



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TÍTULO DE LA TESIS

ANATOMÍA DE LA MADERA DE FABACEAE DE LA
SIERRA DEL TENTZO

DICIEMBRE 2018

Tesis que para obtener el título de

LICENCIADA EN BIÓLOGIA

PRESENTA:

CLAUDIA SAHARAI VAZQUEZ MORALES

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. AGUSTINA ROSA ANDRÉS HERNÁNDEZ

Índice

<i>Resumen</i>	2
Antecedentes	5
Justificación	14
Objetivos	15
Material y método	16
Área de estudio	16
Trabajo de campo	16
Trabajo de laboratorio	16
Resultados	17
Descripciones anatómicas	17
Cuadros	40
Discusión	43
Conclusión	45
Anexos	46
Bibliografías	47

Resumen. Fabaceae es una de las familias más importantes en México ya que tiene una gran diversidad, con un alto porcentaje de endemismo. Para la sierra del Tentzo se han descrito 23 especies, el género más diverso es *Acacia* seguido de *Mimosa*, *Nissolia* y *Senna*. Existen cuatro trabajos donde se aborda la anatomía de la madera para el estado de Puebla. Sin embargo, no existe ninguna publicación sobre anatomía de las especies de esta zona. Por lo que el objetivo de esta tesis fue el análisis y la comparación cuantitativa y cualitativa de caracteres anatómicos de la madera de las especies de Fabaceae en la sierra del Tentzo. Se recolectaron trozos de madera de 5cm³ de 3 ejemplares de cada especie para fijarlas en G.A.A y realizar la microtecnica de cortes histológicos en los planos transversal, longitudinal y radial, se describieron 11 especies las cuales fueron *Acacia angustissima*, *A. subangulata*, *Caesalpinia coriaria*, *Eysenhardtia punctata*, *Leucaena leucocephala*, *Lysiloma microphyllum* *Mimosa lacerata*, *Prosopis laevigata* y dos especies sin identificar, siendo nuevas descripciones anatómicas para *Eysenhardtia punctata* y *Acacia subangulata*, observando que las maderas son homogéneas ya que en su mayoría presentan una porosidad: difusa y semi anular, con una disposición en los vasos en bandas tangenciales, vasos en múltiplos radiales de 4 o más comunes, placas de perforación simples, con punteaduras intervasculares alternas y pocas veces opuestas, las punteaduras vaso radio principalmente similares las intervasculares, con fibras libriformes, parénquima confluyente, en bandas, vasicentrico, paratraqueal, axial y los radios pueden ser de 4 a 10 células o con más de 10, principalmente con células cuadráticas y procumbentes, teniendo un mayor porcentaje en los radios biseriados (más del 90%) en todas las especies. En cuanto a los caracteres cuantitativos los rangos de medidas en las especies trabajadas están la longitud de los vasos 129-212 µm, el lumen de 34-84 µm, el grosor de la pared del vaso 4-8 µm, la longitud de las fibras 260-611 µm, diámetro de las fibras 10-24 µm, altura de los radios 50-2826 µm y el ancho de los radios 8-110µm, La madera de esta zona respecto a otros estudios demostró que la longitud de vasos y fibras es menor en algunas especies.

Introducción

Se sabe que México, junto con centro América constituyen una de las regiones de mayor concentración de la diversidad de los organismos vegetales. Las plantas vasculares están representadas en México por 2,804 géneros con 23,314 especies, de los cuales 127 géneros son helechos y plantas afines, 14 géneros con 149 especies de Gimnospermas y 22,126 especies de Angiospermas de las cuales: 546 especies monocotiledóneas y 2,117 especies son dicotiledóneas

~~En México se registra 23,314 especies, distribuidas en 2,854 géneros, 297 familias y 73 órdenes. La flora incluye 1,039 especies de Pteridophytas y Licophytas, 149 Gimnospermas y 22,126 Angiospermas, concentrá, nd~~(Rzedowski 1991, Villaseñor 2004, Villaseñor 2016).

Específicamente el orden de las Fabales cuenta con 3 familias, 156 géneros, 1967 especies (Villaseñor y Ortiz 2014).

La familia Fabaceae es una de las 15 familias con mayor número de especies nativas en la flora de México tiene el 59.5% de endemismo (Villaseñor 2003). Esta familia comprende: 2250 especies de Caesalpinioideae, 3270 especies de Mimosoideae y 13800 especies de Papilionoideae (Andrade *et al.* 2007).

Entre los géneros más significativos de la familia en México están: *Mimosa* que cuenta con 112 spp especies y *Desmodium* 110 spp. *Acacia* cuenta con 1300 spp; se establecen desde el nivel del mar hasta 2,850 m de altitud, las cuales estas distribuidas en todos los continentes excepto Europa (Machuca-Velasco *et al.* 2017, Montaña-Arias *et al.* 2013, Villaseñor 2016). Para el estado de Puebla, están registradas: 4139 especies y 247 Familias. (Villaseñor 2016).

Una evaluación de los patrones de distribución de los géneros de Fabaceae por grandes tipos de vegetación, revela que los bosques tropicales secos que incluyen al bosque espinoso y la selva baja caducifolia cuenta con 1,276 géneros de Fabaceae, ocupando aproximadamente 17 % de territorio de vegetación en el país,

contando con un número de especies que va a 600 especies que respecto a la flora del país sería el 20% ; en este tipo de vegetación se encuentran 6 188 spp y 2 781 especies endémicas de México.(Rzedowski 1991, Villaseñor 2004, Villaseñor y Ortiz 2014).

La selva baja caducifolia, es un tipo de vegetación que presenta árboles de 15m de altura media que pierden casi completamente las hojas en la época de seca, posee ordinariamente abundantes bejucos, corresponde a climas semisecos o subsecos y cálidos, con temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C, precipitación anual media entre los 500 y 1200 mm y temporada seca larga marcada, se encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1900 m, rara vez hasta 2000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacifico, con dominancia de *Acacia cochliacantha*, *A. bilimekii* y *Lemaireocereus stellatus*, tal matorral evoluciona hacia el bosque de *Ipomea wolcottiana* ("cazahuatera") y éste se transforma con el tiempo en la comunidad clímax (Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2015 ,Miranda y Hernández 2014 , Rzedowski 2006).

En la sierra del Tentzo se han descrito 126 ejemplares de esta familia agrupándolos en tres subfamilias, once géneros y 23 especies, la subfamilia con mayor número de especies es Mimosoideae; los géneros más diversos son *Acacia*, *Mimosa*, *Nissolia* y *Senna*. (Tamanis-Coatl, comentario personal) determina las especies: *Mimosa lacerata*, *Senna wislizeni*, *Acacia pennatula* y *Acacia macracantha*.

En cuanto a la anatomía de la madera de la familia Fabaceae, se han estudiado 31 géneros y 79 especies de las cuales 31 especies pertenecen a las especies que se distribuyen en la selva baja caducifolia. Sin embargo, en la sierra del Tentzo solo existe un trabajo que describe siete especies (Moyotl, 2014).

Por lo que es necesario trabajar no solo la diversidad específica si no también la diversidad anatómica. Entender la diversidad de tales atributos como la anatomía de las maderas contribuye al esclarecimiento de relaciones taxonómicas a diferentes niveles jerárquicos de la clasificación (Aguilar-Alcántara *et al.* 2014). Por lo que este trabajo aborda la anatomía de especies de Fabaceae en la sierra del Tenzto.

Antecedentes

Se han hecho diversos estudios respecto a la anatomía de las Fabaceae, cabe destacar los principales resultados en Latinoamérica, trabajando con aproximadamente 49 géneros; las características generales son la presencia de anillos de crecimiento diferenciados, porosidad difusa y semianular, placas de perforación simples, diversidad de punteaduras (intervasculares ornamentadas, alternas o de forma elíptica a redondeada), fibras libriformes y septadas, el parénquima axial en bandas, confluyente, paratraqueal aliforme o vasicentrico, con radios uní y multiseriados (una a 7 células), la mayoría cuenta con la presencia de cristales de oxalato de calcio en cámaras de células septadas y en parénquima axial, así como también gomas (Bolzón *et al.* 2010, Cardoso 2009, Giménez *et al.* 2000, León 2008, Pulido *et al.* 2011, Silval *et al.* 1989).

En México se han estudiado 31 géneros teniendo un aproximado de 19 trabajos sobre anatomía de la madera en los cuales se describen alrededor de 89 especies, lo que nos indica que es menos del 10% de la diversidad total de la Familia Fabaceae en México.

En el estado de Quintana Roo se han registrado tres estudios en la selva mediana subperenifolia, Rebollar *et al.* (1996) describen la anatomía de la madera de seis especies, *Lysioma latisiliqua*, *Caesalpinia gaumeri*, *Alvaradoa amorphoides*, *Thouinia paucidentata*, *Tabebuia chrysantha* y *Guettarda combsii*; estas especies presentaron porosidad difusa, placas de perforación simples, punteaduras de los vasos alternas, con pequeños radios y manchas de contenidos ergásticos. Sin

embargo, cambian en la disposición de los vasos, el tipo de parénquima radial y el espesor de la pared de la fibra; otro estudio en esta zona fue el de Rebollar y Quintanar (1998), en su estudio trabajaron con cinco especies de leguminosas en selva alta y mediana perennifolia en el estado de Quintana Roo: *Acacia gaumeri*, *Diphysa carthagenensis*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena glauca* y *Senna mcemosa*, poseen poros de distribución difusa, los vasos de estas especies suelen ser cortos en particular y con placas de perforación simples, punteaduras alternas areoladas con excepción de *Gliricidia sepium* que tiene punteaduras opuestas areoladas, y el parénquima axial es de tipo aliforme y aliforme confluyente en bandas con excepción de *Leucaena glauca* que tiene parénquima axial aliforme y marginal y los radios varían entre uniseriados, biseriados, triseriados y multiseriados, las fibras son entre cortas y medianas, libriiformes y *Leucaena glauca* cuenta con fibrotraqueídas; El último registro de esta familia en esta zona es fue de Interián-Ku *et al.* (2011) determinan las características anatómicas y las propiedades de la madera de *Caesalpinia gaumeri*, esta especie cuenta con porosidad difusa, con vasos en su mayoría solitarios y en pocos casos múltiples radiales (dos a cuatro), con placas de perforación simple, con gomas, también se distinguen líneas de parénquima concéntrico en bandas finas (de una célula), así como parénquima paratraqueal aliforme y aliforme confluyente, los radios son homocelulares con células procumbentes, las series parenquimatosas están formadas por dos células fusiformes, los radios son uniseriados y biseriados.

En Tamaulipas se registran dos estudios el primero es de Maiti (2016), quien realizó un estudio sobre una caracterización cualitativa y cuantitativa de fibras de madera en ocho especies de los géneros: *Acacia*, *Caesalpinia*, *Eysenhardtia*, *Prosopis* y su posible relación con la calidad y utilización de la madera del Matorral mostrando que tenía un rango de grosor de la pared 2-3 μm , fibras con una longitud de 464-598 μm , y diámetro de las fibras entre 10-23 μm , y el seguido de Aguilar-Alcántara *et al.* (2014), realizaron en su trabajo la descripción anatómica de la madera de las especies: *Acacia angustissima*, *Cercis caradensis*, del bosque mesófilo de montaña, tomando como relación los caracteres con la posición geográfica en la que se

encuentran, discutiendo así con resultados de individuos de su mismo género o familia, como resultado se obtuvo que hay una mayor dominancia de anillos de crecimiento en las especies de bosque mesófilo de montaña se reconocieron caracteres similares como: la porosidad difusa; elementos de vasos y fibras medianos y largos, vasos con diámetros menores a 100 µm, generalmente numerosos; con engrosamientos helicoidales, placas de perforación escalariforme y parénquima axial escaso (en la mitad de las especies).

En el estado de Morelos en una selva baja caducifolia Quintanar *et al.* (2005) estudian la anatomía e histoquímica del tallo secundario de *Acacia bilimekii*, *Acacia cochliacantha*, *Conzattia multiflora* y *Guazuma ulmifolia*, dando como resultado que el patrón anatómico de la corteza y madera, así como la característica histoquímica no enzimática están relacionados con el acceso al agua y el clima.

Para el estado de Guerrero en una selva mediana subcaducifolia Pineda-Herrera *et al.* (2012), describen las características anatómicas, físicas, mecánicas de la madera de *Enterolobium cyclocarpum* y *Hura poliandra*. Se encontró que todas las especies coinciden en la porosidad difusa, con vasos de diámetro mediano, con punteaduras areoladas alternas ovales y placas de perforación simple, el parénquima axial con cristales prismáticos, los radios son uniseriados, homogéneos, extremadamente bajos y las fibras de longitud mediana y diámetro fino.

En Sonora, Rodríguez *et al.* (2015), trabajaron las características anatómicas, de *Prosopis velutina* fueron determinadas y recolectadas; cuenta con porosidad difusa a semianular; fibras con paredes gruesas; y longitud promedio de 863 µm; con presencia de cristales prismáticos y abundantes depósitos de color ámbar. En Hidalgo, Machuca-Velasco *et al.* (2017), determinaron las características tecnológicas de la madera de *Acacia schaffneri*. La madera tiene porosidad difusa, parénquima confluyente aliforme y en bandas confluentes, y cristales y encías. La

proporción de células fue 11,87% de elementos de vasos, 50,65% de fibras, 27,76% de parénquima axial y 9,81% de parénquima de los radios.

Para el estado de Puebla se han hecho cuatro estudios dos en matorral xerófilo de Tehuacán, donde En zonas secas existe el trabajo de Barajas-Morales et al. (en 1989) en su estudio describen 15 géneros y 24 especies de la familia Fabaceae, en el matorral xerófilo de Tehuacán, Puebl demostrando que la mayoría cuentan con anillos de crecimiento inconspicuos, con porosidad en su mayor parte difusa, vasos por mm² 11(4-28) µm, diámetro del vaso que varían entre 71-194 µm, longitud del vaso 145-343 µm, grosor de la pared entre ~~los 3- y las~~ 3-7 µm, con una longitud de las fibras de 678-1477 µm, un grosor de las fibras de 11-16 µm, la disposición del parénquima paratraqueal axial, y paratraqueal confluyente en su mayoría de las especies, altura del radio entre 107- 1604 µm y con radios por milímetro lineal que oscilan entre las 3-14 µm; tiempo después Abundis-Bonilla et al. (2004) en su estudio describe la anatomía de 13 especies de la familia Fabaceae las cuales mostraban que la mayoría presentaban anillos de crecimiento inconspicuos, con una porosidad difusa con un rango de 4-68 vxmm², diámetro de vaso de 5-269 µm, longitud de elementos del vaso 339-151 µm, y grosor de la pared 3-5 µm, con las fibras con una longitud de 818-1257 µm, y diámetro entre 10-2025 µm, y con parénquima en su mayoría cuentan con paratraqueal vasicentrico, con una altura de radios que va entre 204-847 µm y un promedio de radios por milímetro lineal 4-12. En el municipio de Existen pocos trabajos para el es Huehuetlán, y Moyotl (2014), trabajo con las maderas de Huehuetlán, y registrando sus nombres comunes, determino las especies por medio de su anatomía: además se aplicaron entrevistas del manejo de leña, determinando siete especies: *Quercus castanea*, *Caesalpinia coriaria*, *Bursera copallifera*, *Caesalpinia caladenia*, *Lysiloma microphyllum*, *Thevetia ovata*, y *Gossypium aridum*, abordando de estos la descripción anatómica, la eficiencia, la forma de aprovechamiento de los pobladores y la diversidad utilizada. En los resultados nos menciona que dentro de la eficiencia de las especies corresponde calórica de las especies que está relacionado por el grosor y distribución de las fibras y las especies en las que se ven reflejado sus valores son:

Caesalpinia coriaria, Bursera copallifera, Caesalpinia coriaria, Lysiloma microphyllum, las cuales la mayor parte pertenece a la familia Fabaceae; el trabajo más reciente es el de Ruiz-Valencia (2017) quien realizó un estudio anatómico de maderas en la sierra del Tenzto lo que se une a los estudios de anatomía más recientes, para esta zona, dando como resultados que en la madera de dichas especies es homogénea respecto a sus caracteres cualitativos a nivel familia, y en otros estudios realizados a las mismas especies y en los cuantitativos nos muestra que son menores a lo observado en otras SBC y taxones afines.

Uno de los géneros más significativos respecto a este tipo de estudios es el género Mimosa con cinco estudios:

Chehaibar y Grettier (1990) describen al género *Mimosa*: *M. lactiflua* con 3 variedades discutiendo el valor taxonómico, revelando en su estudio que las diferencias encontradas, puede ser un criterio importante en la taxonomía de este género. Posteriormente Camargo-Ricalde (2000) trabajo con la anatomía de la corteza y la madera de *Mimosa tenuiflora*, encontrando que presenta elementos de vaso extremadamente cortos con puntuaciones areoladas alternas y placa de perforación simple, parénquima axial vasicéntrico y en bandas confluentes, radios uniseriados y fibras libriformes muy cortas; en otro estudio Montaña-Arias *et al.* (2013). ~~estimaron~~Estimaron la tolerancia ante el estrés hídrico de cinco especies del género *Mimosa* comparando algunas características anatómicas de los elementos de vaso del xilema secundario y se estimaron los índices de mesomorfía y de vulnerabilidad de la madera. Por otro lado Montaña-Arias *et al.* (2016) , realizaron un estudio comparativo de la anatomía de la madera de tres especies de *Mimosa* distribuidas en México: *M. arenosa*, *M. lacerata* y *M. polyantha*, en su estudio señalan que las características que definen a la madera del género *Mimosa* son propias de especies resistentes a la sequía, ya que mayormente tienen una anatomía muy homogénea y que algunos de los caracteres que distinguían a las especies son el tipo de porosidad, la predominancia del parénquima axial , la presencia o ausencia de traqueidas vasicéntricas y de cristales prismáticos .Y por

último el estudio más reciente encontrado sobre este género es de Montaña-Arias et al. (2017), realizaron unos estudios ecoanatómico donde estimaron la respuesta de dos taxa: *M. aculeaticarpa* y *M. luisana*, a través de un análisis para evaluar su resistencia y tolerancia a cambios en la precipitación, mostrando que la madera de *Mimosa aculeaticarpa* proponiendo que *M. aculeaticarpa* es apta para restaurar lugares mésicos y *M. luisana* lo es para ambientes secos.

En la selva alta perenifolia

Barajas-Morales et al. (1997) describe la anatomía de: *Dussia mexicana*, *Erythrina*

Barajas-Morales et al. (1997) describe la anatomía de: *Dussia mexicana*, *Erythrina*

Barajas-Morales et al. (1997) describe la anatomía de: *Dussia mexicana*, *Erythrina*

Barajas-Morales et al. (1997) describe la anatomía de: *Dussia mexicana*, *Erythrina*

Barajas-Morales et al. (1997) describe la anatomía de: *Dussia mexicana*, *Erythrina*

Barajas-Morales et al. (1997) describe la anatomía de: *Dussia mexicana*, *Erythrina*

Barajas-Morales et al. (1997) describe la anatomía de: *Dussia mexicana*, *Erythrina*

Barajas-Morales et al. (1997) describe la anatomía de: *Dussia mexicana*, *Erythrina*

~~Posteriormente~~ Barajas-Morales et al. (1997) describe la anatomía de: *Dussia mexicana*, *Erythrina folkersii*, *Inga sp*, *Pithecellobium arboreum*, *Pterocarpus rohrii*, observando que todas presentan una porosidad difusa, con un rango de 1-4 vasos por mm² con un diámetro de vaso alrededor de 104-261 µm, con una longitud del elemento del vaso 273-359 µm, y grosor de la pared 1-5 µm, con las fibras con una longitud de 987-1628 µm, y diámetro de las fibras entre 12-30 µm, y con parénquima en su mayoría cuentan con paratraqueal en bandas, con una altura de radios que va entre 170-2826 µm y un promedio de radios por milímetro lineal 2 a 14.

~~Robollar y Quintanar (1998), en su estudio trabajaron con cinco especies de leguminosas en selva alta y mediana perennifolia en el estado de Quintana Roo, *Acacia gaumeri*, *Diphysa carthagenensis*, *Gliricidia solum*, *Loucaena glauca* y *Senna meemosa*, poseen poros de distribución difusa, los vasos de estas especies suelen ser cortos en particular y con placas de perforación simples, punteaduras alternas areoladas con excepción de *Gliricidia solum* que tiene punteaduras~~

~~opuestas areoladas, y el parénquima axial es de tipo aliforme y aliforme confluyente en bandas con excepción de *Leucaena Glauca* que tiene parénquima axial aliforme y marginal y los radios varían entre uniseriados, biseriados, triseriados y multiseriados, las fibras son entre cortas y medianas, libriformes y *Leucaena Glauca* cuenta con fibrotraqueidas.~~

Camargo-Ricalde (2000) trabajo con la anatomía de la corteza y la madera de *Mimosa tenuiflora*, encontrando que presenta elementos de vaso extremadamente cortos con puntuaciones areoladas alternas y placa de perforación simple; parénquima axial vasicéntrico y en bandas confluentes, radios uniseriados y fibras libriformes muy cortas.

Abundis-Bonilla *et al.* (2004) en su estudio describe la anatomía de maderas de México: Árboles y arbustos del matorral xerófilo de Tehuacán, Puebla, en donde describe la anatomía de 13 especies de la familia Fabaceae las cuales mostraban que la mayoría presentaban anillos de crecimiento inconspicuos, con una porosidad difusa en su gran parte, con un rango de 4-68 μmm^2 con un diámetro de vaso alrededor de 5-269 μm , con una longitud del elementos del vaso 339-151 μm , y grosor de la pared 3-5 μm , con las fibras con una longitud de 818-1257 μm , y diámetro de las fibras entre 10-2025 μm , y con parénquima en su mayoría cuentan con paratraqueal vasicentrico, con una altura de radios que va entre 204-847 μm y un promedio de radios por milímetro lineal 4-12.

Quintanar *et al.* (2005) estudian la anatomía e histoquímica del tallo secundario de *Acacia bilimokii*, *Acacia cochliacantha*, *Conzattia multiflora* y *Guazuma ulmifolia*, en una selva baja caducifolia en Morelos, dando como resultado que el patrón anatómico de la corteza y madera, así como la característica histoquímica no enzimática están relacionados con el acceso al agua y el clima.

Interián-Ku *et al.* (2011) determinan las características anatómicas y las propiedades de la madera de *Caesalpinia gaumeri* Greenm en Yucatán, observando en su anatomía que esta especie cuenta con porosidad difusa, con vasos en su mayoría solitarios y en pocos casos múltiples radiales (dos a cuatro), con placas de

~~perforación simple, con gomas, también se distinguen líneas de parénquima concéntrico en bandas finas (de una célula), así como parénquima paratraqueal aliforme y aliforme confluyente, los radios son homocelulares con células procumbentes, las series parenquimatosas están formadas por dos células fusiformes, los radios son uniseriados y biseriados.~~

~~Pineda-Herrera et al. (2012), describen las características anatómicas, físicas, mecánicas de la madera de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. y *Hura polyandra* Baill., recolectadas en una selva mediana subcaducifolia de Zihuatla Guerrero. Se encontró que todas las especies coinciden en la porosidad difusa, con vasos de diámetro mediano, con punteaduras areoladas alternas ovales y placas de perforación simple, el parénquima axial con cristales prismáticos, los radios son uniseriados, homogéneos, extremadamente bajos y las fibras de longitud mediana y diámetro fino.~~

~~Montaño Arias et al. (2013), estimaron la tolerancia ante el estrés hídrico de cinco especies del género *Mimosa* comparando algunas características anatómicas de los elementos de vaso del xilema secundario y se estimaron los índices de mesomorfía y de vulnerabilidad de la madera, las especies estudiadas presentan porosidad difusa, elementos de vaso de diámetro tangencial pequeño, de longitud corta y con placa de perforación simple.~~

~~Aguilar-Alcántara et al. (2014), realizaron en su trabajo la descripción anatómica de la madera de las especies: *Acacia angustissima*, *Cercis caradensis*, del bosque mesófilo de montaña, en Tamaulipas, tomando como relación los caracteres con la posición geográfica en la que se encuentran, discutiendo así con resultados de individuos de su mismo género o familia, como resultado se obtuvo que hay una mayor dominancia de anillos de crecimiento conspicuos que se puede asociar con la ubicación de bosque mesófilo de montaña, también existen algunas similitudes en caracteres como: la porosidad difusa; elementos de vasos y fibras medianos y largos, vasos con diámetros menores a 100 μm , generalmente numerosos; con engrosamientos helicoidales, placas de perforación escalariforme y parénquima axial escaso (en la mitad de las especies).~~

Rodríguez *et al.* (2015), trabajaron las características anatómicas, de *Prosopis velutina* fueron determinadas y recolectadas en el estado de Sonora, principalmente cuenta con porosidad difusa a semianular; fibras con paredes gruesas; y longitud promedio de 863 μm ; con presencia de cristales prismáticos y abundantes depósitos de color ámbar.

Maiti (2016), realizó un estudio en el cual se realiza una caracterización cualitativa y cuantitativa de fibras de madera en ocho especies de los géneros: *Acacia*, *Caesalpinia*, *Eysenhardtia*, *Prosopis* y su posible relación con la calidad y utilización de la madera del Matorral en Tamaulipas, Noroeste de México mostrando que tenía un rango de grosor de la pared 2-3 μm , fibras con una longitud de 464-598 μm , y diámetro de las fibras entre 10-23 μm .

Montaño-Arias *et al.* (2016), realizaron un estudio comparativo de la anatomía de la madera de tres especies de *Mimosa* distribuidas en México: *M. arenosa*, *M. lacerata* y *M. polyantha*, en su estudio señalan que las características que definen a la madera del género *Mimosa* son propias de especies resistentes a la sequía, ya que mayormente tienen una anatomía muy homogénea y que algunos de los caracteres que distinguían a las especies son el tipo de porosidad, la predominancia

~~del parénquima axial, la presencia o ausencia de traqueidas vasicéntricas y de cristales prismáticos.~~

~~Machuca-Velasco *et al.* (2017), determinaron las características tecnológicas de la madera de *Acacia schaffneri*. La madera tiene porosidad difusa, parénquima confluyente aliforme y en bandas confluentes, y cristales y encías. La proporción de células fue 11,87% de elementos de vasos, 50,65% de fibras, 27,76% de parénquima axial y 9,81% de parénquima de los radios. Montaña-Arias *et al.* (2017), realizaron unos estudios ecoanatómico donde estimaron la respuesta de dos taxa: *M. aculeaticarpa* var. *Aculeaticarpa* y *M. luisana*, a través de un análisis para evaluar su resistencia y tolerancia a cambios en la precipitación, mostrando que la madera de *Mimosa aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* presenta porosidad anular, vasos con diámetro tangencial mediano en madera temprana y pequeño en madera tardía, punteaduras intervasculares areoladas, alternas y pequeñas, principalmente parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, radios son uniseriados, mientras que *M. luisana* tiene porosidad difusa, presenta vasos con diámetro tangencial pequeño, punteaduras intervasculares ornamentadas, parénquima axial vasicéntrico y unilateral, con radios biseriados, ambas con placas de perforación simple y con fibras de longitud corta, diámetro fino.~~

~~Ruiz-Valencia (2017) realizó un estudio anatómico de maderas en la sierra del Tentzo lo que se une a los estudios de anatomía más recientes, para esta zona, dando como resultados que en la madera de dichas especies es homogénea respecto a sus caracteres cualitativos a nivel familia, y en otros estudios realizados a las mismas especies y en los cuantitativos nos muestra que son menores a lo observado en otras SBC y taxones afines.~~

Justificación

La Familia Fabaceae es uno de los taxones más importantes en México ya que tiene una gran diversidad, así como una amplia distribución y es una de las más representativas en endemismo. Se ha demostrado que la familia Fabaceae es la más diversa tanto en la Selva Baja Caducifolia como en la Selva Mediana subcaducifolia (Dzib-Castillo *et al.* 2014).

También son de gran importancia económica y etnobotánica, algunas especies son ampliamente utilizadas por la población local tradicional los usos incluyen leña, cercas muertas y vivas, forraje, construcción, estacas de apoyo, artesanías, herramientas agrícolas, extracción de productos de bronceado y medicina (Quintanar *et al.* 2005).

Esta familia ha sido poco estudiada respecto a la diversidad que existe en México en relación con la anatomía de maderas por lo que, esta puede ser un criterio importante en la taxonomía del género *Mimosa* ya que se han encontrado diferencias significativas hasta ahora (Chehaibar y Grettier 1990).

Los estudios en la Sierra del Tentzo, son de suma importancia ya que es una zona que alberga una gran variedad de especies tanto vegetales como animales, que aún no han sido estudiados en su totalidad. (Pérez-Pérez 2014)

Es muy importante conocer la diversidad anatómica ya que se puede correlacionar con el tipo de vegetación podemos reconocer diferencias cuantitativas con respecto a otros trabajos, así como las tendencias evolutivas de estos géneros.

Objetivos

General

- Analizar la anatomía de la madera de la familia Fabaceae en la sierra del Tentzo.

Particular

- Comparación cuantitativa y cualitativa de caracteres anatómicos de la madera de las especies de Fabaceae en la sierra del Tentzo.

- Analizar la diversidad anatómica de la madera de la familia Fabaceae en la sierra del Tentzo.

Material y método

Área de estudio

La región del Tentzo predomina un clima templado, seco, extremo, con temperaturas medias mensuales entre los 16 y 21.5°C, la máxima precipitación menor a 200mm, y lluvias entre mayo y septiembre. La vegetación original corresponde a una transición entre encinares poco húmedos, matorrales xerófilos y bosque tropical caducifolio bajo. Las arboledas de las laderas compuestas por especies de *Quercus*, *Ipomea* y *Acacia* (Morón 2000).

La Sierra del Tentzo es una pequeña cordillera de cerros escabrosos, disposición más bien irregular, con pendientes de más de 15° y con numerosos cerros que alcanzan alturas entre 100 y 400 metros sobre el nivel del valle. En general las rocas que se depositan dentro del área son de tipo sedimentario, y en menor proporción ígnea y metamórfica (INEGI 2000). Dentro del polígono de la Reserva se presentan varios tipos de vegetación, dentro de ellas las cubiertas vegetales más abundantes en las áreas conservadas son: Bosque Tropical Caducifolio, Bosque de Encino, Matorral Xerófilo, Bosque de Galería y Palmar (INEGI 2008, SMRN 2011).

Trabajo de campo

Se recolectó material de herbario con flores y/o frutos de los mismos individuos, se identificaron las muestras.

Para obtener las muestras de madera se cortaron trozos de madera con un serrucho desde el tronco principal a una altura de 10 cm del suelo obteniendo trozos de 5 cm³. La muestra se conservó en FAA (formaldehído, alcohol etílico 96%, agua, ácido acético glacial) durante 48 horas y después se pasaron en GAA (glicerina, alcohol y agua destilada) durante 30 días.

Trabajo de laboratorio

Para la identificación se utilizaron diferentes claves taxonómicas, tales como las contenidas en Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán (Grether et al. 2006), Flora

Fanerógamica del Valle de México (Calderón y Rzedowski 2001) y La Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes (Andrade et al. 2007).

Los trozos se cortaron en un micrótopo de deslizamiento (pfm AG-50996 Köln), de 25 a 30 µm. en cortes transversal, longitudinal y radial. Para la tinción se utilizó la metodología propuesta por Johansen (1940) inicialmente se deshidrató el tejido en alcoholes graduales desde el 50%, 70%, 96%, 10 minutos cada uno; después se tiñó el tejido en safranina alcohólica y verde rápido; se aclaró con xilól para posteriormente montar las muestras en resina sintética. Los caracteres cualitativos y cuantitativos de acuerdo a los criterios de IAWA Committe (1989) se elaboraron disociados de acuerdo a la técnica descrita por Berlyn (1976), que consiste en utilizar solución Jeffrey en relación al tipo de madera será el tiempo aproximado de unos días, después se procederá a enjuagar con agua y se conservaran en alcohol al 50% para medir la longitud de vasos y fibras.

Resultados

Resultados

Descripciones anatómicas

Se describieron 11 especies de la familia Fabaceae las cuales fueron: *Acacia angustissima*, *A. subangulata*, *Caesalpinia coriaria*, *Eysenhardtia polyanchya*, ~~*E.*~~

punctata, *Leucaena leucocephala*, *Lysiloma microphyllum* *Mimosa lacerata*, Morfo 1 Fabaceae, *Prosopis laevigata*, Palo de haba-. Se sintetizan los caracteres cualitativos y cuantitativos en el cuadro 1 y 2.

Se puede observar que las maderas son homogéneas en el (Cuadro 1) se muestra que en su mayoría con una porosidad: difusa y semi anular, con una disposición en los vasos en bandas tangenciales, vasos en múltiples radiales de 4 o más comunes, placas de perforación simples, con punteaduras intervasculares alternas y pocas veces opuestas, las punteaduras vaso radio principalmente similares las intervasculares, con fibras libriformes, parénquima confluyente, en bandas, vasicentrico, paratraqueal, axial y los radios pueden ser de 4 a 10 células o con más de 10, principalmente con células cuadráticas y procumbentes, teniendo un mayor porcentaje en los radios multiseriados (más del 90%) en todas las especies.

En cuanto a los caracteres cuantitativos los rangos de medidas en las especies trabajadas están la longitud de los vasos 129-212 μm , el lumen de 34-84 μm , el grosor de la pared del vaso 4-8 μm , la longitud de las fibras 260-611 μm , diámetro de las fibras 10-24 μm , altura de los radios 50-2826 μm y el ancho de los radios 8-110 μm .

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Tribu: Mimosoideae

Género: *Acacia*

Especie: *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze

Descripción anatómica: sin anillos de crecimiento, porosidad semi anular, predominancia de vasos solitarios (47%), arreglo de los vasos en bandas tangenciales, 4.675 (2.41-6.94) vasos por mm², longitud del vaso 143.17(69.96-219.33), lumen de vaso 84.085 (141.195), pared del vaso 6.22 (3.45-9.73), punteaduras intervasculares opuestas ornamentadas 3.3 (2.3-4.42), placas de perforación simple, radios homogéneos tipo I, radios de más de 10 células con células procumbentes , radios largo 88.87(21.75-209.17), radios ancho 17.87(6.02-32.65), radios 92.45% multiseriados, 4.93% triseriados, 1.50% biseriados, 0.09% uniseriados, 2.702 radios/mm, fibras libriformes , longitud de las fibras 441.14 (89.52-910.47), diámetro promedio del lumen 9.27(3.85-16.85), grosor de la pared 5.16 (2.92-7.87) , parénquima paratraqueal vasicentrico , series de parénquima 4 células , cristales en el parénquima y taninos.

Comentado [R1]: Primero es longitud del vaso, lumen del vaso y pared del vaso.....te falta en esta descripción el lumen

Acacia subangulata Rose

Descripción anatómica: sin anillos de crecimiento, porosidad semi anular, predominancia de solitarios (34%) 15.5 (6.94-19.86) vasos por mm², longitud del vaso 212.74(121.11-328.9), lumen del vaso 58.9 (19.36-97.39), pared del vaso 7.29(4.40-11.05), punteaduras intervasculares alternas ornamentadas 6.19(4.31-2.3), placas de perforación simple, punteaduras vaso radio similares a las punteaduras intervasculares, radios homogéneos tipo I ,radios de 4 a 10 células con células procumbentes ,radios largo 125.53(32.98-307.75), radios ancho 12.52(7-23.84), radios 96.39% multiseriados, 2.31% triseriados, 1.17% biseriados, 0.11% uniseriados, 8.48 (7.47-9.37) radios/mm, fibras libriformes, longitud de las fibras 611.34(932.31), diámetro promedio del lumen 7.08(3.19-10.93), grosor de la pared 3.8(2.21-6.11) parénquima vasicentrico confluyente , series de parénquima 3 células, con cristales prismáticos en el parénquima.

Comentado [R2]: Ordenar

Comentado [R3]: En todas las descripciones poner largo, lumen y pared

Género: *Caesalpinia*

Especie: *Caesalpinia corirria* (Jacq.) Wild.

Descripción anatómica: sin anillos de crecimiento, porosidad difusa, predominancia de vasos en hileras radiales (44%) , 33.4 (22.6-41.5) vasos por mm², lumen del vaso 45.57(17.57-17.57), pared del vaso 4.96(2.63-8.11), ,punteaduras intervasculares alternas 4.256(2.86-5.90), placas de perforación simple, punteaduras vaso radio similar a las punteaduras intervasculares, radios heterogéneos tipo II ,radios de 4 a 10 células con células procumbentes y cuadráticas, radios ancho 38.49(16.96-64.69) radios largo 186.46(68.63-419.54), radios 97.58% multiseriados, 1.7% triseriados, 0.55% biseriados, 0.14% uniseriados, 8.97(8.3-9.64) radios/mm, fibras libriformes , punteaduras simples , diámetro promedio del lumen 4.19(2.31-7.035), grosor de la pared 3.465(1.94-5.27), parénquima confluyente en bandas, series de parénquima 2 células, con cristales en el parénquima.

Tribu: Papilionoideae

Género: *Eysenhardtia*

Especie: *Eysenhardtia punctata* (Pennell)

Descripción anatómica.: porosidad semi anular, predominancia de vasos , longitud del vaso 129.89(103.32-587.82), lumen de vaso 34.356(15.12-55.69), pared del vaso 4.77(3.02-7.38), punteaduras intervasculares alternas ornamentadas 4.16(3.08-5.5), placas de perforación simple, punteaduras vaso radio similares a las punteaduras intervasculares, radios homogéneos tipo I , radios de 4 a 10 células con células procumbentes , radios largo 98.36 (37.11-217.85), radios ancho 12.99 (6.92-20.2) triseriados, 55.6% biseriados, 44.3% uniseriados, 20.12 (15.7-27.9) radios/mm, fibras libriformes , punteaduras simples , longitud de las fibras 260.7(109.61-587.82), lumen 3.11(1.89-3.11), grosor de la pared 2.64(1.7-3.14), parénquima paratraqueal confluyente , series de parénquima 2 células, con deposito en los vasos gomas .

Comentado [R4]: Recuerda que los nombre de los géneros también van en cursiva

Comentado [R5]: Ordenar y falta lumen de vaso

Comentado [R6]: Primero es longitud de fibras y luego el lumen

Especie: Morfo 1 Fabaceae

Descripción anatómica: sin anillos de crecimiento, porosidad difusa, predominancia de vasos solitarios (37.9 %), 10.3 (2.4-15.6)vasos por mm², lumen del vaso 40.25(16.96-67.63), pared del vaso 5.27(2.72-9.14) ,punteaduras intervasculares alternas 2.93(1.98-4.18), placas de perforación simple, punteaduras vaso radio similares a las intervasculares, radios heterogéneos tipo II, radios de 4 a 10 células con células procumbentes y cuadráticas , radios largo 153.93(47.36-445.07), radios ancho 20.4(12.14-31.45), fibras libriformes , punteaduras simples , diámetro promedio del lumen 6.14(3.46-10.46), grosor de la pared 3.66(2.15-5.97) , parénquima bandas confluyente, series de parénquima de 1 a 2 células, con cristales en el parénquima.

Género: *Leucaena*

Especie: *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

Descripción anatómica: sin anillos de crecimiento, porosidad semi anular, predominancia de vasos solitarios (50.6 %), 4.17 vasos por mm², punteaduras intervasculares alternas, placas de perforación simple, punteaduras vaso radio similares a las punteaduras intervasculares, radios largos más de 10 células con células procumbentes, radios 98.05% multiseriados, 0.89% triseriados, 0.15% biseriados, 0% uniseriados, 0.93 radios/mm, fibras libriformes , punteaduras simples , Parénquima vasicentrico confluyente, con cristales y tílides.

Tribu: Mimosoideae

Género: *Lysiloma*

Especie: *Lysiloma microphyllum* Benth.

Descripción anatómica: sin anillos de crecimiento, porosidad difusa, predominancia de vasos en hileras radiales , 35.5 vasos por mm², punteaduras intervasculares alternas, placas de perforación simple, punteaduras vaso radio similares a las punteaduras intervasculares, radios homogéneos tipo I ,radios largos más de 10 células con células procumbentes , radios 91.86% multiseriados, 4.30% triseriados, 2.86% biseriados, 0.71% uniseriados, 0.879 radios/mm, fibras libriformes , punteaduras simples ,parénquima paratraqueal vasicentrico , series de parénquima 2 células, cristales en el parénquima y radios.

Género: *Mimosa*

Especie: *Mimosa lacerata* Rose

Descripción anatómica: sin anillos de crecimiento, porosidad semi anular, predominancia de vasos en racimos (32.4%) , 18.9 (15.76-22.1) vasos por mm², lumen del vaso 74.86 (29.02-145.115), pared del vaso 7.915(4.565-12.825), punteaduras intervasculares alternas 4.89 (3.495-), placas de perforación simple, punteaduras vaso radio con diferentes tamaños de bordes, radios homogéneos tipo II ,radios de 4 a 10 células con células procumbentes, radios largo 89.245(32.12-171.785),radios ancho 20.1(3.15-35.175), radios 98.95% multiseriados, 0.89% triseriados, 0.15% biseriados, 5.09 (0.26-9.57) radios/mm, fibras libriformes , punteaduras simples , diámetro promedio del lumen 4.85 (29.02-8.67), grosor de la pared 3.33(1.75-6.08) , parénquima vasicentrico confluyente, series de parénquima 2 células, con cristales en el parénquima y gomas en vasos.

Comentado [R7]: Cambia en todas tus descripciones mm²

Género: *Prosopis*

Especie: *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst

Descripción anatómica: *sin* anillos de crecimiento, porosidad semi anular, predominancia de vasos solitarios (60%), 28.53 vasos por mm², punteaduras intervasculares alternas, placas de perforación simple, punteaduras vaso radio similares a las punteaduras intervasculares, radios Homogéneos tipo I ,radios de más de 10 células con células cuadráticas, radios 96.77% multiseriados, 1.95% triseriados, 0.61% biseriados, 0% uniseriados, 9.656 radios/mm, fibras libriformes , punteaduras simples, parénquima confluyente marginal, series de parénquima 3 células, con cristales prismáticos en el parénquima.

Especie: Palo de haba

Descripción anatómica: sin anillos de crecimiento, porosidad difusa, predominancia de vasos en hileras radiales (36%) , 21.4 vasos por mm² ,punteaduras intervasculares alternas, placas de perforación simple, punteaduras vaso radio similares a las intervasculares, radios heterogéneos tipo II ,radios de 4 a 10 células con células procumbentes y cuadráticas , radios 98.73% multiseriados, 0.75% triseriados, 0.5% biseriados, 0% uniseriados, 7.92 radios/mm, fibras libriformes , punteaduras simples, parénquima en bandas confluyente, series de parénquima 2 células.

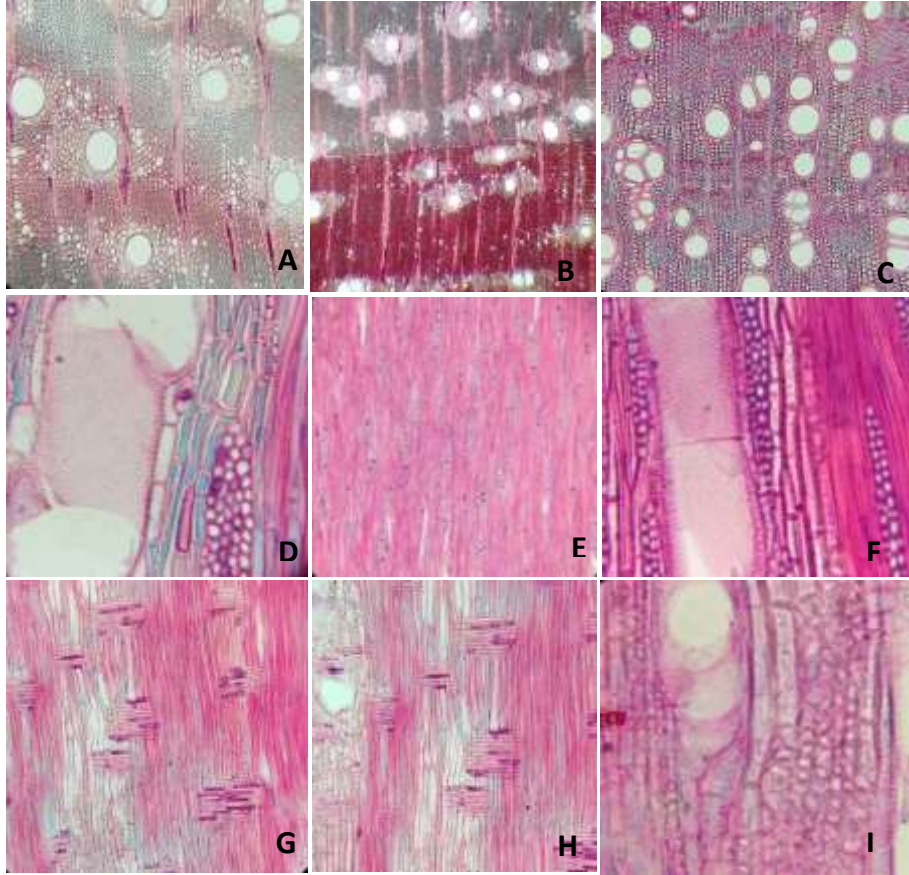


Fig.1 .A. *Acacia angustissima* B. *A. angustissima* sin anillos de crecimiento, porosidad semi anular, C. *A. subangulata* sin anillos de crecimiento, porosidad semi anular, D. *A. angustissima* punteaduras intervasculares opuestas ornamentadas, E. *A. angustissima* fibras libriformes ,F. *A. subangulata* , punteaduras intervasculares alternas ornamentadas, G. *A. angustissima* radios con células procumbentes y cuadráticas, H. *A. angustissima* contenidos en los radios, I. *A. subangulata* placa de perforación simple.

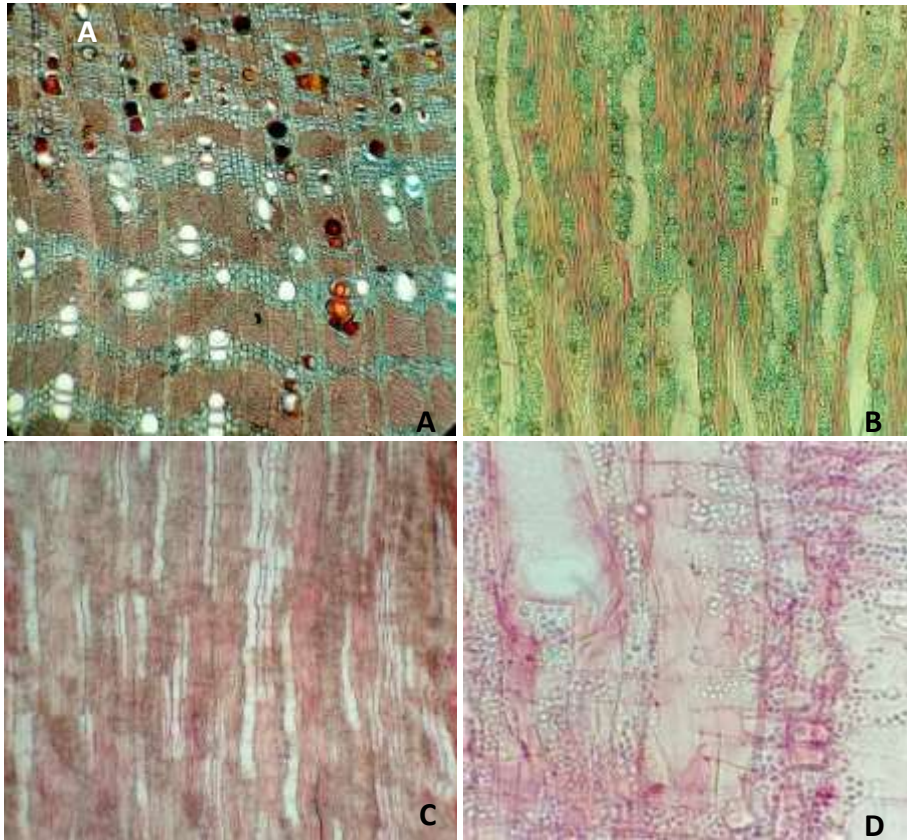


Fig.2. A. *Caesalpinia coriaria* porosidad difusa, parénquima confluyente en bandas, Fibras libriformes, C. cristales en parénquima, D. placa de perforación simple.

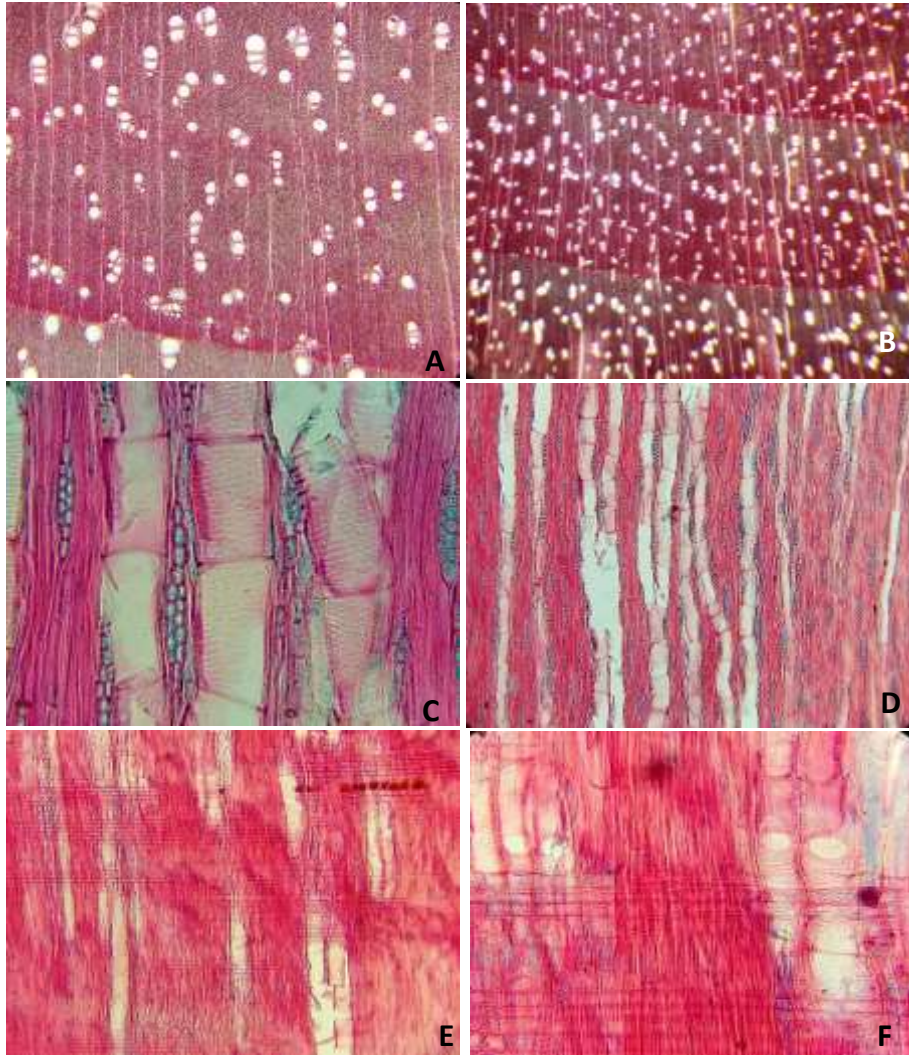


Fig.3 A. *Eysenhardtia punctata* porosidad semi anular, punteaduras intervasculares alternas ornamentadas, D. fibras libriformes, E. radios con células procumbentes y cuadráticas, F. placas de perforación simples.

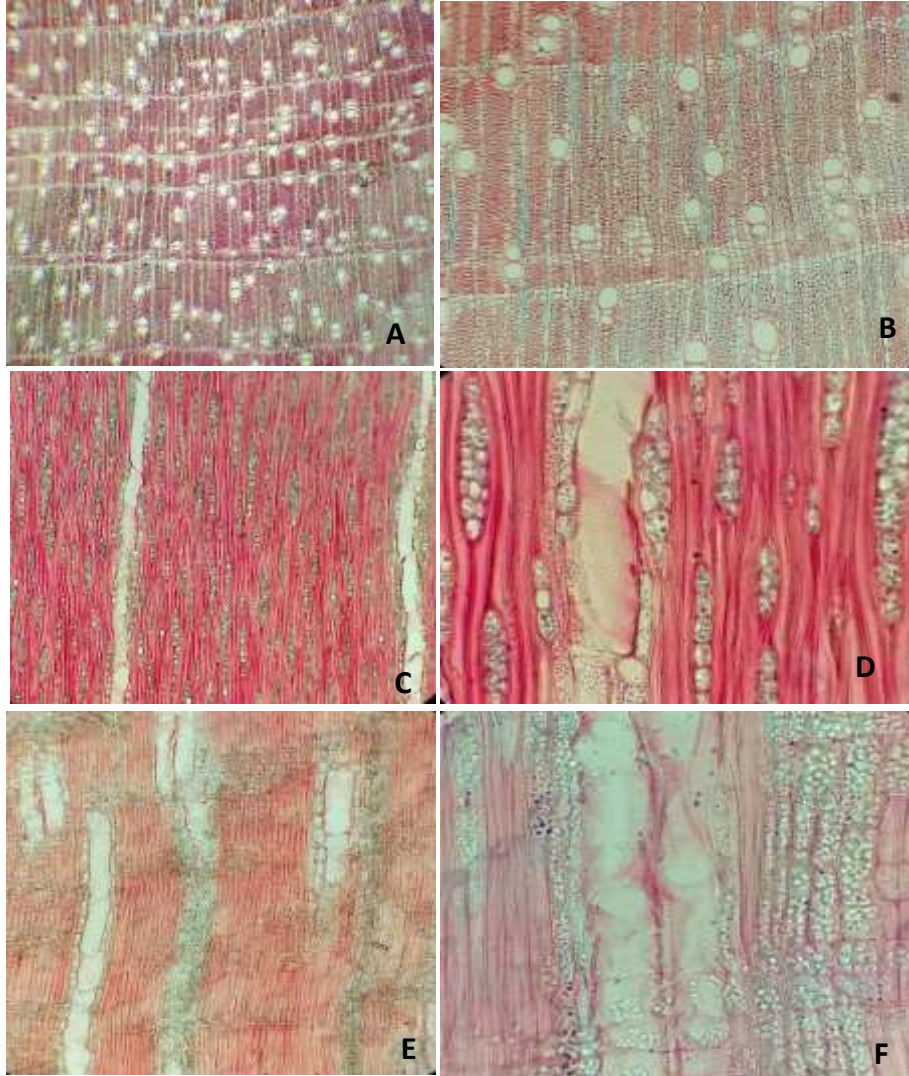


Fig.4 A Morfo 1 Fabaceae. Porosidad difusa, B. predominancia de vasos solitarios, C. fibras libriformes, D. Punteaduras intervasculares alternas, E. cristales en los radios, F. placas de perforación simple.

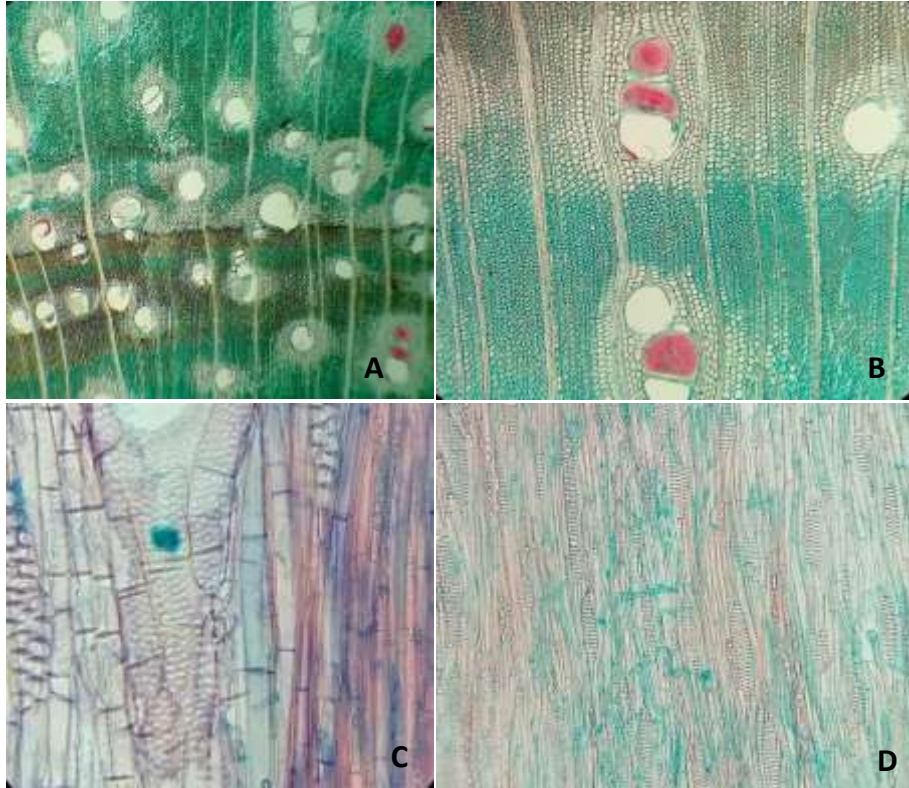


Fig.5 A *Leucaena leucocephala*, Porosidad semi anular, B. parénquima vasicentrico confluyente, C. punteaduras intervasculares alternas, D. fibras libriformes.

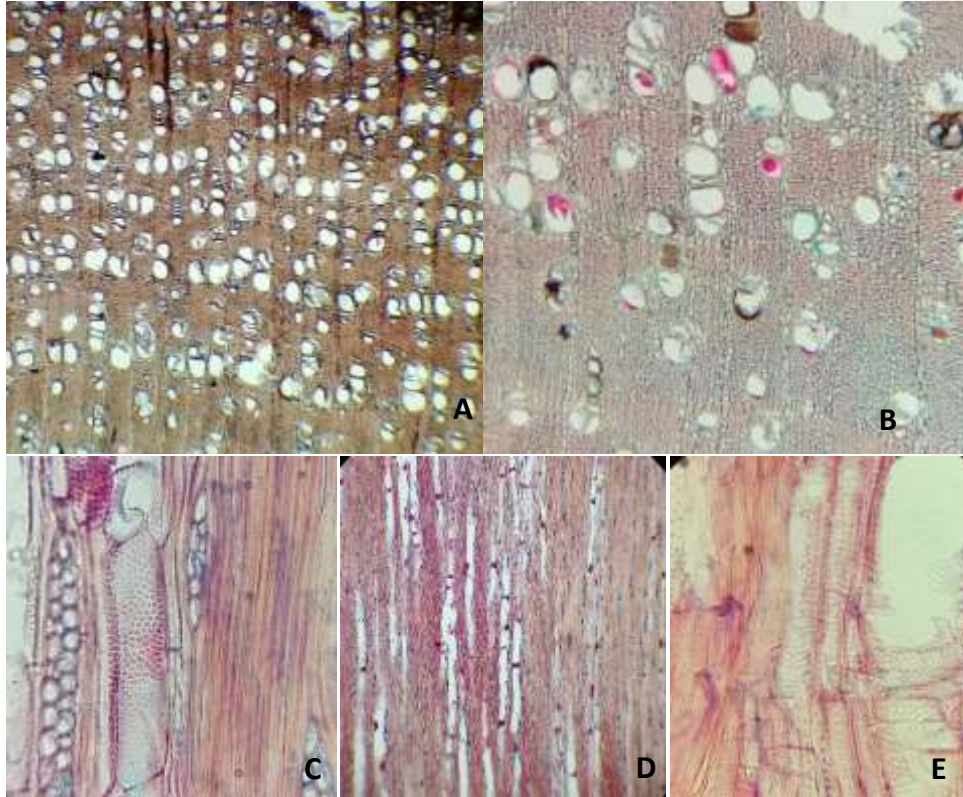


Fig.6 A. *Lysiloma microphyllum* porosidad difusa, B. contenidos en los vasos, C. punteaduras intervasculares alternas, D. fibras libriformes, E. placas de perforación simple.

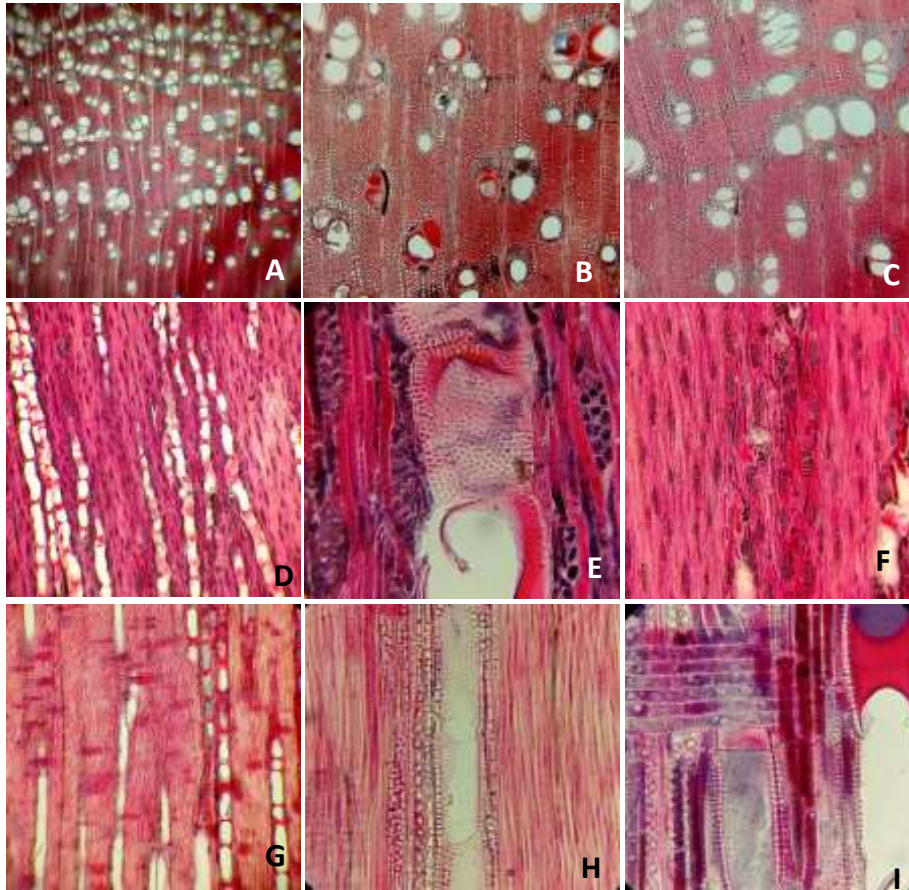


Fig.7 A. *Mimosa lacerata* porosidad semi anular, B. contenido en los vasos,C. parénquima vasicentrico confluyente, E. punteaduras intervasculares alternas, F. fibras libriformes, H. placa de perforación simple, I. células de radio procumbentes.

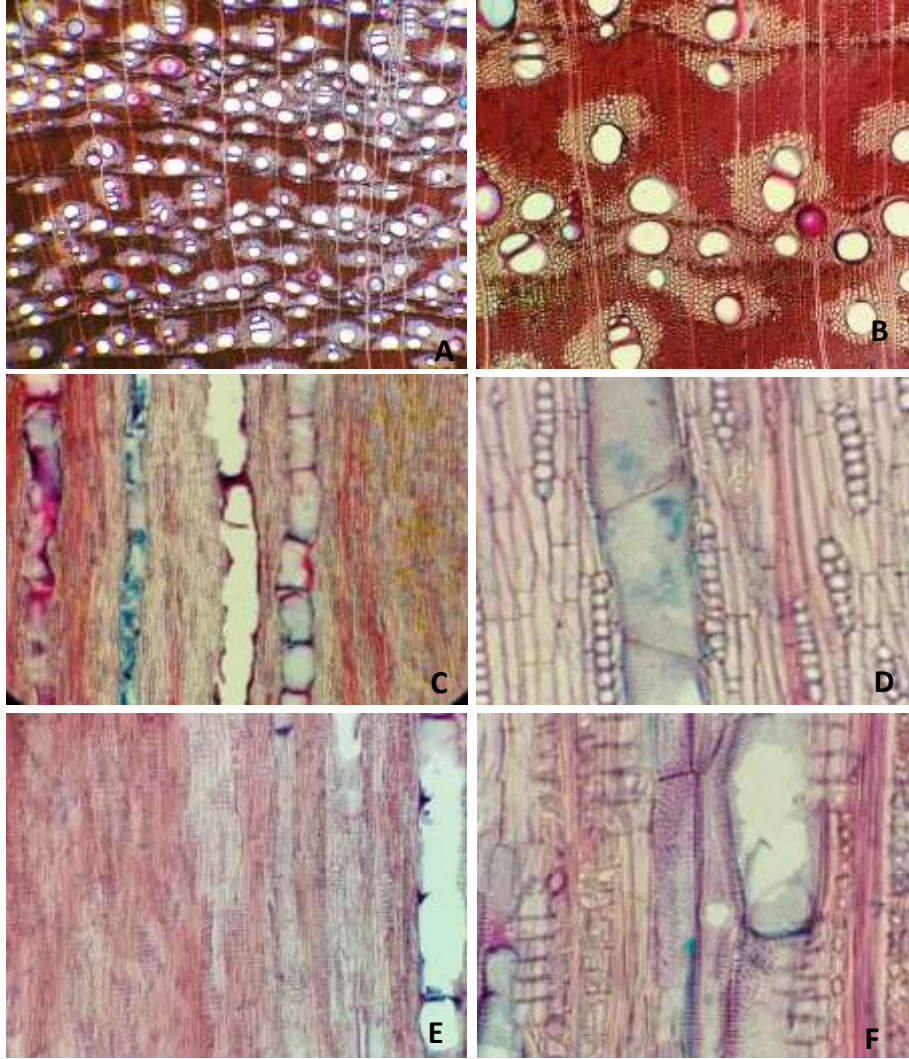


Fig.8. A. *Prosopis laevigata* porosidad semi anular, B. parénquima confluyente marginal, C. fibras libriformes, D. punteaduras intravasculares alternas, E. radios con células cuadráticas, F. placas de perforación simples.

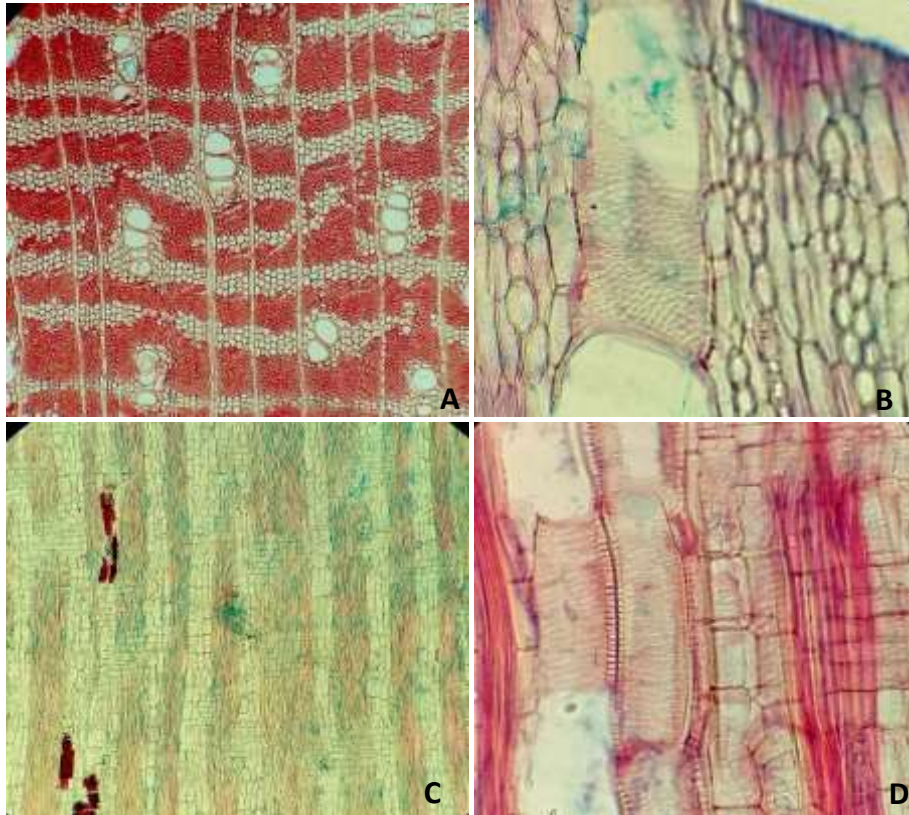


Fig.9. A. palo de haba porosidad difusa, B. parénquima en bandas confluyente, C.fibras libriformes, D.punteaduras intervasculares alternas, E. Células de radio procumbentes y cuadráticas, F. placas de perforación simples.

Cuadros

Cuadro 1. Tabla de caracteres cualitativos, P=Porosidad (sa=semi anular, di=difusa), D=disposición de vasos (bt= bandas tangenciales, r=radial) , Pp=placas de perforación (s=simples) Piv=punteaduras intervasculares (Oo=Opuestas ornamentadas, Ao=Alternas ornamentadas, A=Alternas, O=Opuestas) Pvr=punteaduras vaso radio (dt= distintos tamaños , si=similar intervasculares) Pa=Parénquima (Par=Paratraqueal, V=vasicentrico, Con=confluente, Ax=Axial, B=Bandas), CR=células radios (Pr=Procumbentes, Cu=Cuadráticas), C=Contenidos (Cp=cristales prismáticos, Dg=Depósitos de gomas, Til=Tíldes, Tan=taninos), Radios tipo Kribs=Rk (H=homogéneos, Het.=heterogéneos).

<u>Especie</u>	<u>P</u>	<u>D</u>	<u>Pp</u>	<u>Piv</u>	<u>Pvr</u>	<u>Pa</u>	<u>Rl</u>	<u>CR</u>	<u>C</u>	<u>Rk</u>
<u>Acacia angustissima</u>	sa	Bt	S	Oo	dt	Par,V	10	Pr	Cp y Tan	H. tipo I
<u>Acacia subangulata</u>	sa	Bt	S	Ao	si	V,Con	4-10	Pr	Cp	H. tipo I
<u>Caesalpinia coriaria</u>	sa	Bt	S	O	si	AxB,Con	4-10	Pr Y Cu	Cp	Het. tipo II B
<u>Mimosa lacerata</u>	sa	Bt	S	Al	dt	V,Con	4-10	Pr	Cp	H. tipo II
<u>Eysenhardtia punctata</u>	sa	R	S	Ao	si	Par,Con	4-10	Cu	Dg	H. tipo I
Morfo 1 Fabaceae	d	Bt	S	Al	si	B,Con	4-10	Pr Y Cu	Cp	Het. tipo II B
<u>Prosopis laevigata</u>	sa	Bt	S	Al	si	Ax,Con	10	Cu	Cp	H. tipo I
<u>Leucaena leucocephala</u>	sa	Bt	S	Al	si	V,Con	10	Pr	Cp y Til	
<u>Lysiloma microphyllum</u>	d	Bt	S	Al	si	Par,V	10	Pr	Cp	H. tipo I
<u>palo de haba</u>	d	Bt	S	Al	si	B,Con	4-10	Pr Y Cu		Het. tipo II B

Cuadro 2. Cuadro con caracteres cuantitativos; Long V= Longitud de los vasos, LV= Lumen del vaso, PV= Pared del vaso, Long F =Longitud de las fibras, LF=Lumen de la fibra, PF=Pared de la fibra,
 LR=Largo radio, AR=ancho radio, PUN=punteaduras del vaso, medidas= promedio(máximo-mínimo)

<u>Especies</u>	<u>Long V</u>	<u>LV</u>	<u>PV</u>	<u>Long F</u>	<u>LF</u>	<u>PF</u>	<u>LR</u>	<u>AR</u>	<u>PUN</u>
<u>Acacia angustissima</u>	<u>143.17</u> (69.96-219.33)	<u>84.085</u> (33.79-141.19)	<u>6.22</u> (3.45-9.73)	<u>441.14</u> (89.52-910.47)	<u>9.27</u> (3.85-16.85)	<u>5.16</u> (2.92-7.87)	<u>88.875</u> (21.75-209.17)	<u>17.875</u> (6.02-32.65)	<u>3.3</u> (2.3-4.92)
<u>Acacia subangulata</u>	<u>212.74</u> (121.11-328.90)	<u>58.916</u> (4.4-97.37)	<u>7.292</u> (9.36-11.05)	<u>611.346</u> (246.58-932.31)	<u>7.086</u> (3.19-10.93)	<u>3.806</u> (2.21-6.10)	<u>125.536</u> (32.98-307.75)	<u>12.526</u> (7-23.84)	<u>6.19</u> (4.31-9.19)
<u>Caesalpinia coraria</u>		<u>45.573</u> (17.57)	<u>4.96</u> (2.63-8.11)		<u>4.19</u> (2.31-7.03)	<u>3.465</u> (1.94-5.27)	<u>186.46</u> (68.63-419.54)	<u>38.49</u> (16.96-64.69)	<u>4.256</u> (2.86-5.90)
<u>Eysenhardtia punctata</u>	<u>129.89</u> (103.32-163.13)	<u>34.356</u> (151.12-55.69)	<u>4.773</u> (3.02-7.38)	<u>260.7</u> (109.61-585.82)	<u>3.113</u> (1.89-3.11)	<u>2.64</u> (1.70-3.14)	<u>98.36</u> (37.11-217.87)	<u>12.993</u> (6.92-20.20)	<u>4.166</u> (3.08-5.5)
Morfo 1 Fabaceae		<u>40.25</u> (16.92-67.63)	<u>5.27</u> (2.72-9.14)		<u>6.14</u> (3.46-10.56)	<u>3.665</u> (2.15-5.97)	<u>153.93</u> (47.37-445.07)	<u>20.4</u> (12.14-31.84)	<u>2.936</u> (1.98-4.18)
<u>Mimosa lacerata</u>		<u>74.86</u> (29.02-145.11)	<u>7.915</u> (4.56-12.82)		<u>4.85</u> (2.79-8.67)	<u>3.33</u> (1.75-6.08)	<u>89.245</u> (32.12-171.78)	<u>20.1</u> (10.15-35.15)	<u>4.895</u> (3.49-7.52)

Discusión

Acacia. En este trabajo se describió a *Acacia angustissima* y *Acacia subangulata*, sus caracteres ya se habían descrito por Aguilar-Alcántara et al (2014), Albiniz-Bonilla et al.(2004), Barajas-Morales y León (1989), Machuca-Velasco et al. (2017), Maiti et al.(2016),Rebollar y Quintanar (1998), Quintanar et al.(2005) quienes reportan principalmente porosidad difusa y semi anular, mientras que en las dos especies trabajadas se mostraron con porosidad semi anular coincidiendo con las reportadas para el género.

Para la especie *Acacia angustissima*, en los datos cuantitativos Aguilar-Alcántara (2014) ha reportado valores de 310 μm en la longitud de los vasos para esta especie, y en el presente trabajo se reportó un promedio de 143 μm , teniendo una medida inferior a la registrada por autor, para el lumen de los vasos reporto 128 μm y en el trabajo se obtuvo 84.085 μm , en estas medidas no hay una diferencia tan marcada como la medida anterior; sin embargo, son menores a las reportadas por el autor , en la pared del vaso reporto 3 μm y en el trabajo se obtuvo 6.22 μm siendo mayor, para la longitud de las fibras Aguilar-Alcántara (2014) reporto 785 μm y nosotros 441.14 μm , teniendo una medida inferior a la reportada, al igual que el lumen de las fibras el autor obtiene 16 μm y reportando en el trabajo 9.27 μm , los valores en general son menores.

La especie *Acacia subangulata* no se ha reportado en trabajos anteriores. Sin embargo, de acuerdo con los datos reportados anteriormente para el género *Acacia* por los autores Aguilar-Alcántara et al.(2014),Albiniz-Bonilla et al.(2004),Barajas-Morales y León (1989), Machuca-Velasco et al.(2017),Maiti et al.(2016),Rebollar y Quintanar (1998), Quintanar et al.(2005) del género *Acacia* en la longitud de los vasos reportada del género está dentro de un rango de 69-180 μm y la reportada en el trabajo es de 58.91 μm la cual es menor a las otras especies reportadas anteriormente y los caracteres cualitativos son típicos del género.

Caesalpinia solo se trabajó con la especie *Caesalpinia coriaria*; Moyotl (2014) en los datos cualitativos no hubo algún registro nuevo, sin embargo para los datos cuantitativos si ya que no se han reportado en ese trabajo, en comparación con las

medidas obtenidas por Barajas-Morales y León (1989), Interián-Ku *et al.* (2011), Maiti *et al.* (2016), Rebollar *et al.* (2017) en el mismo género de diferentes especies para el lumen del vaso reportaron los autores para el género un rango de 187-252 μm y en la especie reportada es de 45.57 mucho menor a la reportada, en la pared del vaso si se registró un valor dentro del rango del género ya que obtuvieron un rango de 3-7 μm y la registrada fue de 4.96 μm .

Así también en el lumen de las fibras reportaron 11-20 μm y la medida registrada es de 4.19 μm siendo menor al rango del género.

En cuanto a la longitud de los radios los valores representados anteriormente 186.46 μm , estando dentro del rango para el género, sin embargo, el ancho de los radios el obtenido fue de 38.49 μm siendo mayor, para los ejemplares del *Tentzo* siendo un reporte mayor en general.

Eysenhardtia la especie con la que podemos comparar es *Eysenhardtia punctata* y todos los caracteres como la longitud de vaso, lumen de vaso, son menores, con respecto a lo reportado en *Eysenhardtia polyantha* por Albiniz-Bonilla *et al.* (2004) y Maiti *et al.* (2016), sin embargo, la pared del vaso es lo doble del valor, ya que ellos reportan 2-3 μm y en la especie *Eysenhardtia punctata* 4.77 μm .

Mimosa se trabajó con la especie *Mimosa lacerata* y los rangos de los vasos y de los radios están dentro de los que reportan Barajas-Morales y León (1989), Camargo-Ricalde (2000), Chehaibar y Grettier (1990), Montaña-Arias *et al.* (2016) Montaña-Arias *et al.* (2017), Montaña-Arias *et al.* (2013), el único carácter diferente aunque la especie *Mimosa lacerata* es el lumen menor a los reportados con 4.85 μm y los rangos reportados por estos autores es entre 6-15 μm .

Como se describió en los antecedentes en cuanto a los caracteres cualitativos es homogéneo esto con base la descripción de 31 géneros y 82 especies.

Las especies reportadas en este trabajo presentan elementos de vaso cortos, numerosos y con punteaduras intervasculares pequeñas, lo que alude [Lindorf \(1994\)](#) que [contribuyen a la seguridad hidráulica en las plantas](#).

Todas las especies reportadas de esta familia presentan placas de perforación simples y fibras libriformes, las cuales como mencionan Carlquist (1989) y Montañó-Arias *et al.* (2013), son aptas para climas áridos, por la eficiencia en el uso de agua, además que las fibras carecen de mutaciones, por ser libriformes.

Hay diversos estudios los cuales mencionan las adaptaciones de la madera en diferentes climas, pero en el caso de la familia Fabaceae [mantienen sus caracteres anatómicos de la madera en distintos climas, por lo que Carlquist \(1989\) menciona que este tipo de especies evolucionaron en climas secos y áridos.](#)

Conclusión

La madera de la familia Fabaceae es homogénea en cuanto a caracteres cualitativos porque muchos caracteres concuerdan entre ellos y otros que son iguales agrupan a las especies como familia, ya que aunque presentaron algunas diferencias en estos caracteres eran entre géneros y otros entre especies.

La madera de esta familia presenta características de climas secos, tanto por la zona en la que se muestrearon que fue la sierra del Tenzó, pero la mayoría no son influenciadas por la ubicación en sus caracteres cualitativos, con relación a otros climas como tropicales u húmedos, en caracteres cuantitativos si hay variaciones en diferentes climas y especies.

Reconocemos los datos cuantitativos valores menores en la longitud de los vasos , fibras y lumen menor; pero con paredes más gruesas.

Anexos

autor/año	genero/especie	P	Vxmm ²	LV	Long V	PV	Long F	LF	LR	Rxmm	AR
<u>Aguilar-Alcantara et al. (2014), Albiniz-Bonilla et al. (2004), Barajas-Morales y León (1989), Machuca-Velasco et al. (2017), Maiti et al. (2016), Rebollar y Quintanar (1998), Quintanar et al. (2005)</u>	<u>Acacia (10)</u>	<u>75% Di</u> <u>,25% SA</u>	<u>1-4</u>	<u>69-180</u>	<u>320-31</u>	<u>3-8</u>	<u>789-438</u>	<u>12-23.52</u>	<u>50-716</u>	<u>4-11</u>	<u>24-91</u>
<u>Albiniz-Bonilla et al. (2004), Maiti et al. (2016)</u>	<u>Eysenhardtia (2)</u>	<u>An</u>	<u>34</u>	<u>107</u>	<u>239</u>	<u>2-3</u>	<u>109-477</u>	<u>11-19</u>	<u>366</u>	<u>9</u>	<u>.</u>
<u>Barajas-Morales y León (1989), Camargo-Ricalde (2000), Chehaibar y Gretiier (1990), Montañó-Arias et al. (2016), Montañó-Arias et al. (2017), Montañó-Arias et al. (2013)</u>	<u>Mimosa (14)</u>	<u>Di:66%</u> <u>An:33%</u> <u>SA:11%</u>	<u>17-35</u>	<u>32-113</u>	<u>120-221</u>	<u>4-8</u>	<u>236-728</u>	<u>6-15</u>	<u>69-320</u>	<u>2-7</u>	<u>8-24</u>
<u>Albiniz-Bonilla et al. (2004), Rebollar y Quintanar (1998)</u>	<u>Leucaena (2)</u>	<u>Di:75%</u> <u>S.A:25%</u>	<u>4-9</u>	<u>96-188</u>	<u>288-293</u>	<u>4</u>	<u>257-787</u>	<u>11-12</u>	<u>188-597</u>	<u>6</u>	<u>.</u>
<u>Albiniz-Bonilla et al. (2004), Barajas-Morales y León (1989), Maiti et al. (2016), Rodríguez et al. (2015)</u>	<u>Prosopis (4)</u>	<u>SA:75%</u> <u>Di:25%</u>	<u>4-11</u>	<u>93-188</u>	<u>229-285</u>	<u>3-4</u>	<u>412-1245</u>	<u>10-15</u>	<u>259-667</u>	<u>4-9</u>	<u>63</u>
<u>Barajas-Morales y León (1989), Interián-Ku et al. (2011), Maiti et al. (2016), Moyotl (2014), Rebollar et al. (2017)</u>	<u>Caesalpinia (10)</u>	<u>Di:75%</u> <u>SA:25%</u>	<u>8-16</u>	<u>187-252</u>		<u>3-7</u>	<u>1088-168</u>		<u>125-478</u>		<u>13-25</u>

Con formato: Izquierda: 2.5 cm, Derecha: 2.5 cm, Arriba: 3 cm, Abajo: 3 cm, Ancho: 27.94 cm, Alto: 21.59 cm, Distancia del encabezado desde el borde: 1.25 cm, Distancia del pie de página desde el borde: 1.25 cm

Tabla 1. En esta tabla se muestran las medidas cuantitativas por géneros con los que se trabaja y los autores que tomaron estas medidas. P=porosidad, Vxmm²= vasos por milímetro cuadrado, LV=lumen de vaso, Long V=longitud del vaso, PV=pared del vaso, Long F=longitud de la fibra, LF=lumen de la fibra, LR=largo del radio, RxmmL= radios por milímetro lineal, AR=ancho de los radios.

Bibliografías

Aguilar-Alcántara M, Aguilar-Rodríguez S y Terrazas T 2014. Anatomía de la madera de doce especies de un bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas, México, *Rev. Madera y Bosques*, vol. 20, núm. 3: 69-86

Albuniz-Bonilla LAM, Barajas-Morales J, Tenorio-Lezama P 2004. Anatomía de maderas de México: Árboles y arbustos del matorral xerófilo de Tehuacán, Puebla. *Publicaciones Especiales del Instituto de Biología* 19

Andrade MG, Calderón de Rzedowski, Camargo-Ricalde SL, Rosaura Grether, Hernández HM, Martínez-Bernal A, Rico L, Rzedowski J y Sousa SM. 2007. Leguminosae 1-4. En: *Flora del bajío y de regiones adyacentes*, Fascículo 150, Instituto de Ecología A.C., Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, Méx.

Barajas-Morales J, León Nuñez C 1989. Anatomía de maderas de México: especies de una selva baja caducifolia, *Publicaciones Especiales del Instituto de biología*

Barajas-Morales J, Ángeles-Álvarez G, Solís Sánchez P 1997. Anatomía de maderas de México: especies de una selva alta perennifolia. I, *Publicaciones Especiales del Instituto de biología*

Berlyn GP y Miksche SP 1976. *Botanical microtechnique and cylochemistry* revise university del Este de lozo 326 p

Bolzón de Muniz GI, Nisgoski S y Lomelí-Ramírez MG 2010. Anatomía y ultraestructura de la madera de tres especies de *Prosopis* (Leguminosae-Mimosoideae) del Parque Chaqueño seco, Argentina, *Madera y Bosques* 16(4), 2010:21-38.

Calderón G y Rzedowski J 2001 *Flora fanerógamica del valle de México*, 2da edición, instituto de ecología A.C. Y Comisión Nacional para conocimiento y uso de la biodiversidad, 1400pp.

Carlquist S 1989. Adaptive wood anatomy of chaparral shrubs. Natural History Museum of Los Angeles County Science Series 34:25-35.

Cardoso Marchiorf JN 2009. Anatomía da madeira de *Acacia melanoxylon* r. *Br. l. balduinia*, n.18, p. 26-32, 15-ix.

Camargo-Ricalde SL 2000. Descripción, distribución, anatomía, composición química y usos de *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae-Mimosoideae) en México, *Rev. Biol. Trop.*, 48(4): 939-954

Camargo-Ricalde SL, Dhillion S.L & Grether R 2002. Community structure of endemic *Mimosa* species and environmental heterogeneity in a semi-arid Mexican valley *Journal of Vegetation Science* 13: 697-704, IAVS.

Chehaibar T y Grettier R 1990. Anatomía de la madera de algunas especies del género *Mimosa* (Leguminosae), *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50: 3-17, DOI: 10.17129/botsci.1374

Dzib-Castillo B, Chantásig-Vaca C y González-Valdivia NA 2014. Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 167-178, 2014, DOI: 10.7550/rmb.38706.

Estrada Castillón E, Yen Méndez, Delgado Salinas A, Villarreal Quintanilla JA 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 75(1): 73-85. 2004

Esau K 2004. *Esau's Plant Anatomy: Meristems, Cells, and Tissues of the Plant Body: Their Structure, Function, and Development*, Third Edition

Giménez AM, Moglia G, Hernández P y Bravo S 2000. Leño y la corteza de *Prosopis nigra* (griseb.) Hieron, Mimosaceae, en relación a algunas magnitudes dendrométricas, Santiago del Estero-Argentina. *Rev. Forest. Venez.* 44(2), 29-37.

Grether R, Martínez-Bernal A, Luckow M, Zaráte S 2006. Mimoseae en: Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán, Fascículo 44 Instituto de Biología Universidad Autónoma de México.

IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification .Bulletin IAWA: nueva serie. vol.10 (3): 219-332

INEGI 2000. Síntesis geográfica del estado de Puebla: Libro electrónico. México.

INEGI 2008. Carta del uso de suelo y vegetación, serie III.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250000: serie V / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

Interián-Ku VM, Borja de la Rosa MA, Valdez-Hernández JI, García-Moya E, Romero-Manzanares Ey Vaquera-Huerta E 2011. Características anatómicas y propiedades físicas de la madera de *Caesalpinia gaumeri Greenm* en Dzan, Yucatán, *Madera y Bosques* 17(1), 23-36 23

Johansen J. 1940. Plant microtechniques, New York companies McGraw –Hill 523 p

León WJ 2008. Anatomía de madera en 31 especies de la subfamilia Mimosoideae (leguminosae) en Venezuela, *Revista Colombia Forestal* Vol. 11: 113-135.

Machuca-Velasco R, Borja de la Rosa A, Corona- Ambriz A, Zaragoza-Hernández I, Arreola-Avila JG, Jiménez-Machorro J 2017. Xilotecnia of the wood of *Acacia schaffneri* from the state of Hidalgo, México, *Maderas. Ciencia y tecnología* 19(3): 293 - 308, DOI: 10.4067/S0718-221X2017005000025.

Maiti R, Rodríguez H, Kumari A 2016. Qualitative and Quantitative Characterization of Wood Fibers of Shrubs and Tree Species of the Tamaulipan Thorn Scrub, Northeastern Mexico and Its Possible Relation to Wood Quality and Utilization. *American Journal of Plant Sciences*, 7, 1046-1057. DOI: 10.4236/ajps.2016.77100.

Miranda F y Hernández-X E. 2014. Tipos de vegetación de México y su clasificación, Ediciones científicas universitarias.

Montaño-Arias SA, Camargo-Ricalde SL y De La Paz Pérez-Olvera C 2013. Eco anatomía de los elementos de vaso de la madera de cinco especies del género *Mimosa* (Leguminosae-Mimosoideae), *Botanical Sciences* 91 (1): 1-10

Montaño-Arias SA, Camargo-Ricalde SL y Grether R 2016. Anatomía de la madera de tres especies de *Mimosa* (Leguminosae-Mimosoideae) distribuidas en México, *Rev. Madera y Bosques*, vol. 22, núm. 1: 191-202.

Montaño-Arias SA, Camargo-Ricalde SL, Grether R, Díaz-Pontones D 2017. Eco anatomía de la madera de dos taxa mexicanos del género *Mimosa* (Leguminosae-Mimosoideae). *Acta Botánica Mexicana*, 105-120

Morrón MA, Aragón A, Tapia-Rojas AM y Rojas-García R 2000. Coleoptera Lamellicornia de la sierra del Tentzo, Puebla México, *Acta Zool.Mex.* (n.s) 79:77-102

Moyotl Acuahuitl A 2014. Uso y determinación de siete especies arbóreas maderables, de uso energético, en Santo Domingo Huehuetlán el Grande, Puebla, México, Tesis licenciado en biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Pineda-Herrera E, De la Paz Pérez-Olvera C, Dávalos-Sotelo R y Valdez-Hernández JI 2012. Características tecnológicas de la madera de dos especies de Costa Grande, Guerrero, México, *Madera y Bosques* 18(3), 53-71

Quintanar A, Rivera L, Torre-Blanco A, and Rebollar S. 1997. Comparative histochemistry and cell morphology of sapwood and hertwood of *Gliricidia sepium* (Fabaceae), *Rev.Biol. Trop.*, 45(3):1005-1011, 1997

Quintanar Isaías A, Velázquez Núñez M, Solares Arenas F, Pérez Olvera C d I P, Torre-Blanco A 2005. Secondary stem anatomy and uses of four drought-deciduous species of a tropical dry forest in México. *Revista de Biología Tropical*, 53() 29-48

Rebollar Domínguez S, De la Paz Pérez-Olvera C y Quintanar Isaías A 1996. Anatomía de la madera de ocho especies de la selva mediana subperennifolia de Quintana Roo, México *Rev. Bio. Trop.*, 44(3)/45(1): 67-77.

Rebollar S y Quintanar A 1998. Anatomía y usos de la madera de ocho especies tropicales de Quintana Roo, México *Rev. Biol. Trop.* 46(4): 1047-1057

Rodríguez Anda R, Ramírez Arango AM, Palacios Juárez H, Fuentes Talavera FJ, Silva Guzmán JA y Saucedo Corona AR 2015. Características anatómicas, físico-mecánicas y de maquinado de la madera de mezquite (*Prosopis velutina* Wooton), *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* Vol.6 (28): 156-173.

Ruiz-Valencia JA 2017. Anatomía de la madera de especies distribuidas en la sierra del Tentzo, Puebla, Tesis licenciado en biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Rzedowski J.1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerógamica de México, *Acta Botánica Mexicana*, 14:3-2.

Rzedowski J. 2006. *Vegetación de México*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 1ra. Edición digital

Pérez Pérez MÁ.2014. *Plantas útiles de dos comunidades de la sierra del Tentzo: san Nicolás Huajuapán y santa Martha yancuitalpan en el estado de Puebla, México*, Tesis licenciatura, Benemérita universidad autónoma de Puebla escuela de biología.

Pulido Rodríguez EN, Durley M, Lozano DI. 2011. Anatomía xilemática de Caesalpiniaceae registradas en la xiloteca de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, *Colombia Forestal* Vol. 14(2).

Silval A, Blanco C y Helga L .1989. Anatomía de la madera de nueve leguminosas de Venezuela, *Acta boto bras.* 2(1): 115 – 134.

Sousa MS, Ricker M y M Hernández H. 2001. Tree species of the family Leguminosae in México. *Harvard Papers in Botany*; vol. 6 N° 4 .pp 339-365

SMRN. 2011. Declaratoria de Área Natural Protegida Sierra del Tentzo, Puebla, México.

Villaseñor JL. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México, *Interciencia*, 160-167.

Villaseñor JL. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, interciencia VOL. 28 N° 3, 75, pp. 105-135.

Villaseñor JL y Ortiz E 2014. Diversidad de las plantas con flores (División: Magnoliophyta) en México, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S134-S142, 2014, DOI: 10.7550/rmb.31987

Villaseñor JL 2016. Catálogo de las plantas vasculares nativas de México, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87 (2016) 559–902

Tamanis-Coatl SI Diversidad de Fabaceae en la sierra del Tentzo, Puebla,