: Radios numerosos, 8/mm; tipo heterogéneo IIB; los radios uniseriados bajos, con altura promedio de 246 ± 43 μm (157 - 322), formados por células procumbentes; los multiseriados de 2-3 células de ancho, formados por células procumbentes en el cuerpo y de 1 a 2 hileras de células cuadradas en los márgenes, ocasionalmente hasta 5 hileras de células procumbentes con dimensiones mayores a las células del cuerpo, radios bajos, con altura de 524 ± 71 μm (408 - 667) y 22 ± 2 μm (18 - 26) de ancho; presencia de depósitos oscuros en numerosos radios.

Usos: El resultado obtenido de la relación Runkel (0.65) indica que esta especie puede ser empleada como pulpa para papel de buena calidad.



Figs. G1-G6 Fotografías de *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze: donde G1 y G2 corte trasversal, G3 y G4 corte tangencial y G5 y G6 corte radial.

***Osmanthus americana* (L) Benth.& Hook.**

Familia: OLEACEAE

Nombres comunes: No se reportan

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

Características morfológicas: Arbusto o árbol, hasta de 15 m de altura, diámetro del tronco de 30 cm; corteza delgada, escamosa, gris oscuro o gris rojizo. Hojas opuestas, pecioladas, persistentes, de elípticas a oblanceoladas, con 7 a 14 cm de largo, acuminada, atenuada o aguda en la base, coriácea, lustrosa, enteras, glabras. Flores blanquizas o amarillentas, fragantes, en ramas axilares cortas o panículos, cáliz con 4 lóbulos deltoides, corola de 3 a 4 mm. de largo, limbo 4-lobulado, 2 estambres. Fruto drupa, ovalada u ovoide, de 1.2 a 1.8 cm de largo, de verde amarillenta a púrpura profundo, la pulpa es seca y delgada (Standley, 1924).

Aspectos ecológicos generales: es una especie que se desarrolla en Bosques Mesófilos de Montaña así como en el Bosques Tropicales Perennifolios, escaso en Bosques de Encino (en cañadas); se localiza en altitudes que van de los 920 hasta 2500 m snm; prefiere suelos arenosos, medios y pesados de arcilla, alcalinos, neutrales y básicos, requiere de suelo húmedo.

Características microscópicas (Figs. H1-H6)

Anillos de crecimiento: Conspicuos, se delimitan por 2-5 hileras de células de parénquima marginal y dos hileras de fibras con paredes engrosadas.

Vasos: Porosidad difusa, vasos de contorno ligeramente anguloso, organizados en patrón dendrítico, solitarios y en grupos hasta de 4, pequeños, con diámetro

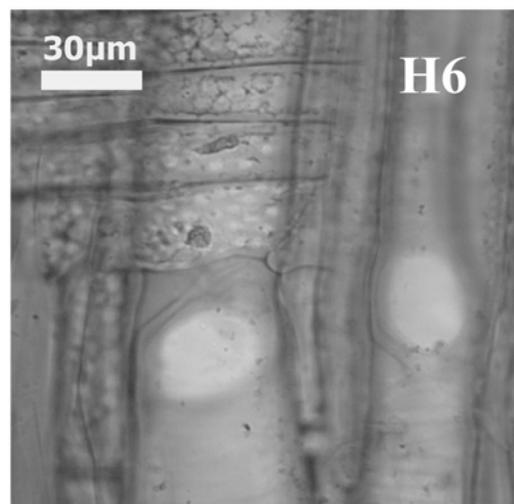
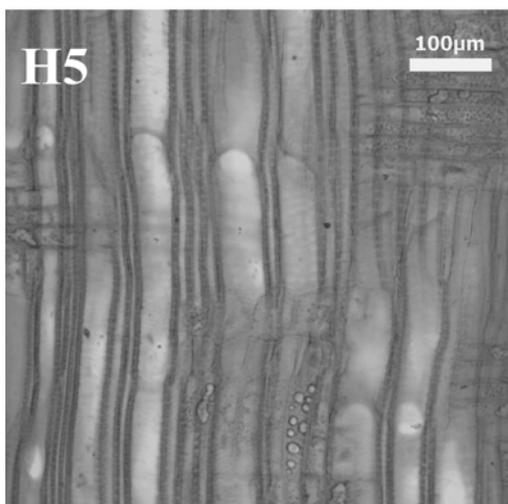
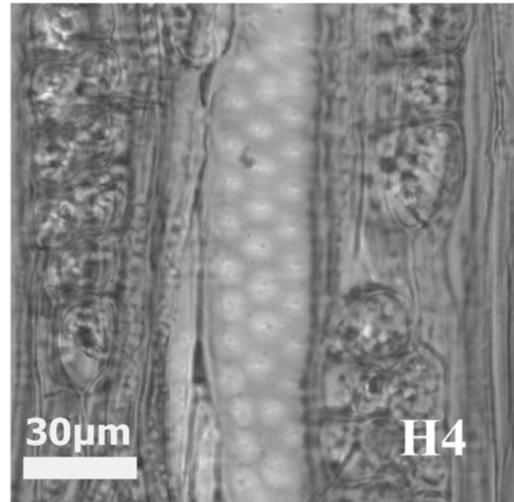
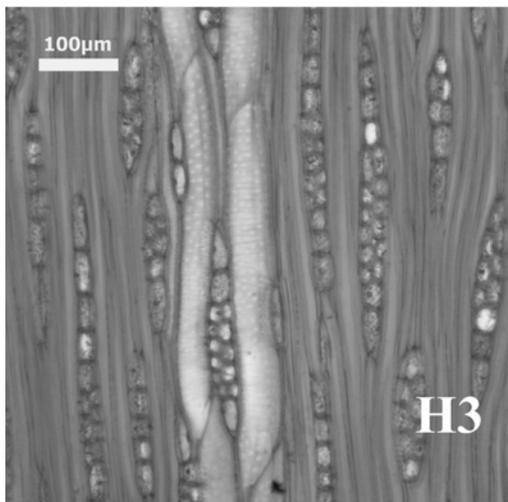
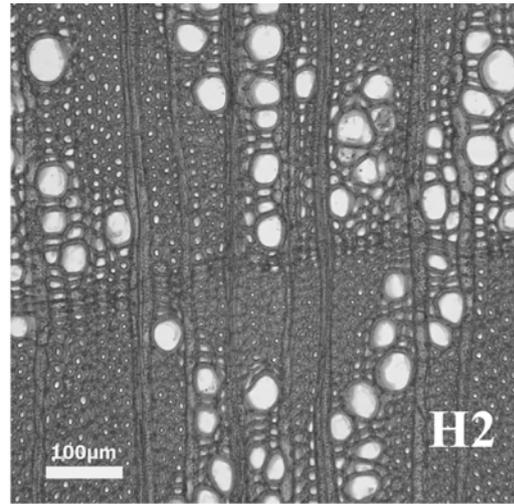
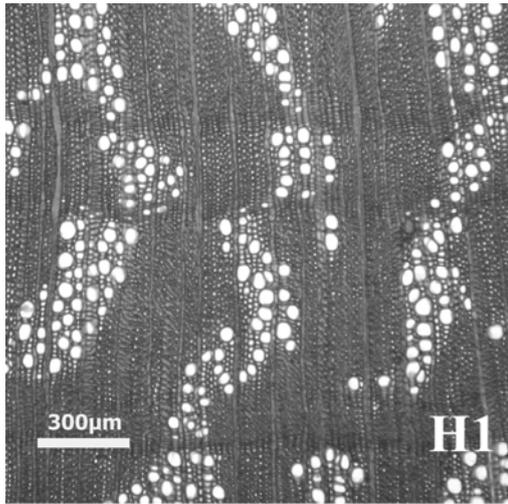
tangencial promedio de $46 \pm 5 \mu\text{m}$ ($38 - 54 \mu\text{m}$); elementos de vaso cortos, con longitud media de $315 \pm 65 \mu\text{m}$ ($228 - 464 \mu\text{m}$); placa de perforación simple, con inclinación de 50° ; Punteaduras intervasculares alternas, con diámetro promedio de $10 \pm 1 \mu\text{m}$ ($8 - 11 \mu\text{m}$); punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares; presenta engrosamientos helicoidales en todo el elemento de vaso.

Fibras: Con punteaduras simples; medianas, con longitud promedio de $1025 \pm 126 \mu\text{m}$ ($778 - 1258 \mu\text{m}$), diámetro total de $22 \pm 2 \mu\text{m}$ ($20 - 24 \mu\text{m}$), pared gruesa, con grosor de $7 \pm 1 \mu\text{m}$ ($6 - 9 \mu\text{m}$) y diámetro del lumen de $8 \pm 2 \mu\text{m}$ ($5 - 12 \mu\text{m}$).

Parénquima axial: Paratraqueal escaso y marginal de 2-5 células de ancho, con series de 2-4 células.

Parénquima radial: Radios numerosos, 9/mm; tipo heterogéneo IIB; los radios uniseriados bajos, con altura promedio de $236 \pm 30 \mu\text{m}$ ($196 - 291 \mu\text{m}$), formados por células procumbentes; los biseriados formados de células procumbentes en el cuerpo y de 1 a 2 hileras de células cuadradas y/o erectas en los márgenes, radios bajos, con altura de $270 \pm 39 \mu\text{m}$ ($204 - 354 \mu\text{m}$) y $29 \pm 4 \mu\text{m}$ ($20 - 37 \mu\text{m}$) de ancho.

Usos: El resultado obtenido de la relación Runkel (1.8) revela que esta especie no puede ser empleada como pulpa para papel por ser de regular calidad. Se reporta que esta especie presenta una madera dura (se corrobora por el grosor de la pared de las fibras), áspera-compacta, de color café oscuro, cuya gravedad específica está alrededor de 0.81 (Standley, 1924).



Figs. H1-H6 Fotografías de *Osmanthus americana* (L) Benth.& Hook.: donde H1 y H2 corte trasversal, H3 y H4 corte tangencial y H5 y H6 corte radial.

***Piper amalago* L.**

Familia: PIPERACEAE

Nombres comunes: Cordoncillo (Oaxaca).

Distribución: Se distribuye ampliamente desde Tamaulipas hasta Oaxaca.

Características morfológicas: Arbusto o árbol pequeño, en ocasiones alcanza una altura de hasta 10-15 m, con 20 cm de diámetro. Hojas simples, ovado-lanceoladas a angostamente lanceolada de 1-3 cm de ancho por 8 cm de largo, con lámina palmatinervia con 3-5 nervios (frecuentemente sólo tres bien definidos), base variable, pero la forma más frecuente es obtusa o ligeramente redondeada, con pecíolos cortos, generalmente de 1 cm o menos de largo. Inflorescencias de 5-8 cm (rara vez más largas) con sus pedúnculos de igual tamaño o ligeramente más largos que el pecíolo (Gómez Pompa, 1966).

Aspectos ecológicos generales: Habita en climas cálidos, semicálidos y templados; creciendo a orillas del camino, asociada a vegetación perturbada en el bosque tropical caducifolio, subcaducifolio, perennifolio, mesofilo de montaña y de encino. Se localiza desde el nivel del mar hasta los 1380 metros (Gómez Pompa, 1966).

Características microscópicas (Figs. I1-I6)

Anillos de crecimiento: Ausentes

Vasos: Porosidad difusa, vasos de contorno redondeado, solitarios y múltiples radiales de 2 a 3, vasos muy numerosos, en promedio 33/mm², pequeños, con diámetro tangencial promedio de $68 \pm 5 \mu\text{m}$ (59 – 75 μm); vasos con paredes gruesas $5 \mu\text{m} \pm 1$ (3 – 6 μm); elementos de vaso cortos, con longitud media de $241 \pm 49 \mu\text{m}$ (157 – 345 μm); placa de perforación simple, con inclinación de 60°;

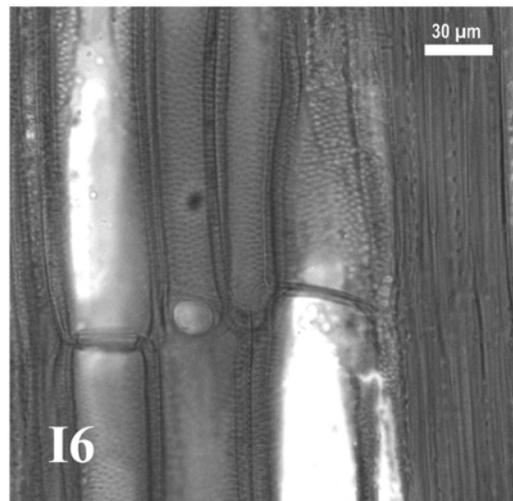
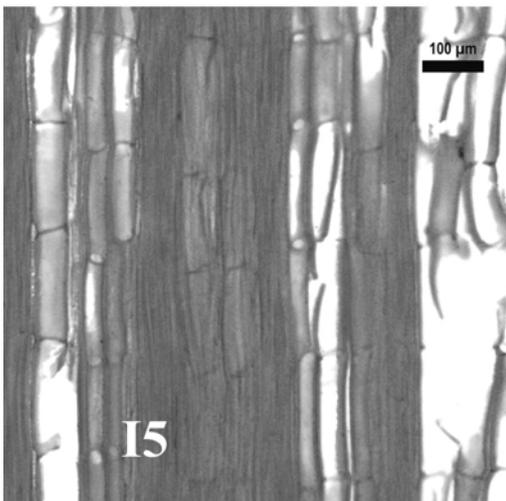
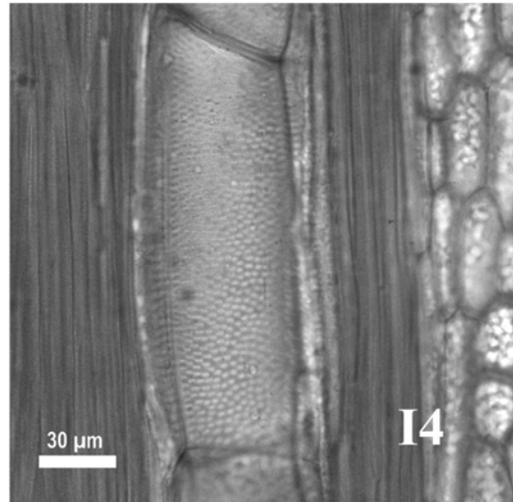
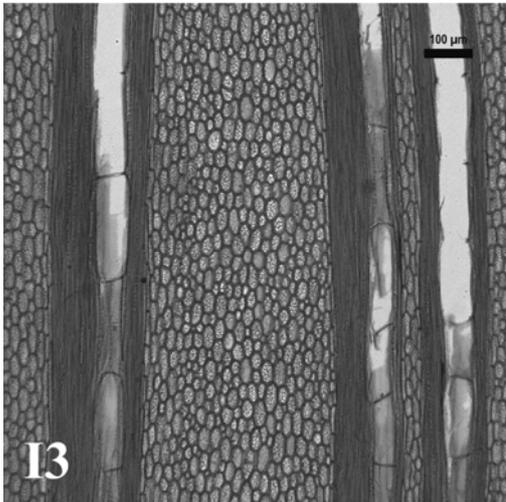
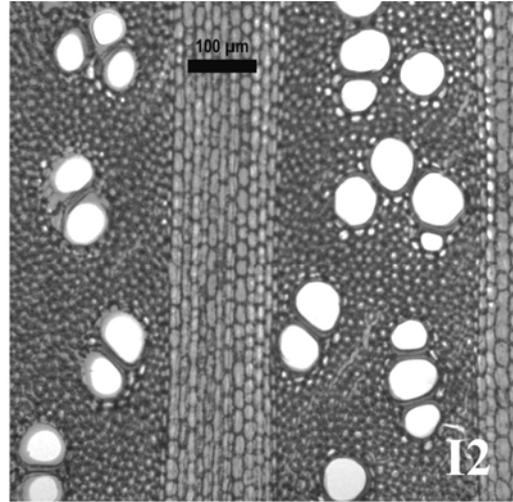
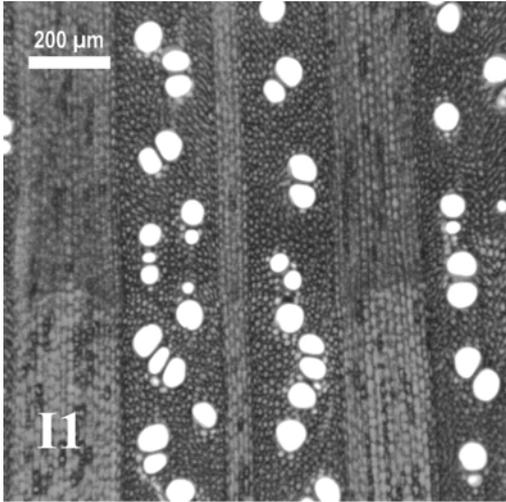
Punteaduras intervasculares alternas, con un diámetro promedio de $2 \pm 0.5 \mu\text{m}$ (1.5 - 2.5); punteaduras vaso-radio no se observan debido a que los vasos no están en contacto con los radios.

Fibras: Con punteaduras simples; cortas, con longitud promedio de $788 \pm 89 \mu\text{m}$ (589 - 903), diámetro total de $16 \pm 1 \mu\text{m}$ (13 – 18 μm), pared delgada, con grosor de $4 \pm 0.5 \mu\text{m}$ (4 – 5 μm) y diámetro del lumen de $7 \pm 1 \mu\text{m}$ (5 – 9 μm).

Parénquima axial: Paratraqueal escaso, con series de dos células.

Parénquima radial: Radios pocos, 3/mm, con un promedio de 18 ± 4 células de ancho (12 – 26 células) y un promedio de $289 \pm 80 \mu\text{m}$ (157 – 416 μm) de ancho; radios excepcionalmente altos, se extienden a lo largo del entre-nudo, compuestos de células cuadradas, erectas y con algunas células procumbentes dispersas entre éstas.

Usos: El resultado obtenido de la relación Runkel (1.3) revela que esta especie no puede ser empleada como pulpa para papel por ser de regular calidad. Las ramas y hojas se utilizan como recurso vegetal medicinal



Figs. I1-I6 Fotografías de *Piper amalago* L.: donde I1 y I2 corte transversal, I3 y I4 corte tangencial y I5 y I6 corte radial.

***Chione venosa* (Sw) Urb var. *mexicana* (Standl.) DW Taylor**

Familia: RUBIACEAE

Nombres comunes: Chilillo (Tamaulipas); Capulín, Capulincillo, Fruta Colorada, Palo Barranco, Palo Blanco, Huesillo, Ramoncillo, Retama. Totonaco: Kititkiwi (resto del país) (Taylor, 2003)

Distribución: Este de México, de Nuevo León y Tamaulipas a Veracruz (Taylor, 2003).

Características morfológicas: Árbol o arbusto de 5 a 15 m de alto, algunas veces hasta 20m, corteza grisácea, lisa. Hojas opuestas, elíptico-ovadas, de 6 a 12 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho, acuminadas en ambos lados, glabras; pecíolo de 1 a 2 cm de largo. Flores hermafroditas, en racimos axilares, de 1 a 5 cm de largo; cáliz con 5 dientes; corola gamopétala, blanca; ovario súpero. Fruto drupa carnosa, subcilíndrica, roja en la madures, de 1 cm de largo. Semilla incluida en una nuez dura (Taylor, 2003).

Aspectos ecológicos generales: Árbol común en le bosque mesofilo de montaña, principalmente en el estrato intermedio (Puig, 1993); caducifolio o perenne, en bosque primario o remanente, frecuentemente asociado a *Quercus*; en suelos calcáreos o arcillosos (Taylor, 2003).

Características microscópicas (Figs. J1-J6)

Anillos de crecimiento: Conspicuos, se delimita por una banda angosta de 2 a 4 (8) hileras de fibras con las paredes gruesas, comprimidas radialmente en la madera tardía y con pocas células de parénquima axial entre ellas.

Vasos: Porosidad difusa, vasos de contorno anguloso, solitarios y múltiples radiales de 2 o 3 y hasta 7, escasos racimos, vasos muy numerosos, 116/mm²,

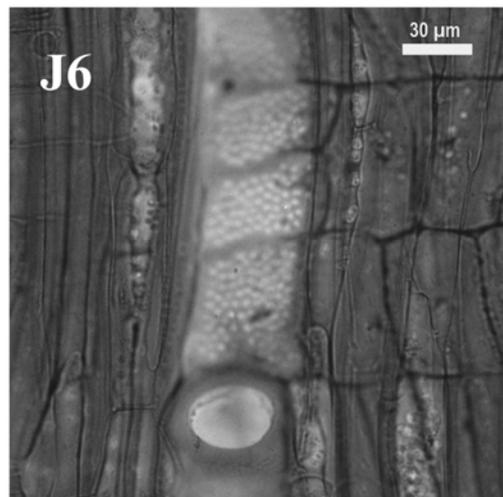
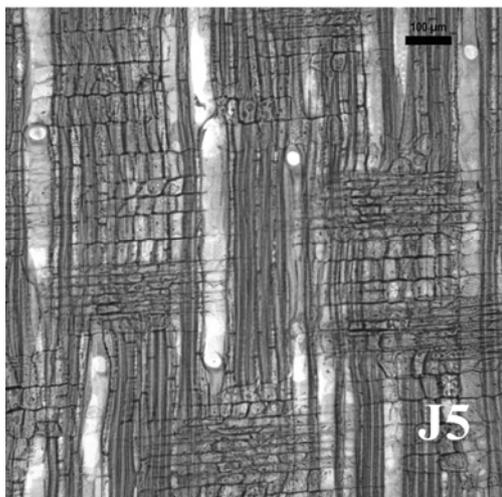
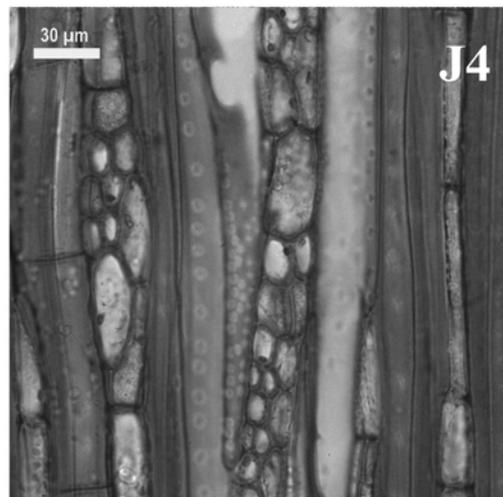
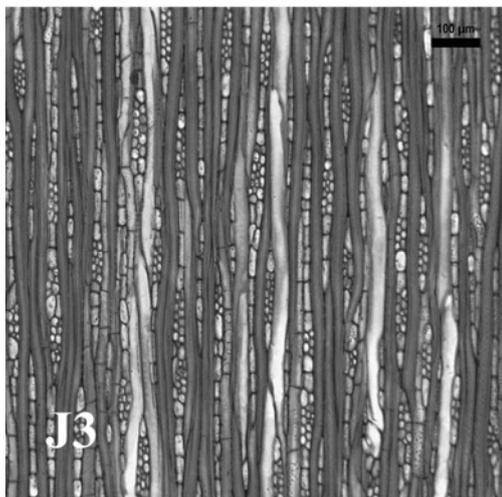
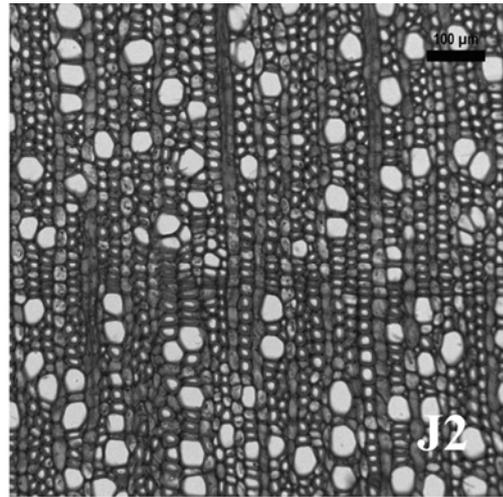
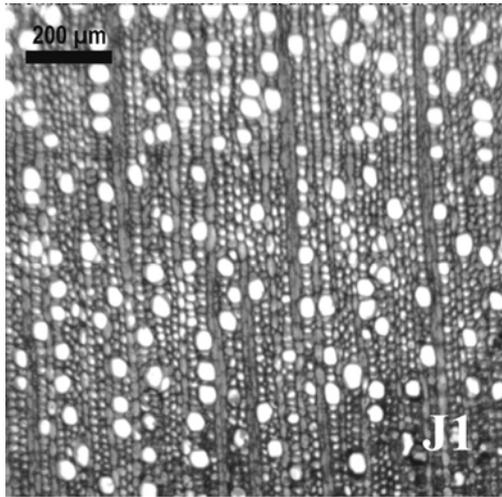
pequeños, con diámetro tangencial promedio de $48 \pm 3 \mu\text{m}$ (44 - 55 μm); elementos de vaso medianos, con longitud media de $812 \pm 204 \mu\text{m}$ (408 - 1178 μm); placa de perforación simple, con inclinación de 45° - 50° ; punteaduras intervasculares alternas, con diámetro de $5 \pm 1 \mu\text{m}$ (4 - 6 μm); punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras: Con punteaduras areoladas; largas, con longitud promedio de $1385 \pm 182 \mu\text{m}$ (942 - 1719 μm), diámetro total de $23 \pm 2 \mu\text{m}$ (20 - 27 μm), pared delgada, con grosor de $5 \pm 1 \mu\text{m}$ (4 - 7 μm) y diámetro del lumen de $13 \pm 2 \mu\text{m}$ (10 - 17 μm).

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

Parénquima radial: Radios medianamente numerosos, 9/mm; tipo heterogéneo IIA, los radios uniseriados bajos, con altura promedio de $476 \pm 40 \mu\text{m}$ (408 - 542 μm), formados de células cuadradas o erectas; los multiseriados de 2 - 3 células de ancho, formados por células procumbentes en el cuerpo y hasta 7 hileras de células cuadradas y/o erectas en los márgenes, frecuentemente los radios se unen a través de los márgenes uniseriados, radios bajos, con altura de $628 \pm 280 \mu\text{m}$ (393 - 1116 μm) y $35 \mu\text{m} \pm 5 \mu\text{m}$ (30 - 45 μm) de ancho.

Usos: El resultado obtenido de la relación Runkel (0.73) revela que esta especie puede ser empleada como pulpa para papel de buena calidad. Mangos de hacha, para leña y carbón.



Figs. J1-J6 Fotografías de *Chione venosa* (Sw) Urb var. *mexicana* (Standl.) DW Taylor.: donde J1 y J2 corte trasversal, J3 y J4 corte tangencial y J5 y J6 corte radial.

***Decatropis bicolor* (Zucc.) Radlk**

Familia: RUTACEAE

Nombres comunes: Cigarrillo (Querétaro).

Distribución: Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz (Puig, 1993).

Características morfológicas: Árbol o arbusto de 3 a 5 m de alto, sin espinas, ramillas tomentosas, ferrugíneas. Hojas alternas, imparipinadas, 5 a 11 folíolos, elípticos a lanceolados, base obtusa o aguda, ápice acuminado o agudo, limbo grueso, coriáceo, glanduloso, haz verde oscuro, envés tomentoso, ferrugíneo cuando tierno. Flores en largas películas terminales, numerosas, pequeñas, blancas, pentámeras, pedicelos ferrugíneos, corola dialipétala, androceo de 10 estambres o más, ovario pentalocular. Fruto capsular, de 3 a 5 carpelos (Puig, 1993).

Aspectos ecológicos generales: Es una especie común en los bosques de pinos o encinos y escaso en el bosque mesofilo de montaña, en altitudes de 500 a 2500 m snm; especie secundaria que se encuentra en lugares abiertos y soleados (Puig, 1993).

Características microscópicas (Figs. K1-K6)

Anillos de crecimiento: Conspicuos, se delimitan por una banda de fibras con paredes engrosadas que se atenúan gradualmente hacia la madera temprana.

Vasos Porosidad difusa, vasos de contorno redondeado, solitarios y múltiples radiales de 2 a 4 y hasta 7, escasos racimos, vasos muy numerosos, en promedio 71/mm², pequeños, con diámetro tangencial promedio de $50 \pm 8 \mu\text{m}$ (37- 69 μm); con pared gruesa de $5 \pm 1 \mu\text{m}$ (4 – 7 μm); elementos de vaso medianos, con

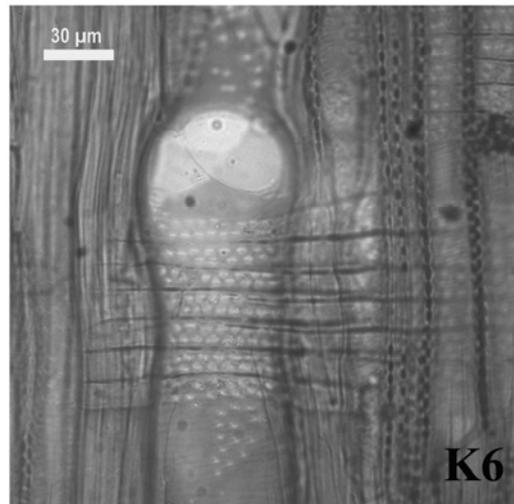
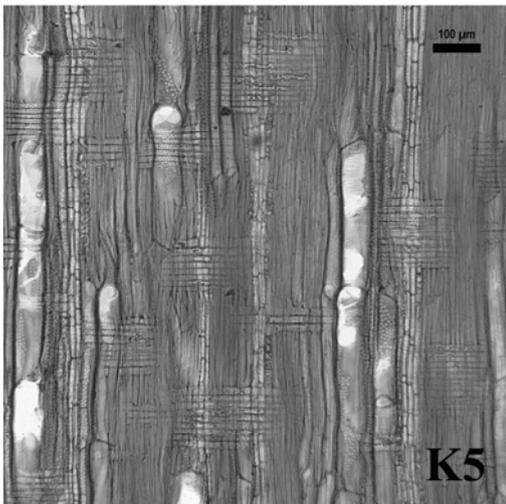
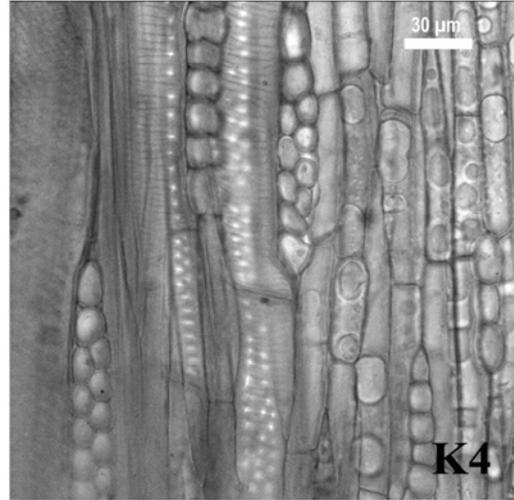
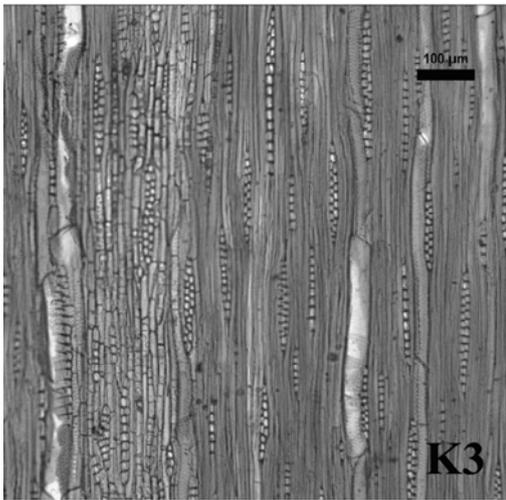
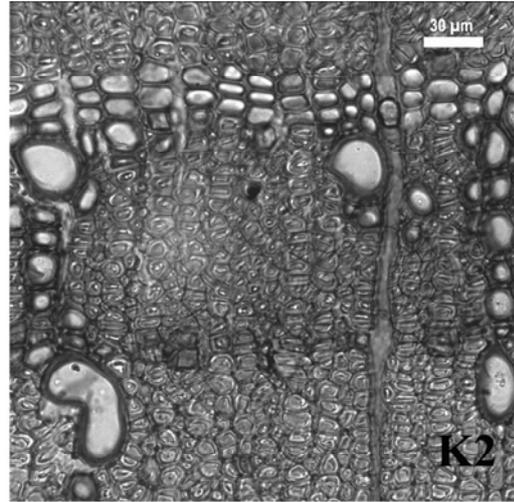
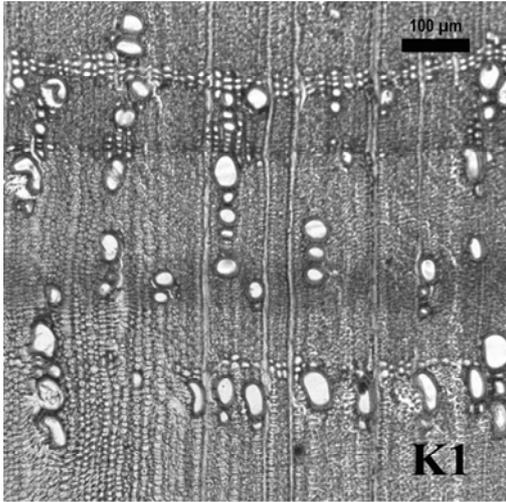
longitud media de $449 \pm 60 \mu\text{m}$ ($306 - 542 \mu\text{m}$); placa de perforación simple, con inclinación de 60° ; punteaduras intervasculares alternas, con diámetro promedio de $7 \pm 1 \mu\text{m}$ ($6 - 8 \mu\text{m}$); punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares; engrosamientos helicoidales en todo el elemento de vaso.

Fibras: Con punteaduras simples; cortas, con longitud promedio de $898 \pm 98 \mu\text{m}$ ($723 - 1116 \mu\text{m}$), diámetro total de $10 \pm 1 \mu\text{m}$ ($8 - 12 \mu\text{m}$), pared gruesa, con grosor de $4 \pm 1 \mu\text{m}$ ($2 - 5 \mu\text{m}$) y diámetro del lumen de $3 \pm 1 \mu\text{m}$ ($2 - 4 \mu\text{m}$).

Parénquima axial: En bandas angostas de 3-5 células de ancho, con series de más de 8 células; con cristales prismáticos en cámaras dentro de las células.

Parénquima radial: Radios medianamente numerosos, 7/mm; tipo heterogéneo IIB; los radios uniseriados bajos, con altura promedio de $197 \pm 32 \mu\text{m}$ ($157 - 252 \mu\text{m}$), formados por células procumbentes; los biseriados, formados por células procumbentes en el cuerpo y de 1 a 2 hileras de células cuadradas en los márgenes, radios bajos, con altura promedio de $254 \pm 24 \mu\text{m}$ ($212 - 291 \mu\text{m}$) y $18 \pm 2 \mu\text{m}$ ($14 - 22 \mu\text{m}$) de ancho.

Usos: El resultado obtenido de la relación Runkel (3.2) revela que esta especie no puede ser empleada como pulpa para papel por su mala calidad. Las fibras con paredes gruesas pueden favorecer que la madera se utilice para pisos y mangos de herramientas.



Figs. K1-6 Fotografías de *Decatropis bicolor* (Zucc.) Radlk.: donde K1 y K2 corte trasversal, K3 y K4 corte tangencial y K5 y K6 corte radial.

***Zanthoxylum hidalgense* Lundell.**

Familia: RUTACEAE

Nombres comunes: Ceibilla (Querétaro).

Distribución: Tamaulipas, Hidalgo y Querétaro.

Características morfológicas: Árbol espinoso de aproximadamente 5 m de alto, ramas y pecíolos a menudo armados con espinas rectas pequeñas casi por arriba de 2.5 mm de largo. Hojas largas, imparipinadas, por arriba de los 45 cm de largo, usualmente 11–15 (7–9) folíolos cortos piloso en el envés, haz glabrado excepto a lo largo de la costa, opuestas o inferiores sub-opuestas, la apical algunas veces mucho más reducida, ápice atenuado y caudado-acuminado, base cordada o subcordada, algunas veces inequilatero, el margen glandular-crenulado hacia la base; pecíolos cilíndricos, mayores de 15 cm de largo, peciólulo de folíolos laterales de 1-4 mm de largo, vena conspicua. Inflorescencia terminal, glabra, paniculada, mayor de 12.5 cm de largo, congestionada en frutos. Flores desconocidas, sépalos deciduos, pedicelos sub-igualando al fruto. Folículos glabros, alrededor de 4 mm de largo (Lundell, 1960).

Aspectos ecológicos generales: Especie que se desarrolla en Bosques Mesófilos de Montaña así como en Bosques de Encino (en cañadas húmedas); se localiza en altitudes que van de los 1300 hasta 1800 m snm; prefiere suelos pedregosos y laderas de cerros.

Características microscópicas (Figs. L1-L6)

Anillos de crecimiento: Conspicuos, se delimitan por bandas de 2 a 5 hileras de fibras con paredes algo engrosadas y vasos de menor diámetro en la madera tardía, en algunos casos esta zona se evidencia además por un número mayor de

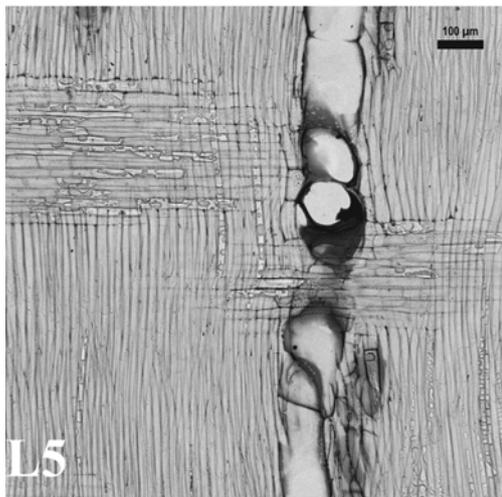
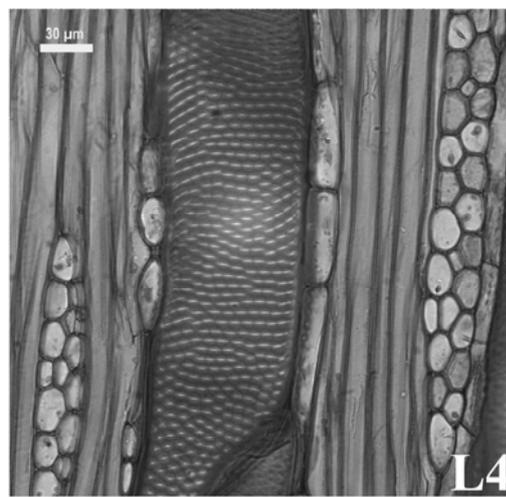
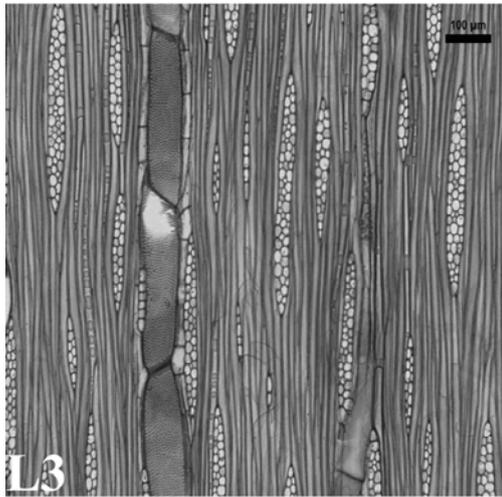
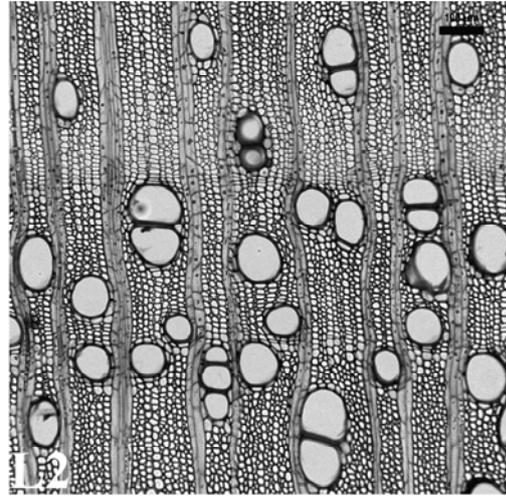
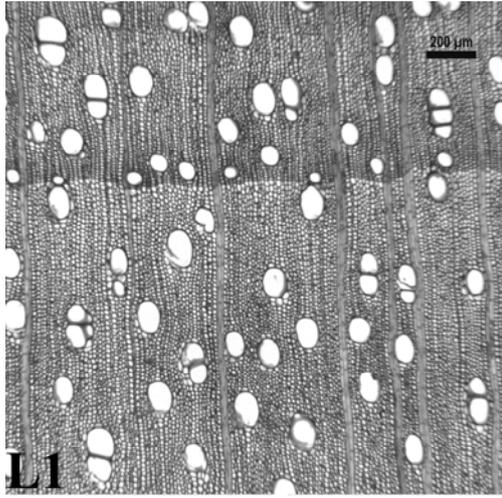
Vasos: Porosidad difusa, vasos de contorno redondeado, solitarios y múltiples radiales de 2 o 3, vasos muy numerosos, en promedio 58/mm², pequeños, con diámetro tangencial promedio de $97 \pm 10 \mu\text{m}$ (80 - 123 μm) y pared de los vasos gruesa de $4 \pm 1 \mu\text{m}$ (2 – 7 μm); elementos de vaso medianos, con longitud media de $477 \pm 71 \mu\text{m}$ (314 – 589 μm); placa de perforación simple, con inclinación de 50°; punteaduras intervasculares alternas, con diámetro promedio de $8 \pm 1 \mu\text{m}$ (7 - 9 μm); punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares; presencia de depósitos en vasos.

Fibras: Con punteaduras simples; medianas, con longitud promedio de $914 \pm 67 \mu\text{m}$ (769 - 1021 μm), diámetro total de $21 \pm 2 \mu\text{m}$ (19 – 25 μm), pared delgada, con grosor de $3 \pm 1 \mu\text{m}$ (2 – 4 μm) y diámetro del lumen de $16 \pm 2 \mu\text{m}$ (12 – 21 μm).

Parénquima axial: Paratraqueal escaso y vasicéntrico formando vainas angostas, con series de 2-4 células.

Parénquima radial: Radios medianamente numerosos, 6/mm; tipo heterogéneo IIB; los radios uniseriados bajos, con altura promedio de $174 \pm 43 \mu\text{m}$ (118 – 298 μm), formados por células procumbentes; los multiseriados de 2-3 células de ancho, muy escasos de 4, formados por células procumbentes en el cuerpo y de 1 y ocasionalmente 2 hileras de células cuadradas y/o erectas en los márgenes, radios bajos, con altura de $469 \pm 62 \mu\text{m}$ (385 – 589 μm) y $44 \pm 5 \mu\text{m}$ (36 – 54 μm) de ancho.

Usos: Dado que la relación de Runkel es de 0.32 sus fibras son de muy buena calidad para ser empleadas como pulpa para papel.



Figs. L1-L6 Fotografías de *Zanthoxylum hidalgense* Lundel.: donde L1 y L2 corte transversal, L3 y L4 corte tangencial y L5 y L6 corte radial.

NOMBRE CIENTÍFICO	POROSIDAD	CONTORNO DEL VASO	DIÁMETRO DEL ELEMENTO DE VASO (μm)	LONGITUD DEL ELEMENTO DE VASO (μm)	PLACA DE PERFORACIÓN	PUNTEADURAS INTERVASCULARES	ENGROSAMIENTOS HELICOIDALES
<i>Buddleja cordata</i>	Difusa a Semianular	Angular	83 ± 16	366 ± 50	Simple	Alternas	En todo el elemento de vaso
<i>Cercis canadensis</i>	Semianular	Redondeada	71 ± 8	258 ± 24	Simple	Alternas	En todo el elemento de vaso
<i>Wimmeria concolor</i>	Difusa	Redondeada	50 ± 3	442 ± 70	Simple	Alternas	Tenues en todo el elemento de vaso
<i>Clethra pringlei</i>	Difusa	Angular	38 ± 4	1075 ± 169	Escalariformes y algunas reticuladas	Opuestas	Exclusivamente en las colas
<i>Nectandra sanguinea</i>	Difusa	Ligeramente angular	114 ± 10	486 ± 96	Simple y Escalariformes	Alternas	
<i>Magnolia schiedeana</i>	Difusa	Angular	64 ± 5	872 ± 104	Escalariformes	Escalariformes	Tenues en todo el elemento de vaso
<i>Acacia angustissima</i>	Anular a semianular	Redondeada	128 ± 13	310 ± 31	Simple	Alternas	
<i>Osmanthus americana</i>	Difusa	Ligeramente angular	46 ± 5	315 ± 65	Simple	Alternas	En todo el elemento de vaso
<i>Piper amalago</i>	Difusa	Redondeada	68 ± 5	241 ± 49	Simple	Alternas	
<i>Chione venosa</i> var. <i>mexicana</i>	Difusa	Angular	48 ± 3	812 ± 204	Simple	Alternas	
<i>Decatropis bicolor</i>	Difusa	Redondeada	50 ± 8	449 ± 60	Simple	Alternas	En todo el elemento de vaso
<i>Zanthoxylum hidalgense</i>	Difusa	Redondeada	97 ± 10	477 ± 71	Simple	Alternas.	

Tabla 2 Características cuantitativas y cualitativas de los elementos de vaso.

NOMBRE CIENTÍFICO	LONGITUD (μm)	DIÁMETRO (μm)	GROSOR DE LA PARED (μm)	OTROS
<i>Buddleja cordata</i>	854 ± 65	34 ± 2	7 ± 1	Con punteaduras simples, existen fibras nucleadas.
<i>Cercis canadensis</i>	1279 ± 138	18 ± 2	4 ± 1	Septadas y punteaduras simples
<i>Wimmeria concolor</i>	961 ± 118	17 ± 2	5 ± 1	Con punteaduras areoladas.
<i>Clethra pringlei</i>	1731 ± 235	26 ± 2	3 ± 1	Con punteaduras areoladas evidentes.
<i>Nectandra sanguinea</i>	982 ± 80	18 ± 2	3 ± 1	Con punteaduras simples
<i>Magnolia schiedeana</i>	1621 ± 141	30 ± 3	5 ± 1	Con punteaduras areoladas pequeñas
<i>Acacia angustissima</i>	785 ± 36	16 ± 2	3 ± 1	Con punteaduras simples.
<i>Osmanthus americana</i>	1025 ± 126	22 ± 2	7 ± 1	Con punteaduras simples
<i>Piper amalago</i>	788 ± 89	16 ± 1	4 ± 0.5	Con punteaduras simples
<i>Chione venosa</i> <i>var. mexicana</i>	1385 ± 182	23 ± 2	5 ± 1	Con punteaduras areoladas
<i>Decatropis bicolor</i>	898 ± 98	10 ± 1	4 ± 1	Con punteaduras simples
<i>Zanthoxylum hidalgense</i>	914 ± 67	21 ± 2	3 ± 1	Con punteaduras simples

Tabla 3 Características cualitativas y cuantitativas de las fibras.

NOMBRE CIENTÍFICO

PARÉNQUIMA AXIAL

<i>Buddleja cordata</i>	Apotraqueal difuso y paratraqueal escaso, con series de 2 a 6 células.
<i>Cercis canadensis</i>	Paratraqueal vasicentrico confluyente y marginal de 1-3 hileras de ancho. Con series de 2 a 4 células
<i>Wimmeria concolor</i>	En bandas tangenciales anchas de 5 a 10 hileras de células de grosor. Con series de más de 8 células.
<i>Clethra pringlei</i>	Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso. Series de 6-10 células
<i>Nectandra sanguinea</i>	Paratraqueal vasicentrico y apotraqueal difuso. Con series de 4 a 9 células.
<i>Magnolia schiedeana</i>	Apotraqueal marginal en bandas de más de cuatro células de ancho. Con series de 2-4 células.
<i>Acacia angustissima</i>	Paratraqueal vasicéntrico formando vainas anchas, aliforme y aliforme confluyente, en bandas marginales de 2-3 células de ancho asociadas al anillo de la madera tardía. Dos o tres células por segmento
<i>Osmanthus americana</i>	Paratraqueal escaso y marginal de 2-5 células de ancho. Con series de 2-4 células.
<i>Piper amalago</i>	Paratraqueal escaso. Con series de 2 células por segmento
<i>Chione venosa</i> <i>var. mexicana</i>	Paratraqueal escaso y difuso en agregados y apotraqueal difuso. Con series de 4-8 células
<i>Decatropis bicolor</i>	En bandas angostas de 3-5 células de ancho. Con series de 8 células
<i>Zanthoxylum hidalgense</i>	Paratraqueal escaso y vasicéntrico formado de vainas angostas. Con series de 2 a 4 células

Tabla 4 Características del parénquima axial

NOMBRE CIENTÍFICO	PARENQUIMA RADIAL			
	TIPO	UNISERIADOS	BISERIADOS	MULTISERIADOS
<i>Buddleja cordata</i>	Heterogéneo IIB	353 ± 71		519 ± 102
<i>Cercis canadensis</i>	Heterogéneo IIB	182 ± 21	387 ± 46	
<i>Wimmeria concolor</i>	Heterogéneo IIA	385 ± 72	284 ± 41	
<i>Clethra pringlei</i>	Heterogéneo IIA	631 ± 88		736 ± 99
<i>Nectandra sanguinea</i>	Heterogéneo IIB			405 ± 34
<i>Magnolia schiedeana</i>	Heterogéneo IIB	206 ± 33		602 ± 60
<i>Acacia angustissima</i>	Heterogéneo IIB	246 ± 43		524±71
<i>Osmanthus americana</i>	Heterogéneo IIB	197 ± 32	254 ± 24	
<i>Piper amalago</i>	18 ± 4 células de ancho y en micrones una media de 289 ± 80 µm; radios excepcionalmente altos, se extienden a lo largo del entre nudo; compuestos de células cuadradas y erectas, con algunas células procumbentes dispersas entre éstas			
<i>Chione venosa</i> var. <i>mexicana</i>	Heterogéneo IIA	476 ± 40	628 ± 280	
<i>Decatropis bicolor</i>	Heterogéneo IIB	197 ± 32	254 ± 24	
<i>Zanthoxylum hidalgense</i>	Heterogéneo IIB	174 ± 43		469 ± 62

Tabla5 Características del parénquima radial

NOMBRE CIENTIFICO	RELACION DE RUNKELL	COEFICIENTE O INDICE DE RIGIDEZ	COEFICIENTE DE FLEXIBILIDAD	COEFICIENTE DE PETERI O ÍNDICE DE ESBELTEZ
<i>Buddleja cordata</i>	0.7 buena	0.2	0.58	24.12
<i>Cercis canadensis</i>	0.68 buena	0.2	0.59	69.88
<i>Wimmeria concolor</i>	1.3 regular	0.28	0.5	55.46
<i>Clethra pringlei</i>	0.3 muy buena	0.12	0.8	66.74
<i>Nectandra sanguinea</i>	0.41 muy buena	0.14	0.7	53.92
<i>Magnolia schiedeana</i>	0.56 buena	0.18	0.64	54.21
<i>Acacia angustissima</i>	0.65 buena	0.2	0.6	49.81
<i>Osmanthus americana</i>	1.8 regular	0.32	0.36	46.94
<i>Piper amalago</i>	1.3 regular	0.28	0.5	50.89
<i>Chione venosa</i> var. <i>mexicana</i>	0.74 buena	0.2	0.6	60.27
<i>Decatropis bicolor</i>	3.23 mala	0.38	0.24	93.64
<i>Zanthoxylum hidalgense</i>	0.32 muy buena	0.12	0.8	42.87

Tabla 6 Resultados de la relación de Runkell para fibras.

DISCUSIÓN

Los anillos de crecimiento de la mayoría de las especies estudiadas son conspicuos, marcados por bandas de 1 a 8 hileras de fibras aplanadas radialmente; *Magnolia shiedeana* presenta hasta 12 hileras de fibras con estas características. Tres de las especies estudiadas se caracterizan porque sus anillos de crecimiento se evidencian por fibras de paredes engrosadas en la madera tardía; además, *Acacia angustissima* y *Decatropis bicolor* presentan parénquima axial marginal delimitándola; solo *Piper amalago* no presentó anillos de crecimiento. La formación o ausencia de éstos puede estar relacionada con el clima y/o el origen fitogeográfico de las especies (Wimmer y Grabner, 2000 Aguilar-Rodríguez y Barajas-Morales, 2005). La porosidad es principalmente difusa; en dos especies existe una transición entre difusa a semianular y en *Cercis canadensis* la porosidad es semianular, pero en ninguna especie se observó anular. De la misma manera que los anillos de crecimiento, la porosidad puede estar influida por el clima, observándose que maderas con porosidad anular son frecuentes en zonas donde existe estacionalidad, dada por cambios de humedad o temperatura. En este caso puede ser que el ambiente húmedo del área favorezca la presencia de maderas con porosidad difusa; esto concuerda con otros estudios al señalar que esta característica es común en ambientes en donde no existe estacionalidad marcada (Woodcock *et al.*, 2000, Aguilar-Rodríguez y Barajas Morales, 2005). El diámetro de los vasos es pequeño en 10 especies y mediano en dos, fluctuando de 38 μm en *Clethra pringlei*, a 128 en *Acacia angustissima*; ninguna de las especies estudiadas presentó vasos con diámetros mayores de

150 μm . *Cercis canadensis*, *Acacia angustissima*, *Osmanthus americana* y *Piper amalago* presentan los elementos de vaso cortos, con una longitud que fluctúa entre 241 μm y 315 μm ; mientras que cinco especies muestran valores medianos, con 366 μm (en *Buddleja cordata*) a 486 μm (en *Nectandra sanguinea*); solo *Chione venosa*, *Magnolia schiedeana* y *Clethra pringlei* presentan los elementos de vaso largos, con 812 μm , 872 μm y 1075 μm respectivamente. Como lo reportan Aguilar-Rodríguez y Barajas-Morales (2005), las longitudes medianas y largas en los elementos de vaso son comunes en este tipo de ambientes. Las placas de perforación son de dos tipos, simples (en nueve especies) y escalariformes (en tres); en *Clethra pringlei* además de las placas escalariformes, existen placas con perforación reticulada. Al parecer, los bosques mesófilos de montaña en México son ambientes que favorecen la presencia de maderas con placas de perforación escalariforme, como lo muestran los trabajos de Aguilar-Rodríguez y Barajas Morales (2005) y Aguilar-Rodríguez y Castro-Plata (2006), en donde se menciona que éste es un carácter filogenéticamente retenido (Metcalf y Chalk, 1983 y Carlquist, 1988). La mayoría de los organismos presentan punteaduras intervasculares alternas y solo *Clethra pringlei* y *Magnolia schiedeana* las tienen escalariformes, esta última característica se presenta con frecuencia en especies de ambientes húmedos de montaña (Aguilar-Rodríguez y Castro-Plata, 2006). Siete especies (58%) presentan engrosamientos helicoidales, seis a lo largo de todo el elemento de vaso y en *Clethra pringlei* solo se forman en las lígulas. En *Wimmeria concolor* y *Magnolia schiedeana* los engrosamientos son tenues y solo están presentes en algunos vasos. En este sentido Carlquist (1988) explica que desde el punto de vista funcional estos engrosamientos se asocian

con el estrés hídrico, ya que aumentan la superficie de la pared del vaso y por ende la cantidad de agua que puede adherirse a la superficie, evitando la formación de embolismos cuando existe déficit de agua (Carlquist, 1988). La presencia de este carácter en siete especies tiene que analizarse con más detalle, tomando en cuenta aspectos sobre el origen fitogeográfico y/o la fenología foliar de estos taxa.

Con respecto a las fibras se observó que más de la mitad de las especies (8) presentan fibras con punteaduras simples, solo en *Cercis canadensis* forman septos; en los otros cuatro taxa las fibras tienen punteaduras areoladas y en éstas los septos no existen. De acuerdo a la clasificación propuesta por la IAWA (IAWA Committee, 1937) seis especies presentan fibras con longitudes medianas (de 914 μm – 1385 μm), en cuatro son cortas y los valores más pequeños los tienen *Acacia angustissima* y *Piper amalago*, con promedios de 785 μm y 788 μm respectivamente; las fibras más largas existen en *Magnolia schiedeana* (1621 μm) y en *Clethra pringlei* (1731 μm). Siguiendo el criterio de Chattaway (1932) en nueve de las 12 especies estudiadas las paredes de las fibras son delgadas, mientras que en el resto son gruesas. Las fibras con longitudes medianas a largas, con paredes delgadas y lúmenes amplios son comunes en maderas de especies que crecen en bosques mesófilos de montaña (Aguilar-Rodríguez *et al*; 2000; Aguilar-Rodríguez y Castro-Plata, 2006). Por otro lado, el conocimiento de los caracteres morfológicos de las fibras hace posible predecir el resultado de las propiedades de las pulpas para papel (Dickison, 2000); al respecto los valores obtenidos de la relación de Runkel revelaron que el grado de calidad en tres especies es muy buena (*Clethra pringlei*, *Nactandra sanguinea* y *Zanthoxylum*

hidalgense) y en cinco buena (*Buddleja cordata*, *Cercis canadensis*, *Magnolia schiedeana*, *Acacia angustissima* y *Decatropis bicolor*), por lo que más de la mitad de las especies pueden tener un uso no maderable.

El parénquima axial es escaso a regular y se organiza de diferentes formas, observándose apotraqueal y/o paratraqueal en la mayoría de las especies, excepto en *Decatropis bicolor* y *Wimmeria concolor* que presentan parénquima bandeado, angosto (formado por 3 a 5 hileras de células) y ancho (de 5 a 10 hileras de células) respectivamente; además *D. bicolor* posee cristales prismáticos en cámaras dentro de las células.

Siguiendo el criterio de Kribs (1935) los radios son heterogéneos tipo IIB en ocho especies y heterogéneos tipo IIA en tres; sin embargo, en *Piper amalago* éstos son extremadamente altos y anchos y de acuerdo a Metcalfe y Chalk (1950) se extienden a lo largo del entrenudo.

Los caracteres de las 12 especies estudiadas aquí se compararon con otros trabajos realizados a nivel de especie, género o familia, presentándose algunas diferencias. Con respecto a la madera de *Buddleja cordata* se observó que la porosidad es anular a semianular, patrón que corresponde a las poblaciones del centro-norte, como lo reportan Aguilar-Rodríguez *et al.*, (2006), quienes mencionan que en esta especie se expresa una gradación en la porosidad, observándose difusa en el sur y anular en los lugares secos y fríos del centro y norte de la República Mexicana. Con respecto a las fibras estos autores no hacen referencia a la presencia de fibras nucleadas, como se observó en el presente trabajo. Este tipo de fibras son frecuentes en especies con parénquima axial escaso (Aguilar-Rodríguez y Terrazas, 2001; Metcalfe y Chalk, 1983).

En el caso de *Cercis canadensis* los radios son uniseriados y multiseriados muy cortos, además se observan engrosamientos helicoidales tenues en todo el elemento del vaso; sin embargo, a nivel de género Metcalfe y Chalk (1950), describen radios muy largos y anchos y no mencionan la presencia de engrosamientos helicoidales en los vasos en alguna de las especies del género.

La madera de *Wimmeria concolor* muestra una porosidad difusa, elementos de vaso moderadamente cortos y radios uniseriados con porciones biseriadas, además de los biseriados; esto se contrapone con el estudio de Metcalfe y Chalk (1950) quienes reportan para las Celastraceae maderas con porosidad anular a semi-anular, elementos de vaso largos y radios con más de dos células de ancho.

En la madera de *Clethra pringlei* los anillos de crecimiento son evidentes, mientras que en *C. mexicana* Aguilar-Rodríguez *et al* (2000) los reportan como inconspicuos, además se observan diferencias entre los caracteres cuantitativos de ambas especies. Estas diferencias pueden estar influenciadas por el tamaño del individuo, el ambiente o por el origen geográfico de los taxa, como se ha expuesto en otros trabajos (Aguilar- Rodríguez y Barajas-Morales, 2005; Aguilar-Rodríguez *et al.* 2006; Terrazas *et al.* 2008).

Nectandra sanguinea presenta algunas similitudes con otros miembros de las Lauraceas, en este caso al igual que *Dahlgrenodendron* descrita por Richter y Van Wyk (1990), presenta anillos de crecimiento evidentes, vasos de contorno angular, porosidad difusa, vasos solitarios y organizados en múltiplos radiales de 2 a 4 y células de aceite y/o mucílago asociadas a parénquima radial; sin embargo, se observan diferencias en los diámetros tangenciales de los vasos y otros

caracteres como son la forma de las punteaduras intervasculares, el número de vasos por mm², placa de perforación, tipo de parénquima axial, seriación y altura del parénquima radial y diámetros de las fibras.

Los caracteres anatómicos de *Magnolia shiedeana* son similares a los descritos para varias especies asiáticas del género (Chen *et al.* 1993), al presentar porosidad difusa, placas de perforación y punteaduras intervasculares escalariformes, parénquima axial apotraqueal y paratraqueal escaso y marginal en bandas, además de células de aceite asociadas a parénquima radial. Al parecer estos caracteres son constantes en el género.

La madera de *Acacia angustissima* muestra algunas similitudes con otras Mimosoideas (Camargo-Ricalde, 2000), sobre todo en la forma y arreglo de los vasos (los cuales presentan un contorno redondeado, son solitarios y en múltiplos radiales de 2) y el tipo de parénquima axial (que es paratraqueal vascicéntrico y en bandas).

Los caracteres anatómicos de la madera de *Osmanthus americana* siguen el patrón general reportado para el género (Bass *et al.*, 1988), al presentar anillos de crecimiento delimitados por células de parénquima, porosidad difusa, contorno ligeramente angular de los vasos y el arreglo dendrítico de los mismos, así como la presencia de engrosamientos helicoidales a lo largo de todo el elemento de vaso. Al parecer existe una gran similitud entre las especies del género.

Piper amalago presenta caracteres típicos de las Piperaceae, como son los radios anchos y extremadamente altos, pero de acuerdo a los valores que proporcionan Metcalfe y Chalk (1950), el número de células que conforman el ancho de los mismos varía considerablemente; en *P amalago* los radios están

formados por 12-26 células de ancho, mientras que para la familia se reportan de 30 a 40. El número de vasos/mm² también varía considerablemente, siendo mayor en *P amalago* (33) que lo reportado para la familia (5-12) (Metcalf y Chalk, 1950).

En *Chione venosa* var. *mexicana* las diferencias se detectan principalmente en el tipo y arreglo del parénquima axial, pues aquí se observó en bandas de tres a cinco células de ancho, mientras que Metcalf y Chalk (1950) lo reportan para otras especies de la familia Rubiaceae como apotraqueal, comunmente con células dispersas tendiendo a formar líneas uniseriadas cortas.

Los caracteres que pueden variar en *Decatropis bicolor* con respecto a otras Rutaceae se basan principalmente en el tipo de porosidad y en el tipo y seriación de radios, éstos últimos se presentan en el ejemplar estudiado como uniseriados y biseriados (heterogéneos IIB); con respecto a la seriación Metcalf y Chalk (1950) mencionan que los radios en la familia pueden ser exclusivamente uniseriados, o estar compuestos por 2 a 3 y hasta por más de 6 células de ancho. De acuerdo a estos autores los tipos pueden ser homogéneos (tipo I, II, III) y Heterogeneos tipo IIA.

El caso de *Zanthoxylum hidalgense* las diferencias se basan en el tipo de porosidad y parénquima axial. En la especie estudiada la porosidad es difusa a semianular y parénquima axial paratraqueal escaso y en vainas angostas; sin embargo, Metcalf y Chalk (1950) reconocen para el género porosidad anular a semianular y parénquima axial en bandas terminales de 1-6 células de ancho.

CONCLUSIONES

La mayoría de la madera de las especies descritas está caracterizada por presentar anillos de crecimiento conspicuos pero angostos, propiedad asociada probablemente con el ambiente.

Las características anatómicas de la madera de las especies descritas en este trabajo presentan algunas similitudes con lo reportado en estudios llevados a cabo en otros bosques mesófilos de montaña en México. La porosidad difusa; elementos traqueales (vasos y fibras) medianos, vasos con diámetros pequeños menores a 100 μm y generalmente numerosos; engrosamientos helicoidales en los vasos, placas de perforación escalariforme y punteaduras intervacuolares alternas, además de algunas escalariformes y parénquima axial escaso (en la mitad de las especies), son caracteres que se relacionan con ambientes húmedos de montaña.

La variedad de los caracteres anatómicos de las maderas descritas se refleja en la diversidad de las especies estudiadas.

Las diferencias encontradas entre las especies estudiadas con sus grupos afines, se relacionan principalmente con los anillos de crecimiento, la abundancia de los vasos, algunas de las características cualitativas y cuantitativas de sus elementos de vaso y fibras, así como con el parénquima axial y parénquima radial.

Aspectos que pueden estar relacionados con el ambiente, la edad del individuo y/o con el origen geográfico de las especies. No existen suficientes estudios intraespecíficos en la anatomía de la madera que permitan precisar dichas variaciones.

Basándonos en las características de las fibras, la mayoría de las especies son susceptibles de ser utilizadas como pulpa para papel de buena a muy buena calidad, además del uso recomendado para algunas especies en la construcción, elaboración de pisos y muebles de diferente tamaño, así como la elaboración de diversa artesanía.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Rodríguez, S , J. Barajas-Morales y J.D. Tejero-Díez. 2000. Anatomía de maderas de México: especies de un bosque mesófilo de montaña. Publicaciones Especiales 17. Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. 87 p.
- Aguilar-Rodríguez, S y J. Barajas-Morales. 2005. Anatomía de la Madera de Especies Arbóreas de un Bosque Mesófilo de Montaña: un Enfoque Ecológico-Evolutivo. Bol. Soc. Bot. Méx. 77:51-58.
- Aguilar-Rodríguez, S y B.J. Castro-Plata. 2006. Anatomía de la madera de doce especies del bosque mesófilo de montaña del estado de México. Madera y Bosques 12(1): 95-115.
- Aguilar-Rodríguez, S., T. Terrazas y L. López-Mata. 2006. Anatomical Word variation of *Buddleja cordata* (Buddlejaceae) along its natural range in México. Trees 20:253-261.
- Aguilar-Rodríguez, S y T. Terrazas. 2001. Anatomía de la madera de *Buddleja* L. (Buddlejaceae): análisis fenético. Madera y Bosques 7: 63-85.
- Baas, P., P.M. Esser, M.E.T. Van Der Westen y M. Zandee. 1988. Word anatomy of the Oleaceae. IAWA Bulletin n.s., Vol. 9(2):104-177.
- Barajas-Morales, J y C. León, G. 1989. Anatomía de maderas de México: especies de una selva baja caducifolia. Publicaciones Especiales 1. Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. 170 p.

- Barajas-Morales, J. 1980. Anatomía de maderas de México No. 3. Diez especies del bosque caducifolio de las cercanías de Xalapa. Veracruz.. México. Biotica 5(1): 23-40.
- Bárcenas-Pazos G.M., F. Ortega-Ecalona, G. Ángeles-Álvarez y P.Ronzón-Perez. 2005. Relación Estructura-Propiedades de la Madera de Angiospermas Mexicanas. Universidad y Ciencia. 21(42):45-55.
- Benítez, B.G., M.T.P. Pulido-Salas y M.Equihua Z. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, México. 288 p.
- Berlyn, P.G. Y J.P. Miksche. 1976. Botanical microtechnique and cytochemistry. Iowa State University press. Iowa. 326 p.
- Camargo-Ricalde, S.L. 2000. Descripción, distribución, anatomía, composición química y usos de *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae-Mimosoideae) en México. Rev. Biol. Trop., 48(4): 939-954.
- Carlquist, S. 1988. Comparative Wood anatomy. Systematic, ecological, and evolutionary aspects of dicotyledon Wood. Springer-Verlag, Berlin. 436 p.
- Carmona, V.F.T. 1979. Características histológicas de la madera de cuatro especies del bosque caducifolio de México. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM. México. D.F. 170 p.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México; pasado, presente y futuro. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Agrupación sierra madre A. C., México, D. F.

- Chen, B.L., P. Baas, E.A. Wheeler y Wu S. 1993. Wood anatomy of trees and shrubs from China. VI. Magnoliaceae. IAWA Journal 14(4): 391-412.
- De La Paz, P.O.C. 1982. Estudio anatómico de la madera de 26 especies de angiospermas de clima templado. Boletín Técnico del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. No.91. 126 p.
- De La Paz, P.O.C. y T.F. Carmona. 1980. Estudio anatómico de la madera de 43 especies tropicales. Boletín Técnico 63. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. D.F. 276 p.
- De La Paz, P.O.C. 1980. Estudio anatómico de la madera de 11 especies de angiospermas. Boletín Técnico del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. No.64. 111 p.
- Dickison, W, C., 2000. Integrative Plant Anatomy. Harcourt Academic press. San Diego, California. USA. 533 p.
- Flynn, J.H. y C.D. Holder. 2001. A guide to useful woods of the world. Forest Products Societ. Madison. Wisconsin. E.U. 286 p.
- Gómez-Pompa, A. 1966. Estudios Botánicos en la Región de Misantla, Veracruz. Instituto de Recursos Naturales Renovables A.C., México, D.F.
- González-Villareal, L.M. 1996. CLETHRA (CLETHRACEAE) Section cuellaria in México: Taxonomy, Ecology and Biogeography. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science(Botany). University of Wisconsin-Madison. 382 p.
- Hernández Xolocotzi, E; H. Grum, W. B. Fox y A. J. Sharp. 1951. A unique vegetational area in Tamaulipas. Bull. Torrey Bot. Club 78(6): 458-463.

- Herrera, R; J; A; J. E. Barretero G; y F. J. Leal M. 1981. Zapatas de maderas mexicanas para el sistema de frenos del metro. Boletín técnico del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. No.68. 31 p.
- IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin. n. s. 10 (3): 219-332.
- Johansen, J.1940. Plant microtechnique. Mcgraw-hill Book company. New York.
- Kribs, A. D. 1935. Salient lines of structural specialization in the wood rays in dicotyledons. Botanical Gazette. 96: 547-557.
- Lof, L.V. 1980. The ferns of the Rancho del Cielo region. Thesis M. of Sc. Panamerican University. Brownsville, Tx. 161 p.
- López, M.S. 1997. Tendencias ecológicas en la estructura de la madera de árboles de un Bosque Mesófilo de Montaña de Michoacán. Tesis licenciatura. UNAM. FES Iztacala. Tlalnepantla. Edo. Mex.
- Luna, V. I., O. Alcántara A., D. Espinosa O. y J. J. Morrone. 1999. Historical relationships of the mexican cloud forests: a preliminary vicariance model applying parsimony analysis of endemism to vascular plant taxa. Journal of Biogeography, 26:1299-1305.
- Lundell, C.L. 1960. Some Noteworthy Trees and Shrubs from México. WRIGHTIA. 2(2):103-107.
- Metcalf, C.R. y L. Chalk. 1950. Anatomy of the dicotyledons. Vol. I. Clarendon Press. Oxford. 1459 p.
- Metcalf, C.R. y L. Chalk. 1983. Anatomy of the dicotyledons. Vol. II. 2a ed. Clarendon Press. Oxford. 315 p.

- Norman, M.E. 2000. Buddlejaceae. Flora Neotropica Monograph 81. The New York Botanical Garden, Bronx, New York. 225 p.
- Ponce de León, L. 1989. Recherches écophysiologicalues sur la germination et la croissance des espèses dominantes de la forêt Mèsophile de montagne du Mèxique. Thèse Doct. d'Etat. Paris, 232 p.
- Piug, H; R. Bracho y V. Sosa. 1983. Composición florística y estructura del bosque mesófilo en Gómez Farías, Tamaulipas, Mèxico. Biotica 8(4): 339-359.
- Piug, H; y R. Bracho (eds.). 1987. El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Instituto de Ecología. Mèxico, D. F. 186 p.
- Piug, H. 1993. Árboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña de la reserva de el Cielo, Tamaulipas, Mèxico. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, Mèxico. 85 p.
- Ortega. E. F. Y C.G. Castillo. 1996. El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal. Ciencias. 43: 32-39.
- Quintanar, A; C. De La Paz, I. De la Cruz y D.Razo. 1996. Anatomía de ocho especies de angiospermas de clima templado. Bol. Soc. Bot. Mèxico. 58: 5-14.
- Quintanar, et al.1998. Algunas características anatómicas y acústicas de tres especies de angiospermas de Huayacocotla, Veracruz. Madera y Bosques 4(1) :15-25.
- Richter, H.G. y A.E. Van Wyk. 1990. Word and Bark anatomy of Lauraceae IV. Dahlgrenodendron J.J.M. Van Der Merwe & Van Wyk. IAWA Bulletin n.s., Vol 11(2):173-182.

- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35:25-44.
- Rzedowski, J. y L.I. Guridi G. 1988. El palo escrito, árbol de madera preciosa- una nueva especie mexicana de *Dalbergia* (Leguminosea, Papilionoideae). *Acta Botánica Mexicana*. 4:16.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2001. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma forestal. Fichas técnicas de especies forestales, México. www.semarnat.gob.mx/ssrn/pronare/gaceta.
- Sharp, A. J; E. Hernández X; H. Grum y W. B. Fox. 1950. Nota florística de una asociación importante del suroeste de Tamaulipas, México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 11: 1-14.
- Standley, P.C. 1924. Contributions from the United States National Herbarium. Tree and Shrubs of México. Volume 23, part 4: 848-1312.
- Tamarit U., J. C. 1996. Determinación de los índices de calidad de pulpa para papel de 132 maderas latifoliadas. *Madera y Bosques* 2(2):29-41.
- Taylor, D.W. 2003. A taxonomic revision of the genus *Chione* (Rubiaceae). *Syst. Geogr. Pl.* 73: 171-198.
- Terrazas, S. T. 1988. Síntesis Histórica de los estudios de la anatomía de la madera en México. *Agrociencia* 71: 43-58.
- Terrazas, T., S. Aguilar-Rodríguez y L. López-Mata. 2008. Wood anatomy and its relation to plant size and latitude in *Buddleja* L. (Buddlejaceae). *Interciencia* 33(1):1-5.
- Tomalang, F.N y F.F. Wangaard. 1961. Relationships between hardwood fiber characteristics and pulpsheet properties. *Tappi* 44(3):201-216.

Wimmer, R. y M. Grabner 2000. A comparison of tree-ring features in *Picea abies* as correlated with climate. IAWA Journal 21: 403-416.

Woodcock, W.D., G. Dos Santos y C. Reynel. 2000. Wood characteristics of Amazon forest types. IAWA Journal 21: 277-292.