



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LA MADERA DE CUATRO
ARBUSTOS DE LA SIERRA DEL TENTZO.

Tesis que para obtener el título de
LICENCIADA EN BIÓLOGIA

PRESENTA:
VELÁZQUEZ VÁZQUEZ DANIELA

DIRECTORA:
DRA. AGUSTINA ROSA ANDRÉS HERNÁNDEZ

NOVIEMBRE 2018

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
ANTECEDENTES	10
Anatomía de la madera	11
JUSTIFICACIÓN	13
OBJETIVOS	14
HIPÓTESIS	14
MATERIALES Y MÉTODOS	15
Área de estudio	15
Trabajo de campo	15
Trabajo de laboratorio	16
RESULTADOS	17
DISCUSIÓN	26
CONCLUSIONES	31
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES	35

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 1.- Anatomía de la madera de <i>Rhus terebinthifolia</i> -----	19
Figura 2.- Anatomía de la madera de <i>Calliandra grandiflora</i> -----	21
Figura 3.- Anatomía de la madera de <i>Amelanchier denticulata</i> -----	23
Figura 4.- Anatomía de la madera de <i>Hypericum sp</i> -----	25
Cuadro 1.- Valores cualitativos de las especies-----	32
Cuadro 2.- Valores cuantitativos de las especies-----	33
Cuadro 3.- Valores cuantitativos de radios-----	34

RESUMEN

En México existen pocos trabajos anatómicos de la madera de arbustos asociados a la Selva Baja Caducifolia (SBC), los cuales comparan entre árboles y arbustos, otros trabajaron con la anatomía de especies esclerófilas arbustivas en donde han determinado la relación entre la densidad la anatomía y la aridez. En este trabajo se describe la anatomía de la madera de las especies arbustivas de *Rhus terebinthifolia*, *Calliandra grandiflora*, *Amelanchier denticulata* e *Hypericum sp*, distribuidas en la Sierra del Tentzo. Se cortaron trozos de 5cm³ en la base de los organismos de tres individuos por especie, los cuales fueron fijados, ablandados, seccionados en los planos transversal, longitudinal y radial, teñidos y montados de acuerdo a las técnicas histológicas convencionales. Las cuatro descripciones que se describen en este escrito son nuevas aportaciones para el conocimiento anatómico en el país.

Los resultados reflejan homogeneidad en cuanto a los caracteres cualitativos de la madera en las especies estudiadas con respecto a las familias y el género al que pertenecen; como arreglo de vasos mayoritariamente solitarios en todas las especies, hileras radiales y porosidad de anular a difusa. Valores cuantitativos como; longitudes y diámetros de elementos de vaso, fibras y radios son evidentemente menores a lo observado en otras SBC con taxones afines, los elementos de vasos presentaron diámetros de 10.51 µm. a 92.9 µm., y longitudes de 72.87 µm. a 625.43 µm. Las fibras con diámetros de 0.53 µm. a 10.40 µm., y longitudes de 129.69 µm. a 10004.90 µm. La disminución de los valores

encontrados en todas las especies aquí descritas puede ser por causas diferentes como lo es el clima, la cantidad de precipitación.

Además la altura de los individuos también afecta las longitudes, tomadas de la mano del escás de agua, estos factores pueden favorecer en el acortamiento de los elementos de vaso así como de fibras y radios. Se requiere de seguir estudiando las especies arbustivas distribuidas en la Sierra del Tentzo para poder abarcar mayor diversidad anatómica de la Selva Baja Caducifolia y para realizar generalizaciones sobre las tendencias anatómicas, en especial de las variables cuantitativas del xilema secundario de las especies presentes en esta región.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad no es uniforme en el planeta, actualmente se reconocen 17 países que son megadiversos, ya que su diversidad biológica representa alrededor del 70% de especies conocidas en el planeta. México registra 23,314 especies de plantas vasculares nativas, distribuidas en 2,854 géneros, 297 familias y 73 órdenes. Por su número de especies, México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial; entre los países continentales ocupa el segundo por el número de especies endémicas (alrededor del 50%), sólo por debajo de Sudáfrica (Villaseñor, 2016). También cuenta con 13408 especies de hierbas, 4044 especies de árboles y 7151 especies de arbustos, en México registran 3500 especies endémicas con un total de 48.9% de las especies en el país (Villaseñor y Ortiz, 2014). Para el estado Puebla cuenta con 247 familias, 1843 géneros y 5232 especies de las cuales 1935 son endémicas de México, pero solo 67 especies son endémicas del estado (Villaseñor, 2016).

En cuanto a los tipos de vegetación más importante son la Selva Baja Caducifolia según (Miranda y Hernández, 1963) o Bosque Tropical Caducifolio según (Rzedowski, 1978); ya que tiene una amplia distribución en el territorio mexicano, se encuentra desde el estado de Sonora, en algunas extensiones de la zona de San Javier hasta Chiapas, en la frontera con Guatemala, también se encuentra en las áreas menos secas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Trejo 1998). La selva baja caducifolia en Puebla ocupa un 15.68 % de la superficie del estado y se localiza al sur, sobre las laderas abruptas de la Sierra Madre del Sur (CONABIO, 2011). Este tipo de vegetación se caracteriza por la pérdida de hojas en un

período que se puede extender hasta ocho meses, en general de diciembre a mayo, cuenta con un estrato arbóreo que no excede los 15 m. de altura y los 50 cm. de diámetro además de ser inerme, hay predominancia de árboles sobre lianas, una riqueza que va de 22 a 97 especies; es común que se encuentre dominada por unas cuantas familias e incluso llegue a ser sólo una. Las familias Fabaceae, Burseraceae, Euphorbiaceae, Anacardiaceae, Cactaceae, Rubiaceae y Malphigiaceae son muy frecuentes y aportan un número considerable de especies; en cuanto a géneros cabe destacar que el género *Bursera* llega a ser dominante en diversas regiones como lo es la Cuenca del Balsas (Miranda y Hernández X, 1963; Rzedowski, 1978; Trejo y Dirzo, 2000; Méndez-Toribio *et al.*, 2014).

Las Selvas Bajas Caducifolias albergan un notable número de especies arbóreas y arbustivas como uso forrajero por rumiantes y fauna silvestre. El estrato arbustivo lo podemos encontrar en un gran número de familias como lo son: Asteraceae, Buddlejaceae, Euphorbiaceae, Flacurtiaceae, Hydrophyllaceae, Labiatae, Leguminosae (Fabaceae), Loganiaceae y Nictaginaceae. Una de las familias más representativas es Fabaceae que se encuentra distribuida en todo tipo de vegetación y en diferentes formas biológicas, siendo de las especies más abundantes en México, después de las compuesta (Román y Palma, 2007), seguida por las Asteraceae y Euphorbiaceae.

El estrato arbustivo; el cual se caracteriza por organismos con una altura mínima de 1 m y una máxima de 4 m, con ramificaciones a no más de 5 cm del suelo. Estos son importantes porque cumplen con diversas funciones: ayudan en el establecimiento de otras especies vegetales actuando como nodrizas, generan

islas de fertilidad, levantamiento hidráulico y tienen una alta influencia en los procesos edáficos (Gelviz-Gelviz y Hernández, 2013). Existen especies de leguminosas arbustivas que son importantes para integrarse en el medio agropecuario porque algunas pueden fijar nitrógeno y son susceptibles de uso multipropósito (Vazquez *et al.*, 1999).

Específicamente la Sierra del Tentzo es una comunidad vegetal conformada por elementos tropicales, dominada por árboles de copas extendidas, con alturas promedio entre 7 y 8 m. Sin embargo, el estrato arbustivo es muy denso (Trejo, 1998). La cobertura vegetal se ha visto afectado en más del 50% por el incremento de la deforestación por la existencia de actividades agropecuarias, el uso indiscriminado de los recursos forestales y el desplazamiento de las especies nativas, por lo cual resulta indispensable el estudio de las especies distribuidas en esta comunidad vegetal a lo largo del país si se pretende conservar su riqueza e innumerables servicios ecosistémicos (Guevara-Escobar *et al.*, 2008).

Se cuenta con escasos estudios en anatomía de la madera para especies arbustivas y se cuenta con pocos trabajos realizados en selva baja caducifolias, por ello esta técnica es muy útil para conocer la diversidad así también para la conservación de la vegetación. La anatomía de la madera han sido de mucha utilidad para la sistemática ya que el xilema secundario aporta información autosuficiente, cuenta con un número considerable de caracteres y porque muchos de estos han mostrado ser filogenéticamente estables e indicadores de relación, sin embargo, también resulta indispensable tener en cuenta el factor

ecológico, ya que los caracteres pueden estar influenciados por cuestiones ambientales (Carlquist 1980, 2012).

ANTECEDENTES

La Selva Baja Caducifolia alberga alrededor de 6000 especies, de las cuales se estima un endemismo del 48.9% a nivel nacional (Villaseñor, 2016). Para el estado de Puebla este tipo de vegetación es uno de los más importantes ya que cubre alrededor del 15.68% del estado (CONABIO, 2011). Sin embargo, diversas publicaciones indican que este tipo de vegetación se ha visto afectado en más del 50% de su cobertura original por un considerable incremento de la deforestación que ha sido promovida por las actividades agropecuarias así como la extracción indiscriminada de los recursos forestales y el desplazamiento de las especies nativas por diversos proyectos de comunicaciones y proyectos turísticos (Trejo y Dirzo, 2000; Rocha-Loredo *et al.*, 2010; Meave *et al.*, 2012).

Existen pocos trabajos sobre arbustos, uno de los primeros son el de Miranda y Hernández (1963), quienes estudiaron leguminosas arbustivas con mayor potencial productivo ya que son características de una selva baja caducifolia; es una vegetación tropical con mayor distribución en México y eso lo hace importante para estudios de conocimiento como de conservación. Otro trabajo es el de arbustos en zonas áridas del estado de Hidalgo, estudiados por Gelviz-Gelvez (2013), donde analizaron la biodiversidad alfa y beta que existe en los arbustos, reportando 46 especies de este tipo de estrato en 21 familias siendo las más sobresalientes Asteraceae y Fabaceae.

En lo referente a las formas biológicas de la flora de la Sierra del Tentzo, Pérez-Pérez (2014), describió 93 especies de herbáceas, seguidos de 29 especies de

arbustos y 25 especies de árboles, con menos frecuencias las rosetofilas y las globosas respectivamente. Cabe mencionar que la familia que Fabaceae es la que mejor representa a los arbustos en esta zona.

Anatomía.

Existen pocos trabajos sobre anatomía de la madera en regiones áridas, Weber (1936) trabaja con madera de arbustos esclerófilos y desérticos de California y estudia la relación entre la estructura de la madera y las características climáticas, notando que existe una tendencia de los arbustos desérticos a presentar elementos de vasos cortos, angostos, de porosidad difusa, con radios pequeños y numerosos, anillos de crecimiento angostos bien provistos de vasos y parénquima.

Así también Abundiz *et al.* (2004) trabajan con anatomía de maderas de 43 especies de los cuales 17 son arbustos encontraron diferencias microscópicas entre árboles y arbustos de esta zona, donde las especies arbóreas presentan vasos con longitud principalmente media, diámetro mediano, poco abundantes y la mayor parte solitarios, con pocos en agregados, punteaduras intervasculares medianas, fibras de longitud media, radios muy bajos y moderadamente numerosos. Para el caso de las especies arbustivas presentan elementos de vaso cortos, diámetros pequeños, principalmente agrupados y muy numerosos, con punteaduras intervasculares pequeñas, alta frecuencia de engrosamientos helicoidales, fibras cortas, radios extremadamente bajos y muy numerosos que pueden considerarse como característica típica de especies xeromórficas.

Otro trabajo es el de Martínez-Cabrera *et al.* (2009) determinaron la relación que existe entre la densidad de la madera, la anatomía del xilema y la aridez en especies arbustivas, las cuales son filogenéticamente diversas y crecen a diferentes niveles de aridez en varios sitios a lo largo de los transectos transcontinentales; encontrando que la densidad de la madera aumenta con la aridez, así como que las maderas con mayor densidad son más resistentes a embolias en el Xilema.

Al hablar sobre la caracterización de la anatomía de la madera de especies que se distribuyen en la Selva Baja Caducifolia, sólo existen cuatro trabajos a nivel nacional el primero de ellos en Jalisco (Barajas-Morales y León-Gómez, 1989), en la estación biológica de Chamela con la descripción anatómica de 72 especies arbóreas; recientemente (Ramírez-Martínez, 2017) ha publicado otra aportación para la Selva Baja Caducifolia realizada en Tamaulipas, donde se describen 21 especies de árboles.

Moyotl (2014) presentó una de las aportaciones que se tiene para el Estado de Puebla en la cual es estudiada y analizada la anatomía de especies arbóreas distribuidas en la Sierra del Tentzo, el estudio fue realizado en Santo Domingo Huehuetlán el Grande, con el fin de identificar a dichas especies, sus usos tradicionales y la relación existente entre los caracteres anatómicos y el potencial energético de las mismas, siendo evidente esta relación y también el hecho de que las especies se encuentran vulnerables al no existir estrategias de manejo, esto, debido al escaso estudio que se tiene para este tipo de vegetación.

El trabajo más actual en anatomía de la madera para el estado de Puebla es el realizado por (Ruiz-Valencia, 2017), el cual consistió en analizar ocho especies leñosas distribuidas en la Sierra del Tentzo, encontrando que cuatro de las ocho especies son nuevas aportaciones para la Selva Baja Caducifolia analizando las tendencias anatómicas, en especial de las variables cuantitativas del xilema secundario de las especies presentes en esta región.

JUSTIFICACIÓN

Uno de los tipos de vegetación con mayor representación en México es la Selva Baja Caducifolia, siendo un tipo de vegetación con mayor diversidad y riqueza de endemismos. Sin embargo en México, ha sufrido un gran deterioro y fragmentación por actividades agropecuarias, el desarrollo de vías de comunicación así como proyectos turísticos. Por lo que resulta de gran importancia conservar este tipo de vegetación. Una forma de estudio de la diversidad es con base en la anatomía de la madera. Con estos datos se puede ver la utilidad maderable de diferentes especies así como criterios para la conservación de especies.

Por otro lado los arbustos han sido poco estudiados lo cual resulta indispensable para conocer las especies arbustivas distribuidas en esta comunidad vegetal y a lo largo del país, así también su conservación, riqueza e importancia.

OBJETIVO GENERAL

Describir y analizar los caracteres anatómicos de la madera de cuatro arbustos de una Selva Baja Caducifolia dentro de la Sierra del Tentzo del Estado de Puebla.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir los caracteres cualitativos y cuantitativos de la madera de especies arbustivas
- Reconocer las diferencias anatómicas de los arbustos con respecto a la Selva Baja Caducifolia.

HIPÓTESIS

Se espera que la información acumulada de cada una de las especies arbustivas denote las características anatómicas con respecto a su sitio, encontrando diferencias entre árboles y arbustos del lugar.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio: La Sierra del Tentzo esta ubica en la parte central del Estado de Puebla al sur de la presa de Valsequillo entre los municipios de Atlixco, Atoyatempan, Huaquechula, Huatlatlauca, Huehuetlán el Grande, Molcaxac, Ocoyucan, Puebla, San Diego La Mesa Tochimiltzingo, San Juan Atzompa, Teopantlán, Tepeojuma y Tzicatlacoyan (Pérez-Pérez 2014). Morón *et al.* (2000) indica que está formado por lomeríos intrincados con altitudes de 2000 a 2350 m.

Clima: La región con un clima templado, seco, extremoso con temperaturas medias mensuales que oscilan entre los 16 y 21.5°C, durante el mediodía la temperatura se eleva notablemente y en las noches desciende más de 10°C. La máxima precipitación mensual no supera los 200 mm., las lluvias se concentran entre Mayo y Septiembre.

Vegetación: La vegetación corresponde a una transición entre encinares, Matorral Xerófilo y SBC, además de parcelas dedicadas al cultivo de maíz de temporal. Los géneros dominantes son *Quercus*, *Ipomoea*, *Acacia*, *Juniperus*, *Taxodium*, *Bursera*, *Yucca*, *Opuntia*, *Agave*, *Senecio* y *Brahea* (Perez-Perez, 2014).

Trabajo de campo: Se recolectaron muestras de la madera de cinco especies de arbustos de la selva baja caducifolia del estado de Puebla ubicada en la Sierra del Tentzo. Se seleccionaron tres individuos maduros por especie, se colectaron las flores y/o frutos así como hojas de cada individuo para identificarlas mediante claves taxonómicas; se tomaron trozos de madera con un volumen aproximado de 4-5 cm³ del tronco principal a una distancia de 40 cm. del suelo. Todos los

individuos colectados fueron introducidos en Formaldehído, Alcohol, Acético (FAA) tanto madera como flor, fruto y hoja, también se colectaron muestras de Herbario que se prensaron para deshidratarlas y así poder conservar los colores de la misma.

Trabajo de laboratorio: La madera obtenidos del tallo principal de cada individuo fue colocada en solución G.A.A. (glicerina, alcohol y agua, 1:1:1) durante aproximadamente 30 días para fijar y ablandar las muestras. Para las maderas que no lograron ablandarse se hirvieron todo el día a 300°C al no ablandar la madera se recurrió a otra técnica, Hidróxido de sodio y Ácido Acético Glacial en la cual se cortó el material en trozos muy pequeños y se colocaron en un frasco con la mezcla recién preparada de ácido acético al 10% e Hidróxido de sodio al 10%, 1:1 se dejó la muestra en la estufa a 60°C por 24 horas, después de ese tiempo se enjuagaron en alcohol al 50% dos veces con 15 minutos por cambio (Sandoval, 2005). Los cubos de madera fueron cortados con un micrótopo de deslizamiento en los planos transversal, tangencial y radial a 25-30 μm de grosor, teñidos con safranina-verde rápido y montadas en resina sintética (Johansen, 1940). También se llevaron a cabo los disociados de cada individuo, para lo cual se separó una pequeña astilla que se introdujo en solución Jeffrey (Berlyn y Myksche, 1976) con el fin de realizar las mediciones de la longitud de vasos y fibras. Estas variables junto a los diámetros de vasos y fibras así como de sus paredes fueron medidas con un analizador de imágenes Image Pro Plus versión 6.1, Media Cybernetics adaptado a un microscopio Olympus BX-51. Los datos cualitativos y cuantitativos

fueron obtenidos de acuerdo con las especificaciones recomendadas por la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA Committee, 1989).

RESULTADOS

En el presente trabajo está basado en información anatómica y floral de las especies leñosas de *Rhus terebinthifolia* Schltldl & Cham. (Anacardiaceae), *Calliandra grandiflora* Benth. (Fabaceae), *Amelanchier denticulata* (Kunth) K. Koch. (Rosaceae) e *Hypericum sp.* una especie de la familia (Guttiferae).

Descripciones anatómicas de las cuatro especies arbustivas se muestran a continuación:

Clase Magnoliopsida

Orden Sapindales

Familia Anacardiaceae

Género *Rhus*

Especie: *Rhus terebinthifolia* Schlttdl & Cham.

Descripción: Presenta anillos de crecimiento, porosidad anular (Fig. 1-A) (Cuadro 1) con un 30.4% de vasos en hileras radiales de 2-3 células, 24.7% solitarios, 12.01% de hileras radiales de 4-6 células, 3.65% y 13.62% tangenciales y en racimos respectivamente, con 3.59% en diagonales. Densidad de 212.2 vasos/mm². Longitud promedio de los elementos de vaso es de 227.73 (132.96 a 382.55) μm ., con diámetro promedio del lumen en vasos grandes de 53.53 (30.43-92.9) μm , pared de 3.24 (2.02 a 5.38) μm ., vasos chicos con diámetro promedio del lumen de 15.55 (3.54 a 33.36) μm ., pared de 2.16 (1.04 a 3.26) μm , con punteaduras intervasculares alternas con diámetro promedio de 3.77 (1.75 a 7.31) μm ., placa de perforación simple (Fig. 1-F) y punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares (Fig. 1-D). Fibras delgadas libriformes (Fig. 1-C), con una longitud promedio de 451.94 (177.2 a 785.1) μm ., diámetro promedio del lumen de 5.74 (2.08 a 9.89) μm ., grosor promedio de la pared de 1.63 (0.97 a 2.62) μm . (Cuadro 2) con taninos y cristales prismáticos (Fig. 1-B). Parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal vasicentrico, bandas del parénquima de 3 a 5 células, radios mayoritariamente uniseriados y biseriados (48.6% y 48.4%), escasos triseriados (2.9%) y sin ningún multiseriado. Densidad 24.68 radios/mm. lineal (Cuadro 3). Longitud de los radios 148.51 (38.09 a 411.5) μm ., ancho 18.43

(7.09 a 34.76) μm ., células de los radios heterogéneos tipo 2: procumbentes, erectas y cuadráticas (Fig. 1-E).

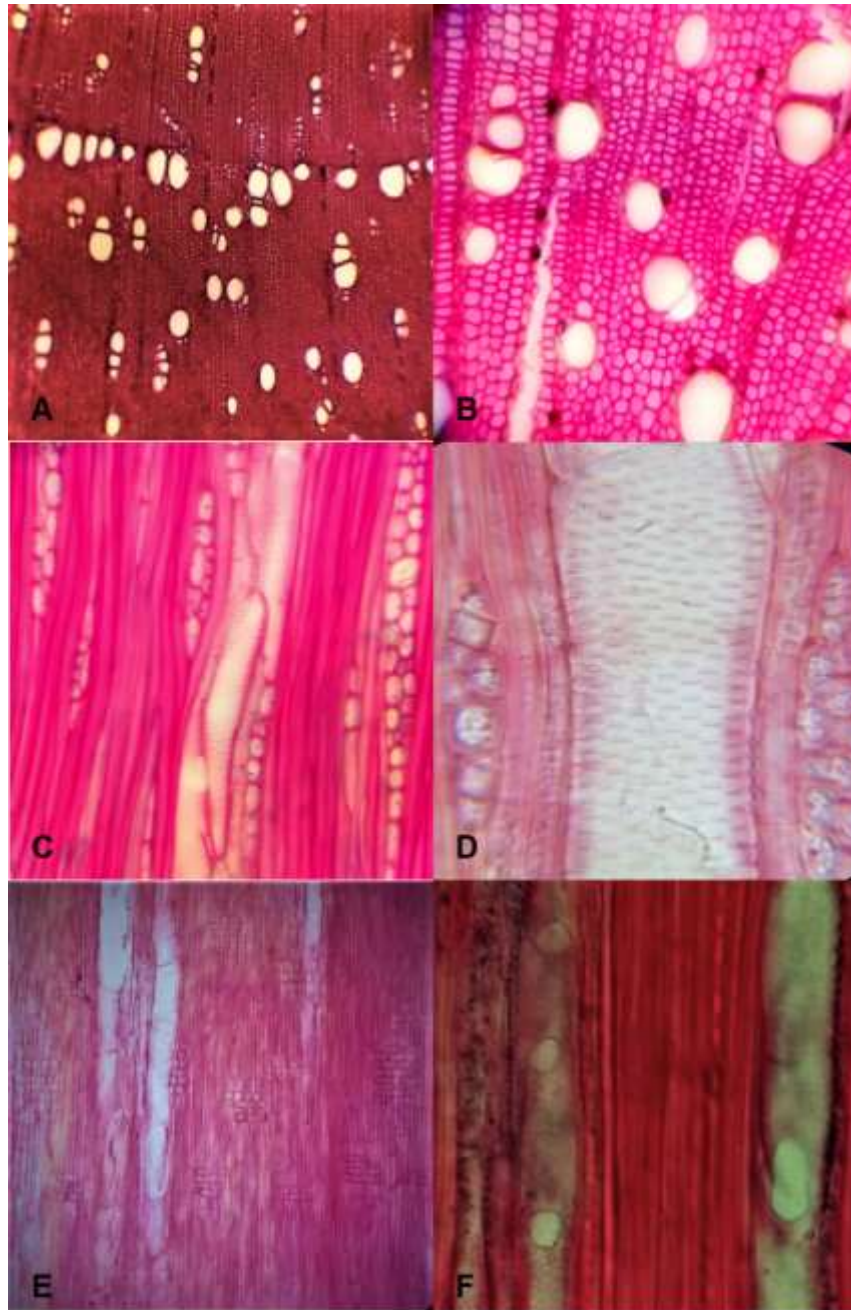


Figura 1. *Rhus terebinthifolia* A.- Sección transversal, porosidad anular B.- vasos y contenidos C.- Sección longitudinal, fibras libriformes, radios uniseriados y biseriados D.- Punteaduras vasicéntricas E.- Sección radial F.- placas de perforación simple.

Clase Magnoliopsida

Orden Fabales

Familia Fabaceae

Subfamilia Mimosoideae

Tribu Ingeae

Género Calliandra

Especie: *Calliandra grandiflora* Benth.

Descripción: Presenta anillos de crecimiento, porosidad semianular (Cuadro 1) (Fig. 2-A) con un 35.8% de vasos solitarios y 29.5% en hileras radiales de 2-3 células, 12.01% en hileras radiales de 4-6 células, 7.30% y 7.89% tangenciales y racimos respectivamente, 7.55% en diagonales de 2-6 células. Densidad 186.10 vasos/mm². Longitud promedio de los elementos de vaso de 203.45 (86.02 a 341.71) μm ., promedio de lumen 35.04 (10.51 a 87.46) μm ., promedio de pared 4.28 (1.58 a 7.78) μm ., con punteaduras intervasculares alternas con diámetro promedio de 3.61 (2.01 a 6.03) μm ., placa de perforación simple (Fig. 2-F) y punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares (Fig. 2-D). Fibras gruesas libriformes (Fig. 2-C), longitud promedio de las fibras 439.80 (180.45 a 817.32) μm ., lumen promedio 1.98 (0.53 a 6.44) μm , grosor promedio de la pared de 2.90 (1.41 a 5.20) μm . (Cuadro 2), contenidos presentes (Fig. 2-B). Parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal vasicentrico aliforme, bandas del parénquima de 2-10 células, radios mayoritariamente uniseriados (86.7%) y escasos biseriados (13.3%), sin presencia de triseriados y multiseriados. Densidad 25.22 radios/mm. lineal (Cuadro 3), longitud de radios de 138.72 (33.37 a 370.2) μm ., ancho 14.20 (6.38 a 27.74) μm ., células del radio heterogéneos tipo 3: procumbentes, erectas y cuadráticas (Fig. 2-E).

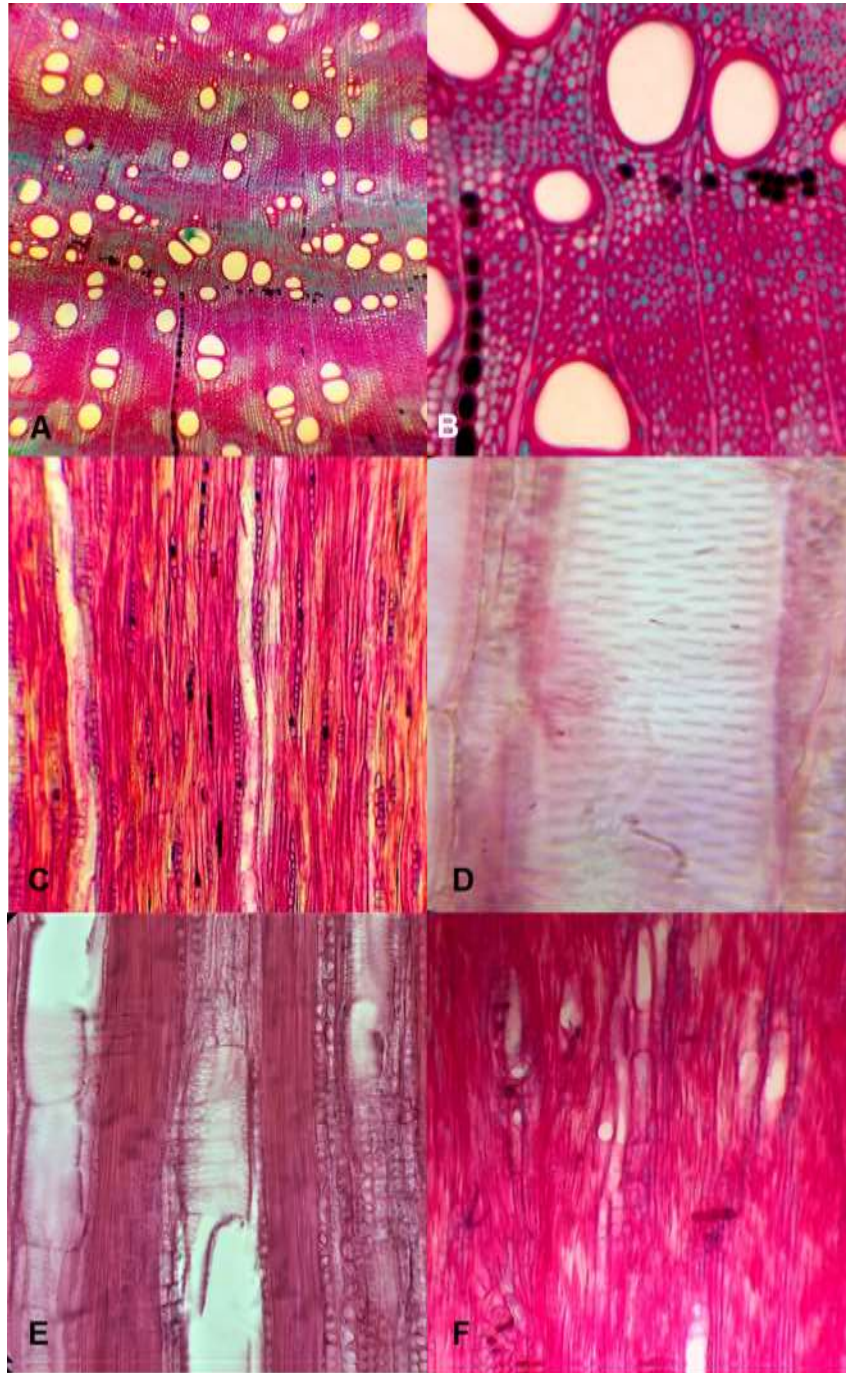


Figura 2. *Calliandra grandiflora* A.-Sección transversal parénquima vasicentrico aliforme. B.- Contenidos. C.- Sección longitudinal, vasos y radios con contenidos. D.- Punteaduras intervasculares. E.- Sección radial, células procumbentes. F.- placas de perforación simple.

Clase Magnoliopsida

Orden Rosales

Familia Rosaceae

Género Amelanchier

Especie: *Amelanchier denticulata* (Kunth) K. Koch

Descripción: Presenta anillos de crecimiento, porosidad semianular (Cuadro 1) (Fig 3-A) con un 82.11% de vasos solitarios y 5.35% en hileras radiales de 2-3 células, 0.16% en hileras radiales de 4-6 células, 5.98% y 0.72% tangenciales y racimos respectivamente, 5.65% en diagonales de 2-6 células. Densidad de 484.58 vasos/mm². Longitud promedio de los elementos de vaso de 250.77 (72.87 a 625.43) μm ., los vasos grandes con diámetro promedio del lumen de 26.63 (15,18 a 42.97) μm , pared de 2.64 (1.42 a 4.52) μm . Vasos chicos con diámetro promedio del lumen de 11.81 (4.23 a 23.62) μm ., pared de 1.81 (0.49 a 3.1) μm ., con punteaduras intervasculares alternas (Fig. 3-D) con diámetro promedio de 3.51 (2.01 a 5.5) μm ., placa de perforación simple y punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares (Fig. 3-E). Fibras de medio grosor libriformes con bordes distinguibles (Fig. 3-C), longitud promedio de las fibras 501.30 (129.69 a 962.68) μm ., promedio del lumen 2.76 (1.26 a 6.34) μm , pared de 4.19 (1.97 a 7.38) μm . (Cuadro 2), presencia de Taninos y cristales prismáticos (Fig 3-B). Parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, bandas del parénquima de 2-6 células, radios mayoritariamente biseriados (69.90%) seguido por los uniseriados (30.09%), sin presencia de triseriados y multiseriados. Densidad 30.88 radios/mm. lineal (Cuadro 3), longitud de los radios de 205.24 (56.38 a 678.22) μm ., ancho 21.22 (9.33 a 39.03) μm ., células del radio

heterogéneas tipo 2: procumbentes en su mayoría, erectas y cuadráticas (Fig. 3-



Figura 3.- *Amelanchier denticulata*. A.- Sección transversal porosidad semianular y vasos solitarios en su mayoría. B.- radios con contenidos. C.- Sección longitudinal. D.- radios, vasos y fibras con bordes. E.- Sección radial, células de los radios con contenidos. F.- Placas de perforación simple.

Clase Magnoliopsida

Orden Theales

Familia Guttiferae

Subfamilia Hypericoideae

Género Hypericum

Especie: *Hypericum sp.*

Descripción anatómica: Presenta anillos de crecimiento poco distinguibles, porosidad difusa (Cuadro 1) (Fig. 4-A) con un 9.58% de vasos solitarios y 56.48% en hileras radiales de 2-3 células (Fig. 4-B), 22.29% en hileras radiales de 4-6 células, 3.44% y 4.09% tangenciales y racimos respectivamente, 4.08% en diagonales de 2-6 células. Densidad de 318.61 vasos/mm². Longitud promedio de los elementos de vaso 269.17 (121.13 a 484.37) $\mu\text{m.}$, vasos grandes promedio del lumen de 36.82 (26.29 a 53.6) $\mu\text{m.}$, con pared de 3.57 (2.08 a 5.57) $\mu\text{m.}$, vasos chicos con lumen de 17.44 (5.69 a 28.45) $\mu\text{m.}$, pared de 3.13 (1.74 a 5.69) $\mu\text{m.}$, punteaduras intervasculares alternas (Fig. 4-D) con diámetro promedio de 2.97 (1.68 a 4.28) $\mu\text{m.}$, placa de perforación simple (Fig. 4-E) y punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares. Fibras de medio grosor libriformes (Fig. 4-D), longitud promedio de las fibras 650.40 (173.48 a 1004.9) $\mu\text{m.}$, lumen promedio 5.74 (2.36 a 10.4) μm , pared de 1.46 (1 a 2.74) μm . (Cuadro 2), sin contenidos. Parénquima axial apotraqueal abundante, parénquima axial paratraqueal vasicentrico, bandas del parénquima de 2-8 células, radios mayoritariamente biseriados (94.47%) seguido por los triseriados (3.88%) y uniseriados (1.63%) (Fig. 4-C), Densidad 19.54 radios/mm. lineal (Cuadro 3), longitud de los radios 158.66 (57.9 a 273.31) $\mu\text{m.}$, ancho de 24.06 (12.24 a 36.42) $\mu\text{m.}$, células del radio

heterogéneas tipo 2: procumbentes y erectas en su mayoría cuadráticas escasas (Fig. 4-E).

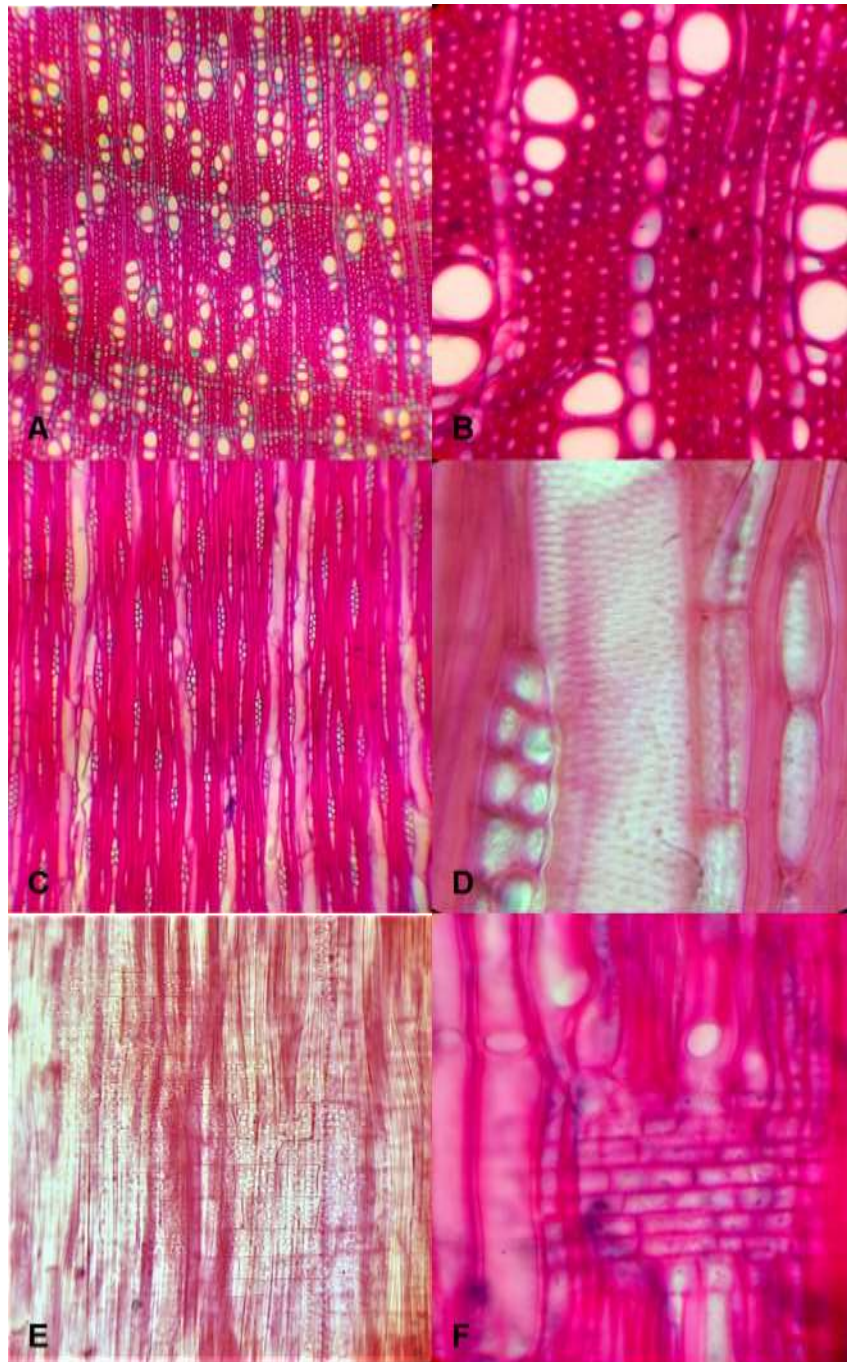


Figura 4.- *Hypericum sp.*- Sección transversal, porosidad difusa. B.- algunos contenidos. C.- Sección longitudinales, Radios y fibras libriformes. D.- Punteaduras alternas. E.- Sección radial, Punteaduras vaso- radio. F.- células del radio y placas de perforación simple.

DISCUSIÓN

El presente estudio reconoció cuatro especies distribuidas en cuatro géneros, de los cuales parecen ser nuevas aportaciones para la anatomía de la madera en México. *Rhus terebinthifolia*, *Calliandra grandiflora*, *Amelanchier denticulata* e *Hypericum sp.*

Rhus terebinthifolia, coincide con lo reportado para el género *Rhus* por Terrazas (1999), Su trabajo reporta la placa de perforación simple y punteaduras alternas, porosidad anular, diámetro de elementos de vaso menores a 150 μm ., y longitud de vasos menores a 350 μm ., no se reportan las diferencias entre madera temprana y tardía, el parénquima axial paratraqueal vasicentrico, cristales prismáticos en el parénquima axial, la combinación de caracteres que se ha reportado como general para todos los miembros del género *Rhus*, el presente trabajo muestra resultados por debajo de las 60 μm ., de diámetro de vasos y 250 μm ., de longitud de elementos de vaso; cabe destacar que las especies que Terrazas (1999), estudio son árboles por lo que pueden variar los valores cuantitativos, ya que los cualitativos son semejantes a este estudio. Por otra parte Zhongmin *et al* (1993), trabajo con árboles del género *Rhus* de China de una región tropical,

R. chinensis, *R. potaninii* y *R. punjabensis*, encontrando parecido en las tres con algunas diferencias cuantitativas como el diámetro de vaso (90, 120 y 140 μm .), longitud de elementos de vaso (290, 410 y 330 μm .), longitud de fibra (500, 810 y 670 μm .), y en comparación con lo registrado en este trabajo los valores están por encima de *Rhus terebinthifolia* presentando 53.53 μm . de diámetro, 227.73 μm ,

longitud de vasos y 451.94 μm , de longitud de fibra, los valores de Zhongmin (1993), nos habla de una disminución notable en los datos cuantitativos de este trabajo, ya que al parecer sus muestras son árboles y de climas tropicales a templados; y de acuerdo con Montaña-Arias *et al* (2017) la estacionalidad marcada favorece a que se distinga perfectamente las maderas tardía y temprana, y la disminución de tamaños entre los valores se puede relacionar con el tipo de vegetación en la que se encuentren.

Para *Calliandra grandiflora* no se ha reportado anatomía de la madera a nivel especie. Sin embargo, Silva *et al* (1989), trabajaron con *Calliandra gracilllis* presentando vasos en hileras radiales 2-5 y solitarios mayoritariamente, placa de perforación simple con paredes terminales oblicuas con extensiones, parénquima apotraqueal difuso y parénquima paratraqueal vasicentrico, radios vasculares principalmente uniseriados, también biseriados, homocelulares, constituidos por células procumbentes. A diferencia de este trabajo las células de los radios son heterogéneas, mayoritariamente procumbentes con escasas erectas y cuadráticas. En los valores cuantitativos para *Calliandra gracilllis* se reporta un diámetro de vaso de 40.3 μm , mayor al reportado aquí ya que para *Calliandra grandiflora* el diámetro promedio es de 35.04 μm ., la longitud de vaso promedio en 239.5 μm en *Calliandra gracilllis* y en *Calliandra grandiflora* es menor con 203.43 μm . En la frecuencia de radios existe una diferencia marcada de 6.4 radios/mm en *Calliandra gracilllis* y en *Calliandra grandiflora* es de 25.22 radios/mm, cabe mencionar que los tipos de vegetación son similares en ambos estudios y la

diferencia en la disminución de valores se puede deber a que *C. gracillis* es de composición arbórea.

Williams (2008) estudio la anatomía de la madera de 31 especies de la subfamilia Mimosoideae entre ellas *Calliandra laxa* la cual cuenta con porosidad difusa, anillos de crecimiento y bandas cristalíferas de parénquima, porosidad difusa, arreglo de los vasos en solitarios y múltiples radiales de 2-5, arracimados. Comparando los datos cuantitativos de *Calliandra laxa* cuenta con un diámetro de poros de 148 μm ., longitud de vasos de 337 μm ., con un diámetro de punteaduras de 3.75 a 5 μm ., longitud de fibra de 1330 μm ., altura de radios 622 μm ., y el número de células por radio de 1 a 4; relacionando los datos del presente escrito con *Calliandra grandiflora* se encuentra por debajo de *Calliandra laxa* esto se puede explicar ya que como lo menciona Lindorf (1994) las especies con rangos mesomórficos o de lugares con mayor humedad desarrollan estructuras con alta eficiencia, pero una baja seguridad de conducción lo cual se ve manifestado con vasos de mayor tamaño y menor número de superficie, al contrario de los datos reflejados en este trabajo que son menores en longitudes de vaso, fibras y radios.

Amelanchier denticulata esta especie no se encuentra descrita, tan solo Zhang (1992) describió el género *Amelanchier* con las siguientes especies *A. alnifolia*, *A. ovalis* y *A. sínica*, encontrando anillos de crecimiento distinguibles, porosidad difusa, 70-82% de solitarios, placas de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, diámetro de vasos 25-42 (13-50) μm ., pared de los vasos 1-2 μm ., longitud de vasos con 410-630 (250-780) μm ., cuenta con fibrotraqueidas con longitudes de 860 (600-1220) μm ., parénquima abundante: apotraqueal difuso

y paratraqueal confluyente escaso, bandas de células parenquimatosas de 3-5 (2-10), el número de radios es de 8-13 (7-15)/mm., mayoritariamente uniseriados de 3-6 (1-11) células, compuesta por células procumbentes, con longitud de radios de 180-220 (50-540) $\mu\text{m.}$, células del radio homogéneas y heterogéneas III, con cristales prismáticos en *A. ovalis* y en las dos especies restantes tienen ausencia de cristales, *A. denticulata* encaja correctamente con todas las medidas para el género, teniendo variación pero mínimas, las fibrotraqueidas no se encuentran presentes en *Amelanchier denticulata* ya que no cuenta con ese tipo de elementos de conducción, la pequeña variación se puede deber al clima pues su estrato es arbustivo y el clima es de una región templada del norte de América, Abundiz *et al* (2004), comenta que la composición arbustiva tiende a tener variaciones anatómicas con respecto a un árbol, disminuyendo sus valores y sobre todo si es en un lugar de mayor sequía los valores descienden por el grado de escases que existe en el lugar mostrando elementos de vasos, fibras, diámetros de vasos más pequeños y aumenta el número de vasos solitarios por mm^2 para así poder evitar una pérdida mayor de tejido por la carencia de agua.

Si también hablamos de tipos de vegetación podemos mencionar que cuanto más incrementa la sequía, el diámetro de los vasos disminuye, las longitudes de elementos de vaso y las fibras también, así como incrementa el número de vasos por mm^2 (Carlquist, 1966), lo cual es reportado y sustentado por el presente trabajo, en la Selva Baja Caducifolia de la Sierra del Tentzo se reportan elementos traqueales de menor tamaño. Estas tendencias se explican por el hecho de que un mayor número de elementos de vaso por unidad de área con diámetros y

longitudes relativamente cortos así como fibras de menor dimensión promueven que el agua, en época de lluvias pueda ser impulsada a alturas mayores por fuerzas más grandes, por lo cual es posible señalar que las especies descritas en este trabajo presentan caracteres anatómicos adaptados para las condiciones xeromórficas de la Selva Baja Caducifolia presente en la Sierra del Tentzo.

Ramírez-Martínez *et al.* (2017) indica que la altura de los individuos es un factor determinante en cuanto a las dimensiones de las fibras y los vasos, especialmente sus longitudes por ellos es que el estrato arbustivo también se puede ver disminuido en cuanto a valores.

CONCLUSIONES

- Se describieron cuatro especies: *Rhus terebinthifolia*, *Calliandra grandiflora*, *Amelanchier denticulata* e *Hypericum sp.*
- Los caracteres cualitativos de las especies descritas concuerdan con lo observado para las familias a las que pertenecen así como a sus géneros, notándose como nuevas aportaciones a nivel especie.
- Los caracteres cuantitativos de las especies que son encontradas en la Sierra del Tentzo presentan valores notablemente menores a los encontrados en otros tipos de vegetación como son Selvas Altas Perennifolias, Matorrales Xerófilos y otras Selvas Bajas Caducifolias.
- Las especies distribuidas en la Sierra del Tentzo presentan adaptaciones propias de regiones secas como las dimensiones de elementos de vaso y fibras los cuales son de menores tamaños para evitar la ineficiencia o ruptura de la columna de agua.
- Factores como la estacionalidad y la altura de los individuos pueden ser causa de presentar dimensiones cortas en los elementos de vaso y fibras a con respecto a otros estudios.
- El promover la conservación de este tipo de vegetación resulta satisfactorio ya que es un tipo de vegetación importante en el país y cuenta con características específicas de las Selvas Bajas.

Cuadro 1.- Muestra valores cualitativos de las cuatro especies arbustivas como; Porosidad (A=anular, S=semianular, D=difusa). Arreglo de vasos (So=solitario, HR=hileras radiales). Punteaduras vaso-radio (S.I=similares a las intervascuales). Radios (He= Heterogéneos). Fibras (L=libriformes). Parénquima paratraqueal (V=vasicentrico, VA= vasicentrico aliforme). Parénquima apotraqueal (D=difuso).

Espece	Porosidad	Arreglo de vaso	Punteaduras intervascuales	Placas de perforación	Punteaduras vaso-radio	Tipo de radios	Tipo fibras	Parénquima paratraqueal	Parénquima apotraqueal	Series parenquimatosas	Contenidos
<i>R. terebinthifolia</i>	A	HR 2-3	Alternas	Simple	S.I	He (2)	L	V	D	3 a 5	Cristales prismáticos y taninos
<i>C. grandiflora</i>	S	S	Alternas	Simple	S.I	He (3)	L	VA	D	2 a 10	No
<i>A. denticulata</i>	S	S	Alternas	Simple	S.I	He (2)	L	V	D	2 a 6	Taninos y Cristales prismáticos
<i>Hypericum sp</i>	D	HR 2-3	Alternas	Simple	S.I	He (2)	L	V	D	2 a 8	No

Cuadro 2.- Muestra promedios y datos extras de las medidas cuantitativas de las cuatro especies donde L.V (Lumen vaso); P.V (Pared vaso); D.P (Diámetro punteaduras); L.F (Lumen fibra); P.F (Pared fibra); A.R (Ancho radios); L.R (Largo radios); L.F (Largo fibra); La.V (Largo vasos).

Especie		L.V.G (μm)	P.V.G (μm)	L.V.C (μm)	P.V.C (μm)	D.P (μm)	L.F (μm)	P.F (μm)	A.R (μm)	L.R (μm)	L.F (μm)	La.V (μm)
<i>Rhus terebinthifolia</i> Schltdl & Cham.	Promedio	53.53	3.24	15.55	2.16	3.77	5.74	1.63	18.43	148.51	451.94	227.73
	Mínimo	30.43	2.02	3.54	1.04	1.75	2.08	0.97	7.09	38.09	177.2	132.96
	Máximo	92.9	5.38	33.36	3.26	7.31	9.89	2.62	34.76	411.5	785.1	382.55
	Desviación Estándar	11.61	0.54	5.67	0.45	1.05	1.71	0.35	5.75	65.71	135.77	60.96
	Error Estándar	0.95	0.04	0.46	0.04	0.09	0.14	0.03	0.47	5.37	11.09	7.04
<i>Calliandra grandiflora</i> Benth.	Promedio	35.04	4.28	*	*	3.61	1.98	2.90	14.20	138.72	439.80	203.46
	Mínimo	10.51	1.58	*	*	2.01	0.53	1.41	6.38	33.37	180.45	86.02
	Máximo	87.46	7.78	*	*	6.03	6.44	5.2	27.74	370.2	817.32	341.71
	Desviación Estándar	14.02	1.33	*	*	0.79	1.02	0.76	4.77	73.35	146.37	59.78
	Error Estándar	1.14	0.11	*	*	0.06	0.08	0.06	0.39	5.99	11.95	6.90
<i>Amelanchier denticulata</i> Kunth.	Promedio	26.63	2.64	11.81	1.81	3.51	2.76	4.19	21.22	205.24	501.30	250.77
	Mínimo	15.18	1.42	4.23	0.49	2.01	1.26	1.97	9.33	56.38	129.69	72.87
	Máximo	42.97	4.52	23.62	3.1	5.5	6.34	7.38	39.03	678.22	962.68	625.43
	Desviación Estándar	5.21	0.56	3.86	0.44	0.71	0.87	1.17	6.07	102.46	140.14	124.92
	Error Estándar	0.43	0.05	0.32	0.04	0.06	0.07	0.10	0.50	8.37	11.44	14.42
<i>Hypericum sp.</i>	Promedio	36.83	3.58	17.45	3.14	2.98	5.74	1.47	24.07	158.66	650.41	269.17
	Mínimo	26.29	2.08	5.69	1.74	1.68	2.36	1.00	12.24	57.90	173.48	121.13
	Máximo	53.60	5.57	28.45	5.69	4.28	10.40	2.74	36.42	273.31	1004.90	484.37
	Desviación Estándar	5.10	0.68	5.11	0.69	0.46	1.83	0.28	4.58	40.03	154.16	87.84
	Error Estándar	0.42	0.06	0.42	0.06	0.04	0.15	0.02	0.37	3.27	12.59	7.17

Cuadro 3.- Muestra datos de los valores cuantitativos para los radios por mm lineal de las cuatro especies aquí descritas

ESPECIE	RADIOS/mm lineal	UNISERIADOS	BISERIADOS	TRISERIADOS
<i>Rhus terebinthifolia</i>	SUMATORIA	899	897	55
	PROMEDIO	11.99	11.96	0.73
	PORCENTAJES	48.57	48.46	2.97
<i>Calliandra grandiflora</i>	SUMATORIA	1640	252	0
	PROMEDIO	21.87	3.36	0
	PORCENTAJES	86.68	13.32	0
<i>Amelanchier denticulata</i>	SUMATORIA	697	1619	0
	PROMEDIO	9.29	21.59	0
	PORCENTAJES	30.09	69.91	0
<i>Hypericum sp.</i>	SUMATORIA	24	1385	57
	PROMEDIO	0.32	18.47	0.76
	PORCENTAJES	1.64	94.47	3.89

BIBLIOGRAFIA

Abuniz-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.

Barajas-Morales J y León-Gómez C. 1989. Anatomía de maderas de México: especies de una selva baja caducifolia. Publicaciones especiales del Instituto de Biología 1.

Barajas-Morales, J. 1985. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. The International Association of Wood Anatomists Bulletin 6(4): 355-365. DOI: <http://dx.doi.org/10.1163/22941932-90000962>

Berlyn GP y Miksche JP. 1976. Botanical microtechnique and cytochemistry. Revista Universitaria del Estado de Iowa. 326 p.

Carlquist S. 1966. Wood Anatomy of Compositae: A Summary, With Comments on Factors Controlling Wood Evolution, Aliso: Vol. 6: No. 2, Artículo 3.

Carlquist S. 1980. Comparative Wood Anatomy. Systematic, Ecological and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood. Nueva York, Estados Unidos: T. E. TIMELL.

Carlquist S. 2012. How Wood Evolves: A new synthesis. Botany Vol. 14: No. 2, Artículo 3, 90: 901–940. DOI: 10.1139/B2012-048

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México.

Gelviz-Gelvez SM, Pavón-Hernández NP. 2013. Diversidad de especies arbustivas en una zona semiárida del centro de México. *Centro de Investigaciones Biológicas*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 324-335. Doi: 10.5154/r.rchsefa.2012.08.049.

Guevara-Escobar A, González-Sosa E, Suzán-Azpiri H, Malda-Barrera G, Martínez M, Gómez-Sánchez M, Hernández-Sandoval L, Pantoja-Hernández Y, Olvera-Valerio D, 2008. Distribución potencial de Leguminosas Arbustivas en el Altiplano central de México. *Agrociencias* **42(6)**: 703-716.

IAWA Committee 1989. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin** new series. **10 (3)**: 219-332.

Johansen J 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Company, Nueva York, 523 p.

Lindorf, H. 1994. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. *IAWA J.* **15**: 361-376.

Martínez-Cabrera HI, Jones CS, Espino S, Schenk HJ. 2009. Wood anatomy and Wood density in shrubs: Responses to varying aridity along transcontinental transects. *American Journal of Botany* **96(8)**: 1388-1398.

Meave JA, Romero-Romero MA, Salas-Morales SH, Pérez-García EA y Gallardo-Cruz JA. 2012. Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México, *Ecosistemas* 21 (1-2). ISSN 1697-2473.

Méndez-Toribio M, Martínez-Cruz J, Cortés-Flores J, Rendón-Sandoval FJ e Ibarra-Manríquez G. 2014. Composición, estructura y diversidad de la comunidad arbórea del bosque tropical caducifolio en Tzirtzícuaró, Depresión del Balsas, Michoacán, México, *Revista Mexicana de Biodiversidad* **85**:1117-1128. DOI: 10.7550/rmb.43457.

Miranda F y Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Sociedad Botánica de México.

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

Montaño-Arias, S. A., S. L. Camargo-Ricalde, R. Grether y D. Díaz-Pontones. 2017. Ecoanatomía de la madera de dos taxa mexicanos del género *Mimosa* (Leguminosae-Mimosoideae). *Acta Botánica Mexicana* **118**:105-120. DOI: <http://dx.doi.org/10.21829/abm118.2017.1203>

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

Pérez-Pérez MA 2014. Plantas útiles de dos comunidades de la Sierra del Tentzo: San Nicolás Huajuapán y Santa Martha Yancuitlalpan en el Estado de Puebla, México. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Ramírez-Martínez M, Terrazas T, Aguilar-Rodríguez S y Martínez-Ávalos JG. 2017. Anatomía de la madera de especies de la selva baja caducifolia de Tamaulipas, México, Madera y Bosques. **23(2):0-0**. DOI: 10.21829/myb.2017.2321126.

Rocha-Loredo AG, Ramírez-Marcial N y González-Espinosa M. 2010. Riqueza y diversidad de árboles del Bosque Tropical Caducifolio en la Depresión Central de Chiapas, Boletín de la Sociedad Botánica de México **87**: 89-103.

Román L., Palma J.M. 2007. Árboles y Arbustos tropicales nativos productores de néctar y polen en el estado de Colima, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*. **11**:3-24.

Ruiz-Valencia JA. 2017. Anatomía de la Madera de especies Distribuidas en la Sierra del Tentzo, Puebla. Tesis de Licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Ciudad de México: Limusa.

Rzedowski J. 1990. Vegetación Potencial. Atlas Nacional de México Sección Naturaleza. Hoja IV.8.2, Vol. II. Mapa escala: 1:4,000 000. Instituto de Geografía, UNAM, México.

Rzedowski J. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, núm. 14, 1991, pp. 3-21.

Rzedowski J. 1991b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana*, núm. 15, 1991, pp. 47-64.

Sandoval E. 2005, Técnicas aplicadas al estudio de la anatomía vegetal: Cuadernos del Instituto de Biología 38: México.

Silva A, Blanco C y Lindorf H. 1989. Anatomía de la madera de nueve Leguminosas de Venezuela, *Acta botánica brasileña*, **2(1)**: 115 – 134.

Terrazas T. 1999. Anatomía de la madera de Anacardiaceae con énfasis en los géneros americanos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **64**: 103-109.

Trejo. R.I. 1998, Distribución y diversidad de selvas bajas de México: relaciones con el clima y el suelo, Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología), Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Trejo I y Dirzo R. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico, *Conservation Biological* **94**: 133-142.

Vázquez Y. C., A. I. Batís M., M. I. Alcocer S., M. Gual D., y C. Sánchez D. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO-Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 311 p.

Villaseñor, J. L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **75**: 105-135.

Villaseñor, J. L., Ortiz, E., Alvarado, L., Mora, M. y G. Segura. 2013. La flora arbórea de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto JE012. México, D. F.

Villaseñor, J. L., Ortiz, E. 2014. Biodiversidad de las Plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. México, D.F.

Villaseñor, J. L. 2016. Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.

Weber, I. E., 1936. The Woods of sclerophyllous and desert shrubs of California. *American Journal of Botany* **23**: 181-188.

Williams J. León H. 2008. Anatomía de madera en 31 especies de la subfamilia Mimosoideae (Leguminosae) en Venezuela. *Revista Colombia Forestal*.**11**: 113-135.

Zhang SY. 1992. Systematic wood anatomy of the Rosaceae. *BLUMEA*. **37**:81-158.

Zhongmin D. Baas P. 1993. Wood anatomy of trees and shrubs from china. Anacardiaceae. *IA WA Journal*, **14 (1)**: 7-102