



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS EN TRES
AMBIENTES CONTRASTANTES DE UNA SELVA MEDIANA
SUBCADUCIFOLIA DEL SUR DE MÉXICO**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGO

PRESENTA:

VÁZQUEZ CARBAJAL ROBERTO CARLOS

DIRECTOR DE TESIS: DR. ELOY SOLANO CAMACHO
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMÁTICA VEGETAL Y
SUELO

PROYECTO APOYADO POR DGAPA-PAPIIT CONVENIO IN216813



MÉXICO, D. F., ABRIL DE 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por aceptarme y fortalecer mis conocimientos y permitir que sea parte de esta gran casa de estudios. A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, convenio IN216813, por el apoyo económico brindado para realizar esta investigación.

A las autoridades y pobladores de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca por la atención brindada.

Al Dr. Eloy Solano Camacho por dirigir adecuadamente esta parte de mi formación profesional y motivarme a ser mejor en cada momento y siempre creer en mí, además, por compartir su tiempo y grandes conocimientos.

Al Dr. Ezequiel Hernández Pérez por todo el apoyo brindado de manera incondicional. Sus aportaciones a la metodología, correcciones y sugerencias al escrito, fueron oportunas para concluir este trabajo, aclarar mis dudas y por las aventuras en campo y sobre todo su amistad.

Al Dr. Gerardo Salazar Chávez por su ayuda en la determinación taxonómica de orquídeas y su tiempo aportado.

Al M en C. Ramiro Ríos Gómez por su ayuda durante el trabajo de campo. Enseñanzas y pláticas en los trayectos hacia Putla.

A la M en C. Magdalena Hernández Ayala por su contribución y paciencia en la determinación de plantas y las discusiones de ahí inspiradas.

A mis compañeros y hermanos de vida: Merari, Ezequiel, Aminta, Miguel, Gina, Gaby, Bety, Anita, Mario, Carmelo, Jesús, Eliseo, Alonso, Arturo y Cristóbal, por los divertidos momentos en campo, en el herbario y por brindarme su

amistad y solidaridad incondicional, por ser parte de mi vida, y hacer memorables mis días en Oaxaca y en el herbario FEZA.

A Félix Evaristo por su enseñanza en la técnica de muestreo y reducir así el tiempo en el mismo.

Por último a todos los conductores de la FEZ Zaragoza que nos llevaron y trajeron con bien pero en especial a Ulises por ser más que un Oficial de Transporte y hacer tan amenos los trayectos.

¡Este trabajo no se hubiera realizado de no haber sido por cada uno de ustedes, gracias infinitas!

DEDICATORIA

A mis tantas familias, Ale, Chivis, Pau, Ray, Alma, Carla, Dani, Gina, Rafa, Pita, Tina, Clau.

A mis abuelos que están en otra dimensión, Juan y Josefina.

A mis hermanos mayores, Lyz, Juan, Toño, Guicho, Lalo e Isra.

A mis amigos Canek, Hugo, Andre, Cris, la Klau, el Dani, Mera, Cheque, Ami, Magda, Miguel, Gaby y Bety.

A Gina mi complemento por apoyarme siempre e incluso molestarme para terminar. Por inspirarme y ser parte de mi vida, por alentarme y en todo momento estar cuando la necesito. Esto es para ti, **DITO**.

Gracias a todos por sus palabras de aliento, sus desvelos, sus momentos de complicidad, a los que están y a los que se adelantaron.

Esto es un esfuerzo de todos que me tocó a mi coronar.

CONTENIDO

	Págs.
RESUMEN	
I INTRODUCCIÓN	2
II ANTECEDENTES	4
2.1 Sistema de estudio.....	4
2.2 Plantas epífitas.....	5
2.3 Diversidad de orquídeas epífitas	7
III HIPÓTESIS	10
IV OBJETIVOS.....	10
GENERAL	10
PARTICULARES.....	10
V ÁREA DE ESTUDIO	11
VI METODOLOGÍA	13
6.1 Análisis estadístico.....	14
VII RESULTADOS.....	16
7.1 Diversidad alfa y beta puntual	20
7.2 Diversidad alfa y beta entre ambientes	21
VIII DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	25
IX CONCLUSIONES	29
X BIBLIOGRAFÍA CITADA	29
APÉNDICE	40

CUADROS Y FIGURAS

	PÁGS.
Cuadro 1. Especies de forofitos, inventariados en tres ambientes de una selva mediana subcaducifolia del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.....	16
Cuadro 2. Matriz de datos que representa las frecuencias de observación de las especies de orquídeas epífitas registradas en los tres ambientes de una selva mediana subcaducifolia del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.	19
Cuadro 3. Diversidad alfa de orquídeas epífitas, observada y estimada mediante el modelo de Clench, en tres ambientes contrastantes de una selva mediana subcaducifolia.....	21
Cuadro 4. Valores de los residuales estandarizados de la ji cuadrada que relaciona la riqueza de orquídeas epífitas en las cinco zonas en las que fueron divididos los forofitos de una selva mediana subcaducifolia del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca. TE = tipo ecológico: generalista (ge), epífita de dosel (ed) y epífita de tronco (et).....	23
Figura 1. Localización del municipio de Putla Villa de Guerrero. Oaxaca, área en la que realizó el estudio.....	12
Figura. 2 Localización de los transectos muestreados en una selva mediana subcaducifolia del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	13
Figura 3. Curva de acumulación de especies de orquídeas epífitas en tres ambientes contrastantes de una selva mediana subcaducifolia del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.....	22
Figura 4. Análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS) donde se muestra la distribución de la orquideoflora epífita en forofitos de una selva mediana subcaducifolia del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.....	23

RESUMEN

Se analizó de forma comparativa la diversidad de orquídeas epífitas en tres ambientes contrastantes de una selva mediana subcaducifolia: vegetación ribereña, potreros y fragmentos de selva, en el municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca. También se estudió la distribución vertical de estas plantas en los forofitos, y su relación con la cercanía a los ríos y arroyos. Se trazaron cinco transectos de 50x2 m en la vegetación ribereña y seis cuadrantes de 20x20 m en los otros ambientes, tres en cada uno de ellos.

En cada área de muestreo se contabilizaron los forofitos y las orquídeas epífitas, ubicándolas en cinco zonas. El esfuerzo de muestreo fue confiable ya que se recolectaron el 80% de las especies estimadas con el modelo de Clench. Se inventariaron 190 árboles, de los cuales 95 contenían orquídeas epífitas, y 1494 individuos correspondientes a 21 especies de estas plantas. La mayor riqueza de orquídeas se localizó en el ambiente ribereño y la menor en los fragmentos de selva. Por lo tanto, la humedad favorece el establecimiento y supervivencia de estas plantas, y se recomienda la conservación de la vegetación riparia. La diversidad alfa de los forofitos mostró diferencias significativas, y se correlacionó positivamente con el tamaño de los forofitos, también mostró diferencias significativas en la diversidad beta entre los mismos.

De acuerdo con el análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS), los tres ambientes estudiados tienen una composición de orquídeas epífitas similar, y no depende de la cercanía a los ríos y arroyos. La riqueza de especies de orquídeas epífitas fue diferente en cada una de las zonas en las que se dividieron los forofitos, y la mayor riqueza se ubicó en las zonas II y III, debido probablemente, a que en ellas las condiciones microclimáticas son más estables. La exploración botánica en el área de estudio permitió descubrir una especie nueva del género *Trichocentrum*.

I INTRODUCCIÓN

En el nivel mundial México está considerado como un país Megadiverso (Mittermeier, 1988). Dentro de esta diversidad biológica destaca la familia Orchidaceae con aproximadamente 25 000 especies descritas. De éstas el 70% son epífitas y el 30% terrestres (Koopowitz, 2001). La mayor riqueza de especies se encuentra en las regiones neotropicales del mundo (Gentry y Dodson, 1987; Bussmann, 2001). Los países de América que se ubican en el Neotrópico y que tienen la mayor riqueza de orquídeas son: Colombia, Ecuador, Brasil, Perú, Venezuela, Costa Rica y México (Carnevali *et al.*, 2007). En nuestro país se localizan alrededor de 1260 especies y 170 géneros de orquídeas, la mayor riqueza se concentra en los bosques húmedos y subhúmedos de las sierras y tierras bajas del sur del país (Soto-Arenas, 1996; Hágsater *et al.*, 2005).

El estado de Oaxaca contiene la mayor diversidad biótica de México y también más especies de orquídeas que cualquier otra entidad del país (Soto y Salazar, 2004; Carnevali *et al.*, 2007). En su territorio se han inventariado cerca de 700 especies, pertenecientes a 144 géneros, representando más de la mitad de las orquídeas conocidas para el territorio mexicano (Salazar-Chávez *et al.*, 2006). García-Mendoza (2004) señala que en algunos grupos de plantas la mayor presencia de endemismos se encuentra en la Mixteca Alta y Sierra Madre del Sur, e indicó que Oaxaca es el centro con mayor diversidad en México de la familia Orchidaceae. Hágsater y Soto-Arenas (1998) mencionan que hasta el 25% de las especies de orquídeas endémicas de Oaxaca se encuentran en la Sierra Madre del Sur.

En el distrito de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca, se localizan remanentes de selva mediana subcaducifolia, la cual ha sido perturbada por el cambio de uso de suelo, produciendo fragmentos destinados principalmente al cultivo de café. Flores-Palacios (2006) menciona que la deforestación incrementa el aislamiento entre fragmentos y reduce el tamaño de los mismos, por consiguiente, una reducción del hábitat, que representa la mayor amenaza para la diversidad biológica que contienen, en especial para las epífitas vasculares, ya que requieren para su establecimiento, crecimiento y desarrollo,

de microhábitats particulares, entre ellos, la presencia de forofitos. En el nivel global se estima que 47 especies de orquídeas se perderán cada año si se continúa con la tasa actual de deforestación, la cual sobrepasa los catorce millones de hectáreas/año. La mayor pérdida de la tasa forestal ocurre en los trópicos (Koopowitz, 1992).

Sosa y Platas (1997) indican que en Veracruz, México, nueve especies de orquídeas epífitas descritas no se han recolectado desde 1983, y dentro de éstas, *Encyclia flabellata* esta probablemente extinta. De acuerdo con estos antecedentes, es importante registrar las especies de orquídeas epífitas del país, sobre todo, de aquellas áreas y tipos de vegetación que tienen altas tasas de fragmentación, como las selvas medianas subcaducifolias del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca, donde estos hábitats han sido transformados a cafetales.

En este estudio se analizó la diversidad de orquídeas epífitas en tres ambientes: fragmentos de selva, ribereño y potreros, originados por la fragmentación de selvas medianas subcaducifolias, con la finalidad de contestar las siguientes preguntas: ¿qué tipo de ambiente presenta la mayor diversidad de orquídeas epífitas? ¿qué especies comparten los diferentes ambientes? ¿en qué zona de los forofitos se registra la mayor diversidad de estas plantas? y ¿está relacionada la diversidad de orquídeas epífitas con la cercanía a los ríos? Además, este estudio contribuye con el inventario florístico de México en general y de Oaxaca en particular.

II ANTECEDENTES

2.1 Sistema de estudio

La selva mediana subcaducifolia o bosque tropical subcaducifolio, es uno de los tipos de vegetación con mayor diversidad de orquídeas. En la cuenca del Río Balsas, Miranda (1947) describió para México por primera vez este tipo de vegetación, refiriéndose a ella con el nombre de bosque mesófilo de las barrancas o capomal. En esta área, se desarrolla en las barrancas profundas con paredes escarpadas, donde la insolación se halla por lo general reducida y la humedad se conserva mejor en los lugares abiertos.

En México la selva mediana subcaducifolia ocupa aproximadamente un 4% de la superficie total, en zonas con altitudes entre 0 y 1300 m, aunque es posible que en algunos sitios de las franjas costeras de Guerrero y Oaxaca ascienda a mayores altitudes. En numerosos sitios de la vertiente del Océano Pacífico, hacia su límite altitudinal superior colinda a menudo con los encinares, los pinares y el bosque mesófilo de montaña.

La temperatura mínima de 0° C parece constituir el factor limitante de la existencia de este tipo de vegetación. La temperatura media anual siempre es mayor a 20° C, y probablemente no pasa de 28° C. La precipitación media anual es de 1000 a 1600 mm, y en algunas localidades de Colima, Jalisco y posiblemente Tamaulipas, se registran aproximadamente 800 mm. Un elemento importante que parece determinar a menudo la existencia de la selva mediana subcaducifolia, es la distribución de la precipitación a lo largo del año, típicamente presenta una larga temporada de sequía con cinco a siete meses de duración. Esta época de sequía es atenuada en parte por la humedad atmosférica que por lo general se mantiene elevada (Rzedowski, 1991). De acuerdo con Köppen (1948), los tipos de clima donde prospera la selva mediana subcaducifolia varían de Aw (Tropical con invierno seco) a Am (Tropical monzónico), coincidiendo el primero con las áreas de distribución más secas y el segundo con las más húmedas, es posible, que algunas localidades presenten clima Cw (Templado con invierno seco) (Rzedowski, 2006).

Este tipo de vegetación no está ligado a ningún tipo de roca en particular, pues se desarrolla igualmente sobre calizas en la península de Yucatán, Jalisco y Colima, y de igual manera, sobre rocas metamórficas, en la Sierra Madre del Sur y en Chiapas, además, sobre granito y rocas volcánicas en el occidente y sur de México.

La selva mediana subcaducifolia se caracteriza porque alrededor del 50 al 75% de los árboles de mayor altura que la conforman, pierden sus hojas en lo más acentuado de la época seca. Es una comunidad densa y cerrada, en la época de lluvia fisonómicamente es similar a la selva alta perennifolia. Los árboles de mayor altura alcanzan entre 15 y 40 m, los más bajos entre 8 y 15 m. Estos árboles florecen durante la época seca del año. Entre sus componentes florísticos predominantes están: *Astronium graveolens*, *Bursera arborea*, *Brosimum alicastrum*, *Calophyllum brasiliense*, *Celtis monoica*, *Cordia eleagnoides*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ficus* spp., *Inga spuria*, *I. jinicuil*, *Hura polyandra*, *Hymenaea courbaril*, *Lycaria cervantesii*, *Roseodendron donnell-smithii*, *Trophis racemosa* y *Trema micrantha*, entre otros (Rzedowski, 1996).

Lorence y García (1989) indican que para el estado de Oaxaca, la selva mediana subcaducifolia se distribuye en una pequeña porción hacia el suroeste, en los límites con Guerrero, y una franja casi continua a lo largo de la Vertiente del Pacífico, además de algunas pequeñas extensiones en el norte del estado. En Oaxaca, la franja costera de selva mediana subcaducifolia es una prolongación que penetra de la costa de Guerrero, y se extiende hacia el sureste hasta Pochutla. Otra porción se localiza en el Istmo de Tehuantepec en el distrito de Juchitán y casi alcanza los límites con el estado de Chiapas.

2.2 Plantas epífitas

Las epífitas son organismos vegetales que crecen y se desarrollan sobre otras plantas conocidas como forofitos, éstos pueden ser hierbas, arbustos o árboles, principalmente. El término epífito deriva del griego *epi*=arriba y *phyton*=planta, que significa una planta que crece sobre otra. Esta definición es controvertida, ya que no especifica si toda la planta debe estar sobre otra, o únicamente una

parte de ella, ni el tiempo de permanencia en el forofito (Ceja-Romero *et al.*, 2008). En este sentido, se han propuesto diferentes clasificaciones utilizadas por Benzing (1990), Nadkarni *et al.* (2001) y Zotz (2005), que se relacionan con la humedad del hábitat, los nutrimentos y el porcentaje de individuos correspondiente a una especie determinada que desarrolla este hábito.

Las epífitas obligadas, también llamadas holoepífitas, típicas o verdaderas, son aquellas donde más del 95% de sus individuos pasan toda su vida sin estar en contacto con el suelo, por ejemplo, *Tillandsia* y *Peperomia*. En las accidentales más del 95% de sus individuos son terrestres, pero ocasionalmente algunos de ellos crecen y se desarrollan sobre un forofito, entre éstas destacan *Dryopteris* y *Agave*. Las facultativas son plantas que pueden desarrollarse ya sea en el suelo, o sobre otra planta, como *Pleopeltis* y *Mamillaria*, mientras que, las hemiepífitas crecen sobre un forofito pero tienen conexión con el suelo en al menos una etapa de su ciclo de vida, éstas últimas a su vez se dividen en primarias y secundarias, las primeras inician su vida en un forofito y producen raíces que alcanzan el suelo, entre ellas *Ficus*; las secundarias inician su vida en el suelo, posteriormente dependen de las ramas o tallos de otra planta y pierden su conexión con el suelo, por ejemplo, *Monstera* (Ceja-Romero *et al.*, 2008).

El epifitismo *sensu lato* está ampliamente distribuido dentro de las plantas. Gentry y Dodson (1987) indican que por lo menos el 10% de las plantas vasculares presentan este hábito, donde están representadas de 83 a 85 familias, 876 géneros y aproximadamente 29 000 especies. Estos autores señalan que 42 familias de angiospermas epífitas se encuentran en el Neotrópico, mientras que, en el Paleotrópico el número es ligeramente mayor, 43 familias, la mayoría se localizan en Australasia. Sin embargo, en el nivel de especie la mayor riqueza se ubica en el Neotrópico.

En la región neotropical las familias de angiospermas con mayor diversidad de especies epífitas corresponden a las monocotiledóneas y son: Orchidaceae, Bromeliaceae y Araceae. De las 30 000 especies de orquídeas descritas 20 000 son epífitas (70%), en Bromeliaceae se han registrado 1144 de 2500 y en Araceae 1100 de 2500 especies respectivamente. La familia

Cyclanthaceae también tiene un número significativo de epífitas, mientras que, Commelinaceae, Rapateaceae y Philesiaceae, tienen pocas especies ubicadas en *Cochlostemon*, *Epidryos* y *Luzuriaga*, respectivamente (Gentry y Dodson, 1987).

Los países de América que se ubican en el Neotrópico y que tienen la mayor riqueza de orquídeas son: Colombia, Ecuador, Brasil, Perú, Venezuela, Costa Rica y México, con 4000, 3500, 2500, 2000, 1612, 1300 y 1200 especies respectivamente (Carnevali *et al.*, 2007). Aunque Hágsater *et al.* (2005) y Soto-Arenas *et al.* (2007), señalan 1260 especies para nuestro país, la mayoría de ellas se distribuyen en las selvas húmedas y los bosques de neblina (Soto-Arenas, 1996; Hágsater *et al.*, 2005).

2.3 Diversidad de orquídeas epífitas

En las zonas tropicales del mundo se han realizado pocos estudios sobre la diversidad de orquídeas epífitas. Arévalo y Betancur (2006) analizaron la diversidad de epífitas vasculares en cuatro bosques tropicales de la cuenca de Puerto Abeja, región sur-oriental del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, en la Guayana Colombiana, registraron 1110 árboles, de los cuales 406 contenían epífitas. En los cuatro bosques la familia Orchidaceae fue la más diversa y dominante.

La diversidad de orquídeas de las selvas tropicales mexicanas aumenta de norte a sur, de este modo, en el norte de Veracruz, se han inventariado de siete a diez especies por hectárea, mientras que, en la selva Lacandona se han registrado hasta 80 especies en la misma área (Salazar-Chávez *et al.*, 2006). La diversidad más alta de orquídeas se encuentra en el estado de Oaxaca, aunque la diversidad alfa es mayor en algunos bosques húmedos de Chiapas, pero la beta es más grande en el territorio oaxaqueño, debido a la heterogeneidad fisiográfica, climática y diversidad de tipos de vegetación de esta región (Soto-Arenas y Salazar-Chávez, 2004).

Soto-Arenas (1988) reconoció 126 especies de orquídeas en un radio de 3 km en Bonampak, Chiapas. Esta riqueza es superior a otras regiones

localizadas al sur del Ecuador con el mismo radio y selva tropical, cuya orquideoflora es bien conocida, por ejemplo, la Amazonia brasileña, Camerún, Panamá y Ecuador. Gentry y Dodson (1987) compararon esta riqueza considerando solamente las orquídeas epífitas, anotando que en Bonampak hay 113 especies en el área señalada, y en localidades de Barro Colorado, Panamá y Río Palenque, Ecuador, existen 81 y 82 especies respectivamente. Este resultado es sorprendente, pues en general la diversidad aumenta al disminuir la latitud.

Morales (2009) evaluó la riqueza, diversidad y recambio de orquídeas epífitas y trepadoras en cuatro ambientes: encinar tropical, selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia y cafetal, localizados en el municipio de Emiliano Zapata, Veracruz; registró 48 especies, de éstas, 39 epífitas, ocho terrestres y una trepadora. El encinar tropical y la selva mediana subperennifolia contienen la mayor diversidad

Esta riqueza local se relaciona con la diversidad de microhábitats y las características estructurales de los forofitos, éstos proporcionan un mosaico complejo que proveen el medio para su establecimiento, desarrollo y crecimiento a diferentes alturas de los árboles y entre especies de los mismos. Estos microambientes difieren en la disponibilidad de humedad, radiación solar y presencia o ausencia de briofitas que retienen humedad (Benzing, 1995; Krömer y Gradstein, 2003; Krömer *et al.*, 2007). Además, la riqueza de epífitas puede variar entre ambientes, por ejemplo, en un mismo bosque la comunidad de epífitas cambia en función de la exposición de la pendiente, o con la cercanía a los ríos (Leimbeck y Balslev, 2001; Flores-Palacios y García-Franco, 2008).

Pocos estudios han abordado lo que ocurre con la riqueza de epífitas vasculares en ambientes alterados. Los que se han realizado comparan la riqueza y la composición de epífitas en bosques primarios, bosques secundarios, árboles aislados en potreros y plantaciones de café (Dunn, 2000, Barthlott *et al.* 2001, Krömer y Gradstein, 2003, Werner *et al.* 2005, Wolf, 2005, Benavides *et al.* 2006, Cascante-Marín *et al.* 2006; Hietz *et al.* 2006, Flores-

Palacios y García-Franco, 2008, Nöske *et al.* 2008, Larrea y Werner, 2010, Werner, 2011).

La comparación de la riqueza de epífitas entre ambientes analiza las diversidades alfa, beta y gama (Whittaker, 1972). Estos niveles de diversidad han sido poco utilizados en la comunidad de epífitas vasculares (Wolf, 2005; Hietz-Seifert *et al.*, 1996; Zotz *et al.*, 1999, Ojala *et al.*, 2000; Barthlott *et al.*, 2001; Flores Palacios y García Franco, 2008). Gentry y Dodson (1987) hipotetizan que las altas diversidades alfa y gamma de epífitas en los bosques neotropicales, pueden ser ocasionados por la diferenciación de nichos, debido a una diversidad beta alta.

Flores Palacios y García Franco (2008). Para explicar el efecto del aislamiento en una comunidad de epífitas, estudiaron tres ambientes en un bosque de niebla en el estado de Veracruz: fragmentos de bosque, fragmentos de vegetación ribereña y árboles aislados en pastizales. Registraron 118 especies de epífitas vasculares, donde la familia Orchidaceae fue la más diversa con 40 especies. En los fragmentos de bosque se inventariaron la mayor riqueza por árbol y recambio de especies, resultados similares se obtuvieron en la vegetación riparia, y en los árboles de los pastizales se encontró la menor diversidad y el menor recambio de especies, sus resultados sugieren que la deforestación elimina las áreas húmedas y los forofitos específicos, lo cual es importante para mantener la riqueza y diversidad de las epífitas vasculares.

La selva mediana subcaducifolia brinda un sistema ideal para el estudio de los efectos del disturbio en los niveles de diversidad alfa, beta y gamma de la comunidad de orquídeas epífitas, pues es un tipo de vegetación con alta riqueza de epífitas, con alto grado de alteración antrópica. En este estudio se analizó la diversidad alfa y beta de orquídeas epífitas en fragmentos de selva mediana subcaducifolia, vegetación riparia y árboles aislados en potreros.

III HIPÓTESIS

Sí las alteraciones del hábitat donde se desarrolla la selva mediana subcaducifolia, no tienen un efecto sobre la diversidad, composición y estructura en la comunidad de orquídeas epífitas, entonces la riqueza y la diversidad beta será similar entre los árboles aislados de los potreros, la vegetación riparia y los fragmentos de selva. Por lo que se refiere a su distribución vertical en los forofitos, la mayor riqueza se registrará en las zonas más húmedas y con menos insolación, esta riqueza se correlacionará positivamente con la distancia a los ríos y el tamaño de los forofitos.

IV OBJETIVOS

GENERAL

Analizar la riqueza y diversidad de orquídeas epífitas en tres ambientes contrastantes de selva mediana subcaducifolia: potreros, ribereño y fragmentos de selva.

PARTICULARES

Catalogar las especies de forofitos en los tres ambientes contrastantes.

Analizar las diversidades alfa y beta de orquídeas epífitas entre forofitos y ambientes.

Examinar la distribución vertical de las orquídeas epífitas.

Correlacionar la riqueza con la distancia a los ríos.

V ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se localiza en el distrito de Putla, Oaxaca, municipio de Putla Villa de Guerrero, ubicado al suroeste del estado, sobre la Sierra Madre del Sur, en el extremo oeste del estado de Oaxaca y en los límites con Guerrero. Está conformado por un territorio principal y un área separada por el municipio de San Andrés Cabecera Nueva, tiene una extensión de 884.15 km² que equivalen al 0.92% del territorio estatal. Las coordenadas geográficas extremas del territorio principal son 16° 45' - 17° 13' de latitud norte y 97° 43' - 98° 07' de longitud oeste, su altitud fluctúa entre los 400 y 2800 metros. Limita al noroeste con Constanza del Rosario y Santiago Juxtlahuaca, al norte San Martín Itunyoso, al noreste con el municipio Heroica Ciudad de Tlaxiaco, al este Santo Tomás Ocotepec, Santa María Yucuhiti y Santiago Nuyoó, al sureste con Santa Lucía Monteverde, al sur con San Andrés Cabecera Nueva y al suroeste con Mesones Hidalgo; al extremo oeste limita con el estado de Guerrero, en particular con el municipio de Xochistlahuaca (http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Municipios_de_Oaxaca).

La cabecera del municipio se encuentra enclavada en un valle que está conformado por planicies y pequeñas cañadas que forman los ríos y arroyos cercanos a la cabecera municipal, a este valle, Solano (1990) lo denominó Valle de Putla. Su clima es un cálido subhúmedo con lluvias en verano del tipo Aw, con una precipitación y temperatura media anuales de 2476 mm y 24.3° C respectivamente, una época seca desde finales de octubre a principios de abril (Solano, 1990) (Fig.1).

En el valle se encuentran tres ríos permanentes, además de varios arroyos, algunos de ellos intermitentes. Estos ríos son: de La Cuchara que recorre la cabecera de distrito con dirección noreste-sureste, y los ríos de Copala y Purificación con dirección noroeste-sureste. Los tres ríos se unen en un gran cañón rodeado por sierras escarpadas para formar el río localmente conocido como Grande, el cual posteriormente se une al Río Sordo, principal tributario del Río Verde que desemboca en la vertiente del Océano Pacífico al noroeste de la Bahía de Chacahua (Solano, 1990). Los tipos de suelo que predominan son los fluvisoles eutrícos, formados por depósitos aluviales

recientes, con textura limosa; regosoles eutrícos con textura arenosa; luvisoles crómicos típicos de zonas tropicales lluviosas, con textura limosa; cambisoles crómicos y eutrícos de textura limosa (Anónimo, 1980).

En las riberas de los ríos y arroyos y en las planicies cercanas a los mismos, se desarrollan fragmentos de selva mediana subcaducifolia. Estos fragmentos están mejor desarrollados lo largo del Río Grande en el área denominada Valle de Putla. Estas selvas sirven normalmente de sombra a cultivos de café, que desde las últimas dos décadas del siglo pasado, fueron abandonados debido a la depreciación en el mercado de este cultivo (Solano, 1990).

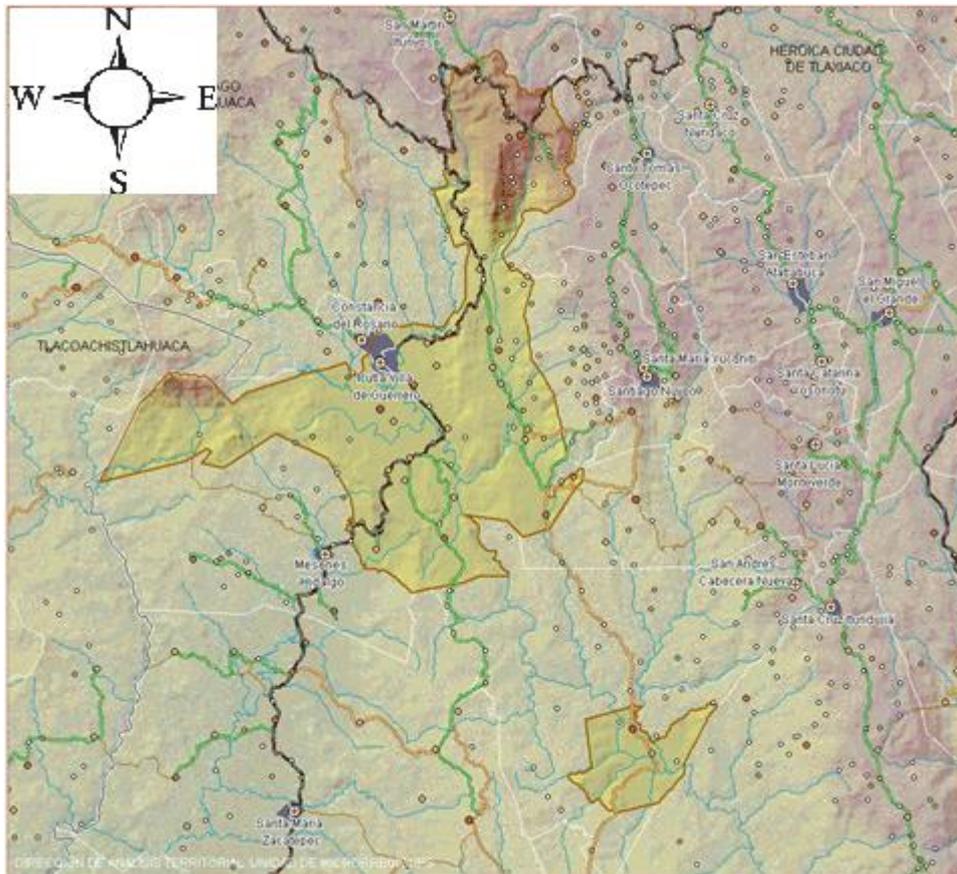


Figura 1. Localización del municipio de Putla Villa de Guerrero. Oaxaca, área en la que realizó el estudio.

VI METODOLOGÍA

Se recolectaron orquídeas epífitas y forofitos en tres ambientes contrastantes de selva mediana subcaducifolia: potreros (P), ribereño (R) y fragmentos de selva (F). En el ribereño se trazaron diez transectos de 2x50 m (0.1 ha) (R1–10), en los potreros y los fragmentos de selva se realizaron tres cuadrantes de 20x20 m respectivamente (Fig. 2). En cada área muestreada se registraron la pendiente, la ubicación geográfica, las especies de árboles con DAP ≥ 20 cm, y la altura de éstos con un clinómetro marca Brunton, Clino Master.

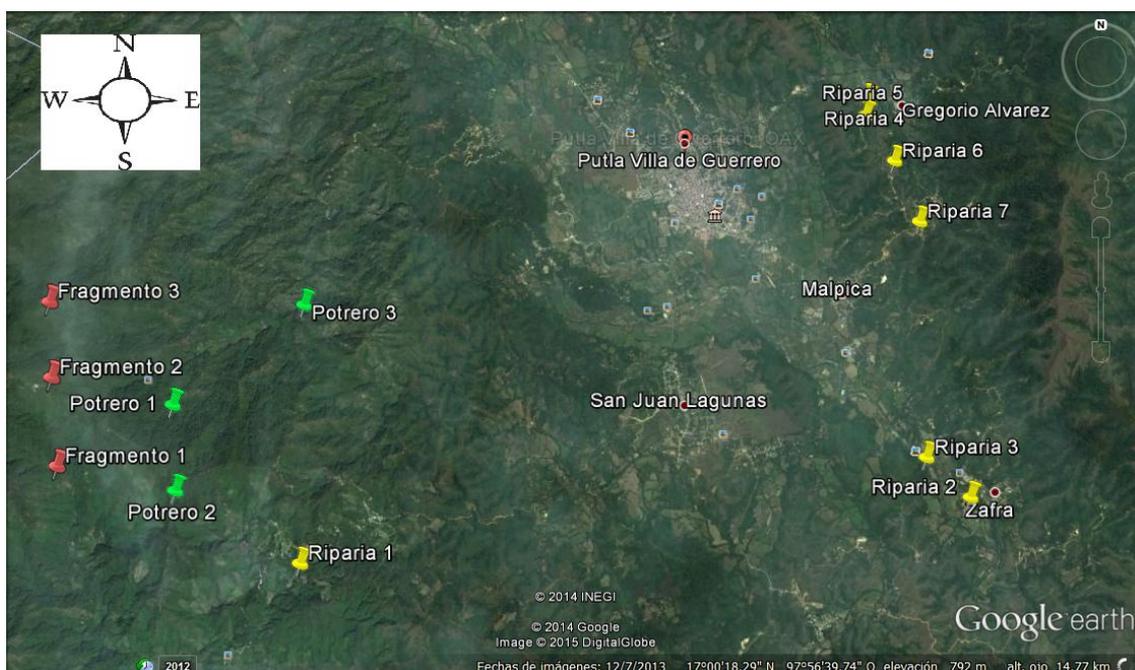


Figura. 2 Localización de los transectos muestreados en una selva mediana subcaducifolia del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca

Para el muestreo de orquídeas epífitas se ascendió 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. Las orquídeas epífitas fueron recolectadas, herborizadas, determinadas taxonómicamente, cotejadas en la colección FEZA y revisadas por un especialista. La ortografía correcta de especies de forofitos y orquídeas fue corroborada en la base Tropicos® del *Missouri Botanical Garden*.

En cada forofito se cuantificó el número de individuos por especie de orquídeas. Cuando los organismos se agrupaban formando colonias, cada una de ellas se registró como un individuo (Sanford, 1968). De acuerdo con Johansson (1974), los forofitos se dividieron en cinco zonas: I parte basal del tronco (0-3 m), II de los tres metros a la primera ramificación, III parte basal de la copa, IV parte media de la copa y V parte superior de la copa. En cada una de estas zonas se registró el número de individuos por especie de orquídeas epífitas.

6.1 Análisis estadístico

Se calculó la diversidad alfa de los forofitos, que representa el número de especies de orquídeas epífitas en cada uno de ellos. Para establecer las diferencias entre esta diversidad se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA), utilizando como covariable el DAP de los forofitos. Para analizar la relación entre el tamaño de los forofitos y la riqueza de orquídeas epífitas, se realizó un análisis de correlación. La falta de homocedasticidad en la riqueza (S) de cada árbol se resolvió mediante su transformación con la fórmula $\sqrt{S+1}$ (Zar, 1996).

Se consideró la diversidad beta entre cada par de forofitos. En este caso, la disimilitud fue calculada con el recíproco del índice de similitud de Jaccard (1-j), con base en la abundancia de especies de orquídeas epífitas mediante el programa *Paleontological Statistics* (PAST por sus siglas en inglés) (Hammer *et al.*, 2001). Para establecer las diferencias entre la composición de especies de orquídeas epífitas entre los forofitos, a los valores de disimilitud obtenidos se les aplicó un análisis de disimilitudes (ANOSIM), mediante el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

La diversidad alfa es la suma de las especies de orquídeas epífitas encontradas en los forofitos de cada fragmento y el recambio de especies entre ambientes es la diversidad beta. Con la finalidad de establecer diferencias entre la diversidad alfa de los fragmentos, se comparó la riqueza observada con la estimada, mediante la función de acumulación de especies de Clench

(*Michaleis-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 fueron aleatorizados 500 veces mediante 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 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 *Statística* 10. El número total de especies estimado fue calculado como a/b en el modelo de Clench. El esfuerzo de muestreo se cuantificó calculado la pendiente al final de la curva con la ecuación $Nq=q/[b(1-q)]$, donde Nq representa el esfuerzo de muestreo y q el número de especies observado.

Para comparar la diversidad beta entre ambientes se elaboró una matriz de disimilitud ($1-IJ$), mediante un escalamiento no métrico multidimensional (NMDS). El número de dimensiones de la ordenación se calculó a partir del menor valor de estrés con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001). La interpretación de las dimensiones se realizó mediante un análisis de correlación entre los ambientes y la distancia a las fuentes de humedad, con el programa MINITAB 15.

Con base en la presencia de orquídeas epífitas en las cinco zonas que fueron divididos los forofitos, éstas se clasificaron en dos tipos ecológicos: generalistas, presentes en tres o más zonas y especialistas, sólo en dos zonas, o en tres zonas continuas (Acebey *et al.*, 2003; Krömer *et al.*, 2007). Las especialistas se clasificaron en epífitas de dosel, cuando más del 90% de los individuos de cada especie estaban presentes en las zonas III a V, y epífitas de tronco con el mismo porcentaje en las zonas I y II. Para establecer la preferencia de las especies de orquídeas por zona, se realizó un análisis de X^2 . Se consideró que una especie de orquídea tiene preferencia por alguna zona, cuando el valor del residual estandarizado fue > 2 , con una abundancia observada de epífitas más alta que la esperada. Una zona es limitante cuando presenta valores del residual estandarizado < -2 , con una abundancia observada de epífitas más baja que la esperada. Una zona fue neutral cuando el valor de los residuales estandarizados fue ≤ 2 y ≥ -2 , con una abundancia

observada de epífitas similar a la esperada. Las diferencias en la distribución de especies de las orquídeas epífitas en las cinco zonas propuestas por Johansson (1974), fueron cuantificadas mediante un análisis de varianza (ANOVA) con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

VII RESULTADOS

En la zona de estudio se inventariaron 187 árboles de los cuales solo 95 fueron tomados en cuenta ya que fueron los únicos que contenían orquídeas epífitas, estos presentaron un DAP promedio de 81 ± 20 cm y una altura promedio de 14.6 ± 9.7 m (Cuadro 1). En el ambiente ribereño se registró el árbol con el mayor DAP (410 cm), el menor en los fragmentos de selva y el ambiente ribereño (20 y 20 cm respectivamente). Se encontraron 1494 individuos correspondientes a 15 géneros y 21 especies de orquídeas epífitas (Cuadro 2, Apéndice), en 95 forofitos pertenecientes a 25 familias, 32 géneros y 36 especies.

Cuadro 1. Especies de forofitos, inventariados en tres ambientes de una selva mediana subcaducifolia del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

FAMILIA	FOROFITOS	DAP (cm) MEDIA±SD	ALTURA (cm) MEDIA±SD	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i> Decne. & Planch.	55±0	15±0	1
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> Thwaites	87.3±47.8	16.4±2.9	25
Bignoniaceae	<i>Godmania aesculifolia</i> Standl.	45±0	15±0	1
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> Sarg.	65±19.3	18.4±4.3	5
Caesalpiniaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	67.7±20.3	18.4±3.3	10

Cuadro 1. (Continuación).

FAMILIA	FOROFITOS	DAP (cm) MEDIA±SD	ALTURA (cm) MEDIA±SD	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Chrysobalanaceae	<i>Couepia poliandra</i> Rose	160±0	18±0	1
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i> DC.	53.5±24.6	13.8±3.1	6
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	61.9±43	14.4±3.5	13
Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i> Horl. ex Loudon	55±0	14±0	1
Fabaceae	<i>Acacia cornígera</i> Willd.	30.6±4	11±3.6	3
	<i>Andira inermis</i> (W.Wright) DC.	98.6±35.9	19.2±4.6	13
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Griseb.	112.3±46.9	17.6±2.5	3
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth	59.6±12.6	9±1.6	6
	<i>Inga jinicuil</i> Schltld.	32±0	16±0	1
	<i>I. spuria</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	68±37	15±7	9
	<i>I. vera</i> Willd.	90±39	18±2	4
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.	109.1±57.3	18.3±5.3	6
Flacourtiaceae	<i>Casearia arguta</i> Kunth.	75±7	11±5.6	2
	<i>Homalium senarium</i> Sessé & Moc. ex DC.	95.4±64.5	17.8±6.6	31
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> Rusby	52.5±10.6	12±2.8	2
Lauraceae	<i>Ocotea veraguensis</i> (Meisn.) Mez	95±0	15±0	1

Cuadro 1. (Continuación).

FAMILIA	FOROFITOS	DAP (cm) MEDIA±SD	ALTURA (cm) MEDIA±SD	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Lythraceae	<i>Lafoensia puniceifolia</i> DC.	93±0	16±0	1
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> Lunan ex Griseb.	40±0	4±0	1
Meliaceae	<i>Guarea glabra</i> Vahl.	45.6±21.4	18.1±8.5	6
Moraceae	<i>Ficus insípida</i> Willd.	321.6±144.4	26.6±2.8	5
	<i>F. velutina</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	275±0	23±0	1
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	40±0	6±0	1
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	40.3±34.5	10±2.8	6
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	72±27.5	16.8±2.1	5
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	52.5±17.6	8±2.8	2
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> Pers.	49.7±37.8	7.5±1.6	8
Salicaceae	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth.	85±35.3	20±0	2
Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	30.7±6.5	7±2	4
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	55±0	10±0	1
Total		81.4±61.9	14.5±4.9	187

Cuadro 2. Matriz de datos que representa las frecuencias de observación de las especies de orquídeas epífitas registradas en los tres ambientes de una selva mediana subcaducifolia del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

ESPECIES	RIBEREÑO	POTRERO	FRAGMENTO DE SELVA	TOTAL
<i>Barkeria obovata</i> (C.Presl) Christenson	0	22	0	22
<i>Campylocentrum micranthum</i> (Lindl.) Rolfe	9	0	3	12
<i>Catasetum laminatum</i> Lindl.	1	0	0	1
<i>Encyclia calderoniae</i> Soto Arenas	8	0	3	11
<i>E. rzedowskiana</i> Soto Arenas	36	68	0	104
<i>Epidendrum cilioccidentale</i> Hágsater & L. Sánchez	152	19	4	175
<i>E. citrosimum</i> Hágsater	250	143	29	422
<i>E. polyanthum</i> Hort.Gall. ex Lindl.	118	9	17	144
<i>Leochilus carinatus</i> (Knowles & Westc.) Lindl.	0	57	22	79
<i>Maxillariella mexicana</i> (J. T. Atwood) M. A. Blanco & Carnevali	13	0	0	13
<i>Meiracyllium gemma</i> Rchb.f.	38	0	0	38
<i>Nidema boothii</i> (Lindl.) Schltr.	77	24	1	102
<i>Oncidium leleui</i> R. Jiménez & Soto Arenas	23	5	26	54

Cuadro 2. (Continuación).

ESPECIES	RIBEREÑO	POTRERO	FRAGMENTO DE SELVA	TOTAL
<i>Polystachya mcvaughiana</i> Soto Arenas	29	0	2	31
<i>Prosthechea fragrans</i> (Sw.) W.E.Higgins	59	0	0	59
<i>P. trulla</i> (Rchb. f.) W.E.Higgins	47	0	8	55
<i>Scaphyglottis crurigera</i> (Bateman ex Lindl.) Ames & Correll	1	48	0	49
<i>S. imbricata</i> (Lindl.) Dressler	2	0	0	2
<i>Trichocentrum andreanum</i> (Cogn.) R. Jiménez & Carnevali	88	8	18	114
<i>T. sp. nov.</i>	3	2	1	6
<i>Vanilla planifolia</i> Andrews	1	0	0	1
TOTAL	955	405	134	1494

7.1 Diversidad alfa y beta puntual

La diversidad alfa de los forofitos fue diferente ($F = 1.887$, $p > 0.039$) y se correlaciona positivamente con el DAP ($r = 0.42$, $p < 0.0001$). La diversidad beta entre forofitos también fue diferente (ANOSIM estadístico, $R = 0.62$, $p < 0.0001$) y la disimilitud promedio tuvo un valor de $0.58 (\pm 0.22)$.

7.2 Diversidad alfa y beta entre ambientes

El modelo de Clench muestra que se inventarió entre el 85 y 70 % de las especies de orquídeas estimadas. La curva de acumulación de especies no alcanzó la asíntota, sin embargo, se consideró que el ajuste de datos fue adecuado ($R= 0.99$) y el inventario puede considerarse confiable ($R^2=0.98$) (Fig. 3). Este mismo modelo nos ayudó a determinar que la diversidad alfa más elevada se encontró en el ambiente ribereño y la más baja en el potrero. (Cuadro 3.)

Cuadro 3. Diversidad alfa de orquídeas epífitas, observada y estimada mediante el modelo de Clench, en tres ambientes contrastantes de una selva mediana subcaducifolia.

AMBIENTES	NO. DE FOROFITOS	DAP (cm) MEDIA±DS	OBSERVADOS	ESTIMADOS	% DE MUESTREO
Ribereña	43	142.46±78.07	19	19	83
Potrero	34	71.94±34.72	11	11	85
Fragmento	19	62.05±32.54	12	12	70

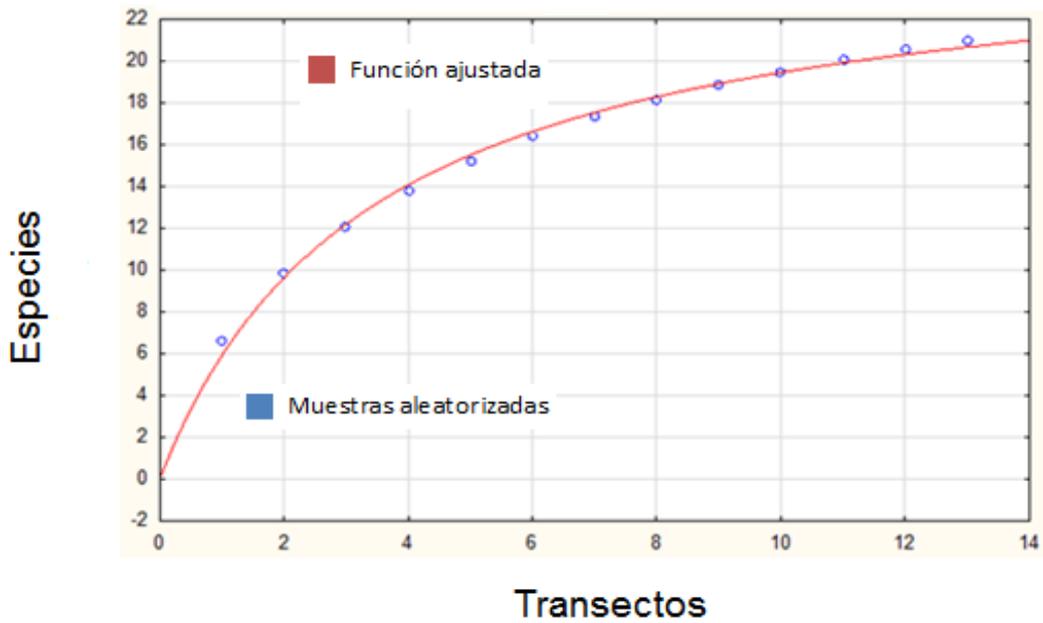


Figura 3. Curva de acumulación de especies de orquídeas epífitas en tres ambientes contrastantes de una selva mediana subcaducifolia del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

El NMDS muestra que las dimensiones 1 y 2 agruparon a los tres ambientes de selva mediana subcaducifolia analizados, y en ellos la composición florística de orquídeas epífitas es similar (Stress = 0.11; $R^2 = 0.92$). Asimismo, muestran que son independientes de la distancia a los ríos y arroyos ($r = -0.4$ $p = 0.14$; $r = -0.3$, $p = 0.31$, respectivamente) (Fig. 4).

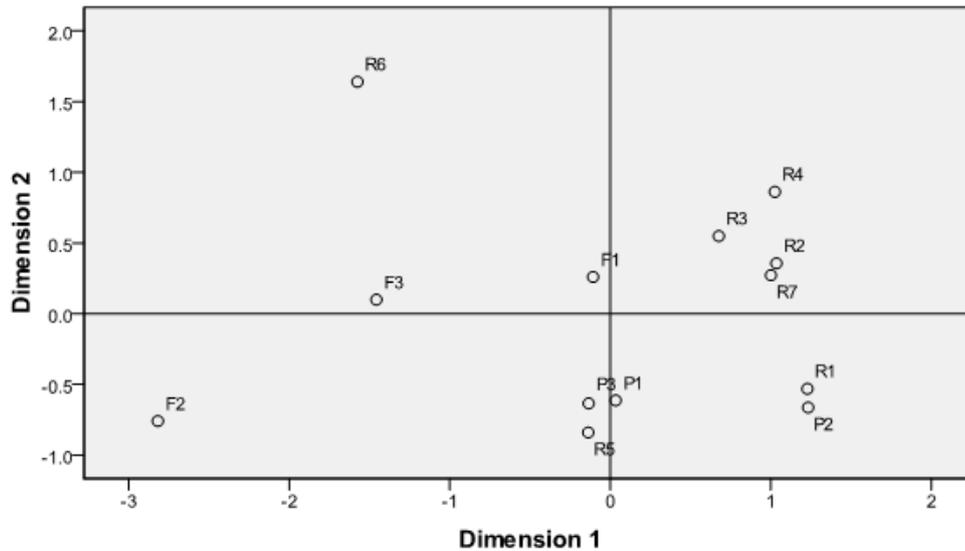


Figura 4. Análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMS) donde se muestra la distribución de la orquideoflora epífita en forofitos de una selva mediana subcaducifolia del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

7.3 Distribución Vertical

La riqueza de especies de orquídeas epífitas fue diferente en cada una de las zonas en las que se dividieron los forofitos ($F = 4.71; p > 0.05$). La mayor riqueza se registró en la zonas II y III, con 19 especies (90.4%). La menor riqueza ocurrió en las zonas IV, I y V, con 11, 13 y cinco especies, respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores de los residuales estandarizados de la ji cuadrada que relaciona la riqueza de orquídeas epífitas en las cinco zonas en las que fueron divididos los forofitos de una selva mediana subcaducifolia del municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca. TE = tipo ecológico: generalista (ge), epífita de dosel (ed) y epífita de tronco (et).

Especies	ZI	ZII	ZIII	ZIV	ZV	TE
<i>Barkeria obovata</i>	5.2	-0.4	-1.9	-1.5	-0.9	et

Cuadro4. (Continuación)

Especies	ZI	ZII	ZIII	ZIV	ZV	TE
<i>Campylocentrum</i>	4.7	-1.7	-1.1	-1.1	0.8	et
<i>Micranthum</i>						
<i>Catasetum</i>	-0.3	-0.8	-0.6	2.9	-0.1	ed
<i>Laminatum</i>						
<i>Encyclia</i>	-1.2	-0.3	-0.3	-1.1	5.8	ed
<i>Calderoniae</i>						
<i>E. rzedowskiana</i>	0.5	1.7	0.4	-2.8	-2	et
<i>Epidendrum</i>	-4.9	-0.1	-0.8	4.3	4.1	ed
<i>Cilioccidentale</i>						
<i>E. citrosum</i>	-1.8	0.9	-3.1	3.9	2.3	ge
<i>E. polyanthum</i>	1.9	-3	5.4	-4.2	-2.5	ge
<i>Leochilus</i>	4.1	-1.5	-1.4	1.1	-1.7	et
<i>Carinatus</i>						
<i>Maxillariella</i>	-1.3	0.3	1.6	-1.2	-0.7	ge
<i>Mexicana</i>						
<i>Meiracyllium</i>	-2.3	3.1	-0.4	-0.9	-1.2	et
<i>Gemma</i>						
<i>Nidema boothii</i>	-1.2	2.9	0.1	-2.4	-2	ed
<i>Oncidium leleui</i>	0.04	-0.04	0.4	0.2	-1.4	ed
<i>Polystachya</i>	-2.1	-2.1	5.3	-1.8	-1	ed
<i>Mcvaughiana</i>						
<i>Prosthechea</i>	-2	3.1	-0.8	-0.6	-1.4	et
<i>Fragrans</i>						
<i>P. trulla</i>	-3	-2.4	4.1	1.8	-1.5	ed
<i>Scaphyglottis</i>	10.7	-1.5	-4	-2.3	-1.3	et
<i>Crurigera</i>						
<i>S. imbricata</i>	-0.5	1.6	-0.9	-0.4	-0.2	ge

Cuadro4. (Continuación).

Especies	ZI	ZII	ZIII	ZIV	ZV	TE
<i>Trichocentrum andreanum</i>	-0.4	-0.5	-0.8	0.8	3	et
<i>T. sp. nov.</i>	2.7	-0.3	-0.8	-0.8	-0.4	et
<i>Vanilla planifolia</i>	-0.3	-0.8	1.4	-0.3	-0.1	ge

Barkeria obovata, *Campylocentrum micranthum*, *Encyclia rzedowskiana*, *Scaphyglottis cruriger* y *Trichocentrum andreanum*, fueron más frecuentes en las zonas I y II, y en menor proporción se observaron en la zona III, por lo que se consideran como epífitas de tronco y especialistas. *Epidendrum cilioccidentale*, *Nidema boothii*, *Oncidium leleui* y *Polystachya mcvaughiana*, fueron más abundantes entre las ramas primarias y el centro de la copa (Zonas IV-V). Estas especies son epífitas de dosel, debido a que se establecen y desarrollan en las zonas más altas de los forofitos, y también especialistas; mientras que, *Epidendrum citrosum*, y *E. polyanthum*, fueron consideradas como generalistas, debido a que se registraron tanto en el tronco como en el dosel (zonas II a IV).

VIII DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La riqueza de forofitos (95 individuos) en la superficie estudiada (3400 m²) es alta, comparada con otras selvas tropicales. En un bosque húmedo subtropical de Puerto Rico se encontraron 35 forofitos, en 3510 m² (Migenis y Ackerman, 1993). En el Chocó, Colombia, se inventariaron 66 forofitos en un bosque húmedo tropical que presentaba alteración, en un área de 1000 m² y un DAP \geq a 20 cm (Mejía-Rosero y Pino Benítez, 2009), y en un bosque tropical

perennifolio de Teapa, Tabasco, 32 forofitos, en una superficie de 1600 m² (Morales, 2012).

En la selva mediana subcaducifolia, donde se realizó este estudio se inventariaron 21 especies de orquídeas epífitas. Una selva tropical semidecidual de Camerún contiene 105 especies de estas plantas en 800 000 m² (Zapfack y Engwald, 2008). En una selva húmeda tropical (piedmonte) de Bolivia se inventariaron 53 especies de orquídeas epífitas en 3200 m² (Acebey y Krömer, 2001) y 49 especies contiene una selva húmeda tropical de Colombia en 1000 m² (Mejía-Rosero y Pino-Benítez, 2009), mientras que, en Veracruz, en 250 m² de selva baja caducifolia se registraron 16 y en la misma área de una selva mediana subperennifolia 30 especies respectivamente (Morales, 2009). Si comparamos estas cifras se puede considerar que las selvas estudiadas contienen alta riqueza de orquídeas epífitas.

De acuerdo con el modelo de Clench, se recolectó el 80% de las especies de orquídeas epífitas de la zona de estudio, faltó por incluir un 20%, que representaría cinco especies más, haciendo un total de 26 especies estimadas. El esfuerzo de recolecta se considera confiable ya que el valor de R , está cercano a uno y el de $R^2 = 0.98$ (Magurran, 1988; Gaston, 1996). El número de especies es el atributo que describe una comunidad vegetal, ya que por medio de él se tiene una idea rápida y sencilla sobre su diversidad, y el modelo de Clench es el más utilizado para realizar este cálculo (Magurran, 1988; Gaston, 1996). Las curvas de acumulación de especies confieren fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitan su comparación. Además, permiten planificar mejor el muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001).

Las diferencias en las diversidades alfa y beta entre forofitos están influenciadas por el DAP y la especie. Esta relación ha sido documentada en epífitas vasculares en distintos estudios (Hietz-Seifert y Hietz, 1996; Hietz *et al.*, 2006; Flores Palacios y García Franco, 2006; Zotz y Schultz, 2008; Hirata *et al.*, 2009; Moorhead *et al.*, 2010, Hernández-Pérez y Solano, 2015). Forofitos

de mayor tamaño generalmente contienen más especies de epífitas, pues desarrollan más microambientes que pueden ser colonizados, en comparación con árboles pequeños (Krömer y Gradstein, 2003; Malizia, 2003). Otros análisis describen que el incremento de diversidad de epífitas con el tamaño, difiere entre especies de forofito, debido a que cada taxón presenta características particulares como tipo de corteza y arquitectura, entre otras (Callaway *et al.*, 2002; Burns y Dawson, 2005). En el caso de las orquídeas epífitas, las características químicas de la corteza son determinantes para el desarrollo de las micorrizas determinantes en su establecimiento (Hietz-Seifert y Hietz, 1996).

Del mismo modo las diferencias en la diversidad alfa observada y estimada, entre ambientes en el modelo de Clench, podrían estar relacionados con la composición y dominancia de los forofitos de cada ambiente y los requerimientos microclimáticos de las especies de orquídeas epífitas registradas en este estudio. Estos resultados sugieren que en la zona de estudio, los sitios cercanos a la fuente de humedad contienen una mayor diversidad alfa. Flores Palacios y García Franco, (2008) analizaron tres parcelas contrastantes de un Bosque Mesófilo de Montaña y describen que la diversidad alfa varía desde la parte baja y húmeda del bosque hasta el borde superior, lo que prueba que el bosque provee de heterogeneidad ambiental y sugiere que la humedad juega un papel importante en la comunidad epífitica, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este estudio.

El NMDS muestra que los tres ambientes de selva mediana subcaducifolia analizados: ribereño, fragmentos de selva y potreros, no tienen diferencias significativas en la composición florística de orquídeas epífitas, y que ésta tampoco depende de la distancia a los ríos y arroyos. En un bosque húmedo tropical del Chocó, Colombia, se evaluó la diversidad de orquídeas epífitas en tres zonas de acuerdo al grado de intervención del bosque: poco, medio y altamente intervenido, en las dos primeras condiciones se registró la mayor diversidad, más alta (Mejía-Rosero y Pino-Benítez, 2009). Morales (2012) comparó la diversidad de orquídeas epífitas de un bosque tropical perennifolio con un agroecosistema de cacao, señaló que la mayor diversidad se encuentra en el primer ecosistema, la composición de epífitas difiere entre ellos y

únicamente comparten siete especies. En el municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, se comparó la diversidad de orquídeas epífitas y terrestres en cuatro ambientes tropicales, se concluyó que la mayoría de las especies inventariadas son epífitas y que el encinar tropical y la selva mediana subperennifolia son los más diversos. Además, señaló de acuerdo con los índices de similitud, complementariedad y análisis de componentes principales, que cada ambiente tiene una composición florística particular, indicativo de un alto recambio de especies (Morales, 2009).

En el presente estudio la diversidad más alta de orquídeas epífitas (90.4%) se distribuye en las zonas II y III. La menor riqueza ocurrió en las zonas I, IV y V. La literatura indica que la mayor diversidad de estas plantas, se localiza en las zonas III a V. Por ejemplo, en un bosque tropical semidecídulo de Camerún la mayor diversidad de orquídeas epífitas se localizó en las zonas III, IV y V de los forofitos (Zapfack y Engwald, 2008). En Teapa, Tabasco, Morales (2012) encontró que en un agroecosistema (cultivo de cacao) las orquídeas epífitas preferían establecerse en las zonas III y IV, mientras que, en el bosque tropical de la misma localidad la distribución fue más equitativa. En una selva húmeda tropical de Bolivia la zona más rica en especies de orquídeas epífitas se encuentra en las zonas III y IV (Acebey y Krömer, 2001).

La escasez de orquídeas epífitas en las zonas I y II, o base del tronco, probablemente se relaciona con las condiciones microclimáticas del sotobosque, que sólo favorecen el establecimiento y desarrollo de algunas especies (ter Steege y Cornelissen, 1989), en este estudio se encuentran en estas zonas: *Barkeria obovata*, *Epidendrum citrosmum*, *E. polyanthum*, *Leochilus carinatus*, *Scaphyglottis crurigera* y *Trichocentrum andreanum*, especies con hojas alargadas y generalmente con pseudobulbos. Sin embargo, Hágsater *et al.* (2005) señalan que en la base de los fustes y en las ramas gruesas se desarrollan algunas especies de orquídeas epífitas sin pseudobulbos y con hojas alargadas. Johansson (1974) y Parker (1995), describen que en esta zona, la luz disminuye, la humedad aumenta y las condiciones microclimáticas en el tronco son relativamente constantes, factores que podrían permitir el establecimiento y desarrollo de estas especies.

Los patrones de distribución vertical en un forofito están relacionados con la tolerancia a la luz y la humedad, o sus adaptaciones ecofisiológicas (Johansson, 1974; ter Steege y Cornelissen, 1989; Jácome *et al.*, 2004; Krömer *et al.*, 2007). Otros autores describen que las diferencias en la diversidad de epífitas a diferentes alturas de los forofitos, están determinadas por la estructura y altura del dosel, mismas que regulan la intensidad y dirección de la luz recibida, humedad atmosférica, temperatura y disponibilidad de nutrimentos (Gradstein *et al.*, 2003; Krömer y Gradstein, 2003).

IX CONCLUSIONES

La zona estudiada presenta una alta riqueza de árboles, forofitos y orquídeas epífitas. La mayor diversidad alfa se localiza en el ambiente ribereño, seguida del potrero y los fragmentos de selva, por lo tanto, los sitios con alta humedad favorecen el establecimiento y supervivencia de estas plantas. Por lo tanto, se recomienda la conservación de la vegetación riparia. La diversidad beta entre forofitos es diferente y está en función de la especie y el tamaño de los forofitos. La composición florística de orquídeas epífitas es similar en los tres ambientes. Las zonas II y III de los forofitos son las más diversas y quizá se relaciona con las condiciones microclimáticas más estables de estas áreas. Este estudio permitió descubrir en el área una especie nueva de *Trichocentrum*.

X BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Acebey, A., y T. Krömer. 2003. Diversidad y distribución vertical de epífitas en los alrededores del Campamento río Eslabón y de la Laguna Chalalán, Parque Nacional Madidi, Dpto. La Paz, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* **3**: 104-123.
- Anónimo 1980. Carta Edafológica, hoja de México. Esc. 1:10 000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, D.F.

- Anónimo 1980. Carta Fisiográfica, hoja de México. Esc. 1:10 000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, D.F.
- Anónimo 1980. Carta Hidrológica, hoja de México. Esc. 1:10 000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, D.F.
- Anónimo 1980. Carta Topográfica, hoja de México. Esc. 1:10 000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, D.F.
- Arévalo R. y J. Betancur. 2006. Vertical Distribution of Vascular Epiphytes in Four Forest Types of the Serranía de Chiribiquete, Colombian Guayana. *Botanical Gardens* **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.
- Barthlott, W., V. Schmit-Neurerburg, J. Nieder y S. Engwald. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes. A comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* **152**: 145-156.
- Benavides, A. M., J. H. D. Wolf, y J. F. Duivenvoorden. 2006. Recovery and succession of epiphytes in upper Amazonian fallows. *Journal of Tropical Ecology* **22**:705–717.
- Benzing, D. H. 1990. Vascular epiphytes: General biology and related biota. Cambridge University Press, Cambridge.
- Benzing, D. H. 1995. The physical mosaic and plant variety in forest canopies. *Selbyana* **16**: 159-168.

- Burns, K. C. y J. W. Dawson. 2005. Patterns in the distribution of epiphytes and vines in a New Zealand forest. *Austral Ecology* **30**: 883-891.
- Bussmann, R. W. 2001. Epiphyte diversity in a tropical Andean forest-Reserva Biológica San Francisco, Zamora-Chinchipe, Ecuador. *Ecotropica* **7**: 43-59.
- Callaway, R., K. Reinhart, G. Moore, D. Moore y S. Pennings. 2002. Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia* **132**: 221-230.
- Carnevali, G., G. A. Romero, E. Noguera y G. Gerlach. 2007. La familia Orchidaceae en Venezuela: diversidad y biogeografía. Memorias XVII Congreso Venezolano de Botánica, Caracas.
- Cascante-Marín, A., J. H. D.Wolf, J. G. B.Ostermeijer, J. C. M., Nijs, Den, O. Sanahuja, y A. Durán-Apuy. 2006. Epiphytic bromeliad communities in secondary and mature forest in a tropical premontane area. *Basic and Applied Ecology* **7**: 520–532.
- Ceja, R.J., A. Espejo, S. A. R.López, F., J., García C. A. Mendoza, R. y B. Pérez G. 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias* **91**: 34-41.
- Colwell R. K., y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society. London* , **345**: 101-118.
- Colwell, R. K. 2000. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Software and User's Guide), Versión 6.0.

Disponible en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. 23 de junio de 2012.

Dunn, R. R. 2000. Bromeliad communities in isolated trees and three sucesional stages of an Andean cloud forest in Ecuador. *Selbyana* **21**: 137-143.

Flores-Palacios, A. y J. G. García-Franco. 2006. Relationship between tree size and epiphyte richness: colonization, equilibrium, and extinction rates in epiphyte communities. *Journal of Biogeography* **33**: 323-330.

Flores-Palacios, A. y J. G. García-Franco. 2008. Habitat isolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane forest, Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation* **17**: 191-207.

García-Mendoza, A. J. y J. Meave-Castillo del. 2011. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas. Instituto de Biología, México, D.F.

García-Mendoza, A. J. 2004. Integración del conocimiento florístico del estado. Págs. 305-325. En: Biodiversidad de Oaxaca. A. J. García-Mendoza, M. J. Ordoñez, M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, D. F.

Gaston, K. J. 1996. Species richness: measure and measurement. Págs. En: Biodiversity a biology of numbers and difference. K. J. Gaston (ed.). Blackwell Science, Cambridge, MA.

Gentry, A. H. y C. H. Dodson. 1987. Contribution of non trees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica* **19**: 149-156

- Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* **4**: 379-391.
- Gradstein, S. R., N. M. Nadkarni, T., Kromer, I. Holz y N. Noske. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forest. *Selbyana* **24**:105–111.
- Hágsater, E. y M. Á. Soto-Arenas. 1998. Orchid conservation in Mexico. *Selbyana* **19**: 15-19.
- Hágsater, E., M. Á. Soto-Arenas, G. A. Salazar-Chávez, R. Jiménez-Machorro, M. A. López-Rosas y R. L. Dressler. 2005. Las orquídeas de México. Instituto Chinoín México, D.F.
- Hammer, O., D. A. Harper, T. y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* **4**: 1-9. Available from: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Hernández-Pérez, E., y E. Solano. 2015. Effects of habitat fragmentation on the diversity of epiphytic orchids from a montane forest of southern Mexico. *Journal of Tropical Ecology* **31**: 103-115.
- Hietz-Seifert, U., P. Hietz, y S. Guevara. 1996. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz. *Biological Conservation* **75**: 103-111.

- Hietz, P., Buchberger, G., y Winkler, M. 2006. Effect of forest disturbance on abundance and distribution of epiphytic bromeliads and orchids. *Ecotropica* **12**:103-112.
- Hirata, A., T. Kamijo y S. Saito. 2009. Host trait preferences and distribution of vascular epiphytes in a warm-temperate forest. *Plant Ecology* **201**: 247-254.
- Jácome, J., G. Galeano, M. Amaya y M. Mora. 2004. Vertical distribution of epiphyte and hemiepiphytic Araceae in a tropical rain forest in Chocó, Colombia. *Selbyana* **23**: 118-123.
- Johansson, D. R. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West rain forest. *Acta Phytogeographic.* 59: 1-136.
- Koopowitz, H. 1992. A stochastic model for the extinction of tropical orchids. *Selbyana* 13:115-122.
- Koopowitz, H. 2001. Orchids and their conservation. Batsford Press, London and Timber Press, Portland Or.
- Köppen, W. 1948. Climatología: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México.
- Krömer, T., S. R. Gradstein, y A. Acebey. 2007. Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. *Ecología en Bolivia* **42**: 23-33.

- Krömer, T. y S. R. Gradstein. 2003. Species richness of vascular epiphytes in two primary forests and fallows in the Bolivian Andes. *Selbyana* **24**: 190-195.
- Larrea, M. L. y F. A. Werner. 2010. Response of vascular epiphyte diversity to different land use intensities in a neotropical montane wet forest. *Forest Ecology and Management* **260**: 1950-1955.
- Leimbeck, R.M. 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.
- Lorence, D. y A. J. García-Mendoza. 1989. Oaxaca, México Floristic Inventory of Tropical Countries. New York Botanical Garden, New York.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey.
- Malizia, A. 2003. Host tree preference of vascular epiphytes and climbers in a subtropical montane cloud forest of northwest Argentina. *Selbyana* **24**: 196-205.
- Mejía-Rosero, H., y N. Pino-Benítez. 2009. Diversidad de orquídeas epífitas en un bosque húmedo tropical del departamento del Chocó, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* **15**: 37-46.
- Migenis, L. E., y J. D. Ackerman. 1993. Orchid-phorophyte relationships in a forest watershed in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* **9**: 231-240.

- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* **8**:95-114.
- Mittermeier, R., A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. Págs. 145-154. En: Biodiversity. E. Wilson (ed.). National Academia Press. Washington, D.C.
- Moorhead, L. C., S. M. Philpott y P. Bichier. 2010. Epiphyte biodiversity in the coffee agricultural matrix: canopy stratification and distance from forest fragments. *Conservation Biology* **24**: 737-746.
- Morales, L. J. 2009. Diversidad de orquídeas en cuatro ambientes del Ejido Rancho Viejo-Palmarejo, municipio de Emiliano Zapata, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana.
- Morales, L. J. 2012. Diversidad y conservación de orquídeas en plantaciones de cacao del sureste de México. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa.
- Nadkarni, N. M., M. C. Merwin, y J. Nieder, 2001. Forest canopies: plant diversity. Págs. 27-40. En: Levin, S. (ed.) *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press, San Diego, California.
- Nöske, N. M., N., Hilt, F. A. Werner, G., Brehm, K. Fiedler, H. J. M. Sipman, y S. R. Gradstein 2008. Disturbance effects on epiphytes and moths in a montane forest in Ecuador. *Basic and Applied Ecology* **9**: 4–12.
- Ojala, T. S. Remes, P. Haansuu, H. Vuorela, R. Hiltunen, K. Haahtela, y P. Vuorela, 2000. Antimicrobial activity of some courmain containing herbal plants growing in Finland. *Journal of Ethnopharmacology* **73**: 299-305.

- Parker, G. G. 1995. Structure and microclimate of forest canopies. Págs. 73-106. En: M. D. Lowman y N. M. Nadkarni (eds.). *Forest Canopies*. Academic Press, San Diego.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botanica Mexicana* **14**: 3-21
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botanica Mexicana* **35**:25-44.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Edición digital. Comisión Nacional para Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad. México, D. F.
- Salazar-Chávez, G., J. Reyes, C. Brachet y J. Pérez. 2006. Orquídeas y otras plantas nativas de la Cañada Cuicatlán, Oaxaca, México. Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán A.C., Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Federal de Electricidad y Sociedad Mexicana de Cactología A.C. México, D.F.
- Sanford, W. W. 1968. Distribution of epiphytic orchids in semideciduous tropical forest in Southern Nigeria. *Journal of Ecology* **56**: 697-705.
- Solano, C. E. 1990. Flora e historia fitogeográfica de las selvas medianas subcaducifolias del Valle de Putla, Oaxaca. Colegio de Postgraduados. Montecillo.
- Sosa, A. M. y R. J. Platas. 1997. Extinction and persistence of rare orchids in Veracruz, México. *Conservation Biology* **12**: 451-455.
- Soto-Arenas, M. A. 1988. Updated list of the orchids of Mexico. *Orquidea (Mexico)* **11**: 273-276.

- Soto-Arenas, M. A. 1996. México (Regional Account). Págs. 53-58. En: International Union Conservation Nature/Status Survey Conservation Action Plan Orchid Specialist Group, Orchids-Status Survey and Conservation Action Plan, International Union Conservation Nature, Gland.
- Soto-Arenas, M. A. y G. A. Salazar. 2004. Orquídeas. Págs. 271-295. En: A. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México–Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, México–World Wildlife Fund. México, D.F.
- Soto-Arenas, M. A., G., Salazar-Chávez, Berg, C. van den. 2007. New combinations in *Domingoa*, *Homalopetalum* (Orchidaceae: Laeliinae) and *Nemaconia* (Orchidaceae: Ponerinae). *Neodiversity* **2**: 7-9.
- Steege, H. ter., y J. H. C. Cornelissen. 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* **21**: 331-339.
- Werner, F. A., J. Homeier, y S. R. Gradstein 2005. Diversity of vascular epiphytes on isolated trees in the mountain belt of southern Ecuador. *Ecotropica* **11**: 21–40.
- Werner, F. A. 2011. Reduced growth and survival of vascular epiphytes on isolated remnant trees in a recent tropical montane forest clear-cut. *Basic and Applied Ecology* **12**: 172-181.
- Whittaker RH. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* **21**: 213-251.
- Wolf, J. H. D. 2005. The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* **212**: 376–393.
- Zapfack, L. y S. Engwald. 2008. Biodiversity and Spatial distribution of vascular epiphytes in two biotopes of the Cameroonian semi-deciduos rain forest. *Plant Ecology* **195**: 117-130.

- Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall. Englewood Cliffs.
- Zotz, G., P. Bermejo y H. Dietz. 1999. The epiphyte vegetation of *Annona glabra* on Barro Colorado Island, Panama. *Journal of Biogeography* **26**: 761-776.
- Zotz, G y S. Schultz. 2008. The vascular epiphytes of a lowland forest in Panama - species composition and spatial structure. *Plant Ecology* **195**: 131-141.

APÉNDICE

IMÁGENES DE ALGUNAS DE LAS ESPECIES DE ORQUÍDEAS REGISTRADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO



Barkeria obovata (C. Presl) Christenson (RCVC)



Campylocentrum micranthum (Lindl.) Rolfe (RCVC)



Catasetum laminatum Lindl. (RCVC)



Catasetum laminatum Lindl. (ESC)



Encyclia rzedowskiana Soto Arenas (ESC)



Epidendrum citrosmum Hágsater (RCVC)



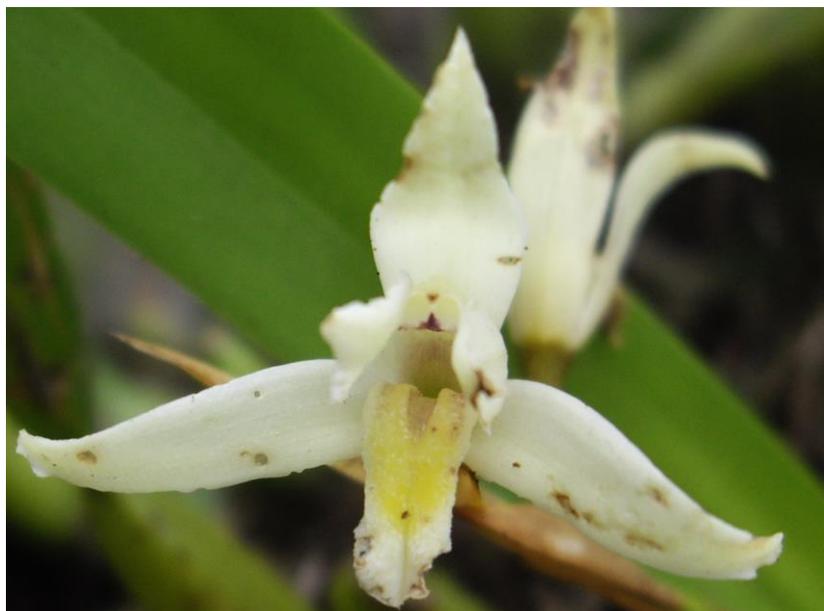
Leochilus carinatus (Knowles & Westc.) Lindl. (RCVC)



Maxillariella mexicana (J. T. Atwood) M. A. Blanco & Carnevali (ESC)



Maxillariella mexicana (J. T. Atwood) M.A.Blanco & Carnevali (ESC)



Nidema boothii (Lindl.) Schltr. (ESC)



Oncidium leleui R. Jiménez & Soto Arenas (ESC)



Polystachya mcvaughiana Soto Arenas (RCVC)



Prosthechea fragrans (Sw.) W.E.Higgins (RCVC)



Prosthechea trulla (Rchb. f.) W.E.Higgins (RCVC)



Scaphyglottis crurigera (Bateman ex Lindl.) Ames & Correll (ESC)



Scaphyglottis imbricata (Lindl.) Dressler (ESC)



Trichocentrum andreanum (Cogn.) R. Jiménez & Carnevali (ESC)



Trichocentrum sp. nov. (ESC)



Vanilla planifolia Andrews (ESC)



Vanilla planifolia Andrews (ESC)