



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

Diferenciación taxonómica de tres poblaciones de *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch. (ARALIACEAE) con base en la anatomía de la madera.

Tesis presentada para obtener el título de
Licenciatura en Biología

PRESENTA:

Luz Noyola Méndez

Directora de Tesis: Agustina Rosa Andrés Hernández



Noviembre 2015

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
ANTECEDENTES.....	7
Araliaceae.....	7
<i>Dendropanax</i>	10
Distribución de <i>Dendropanax</i>	11
Distribución de <i>Dendropanax arboreus</i>	13
Anatomía.....	15
JUSTIFICACIÓN.....	22
HIPÓTESIS.....	23
OBJETIVOS.....	23
MATERIAL Y MÉTODOS.....	23
Trabajo de campo.....	23
Trabajo de laboratorio.....	24
Trabajo de gabinete.....	24
RESULTADOS.....	26
DISCUSIÓN.....	37
CONCLUSIÓN.....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

RESUMEN

Dendropanax arboreus es una especie reportada en la región neotropical. En los Tuxtlas Veracruz, las poblaciones de esta especie presentan diferencias morfológicas evidentes, aunque estas poblaciones se reportan con el mismo nombre en los herbarios, creemos que podría tratarse de más de una especie. Por lo que el objetivo de este trabajo es reconocer y separar por medio de caracteres de la madera, a tres poblaciones de *Dendropanax arboreus*. Se realizaron colectas de la madera en tres poblaciones distintas; la primera población se ubica en selva alta perennifolia, la segunda se localiza en una zona de manglar y la tercera se localiza en bosque mesófilo de montaña. Las muestras se fijaron y ablandaron en GAA (glicerina-alcohol-agua, 1:1:1). Se cortaron con la microtecnia convencional y montaron en resina sintética, en tres planos de observación (transversal, tangencial, radial). Los caracteres cualitativos y cuantitativos se analizaron a través de un Análisis de Componentes Principales (ACP), y se construyó un fenograma. Se encontró que los tres sitios presentaron características típicas de la familia Araliaceae como es la porosidad difusa, la presencia de vasos solitarios y también en múltiplos de 2 a 5 con placas de perforación escalariformes y fibras septadas. Los caracteres con mayor peso para diferenciar los tres sitios fueron el grosor de pared de vasos, la longitud de elementos de vaso y la longitud de las fibras. La segunda población estudiada en el sitio con vegetación de manglar presenta una frecuencia de vasos de 347mm^2 lo cual es diferente a lo reportado para otras especies de la familia. Los resultados del ACP mostraron que las tres poblaciones están separadas, y el fenograma mostró que existe una mayor semejanza entre los ejemplares del sitio de Manglar y Bosque mesófilo; mientras que la especie de la población de selva alta tuvo mayor disimilitud. Podemos concluir que existen tres poblaciones diferentes con base en la anatomía de la madera, por lo que se sugiere que se podrían proponer dos nuevas especies.

Introducción

En México los estudios botánicos son de carácter primordial, ya que la diversidad vegetal del país es muy amplia (Rzedowsky, 2006). Los estudios de revisiones taxonómicas son de suma importancia, ya que es fundamental saber cuántas especies habitan en los diversos ecosistemas, cuáles son, y si estas especies existen en alguna otra parte del mundo.

Entre la gran diversidad de tipos de ecosistemas de México, se encuentra el bosque tropical perennifolio el cual alberga una vegetación exuberante; pues corresponde al clima en el cual agua y temperatura constituyen factores limitantes en el desarrollo de las plantas, a lo largo del año. Es una de las más ricas y complejas comunidades vegetales. El bosque tropical perennifolio ocupa (o más bien ocupaba hasta hace un siglo) una amplia y casi continua extensión en el este y sureste del país, desde el sureste de San Luis Potosí y a lo largo del estado de Veracruz y algunas regiones limítrofes con el estado de Hidalgo, Puebla y Oaxaca, hasta el norte y noreste de Chiapas y las porciones de Tabasco, cuya continuidad permitía la existencia de una vegetación boscosa, abarcando asimismo, la mayor parte del territorio de Campeche y de Quintana Roo (Rzedowsky, 2006). Originalmente el bosque tropical perennifolio de Veracruz cubría cerca de 5 millones de hectáreas (Conabio, 2011). Estructuralmente este tipo de vegetación es muy complejo, tiene una notable variedad de formas de vida: con árboles de talla enorme, mediana y pequeños, lianas, trepadoras herbáceas, hemiepífitas, epífitas, palmas, arbustos, hierbas umbró-filas y árboles estranguladores (Castillo-Campos y Laborde, 2004).

Veracruz es sin lugar a dudas, uno de los estados con mayor diversidad biológica, ecológica y cultural del país. Hecho explicable por su situación geográfica, en el límite norte del trópico de Cáncer, y por su compleja geología y orografía, las cuales dan por resultado una diversidad climática y edáfica única en el país. Se calcula que la flora de Veracruz asciende a más de 8000 especies de plantas silvestres (Gómez-Pompa *et al.* 2010). La sierra de Los Tuxtlas es parte de una región muy extensa de las tierras bajas del Golfo de México, que fue poblada desde al menos 6000 años. Desde entonces, la ocupación de la sierra ha sido permanente, con una alta

densidad de población, misma que ha requerido del uso extensivo e intensivo de los recursos vegetales, animales y sobre todo del suelo, afectando la selva y el bosque, y dando lugar a grandes extensiones de acahual (Castillo-Campos y Laborde, 2004). Esta deforestación masiva para la introducción de ganadería de los últimos 40 años, ha devastado las impresionantes selvas que dominaban esta región. Hoy en día sólo quedan unos cuantos manchones. La única área de selvas altas perennifolias de alguna consideración se encuentra en las zonas bajas de la región de la sierra de los Tuxtlas, en donde se han realizado importantes estudios de este tipo de vegetación (Gómez-Pompa *et al.* 2010).

La importancia de la sierra de los Tuxtlas en cuanto a su diversidad vegetal, se refleja en el hecho de que a lo largo de los últimos 35 años se han descrito 30 nuevas especies de plantas vasculares en la zona; *Brosimum alicastrum* es a menudo la especie dominante, y sólo ocasionalmente comparte la dominancia en forma parcial con *Nectandra ambigens*. Otros árboles muy característicos en esa área son *Bursera simaruba*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus* spp, *Pithecellobium arboreum*, *Pimenta dioica*, *Pouteria sapota*, *Protium copal*, *Sideroxylon persimile*, y *Vochysia guatemelensis* (González *et al.* 1997; Rzedowsky, 2006).

La región de Los Tuxtlas, es el límite actual de la distribución del bosque tropical perennifolio. Esta comunidad presente en la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, se tienen registros de 943 especies de plantas (545 géneros y 137 familias) de las cuales 278 son árboles, los cuales constituyen el 31.7% de la flora de la Estación (Dirzo *et al.* 2009).

Una de las familias que se distribuyen en Los Tuxtlas es Araliaceae, cuenta con 47 géneros y 1350 especies (Plunkett *et al.* 2004).

La familia Araliaceae, cuenta con 47 géneros y 1350 especies a nivel mundial (Plunkett *et al.* 2004). En Veracruz se representa por cuatro géneros silvestres, *Aralia*, *Dendropanax*, *Didymopanax* y *Oreopanax* (Sosa, 1979). Para la región de Los Tuxtlas se reportan *Dendropanax* y *Oreopanax*. *Dendropanax* es un género que incluye alrededor de 80 especies y tiene un fuerte punto de diversidad en el centro

y sur de América; este género posee un alto nivel de diversidad morfológica, sus especies van desde árboles siempre verdes hasta pequeños arbustos (Li y Wen, 2013). *Dendropanax arboreus*, es una especie de amplia distribución en la zona tropical de México, en la vertiente del Golfo se encuentra desde el sur de Tamaulipas y este de San Luis Potosí hasta Chiapas y la Península de Yucatán; en la vertiente del Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas en altitudes de 0 a 1500 msnm. La especie se reporta como un árbol de hasta 30 m de altura y 75 cm de diámetro a la altura del pecho (Sosa, 1979; López-Ferrari, 1993). La especie presenta una variabilidad amplia en cuanto a los tamaños y forma de las hojas, ya que la lámina foliar puede medir 5-26 cm de largo y 3-13 cm de ancho con formas elípticas, ovadas, ampliamente ovadas y lobuladas. Sin embargo, Sosa (1979) revisó ejemplares del Estado de Veracruz, notando dos tendencias: una que se encuentra en los ejemplares del norte del Estado, los cuales presentan hojas más pequeñas (alrededor de 9 cm de largo por 3.5 cm de ancho), coriáceas y con margen entero. Un gran número de flores por umbela (hasta más de 40) y pedúnculo principal de la inflorescencia corto (nunca sobrepasa los 3 cm); otra en los ejemplares del sur del Estado; los cuales presentan hojas más grandes (alrededor de 18 cm de largo por 9 cm de ancho), más o menos papiráceas, margen ondulado-crenado, pocas flores por umbela (alrededor de 15) y pedúnculo principal de las inflorescencias largo (hasta 12 cm); sin embargo, la autora menciona que las diferencias encontradas en los ejemplares estudiados, no son constantes y por tal motivo no ameritan darles una categoría taxonómica distinta. Sosa (1979) reporta que algunos ejemplares del sur de Veracruz presentan características intermedias entre *D. arboreus* y *D. gonatopodus* (Donn. Smith) A. C. Smith. Las especies *D. gonatopodus* presentan pedúnculos claramente bracteados y articulados, los estilos están unidos pero libres distalmente formando una columna carnosa de 0.5 mm de largo aproximadamente. Las de *D. arboreus* son: pedúnculos ebracteados y no articulados y los estilos totalmente libres.

Figuroa-Esquivel *et al.* (2010), realizó el análisis de la estructura genética de nueve poblaciones de *Dendropanax arboreus* en Veracruz, y mencionan que la especie tiene niveles altos de variación genética y que la distancia genética entre pares de

poblaciones se incrementa con la distancia geográfica. Así también con base en la filogenia molecular los ejemplares de *D. arboreus* no forman un clado monofilético (Li y Wen, 2013). Así entonces, existe suficiente evidencia de morfotipos distintos en el estado de Veracruz, por lo que se propone que la anatomía de la madera y de la corteza podrían ser una herramienta útil para diferenciar las tres poblaciones de *Dendropanax arboreus*.

Antecedentes

Araliaceae. La familia Araliaceae cuenta con 47 géneros y 1 350 especies. Los miembros de esta familia predominan sobre todo en los trópicos. Los géneros más diversos son: *Dendropanax*, *Oreopanax*, *Osmoxylon*, *Polyscias* y *Schefflera* (Plunkett *et al.* 2004).

Este mismo autor realizó una revisión de Araliaceae, mencionando que una de las primeras clasificaciones para la familia fue la de Bentham (1867), quien divide a la familia en cinco tribus: Aralieae, Mackinlayeae, Panaceae, Hederaeae y Pleandreae; basándose en si los pétalos son valvados o imbricados, en la inserción de pétalos, en el tipo de endospermo y en el tipo de estilos. Otra clasificación utilizada fue la de Hutchinson (1967), que tomo como caracteres el tipo de inflorescencia, pétalos, estambres y la textura del endospermo. Con nueve tribus en total, él agrego cuatro a la clasificación de Bentham: Cussoniae, Anomopanaceae, Plerandrea y Hedereae. Sin embargo, existe una clasificación más moderna que es la de Tseng y Hoo (1982), que se basaron en la estivación de pétalos y en la forma de la hoja. Su clasificación cuenta con cinco tribus donde se adiciona Tetraplasandreae en relación a la de Hutchinson (1967). A la familia Araliaceae se le ha atribuido ser un grupo parafilético en relación a la familia Apiaceae, la otra gran familia dentro del orden Apiales. Sin embargo, estudios recientes la han propuesto como una familia monofilética (Plunkett *et al.* 2004). Uno de los estudios que apoyan la monofilia de la familia Araliaceae, es el estudio filogenético de Wen *et al.* (2001) que usando datos de las secuencias nucleares de ITS de 70 especies, en 40 géneros, obtuvieron dos clados mayores dentro de la familia, nombrados informalmente “El grupo

Eleutherococcus-Dendropanax-Schefflera” y “El grupo *Aralia-Polyscias-Pseudopanax*”. Posteriormente Plunkett *et al.* (2004) decidieron probar y redefinir los resultados encontrados por Wen *et al.* (2001), utilizando datos de la región de una secuencia de cloroplastos: *trnL-trnF*. En este trabajo Araliaceae resulto ser un grupo monofilético. En el cladograma combinado, se obtuvieron dos clados mayores. Al grupo de “*Eleutherococcus-Dendropanax-Schefflera*” se le asignó el nombre de grupo “Palmado asiático”, incluye dieciséis géneros, entre ellos se encuentra *Dendropanax*. El segundo clado que se formó se le llamo el grupo de *Polisias-Pseudopanax* (Figura 1).

Para el género *Dendropanax* solo se analizaron dos especies, donde incluyen a *D. arboreus* y se encuentra en el clado de las palmadas asiáticas. Posee la peculiaridad de tener hojas simples, una característica que aunque se puede observar en varios género de la familia Araliaceae aún se considera un carácter raro (Wen *et al.* 2001).

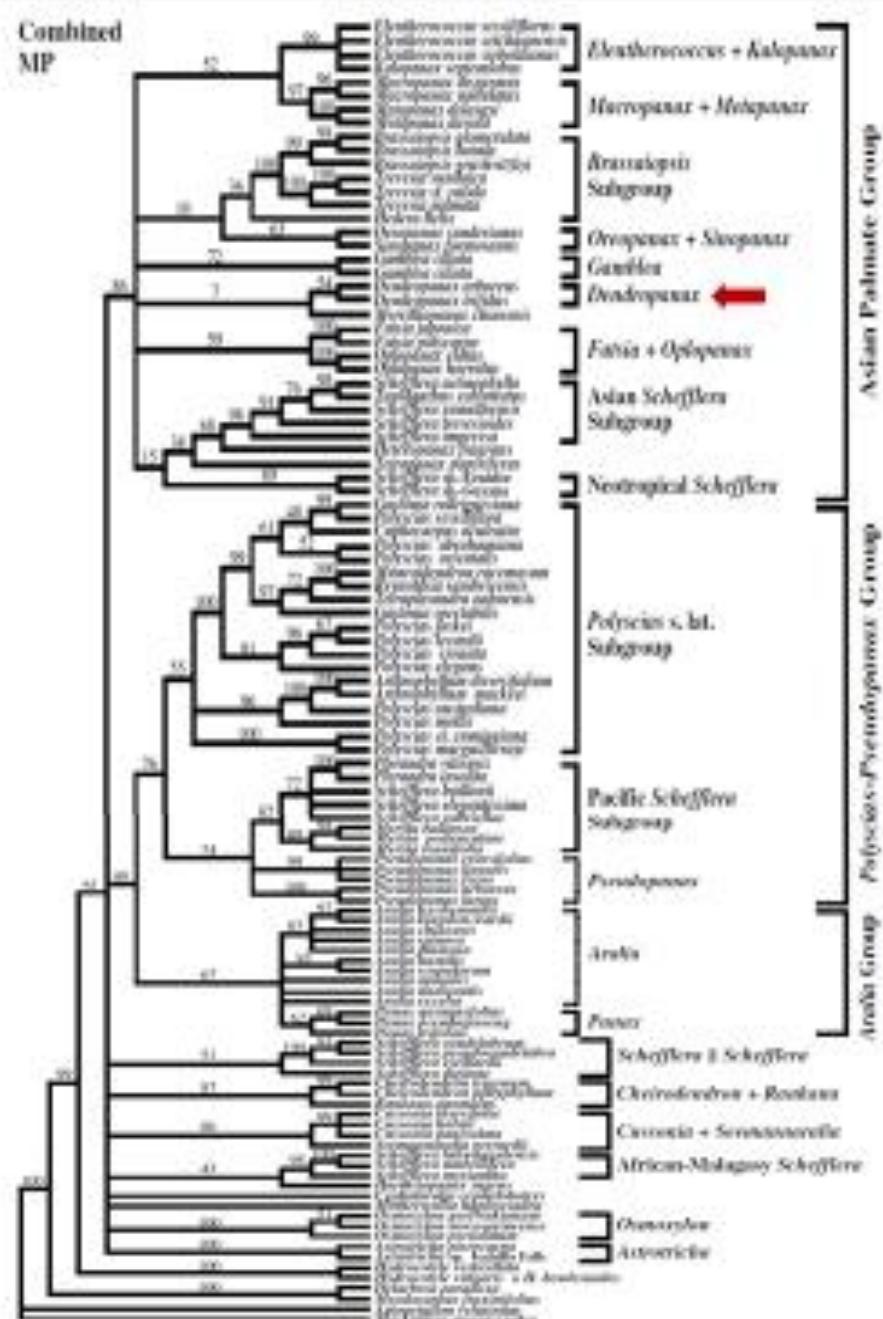


Figura 1. Cladograma derivado del trabajo de Plunkett et al. (2004). Clasificación infrafamiliar de Araliaceae resultado de un consenso estricto de 50,000 árboles, resultado del análisis combinado de los datos de (ITS+trnL-trnF) de 108 taxones. Con una flecha se ubica dónde se encuentra el género *Dendropanax* en el grupo de las palmadas asiáticas (Plunkett et al. 2004).

Dendropanax

La morfología del género *Dendropanax*, (Sosa, 1979; Li y Wen, 2013), lo definen en una combinación de caracteres, ya sea árboles siempre verdes, o arbustos glabros, con hojas simples o palmatilobadas, inflorescencias terminales, flores hermafroditas y unisexuales, el tubo floral continuo con el pedicelo, los pétalos valvados en prefloración, el disco carnososo. - 5 a 12 ovarios carpelados con los estilos distintos o parcialmente unidos en la base, o unidos completamente en una columna. Fruto subgloboso con restos de cáliz y estilos a veces persistentes; semillas tantas como lóculos. Las hojas de muchas especies de *Dendropanax* tienen glándulas translúcidas amarillas o rojas.

Se han propuesto dos clasificaciones infragenéricas de *Dendropanax*, Nakai (1924) dividió a *Dendropanax* en tres secciones basándose principalmente en la arquitectura de la inflorescencia y en el número de partes florales: sección *Dendropanax* (con umbelas compuestas y flores 5-meras), sección *Eugilibertia* (con umbelas compuestas y flores 6-8-meras) y la sección *Textoria* (con umbelas simples y flores pentámeras, distribuidas en Asia). La otra clasificación del género de *Dendropanax* la realizaron Hoo y Tseng (1965), basándose en la morfología del estilo dividieron a *Dendropanax* en dos secciones: sección *Dendropanax*, con distintos estilos o distintos en la parte superior del ápice) y la sección *Columnistylus* Tseng y Hoo (con estilos unidos entre ellos formando una columna).

Por otro lado, Li y Wen (2013) realizaron una filogenia del género *Dendropanax* con base en caracteres de una región de núcleo ribosomal transcrito interno (ITS), y seis regiones de plastidos (el gen *ndhF*, la región *trnL-trnF*, el intron *rps16*, el espacio intergenético *atpB-rbcL*, el intron *rpl16*, y el espacio intergenético *psbA-trnH*), sus resultados muestran que el género solo es monofilético si salen dos especies del cladograma (*D. lancifolius*. y *D. hainanensis*). El cladograma forma dos clados, uno constituido por las especies del viejo mundo y el otro más relacionado con las especies del Nuevo Mundo. En esta filogenia *D. arboreus* está en el clado del Nuevo Mundo en diferentes ramas (Figura 2).

Distribución del género *Dendropanax*

El género *Dendropanax* comprende especies tropicales y subtropicales mostrando una disyunción anfi-pacífica tropical. *Dendropanax* incluye 80 especies distribuidas en los Himalayas, este y sureste de Asia, al oeste de Malasia y en la parte Central al Sur de América (Li y Wen, 2013). La mayoría de estas especies (70), viven en América, donde son mejor representadas en los bosques lluviosos, con puntos de diversidad en la Mesoamérica meridional, Jamaica y este de Brasil (Fiaschi, 2006). Por otro lado en América, el registro fósil indica que *Dendropanax* estaba ampliamente distribuido en el terciario temprano desde California, Norte y Sur de Dakota (Li y Wen, 2013). Para México, López-Ferrari (1993) reporta tres especies incluida *D. arboreus*. Sin embargo, en revisiones de ejemplares de herbario (Herbario MEXU) encontramos nueve especies registradas, en el Estado de Oaxaca y Chiapas.

Gamerro y Zuloaga (1998) reportaron también la distribución del género *Dendropanax* en Argentina, con la presencia de *Dendropanax affinis* y *Dendropanax cuneatus*. Estos autores mencionan que *D. affinis* se localiza en el centro sur de Brasil (minas Gerais y Mato Grosso), Paraguay y el noreste de Argentina (Misiones y Corrientes). Habita en la selva pluvial, en lugares muy húmedos, algo pantanosos, vulgarmente se le conoce como “Tanimburá” y que *Dendropanax cuneatus* habita en la región amazónica de Brasil hasta Mato Grosso do Sul, este de Paraguay, Bolivia y noreste de Argentina (Misiones y Corrientes), en la selva pluvial en sitios muy húmedos cercanos a lagunas y arroyos.

Distribución de *Dendropanax arboreus*

Se ha reportado a *Dendropanax arboreus* desde Costa Rica como un elemento conspicuo a una altitud de 800 m snm (Morales y Zamora, 2006). También se tienen registros de esta especie en la región de Antioquia en Colombia (Yepes *et al.* 2010). *Dendropanax arboreus*, es una especie de amplia distribución en la zona tropical de México, encontrándose en encinares, bosques caducifolios, bosques mesófilos, selvas altas perennifolias, selvas medianas subperennifolias, selvas bajas inundables y selvas bajas caducifolias. La distribución de *Dendropanax arboreus* va del nivel del mar a los 1700 m (en Chiapas se ha encontrado hasta 2000 m). En el Golfo se encuentra desde el sur de Tamaulipas y este de San Luis Potosí, hasta Chiapas y la Península de Yucatán; en la vertiente del Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas, en altitudes de 0 a 1500 m snm (Barajas-Morales, 1997; Ibarra-Manríquez y Cornejo-Tenorio, 2010; Rángel *et al.* 2012; Sosa, 1979).

El bosque tropical perennifolio de México se compone por comunidades vegetales densas, y entre las especies de mayor tamaño y abundancia local se encuentra *Dendropanax arboreus*. También se ha documentado que *Dendropanax arboreus* es la única especie de la familia Araliaceae con tales características de abundancia y tamaño (Ibarra-Manríquez y Cornejo-Tenorio, 2010).

Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planchon,

Sinonimias:

Aralia arborea L. Syst. Nat. Ed. 10. 967. 1759

Gilibertia arborea Marchal, Bull. Soc. Roy Bot. Belhique 30:281. 1891.

Gilibertia aralis I. M. Johnston, Contr. Gray Herb. 70:82. 1924.

Gilibertia matudai Lundell, Phytologia 1:372. 1940.

Dendropanax matudai A. C. Smith, Trop. Woods 66:3. 1941.

Nombres comunes: carne de pescado; cucharo; hogo; madre del café; murciélago; olivo; palo blanco; palo de agua; sachi colorado; tamalcoabite; tamalcohahuite, nixtamalillo (Sosa, 1979; López-Ferrari, 1993).

Árbol o arbusto perennifolio de 15 a 30 m de alto; corteza pardo-clara, acanalada, glabra. Pecíolos delgados, de 2 a 23 cm de largo. Hojas simples, papiráceas, las adultas más o menos coriáceas, verde más oscuro el haz que el envés, la forma muy variable, elíptica, ovado: elíptica, ovada o ampliamente ovada, el largo de 5-26 cm, el ancho 3-13 cm, la superficie del haz brillante, el haz y el envés glabros, la lámina frecuentemente punteada-glandular en el envés, con glándulas de color oscuro, el margen entero, repando u ondulado, el ápice agudo, leve o largamente acuminado, la base aguada o cuneada; nervación reticulada, 4 pares de nervios secundarios; pecíolo de longitud muy variable, 2.5-19 cm de longitud, glabro, de superficie rugosa, levemente persistentes; hojas jóvenes a menudo trilobuladas, los lóbulos ovado-elípticos a veces muy profundos y entonces elípticos, de 21- 25.5 cm de longitud, papiráceos, 3 pares de nervios secundarios, prominentes en el envés, el ápice de los lóbulos agudo, acuminado, rara vez obtuso. Ramillas delgadas, rollizas, con frecuencia rugosas; Inflorescencias en racimos de umbelas, raramente las umbelas solitarias (pocas veces axilares), hasta de 24 cm de longitud, el pedúnculo primario usualmente recto muy variable en longitud, 3-19 cm de largo, los secundarios estriados o lisos, 2.5-5 cm de longitud, a veces alternos o verticilados, generalmente verticilados en el ápice, a veces muy gruesos, los

pedicelos 5-6 mm de longitud, el número de flores por umbela muy variable, hasta más de 40, raquis vigoroso de 1 a 10 cm de largo; brácteas y bractéolas coriáceas, con el ápice agudo y el margen ciliado; flores hermafroditas y unisexuales, el tubo floral 4-6 mm de longitud; cáliz cupular, 5-denticulado, amarillo-verdoso, glabro; corola de 5-7 pétalos (raramente 5 pétalos con un pétalo dividido en el ápice), alternos a los dientes del cáliz, lanceolados, con el ápice agudo y calloso, con un pequeño apéndice, verdosos, 2 o 3 mm de longitud, levemente carnosos, glabros con varios nervios paralelos, prominentes; 5-8 estambres, insertos sobre el disco epigíneo, alrededor de 3 mm de largo, las anteras versátiles, oblongas, 1.5 mm de largo, el filamento ligeramente ensanchado: disco poco desarrollado, confluyente con los estilos; estilos 5, libres casi en el ápice, los lóbulos estigmáticos muy pequeños; ovario 5-7 carpelar, 5-7 locular, un óvulo en cada lóculo, romboidal. Infrutescencia hasta de 22 cm de longitud, los pedúnculos secundarios hasta 4.5 mm de longitud, los pedicelo hasta de 1.5 mm de longitud. Fruto drupáceo, blanquecino después, morado a negrozco al madurar, de 4-7 mm de longitud, sulcado al secar, levemente pubescente, con estigmas persistentes; semillas de 5 a 7 por fruto, semilla aplanada, 5-6 mm de longitud, de superficie irregular, morena, el endospermo más o menos abundante. La floración ocurre casi todo el año (principalmente de mayo a agosto; Sosa, 1979). En el estudio que López-Ferrari (1993) hizo en el Bajío, se reportó que florece de noviembre a abril.

Anatomía

Según Calrquist (2001), algunas de las características de la madera de la familia Araliaceae pueden ser: los vasos dispuestos en agregados diagonales, placas de perforación escalariforme, engrosamientos helicoidales, fibras libriformes, fibras septadas, traqueidas vasicéntricas, drusas, cristales romboidales y canales radiales.

Araliaceae se caracteriza por poseer porosidad difusa, cuando se distinguen se marcan por líneas del parénquima axial marginal. La longitud de los elementos de vaso van de (270) 520-770 (-1024) μm , con un diámetro de 9-31 μm y 20-52 μm , los vasos son solitarios con una densidad de 20 a 44 mm^2 a 70-107 mm^2 . Las paredes

de los vasos van de 2-5(-8) μm de grosor. Las placas de perforación son escalariformes con algunas (más de 14) barras y raramente simples. Las punteaduras entre vasos son transicionales, de 3-6 μm en diámetro vertical redondeado u ovalado con aberturas con hendiduras. Presencia de fibras libriformes, con paredes delgadas a gruesas (3-5(-8) μm), con numerosas y diminutas punteaduras. También se presentan numerosas fibras septadas. El parénquima axial paratraqueal es escaso, difuso y marginal, formando a veces líneas tangenciales interrumpidas. Radios numerosos ((14) 18 a 21 (24) por mm), uniseriados y multiseriados de dos a tres células de ancho. La altura del radio excede comúnmente 1 mm. Existen canales radiales en la mayoría de las especies, presencia de drusas (Oskolski y Jansen, 2009; Kotina *et al.* 2013).

Pocos son los géneros reportados en cuanto a la anatomía de la madera. Oskolski y Lowry (2000) describen madera del género *Mackinlaya* (Indonesia y Australia) la cual se caracteriza por la porosidad difusa; los anillos se pueden marcar por líneas del parénquima axial marginal. Vasos redondeados, con un diámetro (9) 31-70 (107) μm . Las paredes de los vasos van de 2-5(-8) μm de grosor. La longitud de los elementos de vaso es de (270-) 520-770 (-1024) μm . Las placas de perforación son escalariformes de 6 a 14 barras y raramente simples (solo en *M. confusa*). Las punteaduras transicionales más comunes en *M. macrosciadea* y *M. confusa*, raramente opuestos, de 3-6 μm en diámetro. Presencia de fibras libriformes, con paredes de (3-5(-8) μm), con diminutas punteaduras. El parénquima paratraqueal es escaso, difuso y marginal, formando a veces líneas tangenciales compuestas de 3 a 6 (7) células. Engrosamientos helicoidales raramente presentes. Radios numerosos ((14) 18 a 21 (24) por mm), uniseriados y multiseriados de dos a tres células de ancho. La altura del radio excede comúnmente 1 mm, formadas por células procumbentes y células cuadráticas solitarias. Depósitos amarillos y cafés contenidos en algunos de los vasos de las dos especies, y también en las cavidades de muchas fibras.

Otro género estudiado por Oskolski *et al.* (2007) es *Meryta*, que se distribuye sobre todo en la zona de islas del océano Pacífico sur. Las especies de este género son

semejantes a *Mackinlaya* e cuanto a los caracteres cualitativos. Sin embargo presentan un diámetro tangencial de $<70\mu\text{m}$) y más amplio ($130\mu\text{m}$). La frecuencia de vasos es de 29 mm^2 a 147 mm^2 . Hay vasos solitarios y en múltiplos de 2-6 hasta de 15. Las paredes de los vasos van de $2-4\mu\text{m}$ de grosor. La longitud de los elementos de vasos es de $(305-) 551(-879)\mu\text{m}$ en *M. sinclairii*, y en otras especies fue más larga ($(420-) 670-1160 (-1520)\mu\text{m}$). La punteaduras son opuestas y alternadas (a veces escalariformes y transicionales) con un diámetro vertical de $6-8(-9)\mu\text{m}$. Se encontraron algunas traqueidas vasculares en *M. denhamii*, *M. koniamboensis*, *M. macrophylla* y *M. schizolaena*.

Las fibras son libriformes con paredes de $3-6(-9)\mu\text{m}$ con punteaduras aeroladas diminutas, también se presentan fibras septadas. Parénquima axial paratraqueal escaso con hileras de $(2-) 3-7(-11)$ células. Radios de $4-8$ por milímetro, radios uniseriados y multiseriados de $2-4(-6)$ células de ancho. La altura de los radios comúnmente es de 1 mm . Radios multiseriados compuestos de células procumbentes y cuadráticas formando de $1-2(-3)$ hileras marginales. Existen canales radiales en todas las especies excepto *M. balansae*, *M. heleneae* y *M. oxylaena*. Existe una presencia de drusas y tilides.

Así también el género *Schefflera* ubicado en el Neotrópico, Kotina *et al.* (2013) reconoció variación en el tamaño de los elementos de vasos según la altitud en la que se encuentra el árbol. Los vasos tienen un promedio de su diámetro tangencial es de $50\mu\text{m}$ a $100\mu\text{m}$. El número de vasos es de $20-40$ por mm^2 pero algunas especies muestran menos de $7-10$ por mm^2 , hay vasos solitarios y también en múltiplos de 2 a 4 hasta 6. Las paredes de las vasos van de $2-6\mu\text{m}$ de grosor hasta de $8.5\mu\text{m}$ en *S. macrocarpa*. El promedio de la longitud de los elementos de vaso va de $494\mu\text{m}$ en *S. vinosa* hasta $1000\mu\text{m}$ en la mayoría de las muestras y mayor a $1000\mu\text{m}$ en seis especies. Placas de perforación, simples a escalariformes, escalariformes reticuladas con menos de 15 barras en promedio. Las punteaduras de los vasos son areoladas escalariformes a opuestas de 4.0 a $2-9(-11)\mu\text{m}$ o hasta $13\mu\text{m}$ en *S. botumirimensis*. Fibras libriformes con paredes de $(1-6 (8)\mu\text{m})$ a veces gruesas ($2.5-11.5\mu\text{m}$); algunas con diminutas punteaduras. Fibras septadas en

todas las especies. Parénquima paratraqueal escaso alrededor del vaso. Tienen radios uniseriados y multiseriados con células cuadráticas procumbentes. De 2-5 radios por mm. Los multiseriados de 2 a 4 (6) células de ancho hasta. Los canales radiales ocurren en radios multiseriados.

Las de placas de perforación simple y escalariforme se ha reportado en algunos géneros como *Arthrophyllum*, *Meryta*, *Polyscias*, *Pseudopanax*, y *Schefflera*. Está claro que en estos taxones existe cierta heterogeneidad en la distribución de estos dos tipos de placas de perforación, y esta heterogeneidad permite que se plante la hipótesis acerca de que existen ciertas diferencias funcionales entre los vasos; según Oskolski y Jansen (2009), esta distribución no está dispuesta de forma azarosa ya que en el estudio que realizaron encontraron que el tipo de placa de perforación escalariforme ocurre en vasos que están agrupados mientras que los vasos solitarios tienen placas de perforación simple. (Oskolski y Jansen, 2009). Se presenta un cuadro para los datos de características cualitativas y cuantitativas de los géneros estudiados en Araliaceae (Ver cuadro 1).

Madera de *Dendropanax arboreus*. Para esta especie existe solo el trabajo de Barajas-Morales *et al.* (1997) quienes describen porosidad difusa con vasos principalmente solitarios y en agregados de 2, 3 células, con una densidad de 12 mm², con un diámetro tangencial de 100 µm. Los elementos de vaso con una longitud promedio de 954 µm (752-1222 µm ± 135), placas de perforación simples y escalariformes de pocas barras. Punteaduras de 10 a 16 µm de diámetro. Parénquima axial paratraqueal escaso con 2-4 células por segmento. Radios escasos de 3/mm, heterogéneos, multiseriados de 5 series, con células procumbentes, erectas o cuadradas en los márgenes con tubos gomíferos. Fibras libriiformes y septadas de 1332 µm (1128-1457 µm (± 98) con paredes delgadas de 3 µm espesor y 24 µm de diámetro tangencial.

Floema

Existen pocos trabajos que describen la corteza de Araliaceae, de los pocos trabajos que abordan la corteza está el de Oskolski *et al.* (2007) quien trabajo al género *Meryta* el cual presenta un felema compuesto de (3-15) capas de células

isodiamétricas con paredes esclerificadas. Felodermis compuesto de 1-5 paredes de células aplanadas radialmente; cristales prismáticos y drusas en algunas células del felodermis. En la corteza existe colénquima cortical de 2-8 capas de células. Parénquima cortical formado por 20-60 células isodiamétricas o elongadas axialmente con paredes delgadas. Con un diámetro tangencial de 10-30 μm (hasta 100 μm en *M. capitata*). Drusas presentes en parénquima y canales axiales secretores presentes en el cortex, con un grosor de 4-8 células epiteliales. Fibras de la corteza agrupadas de 2- 12 en capas tangenciales, a veces fibras solitarias. Presencia de esclereidas isodiamétricas (25 μm de diámetro). El floema secundario tiene una amplitud de 5-15 (hasta 25 en *M. balansae*), alternándose con filas tangenciales (4 – 8 hasta 10) capas de células de canales secretores rodeados por parénquima axial. El floema muestra una transición gradual de floema no colapsado a floema colapsado. Radios uniseriados y multiseriados. Existen canales radiales en todas las especies excepto *M. balansae*, *M. heleneae* y *M. oxylaena*. Los tubos cribosos tienen 20-30 μm de ancho y 240-1025 μm de largo. Las placas de los tubos se componen de 6-12 cribas. La presencia de Drusas y cristales prismáticos es común en células radiales del parénquima del floema colapsado. La anatomía de la madera puede contribuir a esclarecer problemas taxonómicos, ya que son datos útiles y complementarios para entender las relaciones entre los géneros de Araliaceae y porque sus caracteres permanecen constantes a niveles taxonómicos altas, pero a nivel de género estos se pueden reconocer con base en los caracteres cuantitativos (Oskolski y Lowry, 2000).

Algunos de los trabajos que se han utilizado para fines taxonómicos son el de Aguilar-Rodríguez y Terrazas (2001), quienes estudiaron las características de 26 especies de *Buddleja* agrupándolas con base en caracteres de la madera y analizar la similitud anatómica. Los resultados muestran la existencia de dos grupos de especies que se distinguen con base en la combinación de caracteres cualitativos y cuantitativos. Los caracteres útiles para separar a los grupos fueron el diámetro mediano, fibras con punteaduras semiareoladas, con diámetro de la fibra pequeño y longitud mediana en el grupo I. En el grupo II se formaron subgrupos. El subgrupo

IIA se asoció respecto a la presencia de engrosamientos helicoidales, la ausencia de anillos de crecimiento evidentes en la mayoría de las especies y fibras más largas. En subgrupo IIB se asoció a las especies con base principalmente en las punteaduras simples en fibras y el parénquima axial raro o escaso.

Otro trabajo es el de Arenas *et al.* (2012), quienes realizaron un análisis de componentes principales de cinco especies de *Zanthoxylum* con la finalidad de agrupar las especies en secciones. Su fenograma reveló que se formaron dos grupos. Los caracteres que unieron a las especies fueron el diámetro de vasos y el diámetro de la pared de vasos. Encontraron que la especie más alejada de las demás es *Z. hidalgense*, que se distribuye en un bosque templado, a diferencia de las demás especies que fueron recolectadas en un matorral xerófilo. El fenograma muestra que la madera apoya parcialmente a la secciones, ya que agrupa a especies de diferentes secciones.

Cuadro 1. Características cuantitativas y cualitativas de la anatomía de madera de algunos géneros de la familia Araliaceae. Tipo de Porosidad = TP, D=difuso. Longitud de Vasos = LV. Diámetro de Vasos = DV. Paredes de Vasos = PV. Placas de Perforación = PP, E= escalariformes, Er=escalariformes reticuladas, S=simples. Punteaduras entre vasos = PEV. T=transicionales, O=opuestas, A=alternas, E= escalariformes. Tipo de fibras = TF. Paredes de las fibras = PF. Parénquima Axial Paratraqueal = PAP. Tipo de Radios = TPR, U= uniseriados, M= multiseridos. Altura de Radios = AR. Número de Células de los Radios = NCR. Canales Radiales = CN, P= presente. Engrosamientos Helicoidales = EH, E= escaso. Drusas = DR, P=presente.

Autores y Géneros	TP	LV	DV	PV	PP	PEV	TF	PF	PAP	TPR	AR	NCR	CN	EH	DR
<i>Mackinlaya</i> (Oskolski y Lowry, 2000)	D.	(270-) 520-770 (-1024) µm	9-31 µm y 70-107 mm ²	2-5(-8) µm	6-14 barras	T de 3-6 µm	L.	(3-5(- 8) µm)	escaso, difuso y marginal	U. y M. procumbentes y cuadráticas solitarias	1mm	2-3 (6)		E.	
<i>Meryta</i> (Oskolski et al. 2007)		(305-) 551(- 879) µm	<70µm	2-4 µm	E. y E.r.	O y A (a veces E y T) 6-8(-9) µm	L.	3-6(-9) µm	escaso	U. y M. procumbentes y cuadráticas formando de 1-2(-3) hileras marginales	1mm	2-4(-6)	P.		P.
<i>Schefflera</i> (Kotina et al. 2013)		494 µm hasta 1000 µm	50µm a 100µm	2-6 µm hasta 8.5 µm	S., E. y E. r. con >15 barras	A E y O	L. y s.	1-6 (8) µm a veces gruesas 2.5- 11.5 µm	escaso	U. y M. cuadráticas procumbentes		Multiseri ados de 2 a 4 (6) hasta 7	p.		

Justificación

En La Región de Los Tuxtlas, apreciaciones morfológicas, análisis moleculares y el modo de vida nos han hecho inferir que la existencia de tres poblaciones de *Dendropanax arboreus*, podrían en realidad ser poblaciones de tres diferentes especies. En cuanto a su forma de vida cada población muestra lo siguiente: 1. *D. arboreus* árbol de 30 m de altura y 70 cm de diámetro a la altura del pecho que habita en la típica selva alta perennifolia. 2. *D. arboreus* arbusto escandente que ramifica en dos ramas a los 15 cm y habita en zona inundada o pantanosa. 3. *D. arboreus* de 3-4 m de altura y 6 cm de diámetro a la altura del pecho que habita en bosque mesófilo de montaña. Las flores se observan variaciones en su tamaño y morfología, así también en las estructuras foliares tienen una amplia variación de formas y tamaños. Por lo que, siendo la madera una estructura considerada como buffer esto es, que tienen poca variación, nos puede permitir diferenciar entidades taxonómicas a nivel de especies, ya que estos caracteres se fijan genéticamente sin tener tanta variación a causa de factores ambientales.

Para México se han reportado tres especies. Sin embargo, consideramos que los ejemplares etiquetados como *Dendropanax arboreus* son más de una especie; además, no se han realizado revisiones completas del material de herbario y no se han explorado otros caracteres que permitan la delimitación de estas tres distintas entidades que habitan el estado de Veracruz. Por lo que, suponemos que los caracteres de la madera apoyarán la separación de estas poblaciones.

HIPÓTESIS:

Dado que varias características de la anatomía de la madera han contribuido a esclarecer problemas taxonómicos, entonces se espera que los individuos de las tres diferentes poblaciones de *Dendropanax arboreus*, presenten diferencias en la anatomía de la madera como: diámetro del lumen de los vasos y fibra, la longitud de los elementos de vaso y fibra, altura y anchura de radios, número de vasos por mm²; caracteres que nos permitirán reconocer y diferenciar, de ser el caso, a las tres especies.

OBJETIVO GENERAL:

Reconocer y separar por medio de caracteres de la madera a tres poblaciones de *Dendropanax arboreus*.

OBJETIVOS PARTICULARES:

1. Describir, medir y analizar los caracteres cualitativos y cuantitativos de la madera de tres poblaciones de *D. arboreus*.
2. Hacer un análisis de componentes principales y un análisis fenético para reconocer las tres distintas especies de *D. arboreus*.

Material y Métodos

A. Trabajo de campo. Zona de estudio. Se colectaron muestras de madera de tres poblaciones distintas. La primera población se localiza en las cercanías de la Estación de Biología Tropical, Los Tuxtlas, Veracruz. Tiene una vegetación de bosque tropical perennifolio, con coordenadas de 95 ° 04' y 95° 09' de longitud oeste y 18° 34' y 18 ° 36' de latitud norte. Altitud de 150-640 m snm. La segunda población se localiza en el canal del embarcadero de la laguna de Soteapan, municipio de Catemaco y el tipo de vegetación es de manglar, 18°30'37.53" latitud N, 95° 1'52.84" longitu O; altitud 10 m snm. La tercera población se encuentra en un bosque mesófilo del municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz a 15 km al norte del poblado de San Andrés Tuxtla, ladera oriente del volcán San Martín Tuxtla, con coordenadas

95° 8'45.13" longitudinal oeste, y latitudnal norte de 18°31'25.69" y una altitud de 1200 m snm.

Colecta de la madera. Se obtuvieron trozos de madera de 4cm³. Las muestras, se obtuvieron con un serrote del tronco principal a una distancia de 10 a 20 cm del suelo. Todas las muestras se fijaron en formalina-ácido acético glacial-alcohol etílico al 96%, por 24 a 48 horas (Ruzin, 1999) y se almacenaron en una solución de Glicerina-alcohol etílico 96%-agua (1:1:1) hasta iniciar la microtecnia.

B. Trabajo de laboratorio.

A las muestras se les realizaron cortes transversales, tangenciales y radiales (20 µm), utilizando un micrótomo de deslizamiento (Leica SM 2000R). Para cada individuo, se efectuaron cortes sin aclarar y aclarados (50% -v/v- solución acuosa de Clorox comercial), mismos que después fueron teñidos con safranina-verde rápido (Ruzin, 1999) y montados en resina sintética. Para obtener el material disociado, se cortaron astillas de las muestras de madera cercana al cámbium vascular, y se colocaron en solución de Jeffrey (Berlyn y Miksche, 1976) para obtener la longitud de los elementos de vaso y las fibras. Cabe aclarar que la terminología usada se basa en las recomendaciones de la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA Committee, 1989). Se hicieron 25 mediciones para cada caracter por individuo, con un microscopio Olympus BX51 y con un analizador de imágenes (Image ProPlus version 6.1, Media Cybernetics, 2006).

C. Trabajo de gabinete

La medición de caracteres se realizó de la siguiente manera:

1. Disociados. Se midió la longitud de 50 fibras y 50 elementos de vaso por laminilla de cada espécimen de los tres sitios.
2. Cortes anatómicos. Según el criterio de AIWA, se describió cualitativamente: tipo de porosidad, tipo de parénquima, tipo de agrupación de vasos, tipo de punteaduras en elementos de vaso, presencia o ausencia de cristales, tilides o cualquier otro tipo de contenido, tipo de fibras y tipo de radios, esto

observando las tres diferentes planos de cada preparación.

3. Se realizaron mediciones de tres preparaciones de cada espécimen (50 mediciones por preparación), estas mediciones fueron: diámetro de vasos (pared de vasos y lumen), radios/mm lineal, altura de radios, pared y lumen de fibras, diámetro de punteaduras de elementos de vaso y diámetro de punteaduras de vaso-radio, y se tomaron fotografías de los tres cortes y de las características distintivas de cada especie.

D. Análisis estadístico.

Para estimar la semejanza anatómica entre las poblaciones *Dendropanax arboreus*, se construyó una matriz de datos con caracteres cuantitativos y cualitativos por las Unidades Taxonómicas Operativas (los ejemplares de las poblaciones), la matriz se estandarizó con unidades de desviación estándar con el objetivo de mantener el principio de ponderación entre los caracteres (Sneath y Sokal, 1973).

El análisis de componentes principales permite comparar las tres poblaciones de *Dendropanax arboreus*, en relación al comportamiento de los caracteres anatómicos de la madera.

Para el análisis fenético y de componentes principales, se creó una matriz de similitud mediante el coeficiente de correlación de Pearson, y se generó un fenograma con el algoritmo de amalgamiento del promedio no ponderado de los pares de grupos UPGMA (por sus siglas en inglés –unweighted pairgroup average). A partir de la matriz estandarizada, se obtuvo una matriz de correlación (coeficiente de correlación Pearson) para calcular los eigenvalores. Así se obtuvo el porcentaje de contribución de los primeros tres componentes a la variabilidad total. Ambos análisis se realizaron con el programa MultiVariate Statistical Package versión 3.2 (Kovach, 2007).

Resultados

Anatomía de Madera

***Dendropanax arboreus*. Sitio de Bosque Tropical Perennifolio**

Madera con porosidad difusa, vasos predominantemente en grupos de 2 a 7, a veces en hileras radiales y solitarios en un 42% (Fig. 3A), una frecuencia de vasos de 37 por mm², vasos con diámetro de lumen promedio de 72.08 ± (34.58-103.09) µm. Pared de los vasos con grosor 3.79 (1.74-6.20) µm. Longitud promedio de los elementos de vaso de 918.58 (370.15-1338.16) µm punteaduras intervasales alternas areoladas y transicionales, diámetro promedio de 13.35 (7.07-25.03) µm, placas de perforación escalariforme y reticuladas contiguas. Radios heterogéneos con una anchura de 70.89 (26.10-110.45) µm, y altura promedio de 460.31 ± (139.69-914.66) µm en su mayoría multiseriados (Fig. 3B), de más de tres series con células procumbentes cuadráticas (Fig. 3C). Fibras septadas (Fig. 3B) con un diámetro promedio ± de 21.10 (9.15-33.04) µm y una longitud promedio 1419.65 (311.36-1877.44) µm. Parénquima apotraqueal difuso y paratraqueal abaxial.

***Dendropanax arboreus*. Sitio de Manglar.**

Madera con porosidad difusa, vasos predominantemente en clusters de 3 a 5 con un porcentaje de 62 % (Fig. 3D) y solitarios de 19 %, y una frecuencia de vasos 347 por mm², vasos con diámetro de lumen promedio de 43.21 (8.42-63.28) µm. Pared de los vasos con grosor 1.93 (0.99-3.67) µm. Longitud promedio de los elementos de vaso de 551.43 (281.76-835.89) µm punteaduras intervasales alternas areoladas y transicionales, con un diámetro promedio de 8.07 (6.28-9.98) µm, placas de perforación escalariforme y reticuladas contiguas. Radios heterogéneos, con una anchura de 49.43 (22.64-72.80) µm, y altura promedio de 364.21 (136.82-642.93) µm en su mayoría multiseriados de más de tres series y con células procumbentes cuadráticas (Fig. 3F). Fibras septadas (Fig. 3E) con un diámetro promedio de 17.40 (9.70-27.30) µm y una longitud promedio de 870.85 (518.16-1242.98) µm. Parénquima apotraqueal difuso y paratraqueal escaso.

***Dendropanax arboreus*. Sitio de Bosque Mesófilo.**

Madera con porosidad difusa, vasos predominantemente en hileras radiales en grupos de 2 a 5 y solitarios en un 77% y tangenciales del 10 % (Fig. 3G), con una frecuencia de vasos de 81 mm², vasos con diámetro de lumen promedio de 39.02 (17.03-61.75) µm. Pared de los vasos con grosor 2.42 (1.09-3.92) µm. Longitud promedio de los elementos de vaso de 689.12 (395.72-1141.04) µm punteaduras intervasales alternas areoladas y transicionales, diámetro promedio de 13.97 (6.55-25.19) µm, placas de perforación escalariforme y reticuladas contiguas. Radios heterogéneos (Fig. 3H), con una anchura de 56.33 (28.23-81.57) µm, y altura promedio de 375.07 (131.59-691.51) µm en su mayoría multiseriados de más de tres series, y las células son procumbentes cuadráticas (Fig. 3I). Fibras septadas (Fig. 3H), con un diámetro promedio de 16.71 (8.50-58.94) µm y una longitud promedio 1042.71 (547.71-1638.95) µm. Parénquima apotraqueal difuso y paratraqueal escaso.

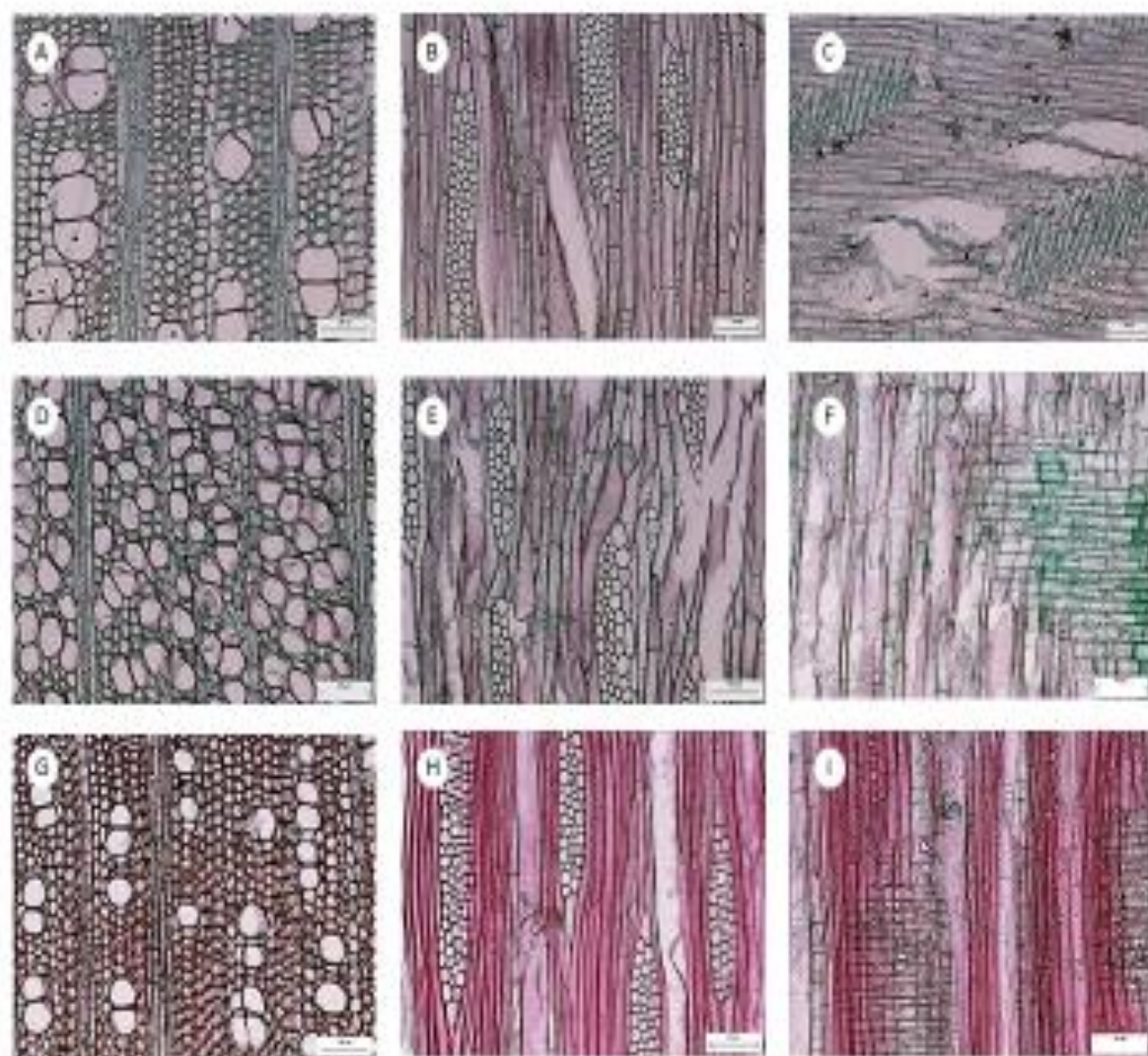


Figura 3. Se observan las de las tres poblaciones de *Dendropanax arboreus*. Sitio 1. A. Sección transversal, se pueden ver los vasos acomodados en grupos de dos y en hileras radiales. B. Sección tangencial donde se observan radios multiseriados, fibras septadas y punteaduras alternas transicionales. C. Sección radial donde se pueden apreciar los radios con células procumbentes y cuadráticas y la placas de perforación escalariforme. Sitio 2. D. Sección transversal, donde se observa una aglomeración de vasos. E. Sección tangencial, se ven radios multiseriados y fibras septadas. F. Sección radial, se observan las células procumbentes y cuadráticas y placas de perforació escalariforme. Sitio 3. G. Sección transversal donde se observan los vasos dispuestos en hileras radiales. H. Sección tangencial donde se observan radios multiseriados, fibras septadas y punteaduras alternas transicionales. I. Sección radial donde se ven las células procumbentes y cuadráticas.

Floema

***Dendropanax arboreus*. Sitio Bosque Tropical Perennifolio**

El cambium vascular no estratificado con 6-10 estratos. Inmediatamente después se observa el floema colapsado donde los radios se dilatan entre las capas 84-114 (Fig. 4A). Fibras septadas acomodadas en bandas tanto tangenciales como radiales. Canales radiales están presentes en el floema, cristales en forma de drusas y prismáticos (Fig. 4B y C). Se presentan esclereidas en el floema colapsado (Fig 4B).

La peridermis se compone de la felodermis, felógeno y súber. La felodermis tiene unas 4 capas de células rectangulares pero con las esquinas redondeadas; el felógeno tiene 2 capas de células rectangulares y el súber tiene 6 a 10 capas de células rectangulares (Fig. 4B). El cortex está formado por fibras en el parénquima de 4 a 12 capas de células (Fig. 4B).

***Dendropanax arboreus*. Sitio de Manglar.**

Cambium vascular no estratificado con 5-7 capas de células, se presenta una diferencia entre floema colapsado y floema no colapsado. Los radios se dilatan desde las capas 29 hasta 84. No presenta fibras (Fig. 4D). Algunos taninos color ámbar, algunos cristales en forma de drusa.

La peridermis se compone de la felodermis, felógeno y súber. La felodermis tiene unas tres capas de células rectangulares redondeadas; el felógeno tiene una capa de células rectangulares y el súber tiene dos capas de células rectangulares (Figura 4D). El cortex está formado por parénquima que posee fibras de paredes muy gruesas de 2 a 3 capas de células (Fig. 4D).

***Dendropanax arboreus*. Sitio de Bosque Mesófilo.**

El cambium vascular se muestra no estratificado con 6-9 capas de células, en seguida se ve un floema colapsado desde el inicio. Fibras acomodadas en bandas tanto tangenciales como radiales. Cristales en forma de drusas y prismáticos en el floema (Fig. 4 F, G, H). Se presentan esclereidas en el floema (Fig. 4F).

La peridermis se compone de la felodermis, felógeno y súber. La felodermis tiene unas tres capas de células rectangulares redondeadas; el felógeno tiene dos capas de células rectangulares y el súber tiene 9-12 capas de células rectangulares (Fig.4F). El cortex está formado por parénquima y fibras de paredes muy gruesas de dos capas de células (Fig. 4F).

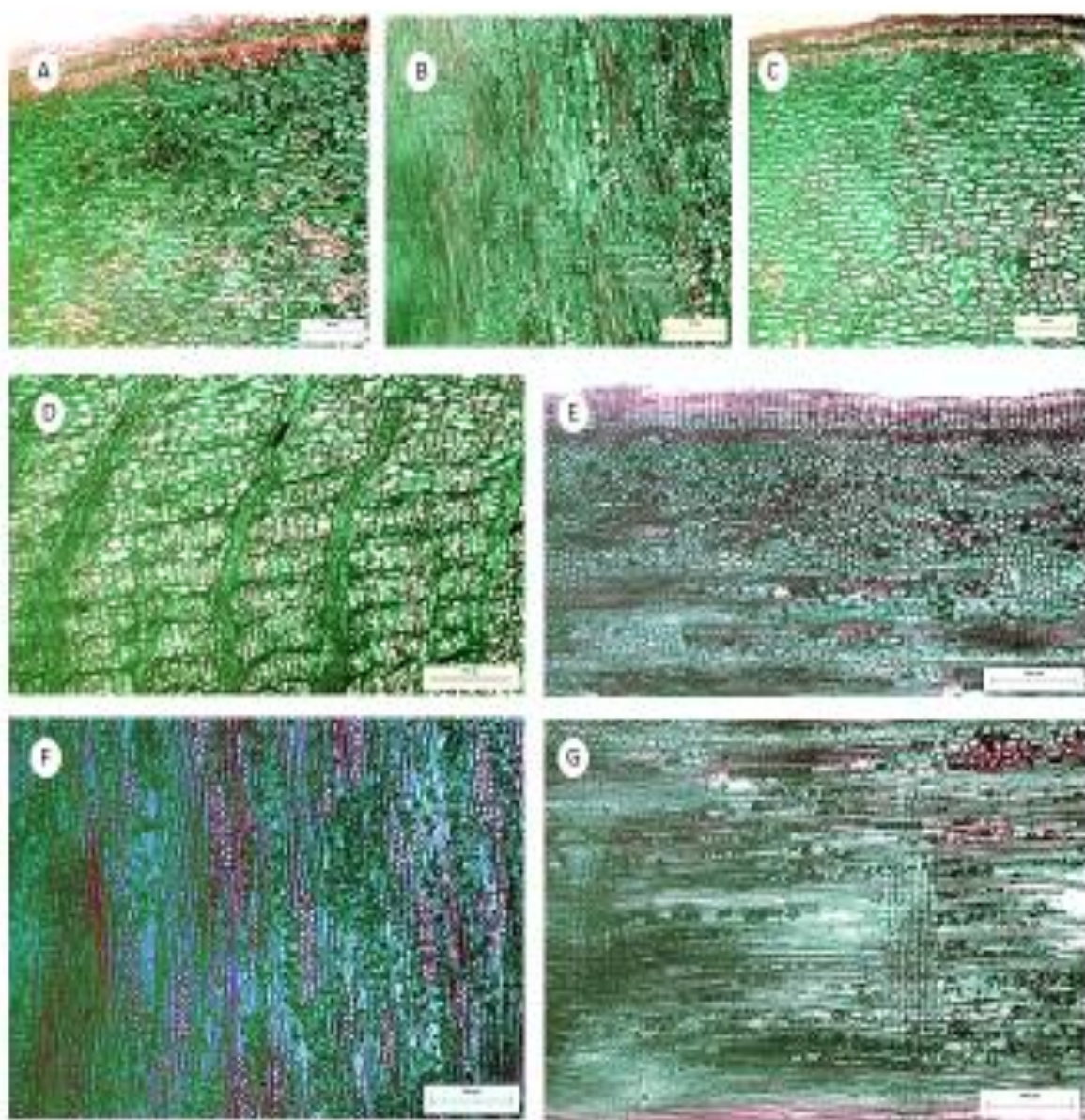


Figura 4. Cortes transversales de floema de *Dendropanax arboreus*. Sitio 1. A. Sección transversal donde se alcanzan a ver cristales en forma de drusas y esclereidas. B. sección radial donde se ven algunos cristales. Sitio 2. C. Sección transversal donde se observan que no posee cristales ni esclereidas. D. sección transversal, se pueden observar los radios dilatándose. Sitio 3. E. Sección transversal, se observan esclereidas y radios. F. Sección tangencial, se observan radios acompañados de muchos cristales. G. Sección radial, se observan cristales en forma de drusas y prismáticos.

Análisis Cuantitativo

El Análisis de Componentes Principales se realizó con los promedios de las mediciones anteriores, y considerando además un carácter cualitativo que es la presencia o ausencia de cristales, para las tres poblaciones de *Dendropanax arboreus* (Cuadro 2). Los resultados muestran que cada población de *Dendropanax arboreus* se separa, lo que quiere decir que en función de los caracteres anatómicos podría tratarse de especies diferentes (Figura 5).

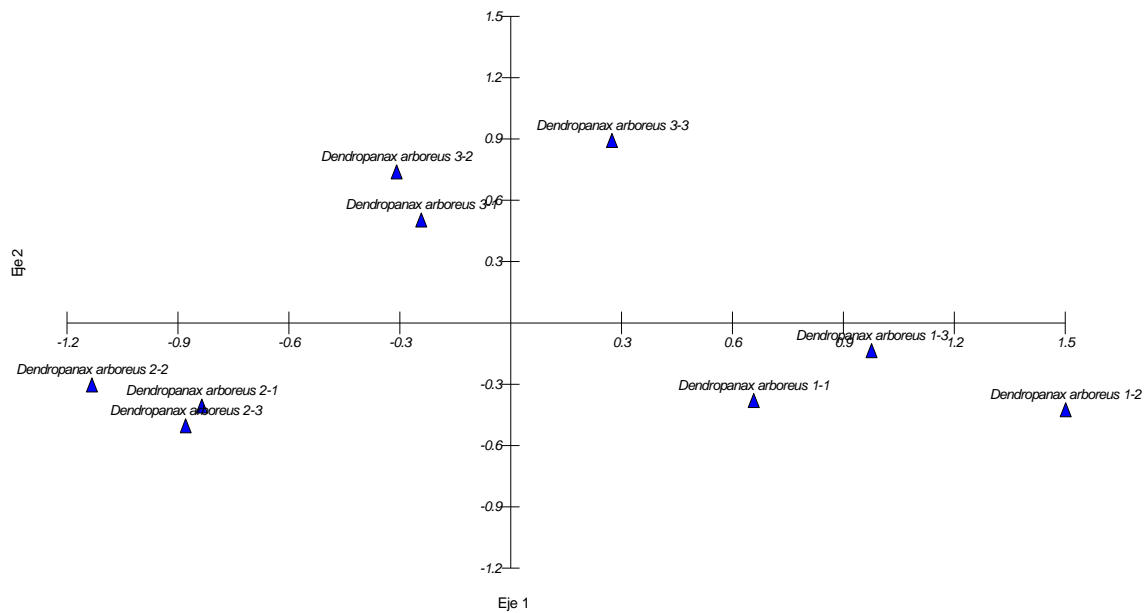


Figura 5. Gráfica de análisis de componentes donde se observa el comportamiento espacial de las tres poblaciones de la especie *Dendropanax arboreus* de acuerdo con caracteres cuantitativos y cualitativos.

Cuadro 2. Se muestra el valor promedio y la desviación estándar para los 12 caracteres cuantitativos los tres sitios de *Dendropanax arboreus*.

	Sitio Selva Alta Perennifolia			Sitio de Manglar			Sitio de Bosque Mesófilo		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
D. vasos (µm)	71.93± 14.02	75.11± 15.05	69.20± 16.84	41.44 ± 9.43	38.67± 7.84	49.51± 12.71	27.13± 9.70	40.30± 9.07	49.63± 11.31
Pared de vasos(µm)	3.01± 0.74	5.60± 1.19	2.75± 0.97	2.11± 0.59	1.88± 0.49	1.81± 0.54	2.47± 0.69	2.18 0.57	2.60 0.69
Long. de elementos de vaso (µm)	864.95 ± 248.71	973.51 ± 176.26	917.29± 185.85	585.3 7± 158.5 4	469.78± 96.02	599.15± 142.52	736.59 ± 151.77	663.81± 148.12	666.96± 114.86
D. fibras (µm)	24.52± 6.69	20.63± 5.52	18.15± 4.63	17.31 ± 3.55	15.65± 3.61	19.23± 5.53	20.84± 17.07	14.92± 3.34	14.36± 2.32
Long. fibras (µm)	1510.8 0± 268.86	1382.0 5± 287.45	1472.48± 336.21	909.7 7± 211.9 5	838.49± 138.73	864.29± 143.07	1036.7 2± 287.57	986.50± 135.41	1104.92± 204.42

Pared de fibras (μm)	2.00 \pm 0.41	4.33 \pm 1.13	3.38 \pm 0.80	1.98 \pm 0.57	2.29 \pm 0.77	2.25 \pm 0.57	2.19 \pm 0.58	1.93 \pm 0.48	2.31 \pm 0.61
Alt. de radios (μm)	345.63 \pm 124.42	548.68 \pm 202.92	486.63 \pm 147.31	359.2 \pm 109.0 6	391.12 \pm 121.77	342.25 \pm 108.70	343.09 \pm 105.66	324.43 \pm 99.00	457.69 \pm 159.03
Anch. de radios (μm)	59.61 \pm 16.06	76.44 \pm 17.34	76.62 \pm 18.89	63.15 \pm 15.41	42.69 \pm 10.81	42.46 \pm 8.89	43.69 \pm 10.37	51.22 \pm 14.12	74.07 \pm 14.40
No.de células de ancho en radios	4 \pm 0.5	4 \pm 0.5	4 \pm 0.5	4 \pm 0.5	4 \pm 0.5	4 \pm 0.5	3 \pm 0.5	3 \pm 0.5	3 \pm 0.5
Diámetro de punt. (μm)	11.05 \pm 4.71	14.81 \pm 4.40	14.20 \pm 1.87	7.71 \pm 0.82	8.15 \pm 0.93	8.35 \pm 1.08	11.10 \pm 2.98	12.29 \pm 4.50	18.53 \pm 7.01
No. de vaso/ mm^2 en madera	36.63 \pm 5.62	31.37 \pm 5.40	43.1 \pm 5.94	359.2 \pm 79.21	343.9 \pm 84.63	337.73 \pm 68.06	92.27 \pm 12.86	83.5 \pm 13.74	68.43 \pm 14.13
No. radios/mm lineal	1.88 \pm 1.10	1.76 \pm 1.01	2.60 \pm 1.00	3.38 \pm 1.15	2.13 \pm 0.93	5.83 \pm 1.54	2.08 \pm 0.76	2.63 \pm 1.04	2.12 \pm 0.67

En el cuadro 3 se presentan los Eigenvalores donde se puede ver el primer eje de ordenación fue el que obtuvo un valor significativo con 57.966% mientras que el Eje 2 y 3 no pasaron arriba de 30%, por lo que no se considera significativo.

Cuadro 3. Se presentan Eigenvalores, de porcentaje y acumulativos de los diferentes componentes, resultado de un Análisis de Componentes Principales.

<i>Ejes</i>	Eigenvalores	Porcentaje	Acumulativo
<i>Eje 1</i>	6.376	57.966	57.966
<i>Eje 2</i>	2.362	21.476	79.442
<i>Eje 3</i>	1.242	11.292	90.734

En el cuadro 4 se pueden observar los valores de los caracteres anatómicos en relación a cada eje donde se observa que los valores marcados en negrita que son el grosor de la pared de vasos, longitud de elementos de vaso y longitud de las fibras tienen una mayor significancia.

Cuadro 4. Se observan los caracteres anatómicos y sus valores en el primer eje donde se pueden apreciar con negritas los caracteres con mayor peso.

Caracteres	Eje 1
Diámetro de vaso	0.321
Diámetro de fibra	0.162
Grosor de pared de vasos	0.33
Grosor de pared de fibras	0.295
Anchura de radios	0.312
Diámetro de punteaduras	0.285
Longitud de elementos de vaso	0.379
Longitud de fibras	0.375
Número de vaso/mm ² en madera	-0.338
Número de células de ancho en radios	0.03
Presencia de cristales	0.31

Análisis fenético

El fenograma muestra la existencia de dos grupos (Figura 6). En el primer grupo (grupo A) se agrupan las especies del sitio Bosque Tropical Perennifolio (sitio 1). El segundo grupo (grupo B), se divide en dos subgrupos, B' donde están las especies del Sitio de Bosque Mesófilo de Montaña (sitio 3) y B'' donde está las especies del Sitio de Manglar (Sitio 2). Se puede observar que existe una mayor semejanza entre el sitio 2 y el sitio 3; y las especies del sitio 1 se separan de los sitios 2 y 3 por lo que la consideramos diferente.

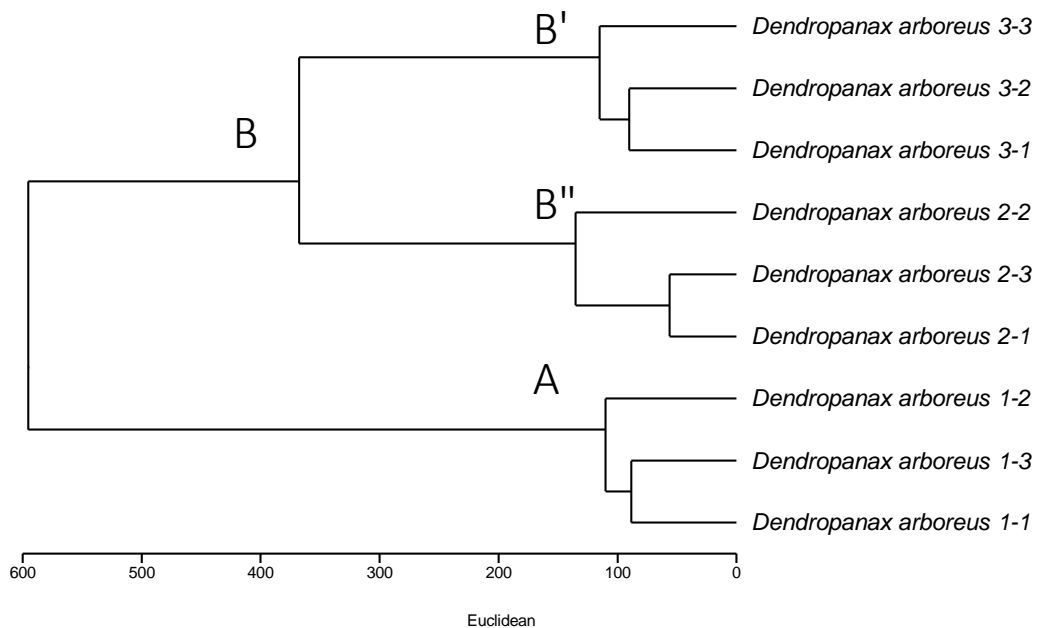


Figura 6. Fenograma donde se observa la relación entre las tres poblaciones de *Dendropanax arboreus* en base a los caracteres con los que se realizó el análisis. 1 = Sitio de Bosque Tropical Perennifolio, 2= Sitio de Manglar, 3= Sitio de bosque mesófilo de montaña. En el fenograma se observa cómo se agruparon los sitios en base a los caracteres cuantitativos y cualitativos de la anatomía de la madera.

Discusión

Anatomía de la Madera:

Dendropanax arboreus posee características típicas de la Familia de Araliaceae como es la porosidad difusa, la presencia de vasos solitarios y también en múltiplos de 2 a 5 con placas de perforación escalariformes, fibras septadas, el parénquima axial paratraqueal es escaso. (Barajas-Morales, 1997, Oskolski y Lowry, 2000, Oskolski y Jansen 2009, Kotina *et al.* 2013, Oskolski *et al.* 2007). Sin embargo, los caracteres cuantitativos son los que difieren, ya que en cuanto a la longitud de los elementos de vaso, Barajas-Morales (1997) reporta 954 μm (752-1222 $\mu\text{m} \pm 135$) para *Dendropanax arboreus*; *Mackinlaya* por su parte tiene una longitud de vasos de hasta 1024 μm y *Meryta* de 1520 μm (Oskolski y Lowry, 2000, Oskolski *et al.* 2007). Estos datos coinciden con los datos obtenidos de *Dendropanax arboreus* del sitio 1 con elementos de vaso de 918.58 μm . Por otro lado, las medidas más pequeñas de la longitud de vaso se reportan para otras especies de *Mackinlaya* con 270 μm y *Meryta* con 305 μm (Oskolski y Lowry, 2000, Oskolski *et al.* 2007). Los otros sitios de *Dendropanax arboreus* muestran medidas intermedias con 551.43 para el sitio 2 y 689.12 para el sitio 3.

Aunque Calrquist (2001) menciona que la familia Araliaceae puede tener los vasos dispuestos en agregados diagonales, nosotros no reconocemos ésta disposición para *D. arboreus*. Barajas-Morales (1997) reporta a *Dendropanax arboreus* con vasos principalmente solitarios y en agregados de 2-3 células. *Meryta* y *Schefflera* también presentan vasos solitarios y en múltiplos de 2-6 (Oskolski *et al.* 2007, Kotina *et al.* 2013). Esto coincide con los datos obtenidos para el sitio 1 que presenta de 2-7 vasos y solitarios y para el sitio 3 que presenta de 2-5 vasos y también solitarios.

En la frecuencia de vasos *Meryta* es de 29 mm^2 a 147 mm^2 y *Schefflera* de 20-40 por mm^2 , es semejante a los datos obtenidos por el sitio 1 (que es de 37 mm^2) y con el sitio 3 (de 81 mm^2). Las especies del sitio 2 tienen una frecuencia de vasos de 347 mm^2 , lo cual no se había reportado en ninguna otra especie de la familia. Esto puede explicarse ya que los especímenes de este sitio se encuentran en un pantano. En la literatura existen

reportes de especies que habitan en zonas pantanosas como *Cosmelia rubra* y *Leupogon assimilis* que presentan 765 y 324 vasos por mm² (Carlquist, 1977). También Lens *et al.* (2003) habla de altas frecuencias en la densidad de vasos, sobre todo en especies de ambientes templado de la familia Epacridaceae e indican que la densidad de vasos muestra una correlación positiva al incrementarse los rangos latitudinales.

En el género *Mackinlaya*, Oskolski y Lowry (2000) reporta punteaduras transicionales y raramente opuestas, de 3-6 µm en diámetro; mientras que en el género *Meryta*, Oskolski *et al.* (2007) reporta punteaduras opuestas y alternadas (a veces escalariformes y transicionales) con un diámetro de 6-8(-9) µm. Kotina *et al.* (2013) al estudiar *Schefflera* dice que las punteaduras de los vasos son areoladas escalariformes a opuestas de 4.0 a 2-9(-11) µm. Con esto se muestra que las punteaduras son variables, en el caso de *D. arboreus* son aeroladas y transicionales, lo cual coincide con los autores anteriormente mencionados; pero en las medidas fueron de 13.35 µm para el sitio 1, de 8.07 µm para el sitio 2, y de 13.97 µm para el sitio 3. Por lo que solo *D. arboreus* del sitio 2 son similares a otros géneros de Araliaceae ya que los sitios 1 y 3 presentan valores superiores.

Barajas-Morales (1997) reporta que *Dendropanax arboreus* posee radios escasos, y multiseriados, mientras que en *Mackinlaya*, *Meryta* y *Schefflera* se reportan radios uniseriados, multiseriados y numerosos en *Mackinlaya* (Oskolski y Lowry 2000, Oskolski *et al.* 2007, Kotina *et al.* 2013). Esto coincide con lo encontrado ya que en *Dendropanax arboreus*, los tres sitios presentan en su mayoría radios multiseriados y algunos solitarios.

En la literatura los géneros de Araliaceae pueden presentar fibras libriformes, fibras septadas y traqueidas vasicentricas (Baraja-Morales, 1997, Oskolski y Lowry, 2000, Carlquist, 2001, Oskolski *et al.*, 2007, Kotina *et al.*, 2013). Las fibras en *Dendropanax arboreus* son de paredes delgadas de 3 µm espesor, lo cual coincide con *Mackinlaya* presenta 3-5 µm, *Meryta* 3-6, *Schefflera* de 1-6 µm y más gruesas en el mismo género de 2.5-11.5 µm, (Baraja-Morales, 1997, Oskolski y Lowry 2000, Oskolski *et al.* 2007, Kotina *et al.* 2013) Por otro lado, en los tres sitios de *D. arboreus* sólo se reconocen fibras septadas. En cuanto a la longitud de las fibras las cuales son más cortas en el sitio 2 con una longitud de 870.85, siendo que en el sitio 1 se presentan con una longitud de 1419.65

μm , mientras que el sitio 3 tiene una medida intermedia de 1042.71 μm . Las medidas del sitio 1 y 3 concuerdan más con las encontradas por Barajas *et al.* (1997) que reporta que *D. arboreus* presenta 1332 μm (1128-1457 μm (± 98)) de longitud.

Otras características de la madera de Araliaceae según Carlquist (2001), es que puede contener drusas, cristales romboidales y canales radiales y raramente engrosamientos helicoidales. Oskolski y Lowry (2000) con *Mackinlaya* reportan depósitos amarillos y cafés contenidos en algunos de los vasos de las dos especies, y también en las cavidades de fibras. Oskolski *et al.* (2007) reportan la presencia de tilides y canales radiales en algunas especies de *Meryta*. También puede haber drusas. Kotina *et al.* (2013) estudiando *Schefflera* apunta que los canales radiales ocurren en radios multiseriados. En el caso de este estudio, *Dendropanax arboreus* no presenta cristales en la madera, solo en floema. Canales radiales en los radios multiseriados de los tres sitios.

Floema

Pocos son los trabajos que existen de floema para Araliaceae. Oskolski *et al.* 2007, reporta que el floema del género de *Meryta* muestra una transición gradual de floema no colapsado a floema colapsado al igual que la población del sitio 2 de *D. arboreus*. Sin embargo en el sitio 1 y el sitio 3 muestran un floema colapsado desde el inicio. Se observó que la presencia de fibras en el floema es desigual en los tres sitios, ya que en el sitio 1 y 3 las fibras están acomodadas en bandas tanto tangenciales como radiales. En el sitio 2 se presentan pocas fibras solitarias. El sitio 1 y 3 tienen esclereidas en el floema colapsado, mientras que el sitio 2 también tiene esclereidas pero están ubicadas debajo de la peridermis.

En *Meryta* se reporta la presencia de drusas y cristales prismáticos en células radiales del parénquima del floema colapsado (Oskolski *et al.* 2007) lo cual coincide con el sitio 1 y 3 pero difiere con el sitio 2 que casi no presenta cristales. Las muestras del sitio 1 de *D. arboreus* presentan canales en el floema. El sitio 2 y 3 no parecen presentar canales, sin embargo el sitio 2 está provisto de algunos taninos color ámbar en el floema secundario.

El cortex de *D. arboreus* está formado de 4-15 células de parénquima; no se observan diferencias entre las tres poblaciones. Sin embargo en el sitio 1 existen esclereidas y en los sitios 2 y 3 la presencia de fibras, donde las fibras del sitio 2 son más gruesas.

En la peridermis *D. arboreus* presenta una felodermis de 1-6 capas lo cual coincide con el género *Meryta*. (Oskolski *et al.* 2007). Sin embargo para este género se reportan cristales prismáticos y drusas en la felodermis; mientras que en *D. arboreus* no lo presenta. En cuanto al suber es semejante entre los sitios de estudio en el número de células.

El análisis de Componentes Principales (Figura 3) nos muestra que cada sitio está bien diferenciado, no se solapan. Los ejemplares de los tres sitios de *Dendropanax arboreus* se encuentran en ambientes diferentes, el sitio 1 en el bosque tropical perennifolio, el sitio 2 en zona de manglar y el sitio 3 en bosque mesófilo de montaña. Los caracteres que separan a los sitios son el grosor de las paredes de los elementos de vasos, la longitud de los elementos de vasos y la longitud de las fibras. Con el fenograma se puede concluir que la población más alejada es la el sitio 1, que se distribuye en el bosque tropical perennifolio, mientras que aunque las poblaciones del sitio 2 y 3 son completamente independientes, están más relacionadas por los caracteres que comparten.

Conclusiones

Las poblaciones de *D. arboreus* son diferentes con base en el análisis de componentes principales y en el fenograma.

Los caracteres que nos ayudan a explicar la separación entre las poblaciones son: el grosor de la pared de los vasos, longitud de elementos de vaso y longitud de las fibras.

La frecuencia de vasos de (347mm²) de *D. arboreus* que presenta la población del sitio 2 es la primera que se reporta para la familia.

La población del sitio 1 es más alejada de los sitios 2 y 3, porque las medidas que presenta son casi siempre mayores que las del sitio 2 y 3.

Se concluye que son especies diferentes.

Referencias Bibliográficas

- Arenas F., Andrés-Hernández R., Terrazas T., Castañeda C. 2012. La madera de cinco especies de *Zanthoxylum* L. (rutaceae) con distribución en México. *Madera y Bosques*. **18**(1): 43-56
- Aguilar-Rodríguez S., Terrazas T. 2001. Anatomía de la madera de *Buddleja* L. (Buddlejaceae): análisis fenético. *Madera y Bosques*. **7**(2):63-85.
- Barajas-Morales J., Ángeles A. y Solís S.P. 1997. Anatomía de las maderas de México: Especies de una Selva Alta Perennifolia. Vol. I. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México, Méx. D. F. 126 p.
- Bentham G. 1867. Araliaceae. In: Bentham G., Hooker J. D. (eds.) *Genera Plantarum*, Vol. 1. A. Black A., W. Pamplin, Lovell Reeve and Co., London, pp. 931–947.
- Berlyn, G.P. and J.P. Miksche. 1976. *Botanical Microtechnique and Cytochemistry*. Ames, Iowa: The Iowa State University Press. 326 pp.
- Carlquist, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: A floristic approach. *Amer. J. Bot.* **64** (7): 887-896.
- Carlquist, S. 2001. *Comparative wood anatomy*. Springer-Verlag, Berlin. 448 p.
- Castillo-Campos G. y Laborde J. 2004. Los Tuxtlas, el paisaje de la sierra. Parte 3. pp. 243. Instituto de Ecología, A.C. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 2011. La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.
- Dirzo R., Aguirre A., y Lopez J. 2009. Diversidad florística de las selvas húmedas en paisajes antropizados. *Investigación ambiental*. **1**(1): 17-22.
- Fiaschi P. 2006. A New species of *Dendropanax* (Araliaceae) from the State of Espírito Santo, Brazil. *Novon* **16**(4): 480-482.
- Figueroa-Esquivel E., Puebla-Olivares F., Eguiarte L., Núñez-Farfán J. 2010. Genetic structure of a bird-dispersed tropical tree (*Dendropanax arboreus*) in a fragmented landscape in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. **81**(3): 789-800.

Gamerro J. y Zuloaga F. 1998. *Dendropranax affinis*, nueva combinación y sinopsis de las Araliaceae argentinas. *Darwiniana*. **35**:163-166.

Gómez-Pompa A., Krömer T. y Castro-Cortés R. 2010. Atlas de la flora de Veracruz, un patrimonio natural en peligro. EDIMPLAS S. A. de C. V. Estado de México.

González E., Dirzo R., Vogt R. 1997. Historia natural de Los Tuxtlas. Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México, Méx.

Hoo, G. and C. J. Tseng. 1965. Contributions to the Araliaceae of China. *Acta Phytotax. Sinica* 10(1): 129–176.

Hutchinson J. 1967. The genera of flowering plants. Vol. 2. Oxford Univ. Press, London.

IAWA Committee. 1989. List of microscopio features for hardwood identification. IAWA Bulletin new series 10:219-332.

Ibarra-Manríquez G., y Cornejo-Tenorio G. 2010. Diversidad de frutos de los árboles del bosque tropical perennifolio de México. *Acta Botanica Mexicana* **90**: 51-104.

Kotina E., Fiaschi P., Plunkett G., y Oskolski A. 2013. Systematic and ecological wood anatomy of neotropical *Schefflera* (Araliaceae), with an emphasis on the *Didymopanax* group. *Botanical Journal of the Linnean Society*. **173**: 452-475.

Kovach, W. 2007. MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.

Lens F., Gasson P., Smets E., Steven J. 2003. Comparative Wood Anatomy of Epacrids (Styphelioideae, Ericaceae s. l.). *Annals of Botany*. **91**:835-856.

Li R., y Wen J. 2013. Phylogeny and biogeography of *Dendropanax* (Araliaceae), an Amphi-Pacific Disjunct Genus between Tropical/Subtropical Asia and the Neotropics. *Systematic Botany*. **38**(2): pp.536-551.

López-Ferrari A. 1993. ARALIACEAE. Flora Del Bajío y De Regiones. Fascículo 20. Depto. Biología, División Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México, D. F.

Nakai, T. 1924. Araliaceae imperii japonici. *Journal of the Arnold Arboretum*. 5: 22–24.

Oskolski A., y Jansen S. 2009. Distribution of scalariform and simple perforation plates within the vessel network in secondary xylem of Araliaceae and its implications for wood evolution. *Plant Systematics & Evolution*. **278**:43-51

Oskolski A., Kotina E., Fomichev I., Tronchet F., y Lowry II P. 2007. Systematic implications of Wood and bark anatomy in the pacific island genus *Meryta* (Araliaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. **153**: 363-379.

Oskolski A., y Lowry II P. 2000. Wood anatomy of *Mackinlaya* and *Apiopetalum* (Araliaceae) and its sistematic implications. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. **87**:171-182

Plunkett G. M., Wen J., y Lowry II P. P. 2004. Intrafamilial classifications and characters in Araliaceae: Insights from the phylogenetic analysis of nuclear (ITS) and plastid (trnL-trnF) sequence data. *Plant Systematics & Evolution*. **245**:1-39

Rangél R., Pérez M., Sánchez S., y Capello S. 2012. Fluctuación poblacional de *Xyleborus Ferrugineus* y *X. affinis* (Coleoptera: Curculionidae) en ecosistemas de Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*. **60** (4): 1577-1588.

Ruzin, E. 1999. Plant Microtechnique and microscopi, Oxford University. New York, pp.322

Rzedowsky J. 2006. Vegetación de México.1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 504

Sneath P.H y R.R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy. The principles and practices of numerical classification. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 573 p.

Sosa V. 1979. Flora de Veracruz. *Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos*. Fascículo 8.

Tseng C.-J., Hoo G. 1982. A new classification scheme for the family Araliaceae. *Acta Phytotax. Sinica* 20: 125–130.

Wen J., Plunkett G. Mitchell A., y Wagstaff S. (2001) The Evolution of Araliaceae: A Phylogenetic Analysis Based on ITS Sequences of Nuclear Ribosomal DNA. *Systematic Botany*. **26** (1):144-167.

Yepes A., Valle J., Jaramillo S., y Orrego S. 2010. Recuperación estructural en bosques sucesionales andinos de Porce (Antioquia, Colombia). *Revista de Biología Tropical*. **58** (1): 427-445.

