



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**DIVERSIDAD DE EPÍFITAS (ARACEAE), EN TRES
AMBIENTES CONTRASTANTES DE UNA SELVA
MEDIANA SUBCADUCIFOLIA EN EL SUR DE
MÉXICO**

Tesis que para obtener el título de Biólogo

P R E S E N T A:

ALONSO BUSTAMANTE ZENDEJAS

Director de tesis: Dr. Eloy Solano Camacho

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMÁTICA
VEGETAL Y SUELO**

Proyecto apoyado por DGAPA-PAPIIT IN 216813



**FES
ZARAGOZA**

México D. F. junio de 2014

DEDICATORIA

A mis padres Irma Graciela Zendejas Tamayo y Porfirio Guadalupe Bustamante Sánchez, por sus enseñanzas, el apoyo incondicional y la plena confianza que depositaron en mí. Gracias a ustedes soy lo que soy.

A mi hermana Paola Bustamante Zendejas, gracias por tu apoyo.

¡LOS AMO!

A Noemi Peñaloza Herrera, por entrar en mi vida y compartir experiencias a mi lado, gracias por este amor y el apoyo.

A los Bustamante y a los Zendejas que siempre estuvieron para ayudarme y brindarme su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por permitirme realizar mis estudios profesionales en una institución de excelencia académica.

A DGAPA-PAPIIT convenio IN 216813. Por el apoyo recibido para la realización de este trabajo.

Al Dr. Eloy Solano Camacho. Por compartir sus conocimientos, así como brindarme el apoyo y paciencia para realizar este trabajo.

Al M. en C. Ramiro Ríos Gómez. Por compartir sus conocimientos y su valiosa colaboración en campo.

Al Dr. Arcadio Monroy Ata, M. en C. Carlos Pérez Malvárez y M. en C. Sonia Rojas Chávez. Por sus sugerencias y observaciones para mejorar este trabajo.

Al Dr. Ezequiel Hernández. Pérez por su ayuda y paciencia en la realización de este trabajo.

A mis compañeros y amigos del herbario, Aminta, Arturo, Pamela, Mario, Gina, Jaime y Miguel por los momentos agradables en FEZA y su ayuda en las colectas.

CONTENIDO

	Págs.
Resumen	
Introducción.....	1
Antecedentes.....	3
Justificación.....	9
Objetivos.....	10
Hipótesis.....	10
Área de estudio.....	11
Métodos.....	13
Resultados.....	17
Discusión.....	25
Conclusiones.....	28
Literatura citada.....	29
Anexo	39

FIGURAS		Págs.
1	Localización del área de estudio.....	12
2	Altura de los forofitos.....	13
3	Curva de acumulación de especies de aráceas epífitas en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México.....	19
4	Análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS), de especies de aráceas epífitas en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México.....	21
5	Distribución vertical de aráceas epífitas en los forofitos de una selva mediana subcaducifolia en el sur de México.....	24

CUADROS

1	Especies y formas de vida de aráceas registradas en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México.....	17
2	Forofitos y diversidad alfa de aráceas en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México.....	18
3	Matriz de similitud de los tres sitios estudiados con aráceas epífitas, en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México.....	20
4	Asociación entre las especies de aráceas epífitas y los forofitos en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México. Los datos mostrados representan los residuales estandarizados de la X^2	23

RESUMEN

Se estudió la diversidad de epífitas de la familia Araceae en tres ambientes contrastantes en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México. Se inventariaron seis especies, *Anthurium schlechtendalii*, *Monstera adansonii*, *Philodendron scandens*, *P. guatemalense*, *Syngonium podophyllum* y *S. neglectum*, y 37 especies de forofitos, distribuidos en 25 familias y 37 géneros. La diversidad de estas plantas, fue diferente entre ambientes ($F=27.89$; $p<0.0001$; $R^2=0.1$). La mayor diversidad alfa se registró en la vegetación riparia, mientras que, en potreros y fragmentos de selva ésta es similar. El diámetro a la altura del pecho ($r=0.42$, $p<0.008$) y la altura de los forofitos ($r=0.38$, $p<0.008$) tienen una correlación positiva con la diversidad alfa. La distancia al río presentó efectos significativos sobre la diversidad alfa ($F=7.53$; $gl.14$; $p<0.017$; $r^2=0.36$). La diversidad beta entre sitios es diferente ($F=11.04$; $p<0.005$; $r^2=0.45$). La vegetación riparia presenta el mayor recambio de especies. La asociación de las aráceas epífitas con las especies de forofitos, en general es neutral. Por lo que se refiere a la distribución vertical, en su mayoría se establecen desde la zona I que parte de la base del tronco y hasta la zona III, área que se caracteriza por presentar ramificaciones secundarias principalmente. Los ambientes riparios y las áreas de selva influenciadas por el río, son sitios con mayor diversidad alfa, las áreas alejadas de éste contribuyen a la riqueza general con distintas especies. Por lo tanto, la heterogeneidad ambiental afecta la diversidad de especies de aráceas y las fuentes de humedad incrementan la diversidad de este grupo de plantas.

INTRODUCCIÓN

México ocupa una superficie de casi dos millones de km² y está considerado como un país megadiverso, ya que contiene entre el 10 y el 12% de la biota mundial (Mittermeier, 1988), y se reconoce como el quinto país más biodiverso del mundo, únicamente superado por Brasil, Colombia, China y Sudáfrica (Villaseñor, 2003). Su cobertura vegetal es una de las más variadas de la Tierra, pues en su territorio están representados prácticamente todos los grandes biomas que se han descrito en el planeta (Rzedowski, 2006). Esta alta biodiversidad se relaciona con la compleja historia geológica de su territorio, la diversidad de climas y suelos, la agreste topografía y la transición de dos reinos biogeográficos, el Neártico y el Neotropical (González, 2004).

Dentro de la biodiversidad vegetal de México se encuentran las monocotiledóneas, respecto a éstas, recientemente se han realizado estudios e inventarios florísticos que indican que en el territorio nacional prosperan 4562 especies silvestres, agrupadas en 576 géneros y 46 familias; de estas especies, 2010 son endémicas de México (Espejo, 2012). En las monocotiledóneas destacan las aráceas, las cuales contribuyen significativamente a la fisonomía y biomasa de algunas comunidades vegetales en los trópicos húmedos, especialmente en los bosques tropicales lluviosos y los bosques de niebla, y en menor abundancia se desarrollan en zonas templadas con inviernos marcados o en sitios con prolongados períodos de sequía y calor intenso.

Esta familia tiene importancia biológica, ya que sus representantes epífitos juegan un papel importante en la productividad primaria, captación de agua y reciclaje de nutrientes (Nadkarmi *et al.*, 2004). Asimismo, aumentan la complejidad

estructural del dosel y proveen recursos adicionales para la fauna (Nadkarni y Matelson, 1989). Su importancia económica se debe a que muchas de las aráceas se usan como plantas ornamentales, entre ellas, especies de los géneros *Anthurium*, *Monstera*, *Spathiphyllum* y *Zantedechia*, y la mayoría de las especies silvestres tienen potencial ornamental. Con esta base, es importante inventariar las especies de aráceas en las selvas tropicales subcaducifolias, y analizar en qué ambientes perturbados se localiza la más alta diversidad, así como analizar su distribución tanto horizontal como vertical. Los resultados obtenidos serán útiles para realizar programas de conservación. Asimismo, este estudio contribuye al inventario florístico de México en general y en particular del estado de Oaxaca, uno de los más biodiversos del país.

ANTECEDENTES

Los miembros de la familia Araceae son plantas terrestres, dioicas o monoicas, frecuentemente hemiepífitas o epífitas, generalmente glabras, acaulescentes o con tallos erectos o escandentes, usualmente con raíces aéreas, aunque también presentan raíces subterráneas, tuberosas. Hojas pecioladas, enteras, lobadas o partidas, los pecíolos envainadores al menos en las bases, hojas reducidas o catafilos frecuentemente presentes en los tallos. Inflorescencias en espádice, una a numerosas por axila, o bien, terminales, flores pequeñas de ser unisexuales, las pistiladas en la parte proximal, las estaminadas en la distal, el espádice con una espata foliácea subyacente, libre o rara vez fusionada, convoluta o no en la base, a veces cerrándose sobre el espádice después de la antesis, persistente o decidua en el fruto; perianto ausente o formado por 4 a 6 segmentos libres o connados; estambres uno a muchos, libres o fusionados en un sinandro; ovario súpero, uni a multilocular, estilo ausente o presente, alargado, óvulos 1 o más en cada lóculo. Fruto una baya, éstas libres o frecuentemente connadas, con una a muchas semillas; éstas con endospermo generalmente abundante y carnososo, rara vez ausente (Croat y Carlsen, 2003).

Según Mayo *et al.* (1997), las aráceas que crecen y se desarrollan sobre forofitos, se clasifican como epífitas y hemiepífitas. Las epífitas son plantas que se establecen sobre las ramas de los árboles y no mantienen ningún tipo de conexión con el suelo, mientras que, las hemiepífitas se dividen en primarias y secundarias, las primeras inician su desarrollo sobre las ramas y posteriormente entran en contacto con el suelo, las secundarias se establecen primero en el suelo y luego se sostienen en los árboles.

Entre las epífitas verdaderas se encuentran los géneros *Arophyton*, *Anthurium*, *Stenospermation*, *Remusatia* y *Philodendron*. En las hemiepífitas se pueden mencionar los géneros *Monstera*, *Rhodospatha* y *Philodendron* (aunque este género también contiene especies epífitas).

La familia Araceae se distribuye en las regiones tropicales y subtropicales, así como en las templadas del hemisferio norte (Croat, 1998; Croat y Carlsen, 2003), desde el nivel del mar hasta los 4500 m (Mayo *et al.*, 1997). Son más diversas y abundantes en los trópicos húmedos, de hecho pocos géneros habitan regiones templadas (Boyce y Wong, 2012). La familia presenta una mayor diversidad de especies en Asia y América tropical (Croat, 1998), con el 90% de los géneros y el 95% de las especies restringidas a los trópicos (Boyce y Wong, 2012).

De acuerdo con Croat (1979), Grayum (1990) y Mayo (1993), la familia Araceae se concentra en las zonas tropicales de América, África, Madagascar, el sudeste de Asia y Australia. Algunos géneros como *Pistia* tiene repartición pantropical y *Calla* circumboreal en el hemisferio norte, llegando hasta la zona subártica en el norte de Escandinavia. Otros géneros como *Gymnostachys* y *Lazarum*, se distribuyen únicamente en Australia.

La familia Araceae comprende alrededor de 118 géneros y unas 3500 especies (Boyce y Croat, 2011). En México, por la costa del Pacífico, esta familia se distribuye desde el noroeste en el estado de Sinaloa hacia el sur, y en el noreste desde el estado de Tamaulipas hacia Quintana Roo, a lo largo de la costa del Golfo de México (Bunting, 1965; Espejo y López-Ferrari, 1993).

De acuerdo con Espejo y López-Ferrari (1993) y Espejo (2012), en México existen entre 121 y 127 especies de aráceas, distribuidas en 18 géneros, donde destacan por su número de especies *Anthurium*, *Philodendron* y *Monstera*. Los géneros con mayor número de especies endémicas en México son *Anthurium* con 26 y *Philodendron* con siete (Croat, 1983, 1986, 1997; Espejo, 2012).

Croat y Carlsen (2003) inventariaron las especies presentes en los estados de Guanajuato, Querétaro y Michoacán, registrando 18 especies distribuidas en siete géneros, de igual manera, Ceja-Romero *et al.* (2010), en el estado de Hidalgo documentaron dos géneros, *Monstera* y *Syngonium*, con una especie cada uno.

El estado de Veracruz contiene alrededor del 50% de las especies mexicanas de aráceas (Sosa y Gómez-Pompa, 1994; Acebey y Krömer, 2008), de las cuales alrededor del 65% (34 especies, cinco endémicas), se localizan en la región sureste de Los Tuxtlas, donde destacan por su elevado número de especies los géneros *Anthurium*, *Monstera*, *Philodendron* y *Syngonium* (Acebey y Krömer, 2008). Guevara *et al.* (1994) inventariaron diez especies y seis géneros de aráceas en los potreros de Los Tuxtlas, Veracruz. En el estado de Tabasco Díaz-Jiménez (2006) realizó estudios en el desarrollo ecoturístico Kolem jaa', donde reconoció 20 especies distribuidas en ocho géneros.

García-Mendoza y Meave (2011) para el estado de Oaxaca registraron diez géneros y 83 especies, de éstas, siete son propias de esta entidad, estos resultados se basan en los trabajos florísticos de Salas-Morales *et al.* (2003) quienes en la región de Zimatán, registraron cuatro géneros, *Anthurium*, *Philodendron*, *Pistia* y *Xanthosoma*; Rivera-Hernández *et al.* (2009) en Santiago

Laollaga, mencionó sólo tres géneros *Anthurium*, *Philodendron* y *Xanthosoma*; Meave del Castillo y Pérez (2000) en la zona de Nizanda encontraron cuatro géneros, *Anthurium*, *Philodendron*, *Syngonium* y *Xanthosoma*; Solano (1990) en el municipio de Putla observó *Anthurium*, *Spathiphyllum*, *Syngonium*, *Xanthosoma* y *Zantedeschia*.

Los estudios etnobotánicos realizados en varias zonas del estado de Oaxaca, también han sido de gran importancia para tener un conocimiento más amplio sobre la diversidad de la familia Araceae, en este contexto, Manzanero *et al.* (2009) en San Miguel Talea de Castro, en un estudio de huertos familiares zapotecos, registraron una especie *Xanthosoma robustum*, Naranjo (2012) en San Andrés Chicahuaxtla, observó *Anthurium tetragonum* y *Xanthosoma robustum*, mientras que, García (2010) en el distrito de Putla, reconoció las especies *Caladium bicolor*, *Dieffenbachia seguine*, *Monstera adansonii*, *Spathiphyllum patinii*, *Syngonium podophyllum*, *Xanthosoma violaceum* y *Zantedeschia aethiopica*.

Pocos estudios se han realizado sobre la ecología de aráceas epífitas, y se enfocan al análisis de la diversidad y distribución vertical y horizontal en y entre forofitos. En este sentido, en Malasia, Yuszrin *et al.* (2013), indican que la distribución de las aráceas se debe a características geomorfológicas que generan microambientes favorables, mientras que Mojiol *et al.* (2009), mencionan que el establecimiento y distribución de las epífitas vasculares, incluidas las aráceas, se ve favorecido por el diámetro de los árboles. En África, Johansson (1974) y Zapfack y Engwald (2008) realizaron estudios de epífitas vasculares, en estos se incluyen a las aráceas, señalan que al ser generalmente hemiepífitas su

distribución vertical se concentra en la base de los troncos. Otros estudios se han realizado en la región Neotropical, por ejemplo, Krömer *et al.* (2007) analizaron los patrones de diversidad para Bolivia, donde la diversidad horizontal de las aráceas disminuye hacia bosques montanos de los andes, y se incrementa en las áreas bajas con mayor humedad; en Brasil, Theodoor y Michel (2010) y Costa y Goncalves (2014), señalaron que la diversidad vertical de las aráceas se concentra en zonas bajas del forofito, esto debido a un mayor número especies son hemiepífitas; en Ecuador, Leimbeck y Balslev (2001) refieren que las condiciones de humedad y suelo influyen en la distribución vertical de las aráceas hemiepífitas, mientras que, Köster *et al.* (2011), describieron cómo el tamaño y estructura de los árboles influye en la diversidad vertical de epífitas, y cómo la deforestación reduce su diversidad horizontal; Arévalo y Betancur (2004) y Ter Steege y Cornelissen (1989) realizaron estudios en Colombia, concluyeron que la riqueza y diversidad se ve favorecida por la intensidad lumínica y la humedad, estas condiciones propician el establecimiento de las aráceas epífitas; Meyer y Zotz (2004) en Panamá, realizaron estudios sobre la distribución vertical, registraron que la altura a la que se encuentran las aráceas está en función del contacto de la raíz con el suelo; para México Flores-Palacios (2003), Hietz y Hietz-Seifert (1995), Flores-Palacios y García-Franco (2008), Acebey y Krömer (2008), Martínez-Meléndez *et al.* (2008) concuerdan en que la riqueza y distribución tanto vertical como horizontal, se ve favorecida por factores microclimáticos como, humedad y radiación solar, y decrece con la fragmentación de sus hábitats.

Estos estudios revelan que la principal amenaza para la supervivencia a largo plazo de las aráceas, es la pérdida y la disminución de sus hábitats (Mayo *et*

al., 1997). Las regiones de las selvas tropicales donde se distribuyen las aráceas se encuentran perturbadas por tala inmoderada, e inadecuada explotación de recursos forestales (Anónimo, 2010). Esta destrucción a ritmo acelerado provoca procesos de fragmentación, los cuales incluyen la pérdida y reducción del hábitat, alteración del microclima y aislamiento, es decir, cambios físicos y fisonómicos tanto al interior como en los alrededores de los fragmentos (Fahrig, 2003; Villavicencio *et al.*, 2006). Estos cambios alteran la incidencia del viento, la radiación solar y la humedad, que influyen sobre los fragmentos remanentes y alteran la diversidad y riqueza de epífitas (Kapos *et al.*, 1997; Saunders *et al.*, 1991). Estas modificaciones microambientales pueden tener un impacto significativo sobre el establecimiento y composición de las aráceas, ya que éstas tienen adaptaciones a hábitats muy específicos, y la alteración de éstos influye en su establecimiento (Mayo *et al.*, 1997).

JUSTIFICACIÓN

La diversidad y riqueza de la familia Araceae están siendo modificadas por el cambio de uso del suelo, que ha fragmentado el paisaje. Por lo tanto, es importante inventariar las especies de aráceas en las selvas tropicales subcaducifolias y analizar en qué ambientes perturbados se localiza la más alta diversidad. Los resultados obtenidos serán de utilidad para realizar programas de conservación. Además, esta familia tiene importancia biológica y económica, debido a que muchas de las aráceas se usan como plantas ornamentales, entre ellas, especies de los géneros *Anthurium*, *Monstera*, *Spathiphyllum* y *Zantedechia*, y la mayoría de las especies silvestres tienen potencial ornamental. Por otra parte, este estudio contribuye al inventario florístico de México en general, y en particular del estado de Oaxaca, uno de los más biodiversos del país.

HIPÓTESIS

La riqueza y diversidad de aráceas epífitas será diferente en los tres ambientes analizados, vegetación riparia, potreros y fragmentos de selva, y se correlacionará positivamente con su proximidad a fuentes de humedad. Por lo tanto, los forofitos de selva mediana subcaducifolia ubicados a la vega de los ríos y arroyos, registrarán una mayor diversidad alfa.

OBJETIVOS

GENERAL

Analizar la riqueza y diversidad de aráceas en tres ambientes contrastantes de una selva mediana subcaducifolia: vegetación riparia, potreros y fragmentos de selva.

PARTICULARES

Catalogar las especies de aráceas en tres ambientes contrastantes de selva mediana subcaducifolia.

Analizar los patrones de riqueza y diversidad de las aráceas epífitas, tanto vertical como horizontalmente en los tres ambientes indicados.

Estudiar si la proximidad a los ríos influye sobre la riqueza y diversidad de estas plantas.

ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en el distrito de Putla, Oaxaca. Este se localiza en el suroeste del estado, sobre la Sierra Madre del Sur, aproximadamente entre los 16° 41' 01" y 17° 08' 18" de latitud norte y 97° 04' 09" y 98° 11' 03" de longitud oeste, con una altitud que va desde los 620 a los 2700 m (Anónimo, 1980a). En cuanto a su geología predominan rocas metamórficas, principalmente gneis y esquistos, pertenecientes al Precámbrico, con una porción en los límites con el estado de Guerrero donde se encuentran rocas ígneas intrusivas, ácidas, de la Era Paleozoica (Anónimo, 1980b).

La cabecera de distrito se encuentra enclavada en un valle con lomeríos altos de laderas convexas, rodeadas por sierras altas escarpadas, en ellas se forman una serie de pequeñas cuencas que dan origen a tres ríos permanentes, Copala, la Cuchara y Purificación, además de una gran cantidad de pequeños arroyos intermitentes. Estos ríos recorren la cabecera del distrito con dirección noreste-sureste, y se unen hacia el sur para formar el Río Grande, que se incorpora al Río Sordo, principal tributario del Río Verde que desemboca en la vertiente del Océano Pacífico, al noreste de la Bahía de Chacahua (Anónimo, 1980c).

Se registra un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano del tipo Aw, con una precipitación media anual de 2476mm (1990-2002) y temperatura media anual de 24.3 °C (1990-2002) respectivamente, una época seca desde finales de octubre a principios de abril (Solano, 1990). Predominan fluvisoles eutrícos, formados por depósitos aluviales recientes, constituidos por material suelto, poco desarrollados, con textura limosa; regosoles eutrícos con textura arenosa,

luvisoles crómicos típicos de zonas tropicales lluviosas, moderadamente ácidos muy susceptibles a la erosión, con textura limosa; cambisoles crómicos y eutrícos poco desarrollados, con susceptibilidad a la erosión de moderada a alta y de textura limosa (Anónimo, 1980d). La selva mediana subcaducifolia es típica de esta región, sobre todo donde la insolación disminuye y la humedad aumenta. Entre sus componentes florísticos predominan las siguientes especies: *Andira inermis*, *Bursera simaruba*, *Calophyllum brasiliense*, *Hymenaea courbaril*, *Ficus insipida*, *Inga spuria*, *Inga jinicuil* y *Homalium racemosum*, entre otros (Solano, 1990).

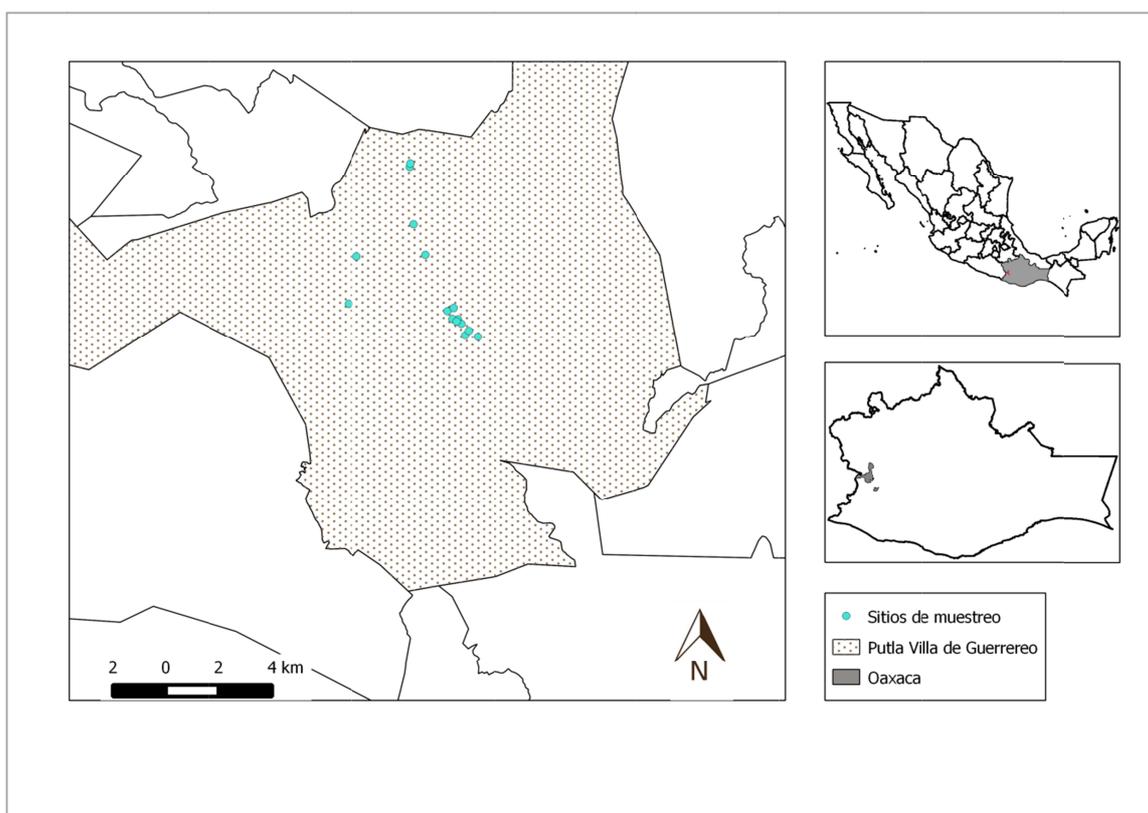


Figura 1. Localización del área de estudio.
Los puntos en azul representan los sitios de estudio.

MÉTODOS

Colecta de datos.

Durante un año se realizaron salidas mensuales a la zona de estudio, donde se colectaron y muestrearon especímenes de aráceas. En los fragmentos de selva se realizaron tres cuadrantes de 20x20 m (0.1 ha), en los potreros y en la vegetación riparia se trazaron seis transectos de 2x100 m, respectivamente. En cada transecto y cuadrante se registraron las especies de forofitos con un DAP ≥ 20 cm. Se registró la altura de los forofitos con un clinómetro, marca BRUNTON, modelo CM360LA, mediante la siguiente fórmula:

$$y = x(\tan \alpha) + z$$

Dónde:

y= altura

x= distancia al árbol (10 m)

α = ángulo del punto inicial a la copa

z= altura del punto conocido

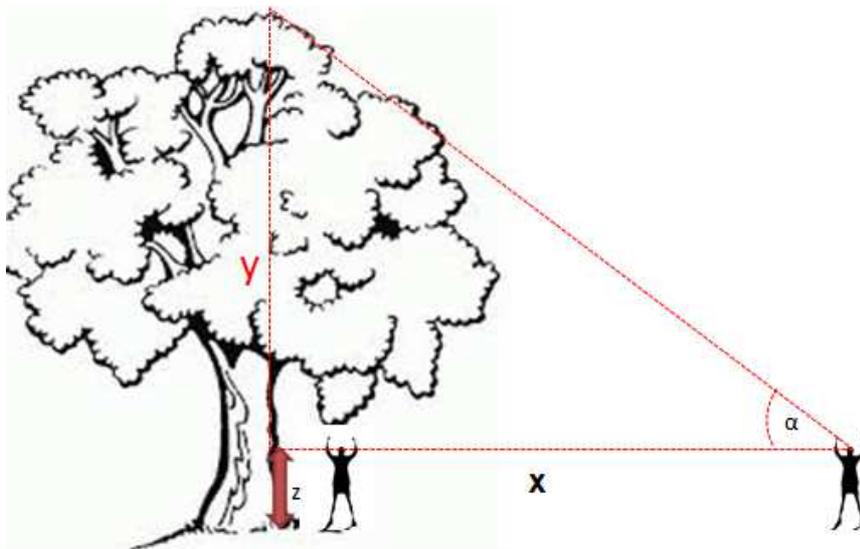


Figura 2. Altura de los forofitos.

Se cuantificó el número de individuos por especie en cada forofito, en el caso de que éstos formaran colonias, de acuerdo con Sanford (1968), se registraron como un individuo. Para completar el registro de las especies de aráceas, en algunos casos se realizó el ascenso a los forofitos mediante la técnica de una sola cuerda (Barker, 1997; Barker y Sutton 1997), combinada con la observación a través de binoculares desde el suelo (Gradstein *et al.*, 2003; Krömer *et al.*, 2007). Las especies de aráceas que no fueron identificadas en campo, se recolectaron y herborizaron con la metodología convencional (Chiang y Lot, 1986), para su posterior determinación taxonómica con literatura especializada, y se cotejaron en los herbarios de FEZA y MEXU, así como en herbarios virtuales. La correcta ortografía de los nombres científicos se revisó en el Índice Internacional de Nombres de Plantas (IPNI, por sus siglas en inglés, <http://www.ipni.org/>) y en la base Tropicos® (<http://www.tropicos.org/>) del Missouri Botanical Garden.

Análisis de datos.

Para evaluar el esfuerzo de muestreo se comparó la riqueza observada con la estimada, mediante la función de acumulación de especies de Clench (Michleis-Menten richness estimator). El orden de entrada de las unidades de esfuerzo de muestreo (número de forofitos por fragmento) y el número de especies observado fue aleatorizado 500 veces, usando el programa EstimateS 6.0 (Colwell, 2000), con intervalos de confianza del 95%. Para cada fragmento se ajustaron las funciones “a” y “b”, donde, “a” es la tasa de incremento de nuevas especies al inicio del inventario, y “b” se relaciona con la forma de la curva. El ajuste de estas funciones se realizó mediante una estimación no lineal, con el algoritmo de Quasi-

Newton del programa Statistica 7.0. La asíntota de la curva, es decir, el número total de especies predicho por ella, fue calculado mediante el cociente a/b con el modelo de Clench. El esfuerzo de muestreo se cuantificó mediante la ecuación, $Nq=q/[b(1-q)]$, donde Nq representa el esfuerzo de muestreo, “ q ” el número de especies observado y “ b ” se relaciona con la forma de la curva.

Se calculó la diversidad alfa puntual para cada forofito, que representa el número de especies de aráceas epífitas en cada uno de ellos. Para establecer si existe diferencia significativa de esta diversidad entre forofitos, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA), utilizando como covariables el DAP de los árboles y su altura. La falta de homocedasticidad en la riqueza específica (S) de cada árbol, se resolvió mediante su transformación con la fórmula $\sqrt{(S + 1)}$ (Zar, 1996). Las diferencias entre los sitios de la diversidad alfa de aráceas epífitas, se cuantifico mediante un análisis de varianza (ANOVA) con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

Para cuantificar la diversidad beta puntual entre los forofitos de cada transecto, se calculó la disimilitud entre pares de árboles, mediante el recíproco del índice de similitud de Bray-Curtis (1-B), con base en la abundancia de especies de aráceas epífitas. Según Flores-Palacios y García-Franco (2008), se usa el recíproco de este índice, ya que la diversidad beta expresa el recambio de especies. Para establecer las diferencias entre la composición de especies de aráceas entre los forofitos, a los valores de disimilitud obtenidos se les aplicó un análisis de similitudes (ANOSIM), mediante el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

Para la comparación de la diversidad beta de aráceas entre sitios, se elaboró una matriz de similitud con el índice de Jaccard (Ij), y se ordenó cada fragmento con un análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS, Gauch, 1982). El número de dimensiones de la ordenación se calculó a partir del menor valor de estrés con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

Para determinar la preferencia de forofitos de las especies epífitas, se construyó una cuadro de contingencia de seis filas (especies de aráceas) y 39 columnas (forofitos), muestreando la frecuencia de las aráceas observadas en cada forofito. Con una prueba de χ^2 se determinó el tipo de asociación que presentan las aráceas con los forofitos, mediante el programa XLSTATST. El número de individuos fue considerado como las frecuencias teóricas en el análisis de χ^2 . Cuando este análisis fue significativo, se aplicó un análisis de residuos estandarizados. Se consideró que había preferencia, cuando un valor residual estandarizado era ≥ 2 , con una abundancia más alta que la esperada; limitante si el valor residual es ≤ -2 , con una abundancia observada de epífitas más baja que la esperada; y neutral si se registraban valores intermedios, con una abundancia similar entre la observada y la esperada.

Se cuantificó finalmente la frecuencia de las aráceas epífitas desde la base del tronco hasta el exterior de la copa, dividiendo cada forofito en cinco zonas verticales, con base en las categorías de Johansson (1974): zona I (ZI) corresponde a la parte basal del tronco (0-3 m), zona II (ZII), desde los 3 m hasta la primera ramificación, la zona III (ZIII) inicia en la primera ramificación hasta las ramificaciones secundarias, la zona IV (ZIV) incluye las ramificaciones secundarias y terciarias y la zona V (ZV) es la parte externa de la copa del forofito.

RESULTADOS

Se registraron seis especies de la familia Araceae, distribuidas en cuatro géneros (Cuadro 1). En cuanto a las formas de vida, de acuerdo con Mayo *et al.* (1997), *Anthurium schlechtendalii*, es una epífita, mientras que el resto de las especies son hemiepífitas secundarias (Cuadro 1). La mayoría de las aráceas se encuentran presentes en todos los ambientes, solo *Anthurium schlechtendalii*, se registró únicamente a la vega de los ríos. En cuanto a los forofitos, de acuerdo con la clasificación de APG III (2009), se registraron 37 especies de árboles, distribuidas en 25 familias (Cuadro 2).

Cuadro 1. Especies y formas de vida de aráceas registradas en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México.

ESPECIES	FORMAS DE VIDA
<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth	E
<i>Monstera adansonii</i> Schott	H
<i>Philodendron scandens</i> K. Koch & Sello	H
<i>P. guatemalense</i> Engl.	H
<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	H
<i>S. neglectum</i> Schott	H

E=Epífita, H=Hemiepífita.

Cuadro 2. Forofitos y diversidad alfa de aráceas en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México.

Familia	Especie	DAP (cm) Media	Altura (m) Media	Número de Individuos (forofitos)	Riqueza de especies Araceae	Número de individuos (Araceae)
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	54.1±25	15.8±4.8	16	5	92
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	23.7±3.4	6.2±0.8	7	2	31
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	35.5±16	8.4±4.5	7	3	44
Bignoniaceae	<i>Godmania aesculifolia</i> (Kunth) Standl.	33.2±9.6	7.6±0.5	5	3	36
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) A. DC.	30.6±15	9.6±2.5	3	1	5
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	37±12.2	9±3.6	18	4	80
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	22±0	11±0	1	2	11
Chrysobalanaceae	<i>Couepia polyandra</i> (Kunth) Rose	32±5.6	7±1.4	2	2	13
	<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	42.7±9.6	17.1±3.9	7	5	65
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i> DC.	22.6±3.8	5.7±1.5	9	2	30
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	37±15.5	7.5±0.7	2	1	12
Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i> Jacq.	47.5±20.2	14.3±4.8	4	4	38
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	76±37.4	19.6±7.9	13	5	139
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	44±0	16.8±0	1	2	16
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	148.2±187	12±6.8	15	4	230
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	53.3±45.6	13.3±6.4	39	6	348
	<i>Inga spuria</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	44.7±14.5	21.1±7.16	14	3	92
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.	48±4.2	15.2±1	2	2	4
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J. Bergius) Rusby	70.5±30.9	15.5±6.9	12	4	92
Lauraceae	<i>Ocotea veraguensis</i> (Meisn.) Mez	45.5±26.1	13.5±3.1	7	5	41
Lythraceae	<i>Lafoensia puniceifolia</i> DC.	43.8±16	16.6±3.2	6	2	12
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	34±12.7	11.8±2.6	2	2	25
Melastomataceae	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	20.5±0.7	9±0.7	2	1	7
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	25.5±7.7	10.5±6.3	2	0	0
	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	37.7±10	12.7±2.3	4	2	15
Moraceae	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	47.7±18	17.5±4.6	4	3	33
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	40.2±15	9.5±3.8	4	4	49
Myrtaceae	<i>Eugenia jambos</i> L.	74±0	20±0	1	0	0
	<i>Psidium guajava</i> L.	32.5±17.6	10.7±8.13	2	1	1
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	28±0	9±0	1	0	0
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	54.1±15.4	12.6±3.2	6	2	27
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	46±0	8±0	1	2	10
Salicaceae	<i>Casearia arguta</i> Kunth	51.8±40.5	14.8±4.8	7	5	100
	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	31±0	8±0	1	1	2
Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i> Sw.	75±32.9	19.7±2.7	6	5	108
	<i>Sapindus saponaria</i> L.	46.1±26	12.3±2.9	6	3	47
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	36.5±12	5.5±0.7	2	2	31

De acuerdo con el modelo de Clench, la curva correspondiente a las especies observadas, está muy próxima a las estimadas, por lo tanto, el esfuerzo de recolecta es satisfactorio ($r^2=0.99$). El modelo indica que se recolectaron el 89% de las especies (Figura 3).

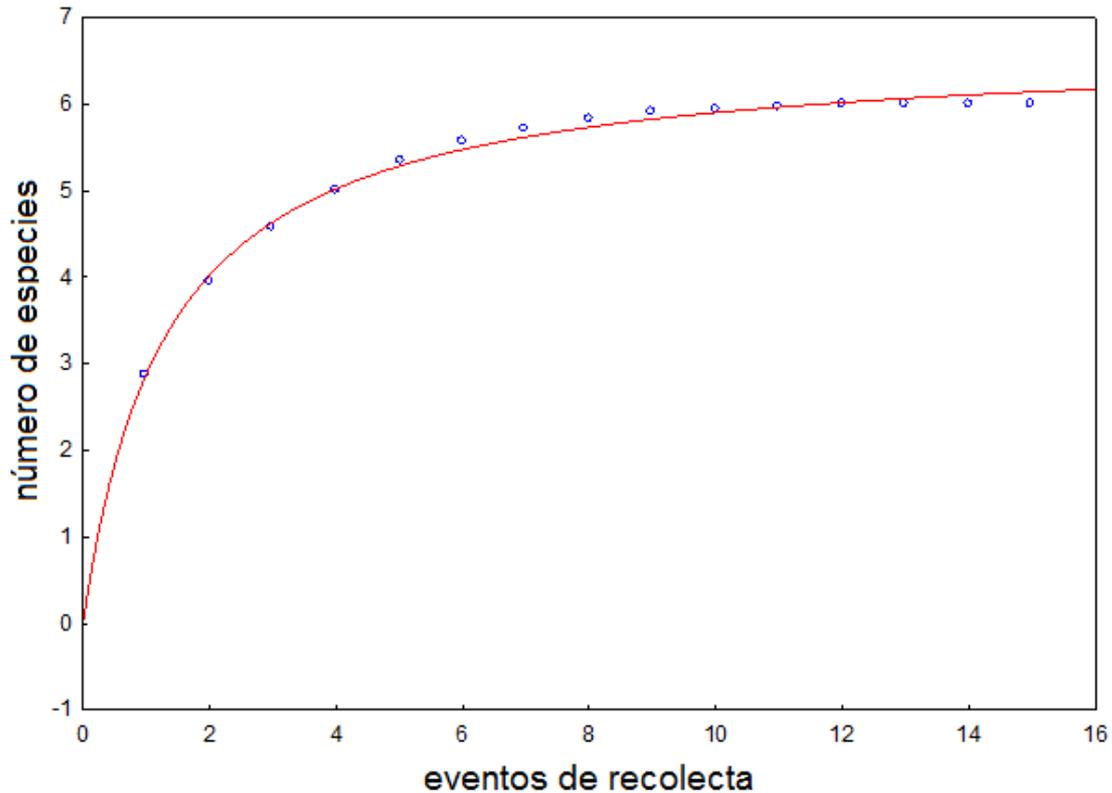


Figura 3. Curva de acumulación de especies de aráceas epífitas en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México.

La diversidad alfa de las aráceas epífitas fue significativamente diferente entre los sitios ($F=27.89$; $P<0.0001$; $R^2=0.1$). La mayor diversidad alfa se registró en la vegetación riparia, mientras que, en los potreros y los fragmentos de selva, la diversidad alfa es similar. El DAP y la altura de los forofitos mostró tener un efecto significativo con respecto a la diversidad alfa ($F=46.33$; $p<0.001$) y se correlacionan positivamente ($r=0.42$, $p<0.008$; $r=0.38$, $p<0.008$, respectivamente).

En cuanto a la diversidad beta, ésta fue significativamente diferente ($F=11.04$; $p < 0.005$; $r^2= 0.45$). La mayor diversidad beta se registró en la vegetación riparia, mientras que, los otros dos sitios mantienen una diversidad beta baja. En general, los sitios contienen especies epífitas de Araceae diferentes y la similitud promedio es de $0.40 (\pm 0.13)$ (Cuadro 3).

Cuadro 3. Matriz de similitud de los tres sitios estudiados con aráceas epífitas, en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México. Fragmentos de selva (F), potreros (P) y Vegetación riparia (R).

	F1	F2	F3	R1	R2	R3	R4	R5	R6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
F1	1.00	0.23	0.48	0.33	0.17	0.14	0.11	0.11	0.14	0.33	0.44	0.36	0.00	0.14	0.62
F2		1.00	0.52	0.47	0.60	0.25	0.55	0.59	0.66	0.55	0.21	0.50	0.00	0.68	0.10
F3			1.00	0.65	0.45	0.36	0.30	0.27	0.37	0.76	0.50	0.78	0.00	0.38	0.31
R1				1.00	0.64	0.52	0.44	0.46	0.42	0.58	0.28	0.59	0.00	0.32	0.18
R2					1.00	0.47	0.72	0.56	0.72	0.62	0.39	0.59	0.00	0.58	0.10
R3						1.00	0.59	0.53	0.33	0.32	0.18	0.32	0.00	0.22	0.08
R4							1.00	0.76	0.67	0.44	0.33	0.43	0.00	0.71	0.06
R5								1.00	0.64	0.31	0.11	0.29	0.00	0.56	0.05
R6									1.00	0.45	0.24	0.42	0.00	0.75	0.08
P1										1.00	0.68	0.96	0.00	0.56	0.20
P2											1.00	0.71	0.00	0.42	0.28
P3												1.00	0.00	0.54	0.21
P4													1.00	0.00	0.00
P5														1.00	0.08
P6															1.00

La ordenación de los sitios mediante un análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS), solo requirió de dos dimensiones (estrés=0.171) la dimensión uno es independiente de la distancia a los ríos ($r^2=0.18$; $p<0.11$), mientras que, la dimensión dos se correlaciona positivamente con la distancia a los ríos ($r^2=0.37$; $p<0.01$) (Figura 4).

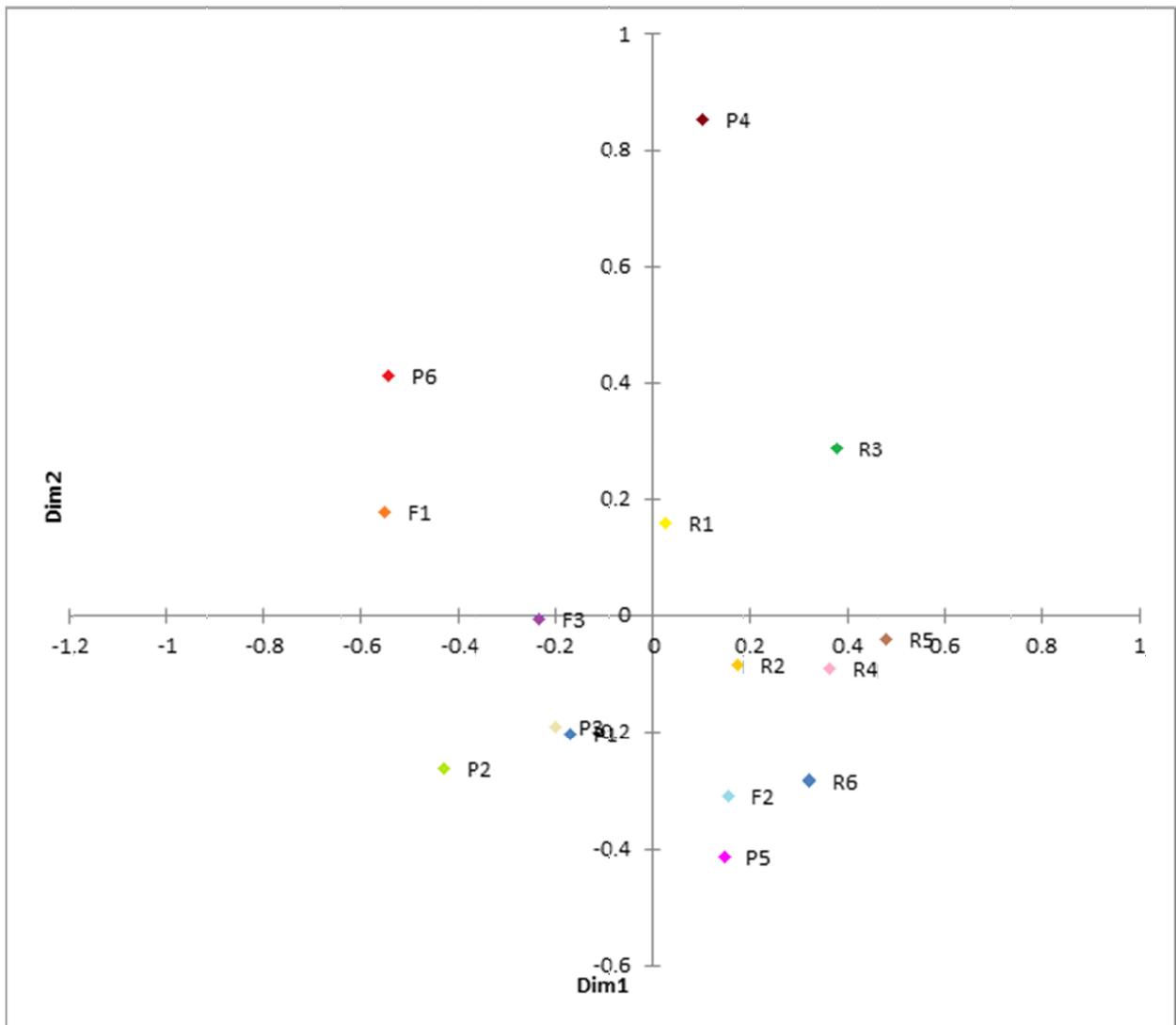


Figura 4. Análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS), de especies de aráceas epífitas en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México. Fragmentos de selva (F), potreros (P) y vegetación riparia (R).

El análisis de regresión lineal múltiple ($F=7.53$; gl. 14; $p<0.017$; $r^2=0.36$) indica que hay relación positiva entre la diversidad alfa y la distancia al río, a menor distancia, mayor diversidad alfa. No hay relación entre el número de individuos ($F=2.4$; gl. 14; $p<0.14$) y la distancia al río.

Con respecto a los valores obtenidos de los residuales estandarizados de la χ^2 , para conocer el grado de asociación entre las especies de aráceas epífitas y los forofitos, *Anthurium schlechtendalii* tiene preferencia por *Andira inermis*, *Coccoloba barbadensis* y *Couepia poliandra*. *Monstera adansonii* muestra preferencia hacia *Trophis racemosa*, y *Philodendron guatemalense* prefiere a *Couepia poliandra*, todas estas especies de aráceas mantienen una asociación neutral con el resto de los forofitos registrados. *Philodendron scandens* muestra preferencia por *Hymenaea courbaril*, una asociación limitante con *Bursera simaruba* y con el resto de los forofitos su asociación es neutral; *Syngonium podophyllum* prefiere a *Annona muricata* y *Gliricidia sepium*, mientras que, con *Hymenaea courbaril* es limitante, con el resto de los forofitos tiene una asociación neutral, y *Syngonium neglectum* mantiene una asociación neutral con todos los forofitos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Asociación entre las especies de aráceas epífitas y los forofitos en una selva mediana subcaducifolia en el sur de México. Los datos mostrados representan los residuales estandarizados de la X^2 .

Especie forofito	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	<i>Monstera adansonii</i>	<i>Philodendron guatemalense</i>	<i>P. scandens</i>	<i>Syngonium podophyllum</i>	<i>S. neglectum</i>
<i>Andira inermis</i>	2.82	-0.62	-0.9	0.28	-0.87	0.93
<i>Annona muricata</i>	-0.22	-0.79	-0.31	-0.63	2.09	-0.5
<i>Azadirachta indica</i>	-0.12	-0.46	-0.18	0.97	-0.49	-0.29
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	-0.12	-0.46	-0.18	0.97	-0.49	-0.29
<i>Bursera simaruba</i>	-0.53	0.72	-0.75	-2.36	1.72	1.59
<i>Calophyllum brasiliense</i>	-0.46	1.33	0.99	-0.95	-0.36	0.01
<i>Casearia arguta</i>	-0.28	0.17	-0.4	0.39	0.04	-0.65
<i>Cecropia obtusifolia</i>	-0.33	-1.22	-0.48	0.31	0.63	0.67
<i>Citrus sinensis</i>	-0.36	-1.3	-0.51	0.64	1.32	-0.82
<i>Clethra mexicana</i>	-0.33	-1.22	-0.48	1.84	-0.34	-0.77
<i>Coccoloba barbadensis</i>	3.05	-1.12	1.95	-0.07	-1.21	0.84
<i>Couepia polyandra</i>	2.08	0.91	2.96	-1.01	-1.65	0.18
<i>Cupania glabra</i>	-0.31	-0.03	1.95	-0.07	-0.16	-0.71
<i>Dendropanax arboreus</i>	-0.38	-0.49	-0.54	0.93	0.23	-0.88
<i>Diospyros digyna</i>	-0.18	-0.64	-0.25	-0.04	1.11	-0.41
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	-0.12	-0.46	-0.18	0.97	-0.49	-0.29
<i>Eugenia jambos</i>	-0.38	0.41	-0.54	-0.42	0.23	0.4
<i>Ficus insipida</i>	-0.62	1.18	-0.88	-0.79	0.31	0.2
<i>Gliricidia sepium</i>	-0.31	-1.12	-0.44	-0.89	2.97	-0.71
<i>Godmania aesculifolia</i>	-0.22	-0.79	-0.31	0.53	0.62	-0.5
<i>Guarea glabra</i>	-0.33	0.81	-0.48	-0.46	0.63	-0.77
<i>Guazuma ulmifolia</i>	-0.12	-0.46	-0.18	0.97	-0.49	-0.29
<i>Homalium senarium</i>	0.41	0.98	0.58	-0.68	-0.68	0.34
<i>Hymenaea courbaril</i>	-0.54	-0.05	0.63	2.31	-2.13	-1.26
<i>Inga spuria</i>	-0.65	0.4	-0.92	-0.77	0.62	0.85
<i>Lacistema aggregatum</i>	-0.33	-1.22	-0.48	0.31	1.6	-0.77
<i>Lafoensia puniceifolia</i>	-0.12	-0.46	-0.18	0.97	-0.49	-0.29
<i>Licania platypus</i>	-0.22	-0.79	-0.31	0.53	-0.85	1.68
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-0.46	0.58	0.99	-0.38	-0.36	0.01
<i>Mangifera indica</i>	-0.59	-0.36	0.47	0.55	-0.03	-0.51
<i>Miconia minutiflora</i>	-0.18	-0.64	-0.25	1.38	-0.69	-0.41
<i>Nectandra globosa</i>	-0.33	-0.2	-0.48	0.31	-0.34	0.67
<i>Ocotea veraguensis</i>	-0.31	1.06	-0.44	-1.72	0.88	0.84
<i>Psidium guajava</i>	-0.12	-0.46	-0.18	0.97	-0.49	-0.29
<i>Sapindus saponaria</i>	-0.18	-0.64	-0.25	1.38	-0.69	-0.41
<i>Tabebuia rosea</i>	-0.12	-0.46	-0.18	0.97	-0.49	-0.29
<i>Terminalia catappa</i>	-0.12	-0.46	-0.18	0.97	-0.49	-0.29
<i>Trichilia havanensis</i>	-0.12	-0.46	-0.18	0.97	-0.49	-0.29
<i>Trophis racemosa</i>	-0.22	2.29	-0.31	-0.63	-0.85	-0.5

≥ 2 asociaciones preferentes, ≤ -2 asociaciones limitantes, valores intermedios asociaciones neutrales.

En cuanto a la distribución vertical, los árboles se dividieron de acuerdo a las zonas de Johansson (1974), el registro mostró que el 47.2% de las aráceas epífitas se localizan en la zona uno, 32.5% se distribuyen desde la zona uno hasta la zona dos, 10.7% de la zona uno hasta la zona tres, 5.31% de la zona uno hasta la zona cuatro y el 4.31% de la zona uno a la zonas cinco (Figura 5), cabe mencionar que la mayoría de ellas, son hemiepífitas e inicialmente se establecen en el suelo y suben hasta las diferentes zonas

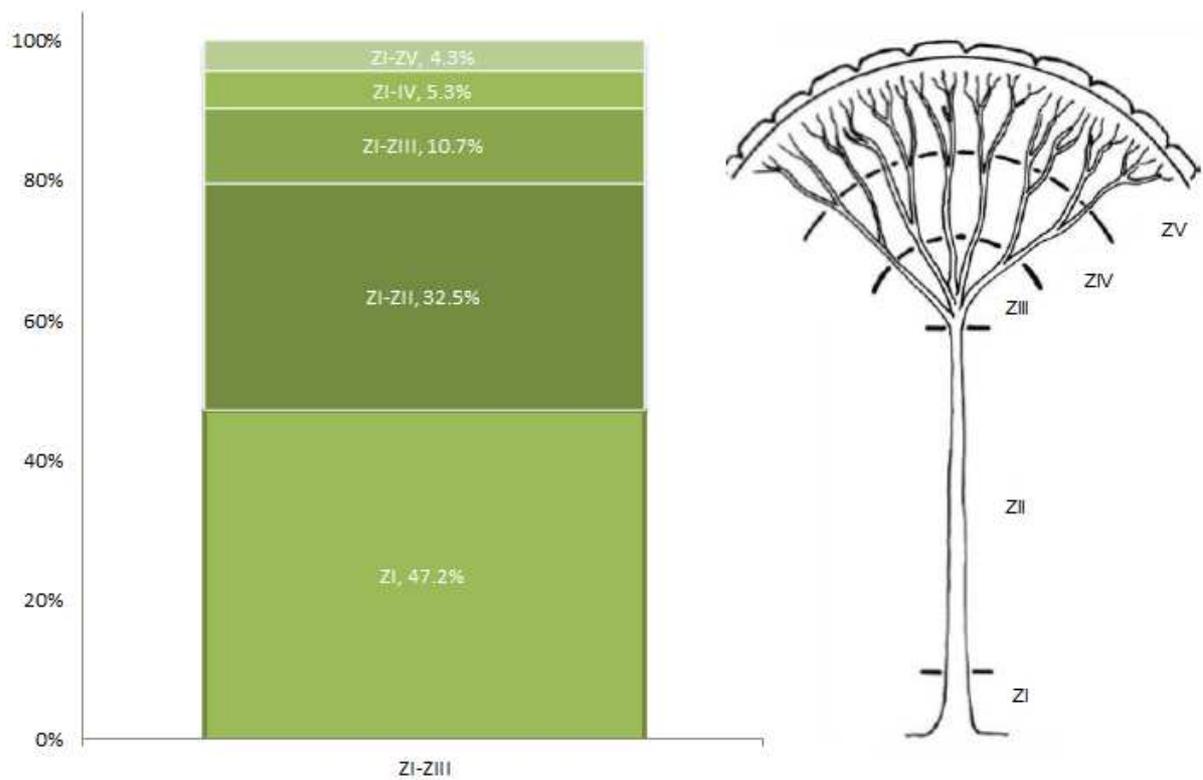


Figura 5. Distribución vertical de aráceas epífitas en los forofitos de una selva mediana subcaducifolia en el sur de México. ZI=zona uno, ZII=zona dos, ZIII=zona tres, ZIV=zona cuatro, ZV=zona cinco.

DISCUSIÓN

Son pocos los estudios de aráceas epífitas realizados en selvas medianas subcaducifolias de México. En este trabajo se inventariaron seis especies de aráceas epífitas. Gutiérrez *et al.* (2012) en la región de Mucuychacán, Campeche, registraron únicamente a *Syngonium podophyllum*, Pérez-Ferrera y Croat (2001) en la región de Nizanda, Oaxaca, catalogó dos especies (*Anthurium nizandense* y *Philodendron hederaceum*), Castillo *et al.* (2007) para el centro de Veracruz indicaron seis especies y Díaz-Jiménez (2006) catorce para la región de Tacotalpa, Tabasco. Esta baja representatividad de la familia Araceae, se debe a que en este tipo de vegetación la humedad es baja, esto por presentar una larga temporada de sequía (Rzedowski, 2006). En latitudes cercanas al ecuador, en zonas con alta humedad, la diversidad de aráceas aumenta (Acebey y Krömer, 2008).

En este estudio la diversidad alfa de aráceas epífitas mostró una correlación positiva con el DAP y la altura de los forofitos. Algunos autores como Wolf (1994), Hietz y Hietz-Seifert (1995), Arévalo y Betancur (2006), Martínez-Meléndez *et al.* (2008) y Mojiol *et al.* (2009), han documentado esta relación no solo en aráceas sino también en otras epífitas vasculares. De acuerdo con Laube y Zotz (2007), la diversidad alfa y la abundancia de aráceas con respecto al DAP, puede ser explicada debido a que los arboles más grandes son los de mayor edad, y por lo tanto han estado expuestos a la colonización de epífitas durante más tiempo. En cuanto a la altura de los forofitos, ésta regula la intensidad de la luz captada por las epífitas del dosel o del interior, generando una diversidad de microclimas, los

cuales influyen en el establecimiento y desarrollo de estas plantas (Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Callaway *et al.*, 2002).

El recambio de especies de aráceas epífitas, en los tres ambientes aquí estudiados, decrece hacia los potreros y se incrementa en la vegetación riparia. Hietz y Hietz-Seifert (1995), Flores-Palacios (2003), Arevalo y Betancour (2004; 2006) y Flores-Palacios y García-Franco (2008), señalaron patrones similares, no solo en las aráceas, sino también en otras epífitas vasculares. El recambio de especies está correlacionado con las diferencias estructurales de los forofitos y con las variables microclimáticas (Wolf, 1994), estas diferencias estructurales se dan por cambios y modificaciones en los ecosistemas, principalmente provocados por actividades antrópicas, que fragmentan y aíslan la cubierta vegetal, lo cual modifica la diversidad de las aráceas epífitas, debido a que su ambiente se simplifica (Flores-Palacios y García-Franco, 2008). Gentry y Dodson (1987), establecieron que las epífitas disminuyen su riqueza específica, abundancia y recambio de especies, por la reducción y aislamiento de su hábitat. En los tres ambientes estudiados, el recambio es bajo entre los fragmentos de selva y los potreros, esta situación se explica por una alteración estructural y la modificación de las variables microclimáticas, entre ellas, la humedad y la intensidad lumínica, asimismo, según Gentry y Dodson (1987), estas variables permanecen estables a la vega de los ríos, esto explica por qué hay un mayor recambio en estos sitios de aráceas epífitas.

Por lo que se refiere a la proximidad con el río, los sitios más cercanos a éste, mantienen una diversidad alfa alta. Arevalo y Betancour (2004), Flores-Palacios (2003), Gentry y Dodson (1987) y Johansson (1974), documentaron este

patrón para epífitas vasculares. Esta riqueza específica se debe a que las variables microclimáticas son más estables, gracias a que la humedad se mantiene durante todo el año, lo cual facilita una mayor colonización, mientras el sitio se encuentre más alejado de los ríos, la humedad decrece, lo cual modifica el microclima afectando la diversidad y el recambio de epífitas.

En cuanto al grado de asociación (preferencia, limitación o neutralidad) de las aráceas epífitas por las especies de forofitos registrados en la zona de estudio, se observa que ésta no se relaciona con alguna especie de forofito, en general la asociación es neutral, y rara vez limitante y preferente. Algunos autores como Johansson (1974), Hietz y Hietz-Seifert (1995), Callaway *et al.* (2002) y Martínez-Meléndez *et al.* (2008), indican que la asociación se relaciona con la especie de forofito, y características, como la altura del árbol, la presencia de ramas con diámetro considerable y la textura de la corteza y sus características químicas.

Las aráceas se distribuyen verticalmente desde la base de los troncos, donde se registró el mayor número de individuos, hasta la copa, principalmente en las zonas I a III. Ter Steege y Cornelissen (1989), Arévalo y Betancour (2006), y Martínez-Melendez *et al.* (2008) registraron patrones similares, esto se debe a que las aráceas en su mayoría son hemiepífitas secundarias, las cuales germinan a nivel del suelo y posteriormente se establecen sobre el tronco para continuar su crecimiento y llegan a distribuirse en tres o más zonas, debido a esto, Johansson (1974), Acebey y Krömer (2001) y Martínez-Melendez *et al.* (2008), mencionan que las aráceas son generalistas en cuanto a su distribución vertical, y que la base de los troncos es una zona favorable para su establecimiento, debido a una alta humedad en comparación con la copa del árbol.

CONCLUSIONES

La riqueza y diversidad de las aráceas epífitas es diferente entre los ambientes estudiados. La diversidad alfa fue mayor en los sitios con vegetación riparia, esto se debe a que la humedad se mantiene durante todo el año, lo que favorece el crecimiento y desarrollo de estas plantas. El efecto positivo del DAP y la altura facilitan el establecimiento y desarrollo de este grupo de plantas. En relación con la distribución horizontal, la combinación de distintas características en los forofitos determina la diversidad de éstas. La vegetación riparia y las áreas de selva influenciadas por el río son sitios con mayor riqueza específica, y las áreas alejadas de éste contribuyen a la riqueza general con distintas especies. Mientras que, en los fragmentos de selva y vegetación riparia la diversidad beta es alta, en los potreros es baja, debido al aislamiento y a un ambiente relativamente homogéneo que puede ser habitado por especies particulares. La hipótesis planteada confirma que la heterogeneidad ambiental afecta la diversidad de especies de aráceas y las fuentes de humedad incrementan la diversidad de las mismas.

LITERATURA CITADA

- Acebey, A. y T. Krömer. 2001. Diversidad y distribución vertical de epífitas en los alrededores del campamento río Eslabón y de la Laguna Chalalán, Parque Nacional Madidi, La Paz, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* **3**: 104-123.
- Acebey, A. y T. Krömer. 2008. Diversidad y distribución de Araceae de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **79**: 465-471.
- Anónimo. 1980a. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Carta Topográfica. Hoja México. Esc. 1:10 000.
- Anónimo. 1980b. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Carta Geológica. Hoja México. Esc. 1:1 000 000.
- Anónimo. 1980c. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Carta Hidrológica. Hoja México. Esc. 1:1 000 000.
- Anónimo. 1980d. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Carta Edafológica. Hoja México. Esc. 1:1 000 000.
- Anónimo. 2010. Evaluación del Programa Nacional de Reforestación, Estado de Oaxaca. Comisión Nacional Forestal.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III *Botanical Journal of the Linnean Society* **161**: 105–121.

- Arévalo, R. y J. Betancur. 2004. Diversity of vascular epiphytes in four forests of Southeastern region of the Serranía de Chiribiquete, Colombian Guayana. *Caldasia* **26**: 359-380.
- Arévalo, R. y J. Betancur. 2006. Vertical distribution of vascular epiphytes in four forest types of the Serranía de Chiribiquete, Colombian Guayana. *Selbyana* **27**: 175–185.
- Barker, M. G. 1997. An update on low-tech methods for forest canopy access and on sampling a forest canopy. *Selbyana* **18**: 61-71.
- Barker, M. G., y S. L. Sutton. 1997. Low-tech methods for forest canopy access. *Biotropica* **29**: 243-247.
- Boyce, P. C. y Croat, T. B. 2011. The Überlist of Araceae. Totals for Published and Estimated Number of Species in Aroid Genera. Consultado el 2 de diciembre de 2013. <http://www.aroid.org/genera/140313uberlist.pdf>
- Boyce, P. y S. Wong. 2012. The Araceae of Malesia I: Introduction. *Malayan Nature Journal* **64**: 33-67.
- Bunting, G. S. 1965. Commentary on Mexican Araceae. *Gentes Herbarum* **9**: 291-382.
- Callaway, R. M., K. O. Reinhart, G. W. Moore, D. J. Moore y S. C. Pennings. 2002. Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species specific interactions. *Oecología* **132**: 221-230.
- Castillo, G., P. Dávila y J. Zavala. 2007. La selva baja caducifolia en una corriente de lava volcánica en el centro de Veracruz: lista florística de la flora vascular. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **80**: 77-104.

- Ceja-Romero, J., A. Mendoza-Ruíz, A. R. López-Ferrari, A. Espejo, B. Pérez-García y J. García Cruz. 2010. Las epífitas vasculares del estado de Hidalgo, México: diversidad y distribución. *Acta Botanica Mexicana* **93**: 1-39.
- Chiang, F y A. Lot. 1986. Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México. México, D.F.
- Colwell, R. K. 2000. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide), Versión 6.0.
- Costa, A. y M. Goncalves. 2014. Floristic composition and spatial distribution of vascular epiphytes in the restingas of Maracanã, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* **28**: 68-75.
- Croat, T. B. 1979. The distribution of Araceae. En: Larsen, K. y Holm-Nielsen, L.B. (eds.), Tropical botany. Academic Press, London.
- Croat, T. B. 1983. A revision of the genus *Anthurium* (Araceae) of Mexico and Central America, part 1: Mexico and Middle America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **70**: 211-417.
- Croat, T. B. 1986. The distribution of *Anthurium* (Araceae) in México Middle America and Panama. *Selbyana* **9**: 94-99.
- Croat, T. B. 1997. A revision of *Philodendron* subgenus *Philodendron* (Araceae) for México and Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **84**: 311-704.
- Croat, T. B. 1998. Tropical aroids: taxonomy, diversity and ecology. En: P. Mathew y M. Sivadasan (Eds.). *Diversity and taxonomy of tropical flowering plants*. Mentor. Calicut, India.

- Croat, T. B. y M. Carlsen. 2003. Flora del Bajío y de regiones adyacentes (Araceae). Fascículo 114, Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro, Michoacán.
- Díaz-Jiménez, P. 2006. Composición florística de la familia Araceae en el desarrollo ecoturístico Kolem Jaa'en Tacotalpa, Tabasco, México. *Kuxulkab* Vol. XII, Num. **23**: 17-20.
- Espejo, S. A. 2012. El endemismo en las liliopsida mexicanas. *Acta Botanica Mexicana* **100**: 195-257.
- Espejo, S. A. y A. R. López-Ferrari. 1993. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística. 1. Lista de referencia, parte II. Anthericaceae, Araceae, Arecaceae, Asparagaceae, Asphodelaceae y Asteliaceae. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma-Metropolitana, Iztapalapa, México, D.F.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* **34**: 487-515.
- Flores-Palacios, A. 2003. El efecto de la fragmentación del bosque mesófilo en la comunidad de plantas epífitas vasculares. Posgrado en Ecología y Manejo de Recursos, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz. México.
- Flores-Palacios, A. y J. G. Garcia-Franco. 2008. Habitat isolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane forest, Veracruz, México. *Biodiversity and Conservation* **17**: 191-207.
- García, Y. 2010. Etnobotánica de huertos familiares del Distrito de Putla, Oaxaca. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

- García-Mendoza, A. y J. A. Meave. 2011. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México.
- Gauch, H. G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press. Cambridge.
- Gentry, A. H. y C. H. Dodson. 1987. Contribution of non-trees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica* **19**: 149-156.
- González, F. 2004. Las Comunidades Vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Instituto Nacional de Biología (INE-SEMARNAT). México, D.F.
- Gradstein, S. R., N. M. Nadkarni, T. Krömer, I. Holz y N. Nöske. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity in tropical rain forests. *Selbyana* **24**: 105-111.
- Grayum, H. 1990. Evolution and phylogeny of the Araceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **77**: 628-697.
- Guevara, S., J. Meave, P.M. Casasola, J. Laborde y S. Castillo. 1994. Vegetación y flora de potreros en la sierra de los Tuxtlas, México. *Acta Botanica Mexicana* **28**: 1-27.
- Gutiérrez, C., Zamora-Crescencio, P. Hernández-Mundo y S. Candelaria. 2012. Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Mucuychacán, Campeche, México. *Foresta Veracruzana* **14**: 9-16.
- Hammer, O., D. Harper y P. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* **4**: 1-9.

- Hietz, P. y U. Hietz-Seifert. 1995. Composition and ecology of vascular epiphytes communities along an altitudinal gradient in central Veracruz, México. *Journal of Vegetation Science* **6**: 487-498.
- Johansson, D.R. 1974, Ecology of vascular epiphytes in West rain forest. *Acta Phytogeographic Sweden* **59**: 1-136.
- Kapos, V., E. Wandelli, J. Camargo y G. Ganade. 1997. Edge-related changes in environment y plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia. En: W. F. Lawrence y O. Bierregaard Jr. (Eds.). *Tropical Forest Remnants: Ecology, management y conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press. EE.UU.
- Köster, N., J. Nieder y W. Barthlott. 2011. Effect of host tree traits on epiphyte diversity in natural and anthropogenic habitats in Ecuador. *Biotropica* **46**: 685-694.
- Krömer, T., M. Kessler y S. R. Gradstein. 2007. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology* **189**: 261-278.
- Laube S y Zotz G. 2007. A metapopulation approach to the analysis of long-term changes in of the epiphyte vegetation on *Annona glabra*. *Journal of Vegetation Science* **18**: 613-624.
- Leimbeck, R. y H. Balslev. 2001. Species richness and abundance of epiphytic Araceae on adjacent floodplain and upland forest in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Conservation* **10**: 1579–1593
- Manzanero, G. I., A. Flores, E. y S. Hunn. 2009. Los huertos familiares zapotecos de San Miguel Talea de Castro, Sierra Norte de Oaxaca, México. *Asociación Etnobiológica Mexicana, A. C.* **7**: 9-29

- Martínez-Meléndez N., M. A. Pérez-Farrera y A. Flores-Palacios. 2008. Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*. **56**: 2069-2086.
- Mayo, S. J. 1993. A New Cladistic Classification of the Araceae XVth International Botanical Congress. Yokonama, Japan.
- Mayo, S. J., J. Bogner y P. C. Boyce. 1997. The genera of Araceae. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- Meave del Castillo, J. A. y E. A. Pérez Garcia. 2000. Estudio de la diversidad-florística de la región de Nizanda en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L085. México, D.F.
- Meyer, C. y G. Zotz. 2004. Do growth and survival of aerial roots limit the vertical distribution of hemiepiphytic Aroids. *Biotropica* **36**: 483-491.
- Mittermeier, R. A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. En: E. Wilson (Ed.). *Biodiversity*. National Academia Press. Washington, D.C.
- Mojiol, A., A. Jitinu, A. Adella, G. Ganang y N. Nasly. 2009. Vascular Epiphytes Diversity at Pusat Sejadi, Kawang Forest Reserve, Sabah Malaysia. *Journal of Sustainable Development* **2**: 121-127.
- Nadkarni, N. y T. Matelson. 1989. Bird use of epiphytes resources in Neotropical trees. *Condor* **91**: 891-907.

- Nadkarni, N., D. Schaefer, T. Matelson y R. Solano. 2004. Biomass and nutrient pools of canopy and terrestrial components in a primary and secondary montane cloud forest, Costa Rica. *Forest Ecology and Management* **198**: 223-236.
- Naranjo, M. 2012. Etnobotánica de las plantas vasculares de San Andrés Chicahuaxtla, Putla, Oaxaca. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Pérez-Ferrera, M. y T. Croat. 2001. A New Species of *Anthurium* (Araceae) from Chiapas, México. *Novon* **11**: 88-91.
- Rivera-Hernández, J., A. Espinosa, M. Neri, G. Alcántara, D. Almaraz y A. Vergara. 2009. Biodiversidad de Santiago Laollaga, Oaxaca. Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios, S.C. y Planeación y Trabajo Ambiental, S.C. Oaxaca, Oaxaca.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Edición digital. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México, D. F.
- Salas-Morales, S. H., A. Saynes-Vázquez y L. Schibli. 2003. Flora de la costa de Oaxaca, México: Lista florística de la región de Zimatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **72**: 21-58.
- Sanford, W. W. 1968. The distribution of epiphytic orchids in Nigeria in relation to each other and to geographic location and climate, type of vegetation and tree species. *Biological Journal of the Linnean Society*. 1: 247-285.
- Saunders, D., R. Hobbs y C. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* **5**: 118-32.

- Solano, E. 1990. Flora e historia fitogeográfica de las selvas medianas subcaducifolias del Valle de Putla, Oaxaca. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillos.
- Sosa, V. y A. Gómez-Pompa. 1994. Flora de Veracruz, Fascículo 82. Instituto de Ecología, AC. Xalapa, Veracruz.
- Ter Steege, H. y J. Cornelissen. 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* **21**: 331-339.
- Theodoor, E. y A. Michel. 2010. Vertical distribution and ecology of vascular epiphytes in a lowland tropical rain forest of Brazil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi sér. Ciências Naturais*. Belém **5**: 335-344.
- Villaseñor, J. L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* **28**: 160-167.
- Villavicencio, R., A. L. Santiago, A. Gallegos y C. Ortega. 2006. Análisis temporal de la fragmentación forestal y estructura del paisaje en espacios protegidos, Guadalajara, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.
- Wolf, J. 1994. Factors controlling the distribution of vascular and non-vascular epiphytes in the northern Andes. *Vegetation* **112**: 15-28.
- Yuszrin, N., Z. Hamzah, F. Kayat y A. Zulhisyam. 2013. Assessment on diversity and abundance of araceae in limestone and pyroclastics areas in Gua Musang, Kelantan, Malaysia. *Journal of Tropical Resources and Sustainable Sciences* **1**: 16-24.

Zapfack, L. y S. Engwald. 2008. Biodiversity and spatial distribution of vascular epiphytes in two biotopes of the Cameroonian semi-deciduous rain forest. *Plant Ecology* **195**: 117-130.

Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall. Englewood Cliffs. New Jersey.

REFERENCIA DE PÁGINAS ELECTRÓNICAS.

<http://www.ipni.org/> Índice internacional de nombres de plantas (IPNI, por sus siglas en inglés).

<http://www.tropicos.org/>

ANEXO

Aráceas epífitas presentes en la selva mediana subcaducifolia del sur de México.



***Anthurium schlechtendalii* Kunth (Foto E. Solano C.)**



***Monstera adansonii* Schott (Foto E. Solano C.)**



Philodendron scandens K. Koch & Sello (Foto A. Bustamante Z.)



Philodendron guatemalense Engl. (Foto E. Solano C.)



***Syngonium podophyllum* Schott (Foto A. Bustamante Z.)**



***Syngonium neglectum* Schott (Foto E. Solano C)**