



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**EFFECTO DE BORDE SOBRE LA DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS EN
EL PARQUE ESTATAL AGUA BLANCA, MACUSPANA, TABASCO, MÉXICO.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

PRESENTA

BIÓL. DEYSI LÓPEZ GÓMEZ

ASESORES

DR. LILIA MARÍA GAMA CAMPILLO

M. EN C. OFELIA CASTILLO ACOSTA



Villahermosa, Tabasco 2014



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN



"2014, Conmemoración del 150 Aniversario de
la Gesta Heroica del 27 de Febrero de 1864"

AGOSTO 14 DE 2014

C. DEYSI LÓPEZ GÓMEZ
PAS. DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES
P R E S E N T E

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales titulado: **"EFECTO DE BORDE SOBRE LA DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS EN EL PARQUE ESTATAL AGUA BLANCA, MACUSPANA, TABASCO, MÉXICO"**, asesorado por la Dra. Lilia María Gama Campillo sobre el cual sustentará su Examen de Grado, cuyo jurado está integrado por la Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez, Dr. José García Franco, Dra. Lilia María Gama Campillo, M. en C. Ofelia Castillo Acosta y M. en C. Eduardo Javier Moguel Ordoñez.

Por lo cual puede proceder a concluir con los trámites finales para fijar la fecha de examen.

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE

M. EN C. ROSA MARTHA PADRON LOPEZ
DIRECTORA



C.c.p.- Expediente del Alumno.
C.c.p.- Archivo



KM. 0.5 CARR. VILLAHERMOSA-CÁRDENAS EN TRONQUE A BOSQUES DE SALOYA
Tel. (993) 358-1500 Ext. 6400, Fax (993) 354-4308 y 358-1579 E-mail: direccion.dacbiol@ujat.mx
Usar papel reciclado economiza energía, evita contaminación y despilferro de agua y ayuda a conservar los bosques

CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **"EFECTO DE BORDE SOBRE LA DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS EN EL PARQUE ESTATAL AGUA BLANCA, MACUSPANA, TABASCO, MÉXICO"**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 14 de Agosto de 2014

AUTORIZO



DEYSI LÓPEZ GÓMEZ

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

*~ Quien piensa positivo ve lo invisible,
siente lo intangible, logra lo imposible ~*

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios

Por su gran amor, porque siempre me cuida, y porque nos permitió a Santos y a mi observar eventos únicos en la naturaleza durante el trabajo en campo que jamás olvidaremos.

A Santos

Mi gran amor, cómplice, mejor amigo y esposo, por formar parte de mi vida y por ser parte fundamental de este trabajo, fue un placer trabajar a tu lado, único, una aventura excepcional, mi amor.

A mis padres Carlos e Isabel

Especialmente a mi mamá, por todo su cariño, amor y comprensión durante el proceso de este trabajo.

A mis abues Rosa y Manuel

Siempre pendientes de cómo voy en la escuela, por sus oraciones, los amo mucho.

A mis hermanos Carlos y Cinthya

Por su cariño y por darme unos sobrinos súper amorosos y súper fans de su tía Deysi; (Dani, Cindy, Manuelito y Leydi) todos saben que forman parte importante de mi vida.

También dedico este trabajo a mis primas Fernanda y Jimena (Boy Scout), que a estas alturas saben más de nudos de anclaje que yo, y a mis sobrinas más pequeñas; Camila y Valeria, que en momentos de presión, me permitieron formar parte de su maravilloso mundo haciendo que me olvidara del estrés.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el valioso apoyo obtenido durante la Maestría.

Al proyecto FOMIX-CONACYT “Evaluación de los indicadores de impacto ambiental identificados en el estado de Tabasco” Clave: TAB-2009-C17-120755.

Agradezco de manera especial a la Dra. Lilia María Gama Campillo por darme su confianza, amistad y la oportunidad de trabajar con lo que me apasiona, por su invaluable apoyo en todo momento, es un placer trabajar con personas como ella, este logro también es suyo.

A la Ma. en C. Ofelia Castillo Acosta, que inspira para trabajar en campo con mente positiva y activa, por su ánimo y apoyo incondicional también para concluir esta faena.

Al comité tutorial integrado por la Dra. Nelly del Carmen Jiménez Perez, Dr. José García Franco y la Dra. Lilia María Gama Campillo, por sus importantes aportaciones para mejorar este trabajo, de manera especial quisiera agradecer mucho el apoyo, la paciencia y sencillez del Dr. José García Franco en este proceso, aún recuerdo las palabras “híjoles y orales” (risas) de alguna manera me ayudó muchísimo a mejorar este documento sin estresarme como generalmente suelo hacerlo...muchas gracias a todos por su gran apoyo.

A los miembros revisores de este trabajo por sus sugerencias para mejorar el presente trabajo, de igual manera fueron muy valiosas y de gran ayuda.

A mi esposo Santos, que bendición que sea Biólogo y que me apoyara incondicionalmente durante el trabajo de campo, sin su ayuda no hubiera sido posible culminar este trabajo, sufrimos demasiado anclando los arboles porque los fustes eran demasiado altos, muchas gracias mi amor por tu paciencia, me quedo para siempre con esta hermosa experiencia juntos.

Al Lic. Roberto Porter Núñez, por su valiosa paciencia y enseñanza sobre las técnicas de ascenso al dosel, por darme la oportunidad de participar con él, como asistente en el segundo curso en el que tuve la oportunidad no sólo de participar sino de seguir aprendiendo, por su enorme confianza en mí, todo lo que aprendí me fue muy valioso al trabajar en campo, no tengo palabras para agradecer todo el apoyo brindado.

Al Dr. Pablo Martínez Zurimendi, por las facilidades otorgadas durante mi estancia en ECOSUR.

A los técnicos del Laboratorio de Ecología del Paisaje y Cambio Global Ma. en C. Ricardo y Ma. en C. Hilda, por su apoyo para la elaboración de mapas.

A la Ma. en C. Ángeles, y al Ing. Nahum por facilitarme el espacio en el herbario de la División para trabajar, por su valioso apoyo en la identificación de ejemplares y por facilitarme prensas, garrochas, claves de identificación, estereoscopio, muchísimas gracias por brindarme su amistad y apoyo incondicional.

Y como olvidar a mis amigos Luis, Sandra y Cinthya, con la disposición para apoyarme siempre, muchas gracias y que Dios me los bendiga siempre.

A la Biól. América, por su enorme curiosidad y por su disposición para apoyarme en campo, que aunque no se prestó la oportunidad le agradezco mucho su entusiasmo por aprender y ayudar de manera desinteresada.

A todos los encargados de administrar el Parque Estatal Agua Blanca, en especial a los hermanos, Fredy, Héctor y Santana, a don Panchito, don Rogelio y a todos los que estuvieron siempre pendientes de que no nos pasara nada durante el trabajo en campo, se también que les provocó siempre una enorme curiosidad lo que hacíamos durante tantas horas dentro de la jungla, trataban de comprender muchas cosas, es súper agradable que te traten con tanta atención y amabilidad, siempre nos presumían con los turistas...muchas gracias a todos ellos por su valioso apoyo, consejos y obsequios también.

Finalmente debo agradecer infinitamente a todos mis familiares que de alguna manera se alegran de mis logros y me han apoyado infinitamente, mis suegros Tere y Tito (saben que los aprecio mucho), cuñados (as), abuelitas (os), sobrinas (os), primas (os), hermanos, tíos (as), padres, compañeros de la maestría en Ciencias Ambientales, a todos ellos gracias por sus buenos deseos.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

RESUMEN

El impacto de perturbaciones antropogénicas ha provocado la fragmentación de ecosistemas complejos como las selvas tropicales. Esto incrementa la formación de bordes forestales, que conlleva cambios bióticos y abióticos hacia el interior del fragmento que se conocen como el efecto de borde. Dentro de las consecuencias ecológicas que presentan los bordes forestales, están los cambios en la biodiversidad. Se sabe que las orquídeas epífitas son unas de las formas de vida que se ven más afectadas por la deforestación, ya que su vida está ligada a la de sus árboles hospederos y de igual forma presentan una fuerte dependencia a las condiciones microclimáticas que se presentan desde la parte alta del dosel hacia el estrato bajo del bosque. Sin embargo, a pesar de que contribuyen sustancialmente a la biodiversidad del dosel, es poco conocida la influencia que ejercen los bordes forestales sobre la diversidad de orquídeas epífitas en el Estado. Bajo esta premisa el objetivo de esta investigación fue conocer el cambio en la biodiversidad de orquídeas epífitas como consecuencia del efecto de borde en el Parque estatal de Agua Blanca Macuspana. En el área de estudio se realizaron 16 censos de 20 x 20 m que incluían cada uno inventarios completos de las orquídeas epífitas de un árbol maduro y del sotobosque. Los parámetros evaluados fueron la riqueza específica, la diversidad (Índice de Diversidad de Shannon Wiener), similitud florística (Índice de Sørensen), Valor de importancia ecológica (I.V.I. E.), así como las condiciones del microhábitat (cobertura de luz, exposición al viento, velocidad del viento) y las características de los árboles huéspedes (tipo de corteza, DAP, altura y cobertura del dosel). Se registró un total de 46 especies de orquídeas epífitas, distribuidas en 32 géneros. Los géneros mejor representados fueron *Epidendrum*, *Maxillariella*, *Specklinia* y *Trichocentrum*. En el presente estudio se reportan por primera vez para la orquideoflora de Tabasco *Coryanthes picturata* Rchb.f. (1864) y *Platystele minimiflora* (Schltr.) Garay (1974). En el interior del fragmento se registró 44 especies, mientras que en el borde forestal se registraron 10 especies. En el borde forestal hubo una disminución significativa en la diversidad (riqueza y abundancia) de la comunidad de orquídeas epífitas. El índice de diversidad de Shannon Wiener también mostró una disminución en la diversidad de orquídeas epífitas, del interior del fragmento

($H' = 2.76$) hacia el borde de la vegetación ($H' = 1.91$). El índice de Sørensen = 0.30, muestra que entre ambos sitios hay poca semejanza. Los efectos físicos del borde modificaron drásticamente las condiciones microclimáticas naturales del microhábitat que incluye, cambios en la cobertura de luz que llega a las orquídeas del dosel, exposición al viento de individuos de orquídeas epífitas y cambios significativos en la velocidad del viento a la que están expuestos verticalmente los árboles hospederos. Las características de estos últimos (tipo de corteza, tamaño y cobertura del dosel) jugaron un papel importante en la distribución de orquídeas epífitas. Por lo tanto, los relictos de selva, representan el último refugio para la comunidad de orquídeas epífitas, de igual manera los resultados del presente estudio proporcionan nueva evidencia que indica que los bordes forestales ocasionan cambios significativos en la diversidad de la comunidad de orquídeas epífitas. Por lo tanto, es de suma importancia promover la protección y regulación en estas áreas para evitar en lo posible la deforestación y la extracción poco sustentable de especies silvestres útiles.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1 Generalidades de orquídeas epífitas	3
2.1.1 Morfología de las orquídeas epífitas	3
2.1.2 Hábitos de crecimiento	3
2.1.3 Raíz	4
2.1.4 Tallos y hojas	5
2.1.5 Flor	6
2.1.6 Clasificación	7
2.2 Trabajos realizados en el Neotrópico y México	9
2.3 Estudios previos realizados para Tabasco	12
3. JUSTIFICACIÓN	13
4. HIPOTESIS	14
5. OBJETIVOS	15
5.1 General	15
5.2 Particulares	15
6. MATERIALES Y METODOS	16
6.1 Área de estudio	16
6.2 Ubicación de sitios de estudio	17
6.3 Censo, colecta, herborización y procesamiento del material botánico	19
6.4 Análisis de datos	21
6.5 Riqueza y composición de la comunidad de orquídeas epífitas	21
6.6 Diversidad y similitud florística de orquídeas epífitas	22
6.7 Cálculo del Índice de valor de importancia ecológica (I.V.I.E.) de orquídeas epífitas encontradas en el área de estudio	23
6.8 Determinación de las condiciones del microhábitat y características de los árboles huésped	23
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26

7.1 Riqueza y composición de la comunidad de orquídeas epífitas en el Parque Estatal Agua Blanca	26
7.2 Diversidad y similitud florística de orquídeas epífitas presente en el interior del fragmento y el borde	31
7.3 Índice de valor de importancia ecológica de orquídeas epífitas en cada sitio de estudio.....	34
7.4 Condiciones del micrositio y características del árbol huésped que influye en el número de especies y de individuos de orquídeas epífitas presentes en cada sitio	37
7.5 Distribución vertical de orquídeas epífitas en el interior del fragmento y el borde	43
8. CONCLUSIONES	46
9. CONSIDERACIONES FINALES	48
10. BIBLIOGRAFÍA.....	50
11. ANEXOS	60
11.1 Anexo 1	60
11.2 Anexo 2	63
11.3 Anexo 3	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol filogenético de la familia Orchidaceae que muestra las relaciones entre las distintas subfamilias	8
Figura 2. Ubicación geográfica del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. A) Vegetación presente en el parque y sitios de muestreo B) Sitio perturbado con Borde, C) Interior del fragmento (Polígono elaborado por el laboratorio Ecología del Paisaje y Cambio Global DacBiol-UJAT).....	16
Figura 3. Climograma de la Microrregión Agua Blanca. (Fuente: CNA, Estación Macuspana).	17
Figura 4. Esquema de la ubicación de los cuadros de 20x20 m en cada sitio de estudio con sus respectivas coordenadas.	18
Figura 5. Zonas de Johansson (1974) utilizadas en el censo vertical de orquídeas epífitas. Z1. Parte basal del tronco (0-2 m de altura); Z2. Tronco hasta la primera ramificación y exclusión de las ramas aisladas que se originan en la zona del tronco. La zona 2 se subdivide en una parte húmeda baja del tronco (zona 2a) y una parte superior más seca (zona 2b); Z3. Parte basal de las ramas grandes, hasta las segundas ramificaciones (alrededor de un tercio del total de la longitud de la rama); Z4. Segundo tercio de la longitud de rama; Z5. Tercio externo de la longitud de la rama.....	20
Figura 6. Curva de área mínima del Interior del fragmento (IF) y el borde (B), ambas presentan el valor de R2 y el número estimado de especies (*) (Est: Jackknife de primer orden).	30

Figura 7. Riqueza (a) y número de individuos (b) promedio de orquídeas por cuadro en los dos sitios de estudio en el interior del fragmento (IF) y borde (B).....	32
Figura 8. Diagrama de Venn que muestra especies exclusivas y compartida entre los dos sitios: interior del fragmento (IF) y borde forestal (B) del Parque Estatal Agua Blanca.	34
Figura 9. Cobertura de luz en individuos de orquídeas (a) y la exposición al viento de los individuos de orquídeas epífitas (b) en el borde (B) y el interior del fragmento (IF). (En la figura: 1, 2, 3, 4 y 5 representan <20%, 21-40%, 41-60%, 61-80% y >80%, de cobertura de luz respectivamente respectivamente). Las alturas de los rectángulos representan la proporción de individuos de orquídeas encontrados en cada categoría.	39
Figura 10. Proporción de especies de orquídeas epífitas distribuidas en los diferentes tipos de corteza (a) y proporción de Individuos de orquídeas (b) distribuidos en los diferentes tipos de corteza en interior del fragmento y el borde.....	41
Figura 11. Distribución vertical de orquídeas epífitas en el interior del fragmento (a) y distribución vertical de orquídeas epífitas en el borde (b).A la izquierda se muestra el porcentaje de individuos registrados en cada una de las zonas, y a la derecha la proporción del número de individuos. (Imagen de zonas verticales tomada de Benzing, 1998)....	44
Figura 12. Platystele minimiflora. a. Parte vegetativa con inflorescencia. b. Flor. c. Columna con polinarios. d. Hoja. e. Raíz....	72

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Criterios de selección de los sitios de estudio	19
Cuadro 2. Lista de especies de orquídeas epífitas y número de individuos registrados en el Parque Estatal Agua Blanca (PEA), basado en la nomenclatura del Catálogo Digital de la Orquídeas de México (Soto-Arenas <i>et al.</i> , 2007b), (IF: Interior del fragmento, B: Borde, * Registros nuevos para el Estado, NOM: Norma Oficial Mexicana, A: Amenazada).....	28
Cuadro 3. Número de especies de orquídeas epífitas, así como número de individuos en los sitios; interior del fragmento (IF) y borde (B).	32
Cuadro 4. Índice de Valor de importancia ecológica de orquídeas epífitas encontradas en el interior del fragmento (*Valores altos, ~valores bajos)	34
Cuadro 5. Índice de Valor de importancia ecológica de orquídeas epífitas encontradas en el borde (*Valores altos, ~valores bajos).....	35
Cuadro 6. Diferencia significativa de la velocidad del viento (m/s) en las primeras cuatro zonas verticales entre el interior del fragmento (IF) y el borde (B).	39

1. INTRODUCCIÓN

Las selvas tropicales constituyen uno de los ecosistemas de mayor productividad biológica y diversidad de especies del planeta (Challenger, 1998). Sin embargo, su enorme complejidad en cuanto a composición, estructura y funcionamiento ecológico les confiere una fragilidad inherente ante la perturbación antropogénica, que las vuelve sumamente vulnerables a la degradación y el empobrecimiento de especies (Challenger, 1998). En México este tipo de ecosistema es uno de los más afectados por las actividades humanas y se calcula que de la superficie que originalmente ocupó, sólo se conserva entre 5 y 10% (Challenger, 1998; Gómez-Vanegas, 2004). Por lo tanto, actualmente, la fragmentación de las comunidades vegetales se reconoce como la principal causa para la pérdida de biodiversidad (Benítez-Malvido y Arroyo-Rodríguez, 2009).

En Tabasco, el impacto de actividades antropogénicas como la deforestación, la expansión ganadera extensiva, la intensificación agrícola, la urbanización y la extracción petrolera, han acelerado el cambio en el uso del suelo desde la década de 1950 (Sánchez *et al.*, 2005). A la fecha, son pocos los sitios que conservan características prístinas en el Estado, y los remanentes de selvas que aún permanecen presentan algún grado de perturbación (Salazar-Conde *et al.*, 2004; Rullán-Silva *et al.*, 2011) o están en proceso de regeneración (Sánchez-Pérez *et al.*, 2011). Particularmente en la Sierra de Tabasco, este tipo de comunidad vegetal ha quedado restringida a pequeños fragmentos ubicados en zonas de ladera sumamente abruptas, ocupando una superficie de 716 km² (SEDESPA, 2006). Con la finalidad de contribuir a su conservación, se han decretado áreas naturales protegidas (ANP) de carácter estatal como el Parque Estatal Agua Blanca (López-Hernández, 2006). Sin embargo, el incremento de pastizales por el proceso de ganaderización y el sistema de roza-tumba-quema en estas zonas (Salazar-Conde *et al.*, 2004; Pozo-Montuy *et al.*, 2008; Rullán-Silva *et al.*, 2011), ha incrementado la formación de bordes, que conlleva cambios bióticos y abióticos hacia el interior del fragmento que se conocen como el efecto de borde (Williams-Linera, 1990).

Los árboles que se encuentran presentes en estas zonas reflejan mayor daño, por estar expuestos a temperaturas elevadas, disminución de humedad, aumento de luz solar y a la turbulencia del viento (Laurance, 2004). Como las epífitas crecen sobre los árboles y su vida está ligada a la de sus anfitriones, son considerablemente afectadas por la pérdida y perturbación de bosques tropicales y subtropicales (Hietz, 1999; Acebey y Krömer, 2001; Banks, 2006). Ya que suelen concentrarse en estos bosques representando alrededor del 10% de la diversidad vegetal en el mundo (Hietz, 1999; Granados *et al.*, 2003). Más de dos tercios de todas las especies de epífitas vasculares pertenecen a la familia Orchidaceae (Gentry y Dodson, 1987). Esta enorme diversidad es el resultado de una larga evolución y de la capacidad que presenta este linaje para adaptarse eficazmente a las condiciones cambiantes (Granados *et al.*, 2003; Hågsater *et al.*, 2005; Banks, 2007). No obstante, las perturbaciones no afectan del mismo modo a todas las orquídeas epífitas (Hågsater *et al.*, 2005; Banks, 2006). Algunas son oportunistas, y crecen en hábitats alterados cuando hay menos competencia (Banks, 2007). Sin embargo, existen especies que son sensibles a los cambios del microclima que se generan después de las perturbaciones antropogénicas (Andama *et al.*, 2003; Banks, 2007). Esto se debe principalmente a que su crecimiento y distribución vertical sobre los árboles hospederos, está determinada por la variación microclimática que se presenta desde la parte alta del dosel hacia el estrato bajo del bosque (Acebey y Krömer, 2001; Arévalo y Betancur, 2004). Esta variación está determinada por la estructura y altura del dosel que regula la intensidad y dirección de la luz recibida, la captación de humedad del aire y la temperatura del aire que llega a las plantas (Acebey y Krömer, 2001; Martínez-Meléndez *et al.*, 2008). Otro factor importante es la característica de los árboles hospederos, sobre todo la altura, el tipo de corteza, el dosel poco o muy ramificado, así como los cojines de musgo y materia orgánica que suministran un sustrato favorable para la germinación y establecimiento de estas plantas (Krömer *et al.*, 2007a; Krömer *et al.*, 2007 b). Por esta razón, los bosques que han sido modificados parecen ofrecer menor número de microhabitats favorables para las orquídeas, afectando de este modo su distribución (Nieder *et al.*, 1999; Krömer *et al.*, 2007a). En el dosel este grupo juega un papel importante en la dinámica de comunidades,

ya que al distribuirse verticalmente ofrecen una gran variedad de nichos y recursos que son aprovechados por insectos y aves, sobre todo por los polinizadores (Barthlott *et al.*, 2001; Ceja *et al.*, 2008; Menini *et al.*, 2009). Además, es bien conocido que sus flores suelen proporcionar placer estético a los seres humanos, por lo tanto son muy codiciadas como especies ornamentales (Hágsater *et al.*, 2005). Actualmente, la sobreexplotación de especies en poblaciones reducidas para su comercio ilegal, así como destrucción de su hábitat amenazan la permanencia de las orquídeas en su hábitat natural (Hágsater *et al.*, 2005; Banks, 2006; Soto-Arenas *et al.*, 2007a).

2. ANTECEDENTES

2.1 Generalidades de orquídeas epífitas

2.1.1 Morfología de las orquídeas epífitas

Las orquídeas son plantas herbáceas perennes, con una estructura básica similar a la de muchas otras monocotiledóneas (Hágsater *et al.*, 2005; Banks, 2006; Banks, 2007; Beutelspacher, 2013). Sin embargo, presentan características morfológicas que las distinguen de otras familias de epífitas. A continuación se mencionan algunas.

2.1.2 Hábitos de crecimiento

Las orquídeas epífitas están constituidas por vástagos, y de acuerdo al eje de crecimiento que presentan suelen clasificarse en dos hábitos de crecimiento. En el primero de ellos el desarrollo se da mediante la extensión vegetativa a partir de un meristemo apical que da lugar a un solo eje principal (monopodio) y se le conoce como crecimiento monopodial (Fanfani, 2005; Hágsater *et al.*, 2005; Banks, 2006; Freuler, 2007; Beutelspacher, 2013). En el segundo, el eje está formado por una serie de vástagos generados de manera consecutiva a partir de meristemas o yemas de renuevo situadas basal, lateral o apicalmente en el vástago anterior, el conjunto del vástago forma un eje compuesto (simpodio) y el hábito es entonces llamado simpodial (Bell y Bryan, 1991; Fanfani, 2005; Banks, 2006; Freuler, 2007; Beutelspacher, 2013).

Cuantificar individuos en orquídeas epífitas suele ser complicado sobre todo porque la mayor parte de las especies mexicanas son simpodiales (Hágsater *et al.*, 2005). Estas presentan metámeras más complejas que las monopodiales y cada módulo está constituido por un segmento de rizoma que está delimitado por la yema del renuevo, por encima de esta parte se encuentra el pseudobulbo, que porta una o más hojas y termina en una inflorescencia apical. La estructura modular es sumamente plástica, permitiendo a las plantas “explotar” de muchas maneras el hábitat, lo que podría explicar al menos en parte, la gran diversidad de este hábito de crecimiento (Hágsater *et al.*, 2005).

Aunque las yemas de renuevo suelen localizarse en la base del tallo o pseudobulbo, también pueden estar situadas lateral o apicalmente lo cual produce modificaciones del aspecto de la planta. Por ejemplo, en algunas especies del género *Epidendrum*, la yema del renuevo está más o menos a la mitad del tallo y a medida que nuevos vástagos van siendo producidos la planta crece erecta o va trepando por un sustrato vertical (Hágsater *et al.*, 2005).

2.1.3 Raíz

Las raíces de las orquídeas epífitas son simples y carnosas con un diámetro aproximado de entre 1 y 10 milímetros, dependiendo de la especie. Por lo general son circulares en corte transversal, aunque en algunas epífitas son muy aplanadas (Hágsater *et al.*, 2005). Su organización anatómica consiste en un cilindro vascular central rodeado de una endodermis, envuelta a su vez por la corteza. Esta última constituye la mayor parte del volumen de la raíz y se encuentra delimitada hacia fuera por la exodermis, formada por algunas células de pared gruesa e impermeable y otras de pared delgada que permiten el paso del agua hacia el exterior de la corteza (Hágsater *et al.*, 2005). Está cubierta de células muertas llamada “velamen”, es lo que le confiere el aspecto blanquecino característico a muchas raíces de orquídeas epífitas (Fanfani, 2005; Hágsater *et al.*, 2005; Banks, 2006; Freuler, 2007; Beutelspacher, 2013). Al contacto con el agua de lluvia, la neblina o el rocío, el velamen absorbe pasivamente agua, mientras que en la temporada

de secas, proporcionan una barrera que impide la pérdida de agua por transpiración (Fanfani, 2005; Hágsater *et al.*, 2005; Banks, 2006).

Además de esas raíces, cuya función es absorber agua y nutrientes, y fijar la planta al sustrato, algunas especies producen un tipo diferente que consiste en raicillas muy delgadas y rígidas que crecen verticalmente hacia arriba y contribuyen a enriquecer el sustrato de la planta al capturar hojarasca y otros detritos orgánicos (Hágsater *et al.*, 2005).

2.1.4 Tallos y hojas

Los pseudobulbos son tallos aéreos notablemente engrosados (Hágsater *et al.*, 2005). Están presentes en la mayoría de las orquídeas epífitas, que constituyen almacenes de agua y sustancias de reserva, como almidón, que son utilizados al menos en parte para sustentar la producción de flores y frutos y el desarrollo de nuevos vástagos (Hágsater *et al.*, 2005; Freuler, 2007; Beutelspacher, 2013). El tamaño y forma son muy variables, pueden ser fusiformes, elípticos, ovalados, alargados, en forma de caña, también pueden presentarse comprimidos y tener superficie lisa, estriada y rugosa (Fanfani, 2005; Freuler, 2007). En cuanto a sus hojas al igual que todas las monocotiledóneas, suelen presentar un rasgo en común que es la llamada “nervación paralelinervada” (Fanfani, 2005; Freuler, 2007). Esto significa que los haces vasculares (nervaduras) que llevan agua a la hoja y los que transportan los productos de la fotosíntesis a otras partes de la planta, corren paralelos entre sí y al eje longitudinal de la lámina de la hoja (Freuler, 2007). En cuanto a la forma, puede ser lanceolada, acintada, ovoide y cuasi redonda entre otras (Fanfani, 2005; Freuler, 2007).

Existen algunas epífitas carentes de tallos y hojas, por ejemplo la especie *Campylocentrum pachyrrhizum*, por lo tanto, la raíces realizan todas las funciones vegetativas, incluyendo la fotosíntesis y el almacenamiento de agua y nutrientes (Hágsater *et al.*, 2005). Conocer estas características morfológicas también es crucial al momento de realizar estudios sobre diversidad, ya que en muchos casos identificar las orquídeas epífitas a nivel de

especie es complicado, si no presentan flores, ni partes vegetativas como lo son los tallos y las hojas.

2.1.5 Flor

La estructura básica de las flores es muy similar a la de otras plantas y en ocasiones suelen confundirse con lirios y azucenas, pero poseen las siguientes características distintivas:

- a) Tienen simetría bilateral, por lo que es posible imaginar un plano que divide la flor en dos partes, que son iguales o simétricas (Fanfani, 2005; Hágsater *et al.*, 2005; Banks, 2006; Freuler, 2007).
- b) Presentan una fusión, al menos parcial, entre los filamentos de los estambres y el estilo para constituir una estructura única que incluye los órganos sexuales masculinos y femeninos, llamada columna o ginostemio (Hágsater *et al.*, 2005; Banks, 2006; Beutelspacher, 2013).
- c) Han experimentado una supresión de los estambres en un lado de la flor; de hecho, la mayoría posee un solo estambre fértil, aunque en la familia Cypridipedioideae hay dos y en la subfamilia Apostasioideae puede haber dos (*Apostasia*) o tres (*Neuwiedia*) (Hágsater *et al.*, 2005).
- d) Uno de los pétalos, el opuesto a los estambres suele ser diferente de los otros dos, llamado labio o labelo, que es por lo general la parte más vistosa y tiene la función de atraer, guiar o servir como plataforma de aterrizaje a los polinizadores (Hágsater *et al.*, 2005; Banks, 2006; Beutelspacher, 2013).
- e) Salvo las orquídeas apostasioides y algunas representantes de Cypridipedioideae y Vanilloideae en las que los granos de polen son individuales (“monadas”), el polen presenta algún grado de agregación y en la mayoría es liberado en unidades formadas por cuatro granos (“tétradas”), que a su vez constituyen cuerpos más o menos sólidos llamados polinios (Hágsater *et al.*, 2005).
- f) Con la excepción de las orquídeas apostasioides y cypridepioides, la columna presenta un “rostelo”, una parte no receptiva del lóbulo medio del estigma que separa los polinios de la superficie fértil del estigma e interviene en la dispersión

de aquellas. El rostelo por lo general produce una porción adhesiva que permite fijar el polinario al polinizador (Hágsater *et al.*, 2005).

Las flores de las orquídeas son por lo general hermafroditas y portan tanto órganos sexuales masculinos (estambres y sus anteras) como femeninos (ovario, estilo y estigma). Sin embargo, hay algunos casos en que los sexos están separados ya sea en el tiempo (dicogamia) o en el espacio (monoicas) (Hágsater *et al.*, 2005; Beutelspacher, 2013).

2.1.6 Clasificación

La clasificación tradicional ubicaba a la familia Orchidaceae en el Orden Liliales, pero estudios recientes usando datos moleculares sugieren que esta familia es un grupo basal dentro del Orden Asparagales, cerca de familias como Iridaceae e Hipoxidaceae (Beutelspacher, 2013).

En la actualidad se reconocen cinco linajes principales dentro de las orquídeas, consideradas de manera formal como subfamilias (Chase *et al.*, 2003). De acuerdo con el orden de aparición en el árbol evolutivo de la familia, estas son: Apostasioides, Vanilloides, Cyripedioides, Orchidoides y Epidendroides (Hágsater *et al.*, 2005), como se muestra en la Figura 1.

Las Apostasioides se encuentran únicamente en el sureste asiático e incluyen sólo dos géneros y unas 16 especies. Las Vanilloides incluyen 15 géneros y unas 250 especies y tienen una distribución amplia, aunque la mayoría de la especies son tropicales (Hágsater *et al.*, 2005). La subfamilia de las Cyripedioides, conocidas como “orquídeas zapatilla” también tiene una amplia distribución aunque está ausente en África y Australia ; tiene alrededor de 155 especies y cinco géneros, de los cuales tres se encuentran en México (Hágsater *et al.*, 2005).

Por su parte las Orchidoides abarcan unos 210 géneros y cerca de 5 000 especies, y están representadas en todas las regiones habitables del planeta. La subfamilia Epidendroideae es, con mucho el linaje más diverso tanto en número de especies y géneros como en hábitos y formas de vida, intervalos de tamaño y estrategias reproductivas, y el grupo

predominante en el biotopo epífita (Hágsater *et al.*, 2005). El 80% de las orquídeas, es decir, cerca de 20 000 especies, pertenece a esta subfamilia.

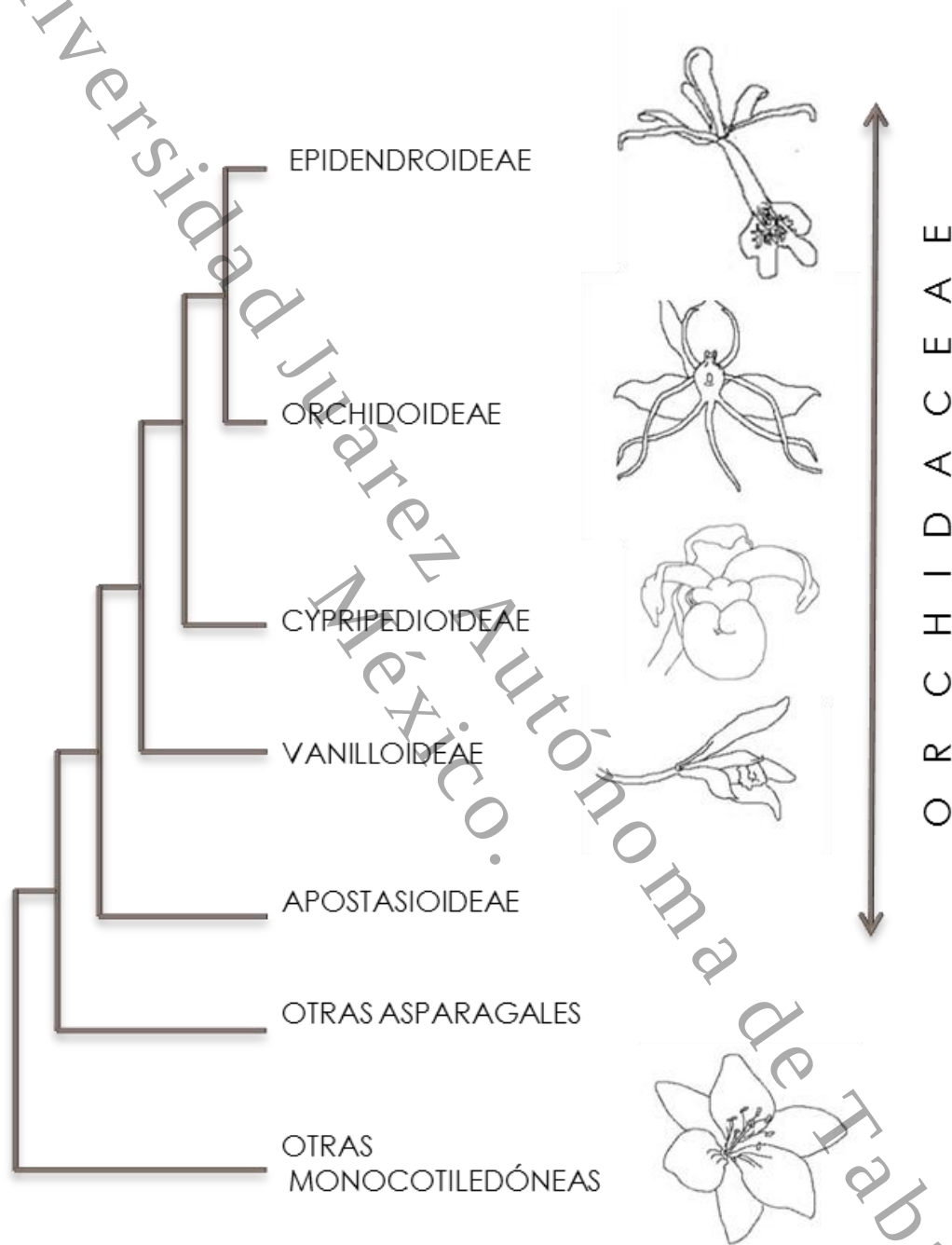


Figura 1. Árbol filogenético de la familia Orchidaceae que muestra las relaciones entre las distintas subfamilias (modificado de Hágsater *et al.*, 2005).

Debido a que las orquídeas presentan una enorme variabilidad morfológica y vegetativa es un grupo difícil de clasificar y la unidad básica de clasificación es la especie (Hágsater *et al.*, 2005; Banks, 2007). Actualmente, existen diversas definiciones de especie, pero desde el punto de vista biológico la especie puede definirse como -poblaciones que pueden cruzarse entre sí y que están aisladas reproductivamente de otras- (Curtis y Barnes, 2006; Banks, 2007). Esta definición tiene la ventaja de que el aislamiento reproductivo puede probarse con técnicas modernas tales como los análisis de ADN y los datos mensurables pueden corroborar las características morfológicas (Banks, 2007).

Sin embargo, con frecuencia los botánicos no pueden estudiar las plantas vivas y basan sus conclusiones en ejemplares de herbario, que no conservan todas las características de una planta (apariencia original). Esto puede llevar a desacuerdos sobre los límites de las especies (Hágsater *et al.*, 2005).

2.2 Trabajos realizados en el Neotrópico y México

Los cambios en la biodiversidad, presuponen que grupos de organismos y sus interacciones, responden de manera diferente a los impactos antropogénicos (Reaka *et al.*, 1997; Paoletti, 1999). Por lo tanto, la biodiversidad puede emplearse como una herramienta para evaluar el estado de conservación de un sistema, ya que es extremadamente valiosa como indicador de los cambios ecológicos (Reaka *et al.*, 1997). Nieder y colaboradores (2001), realizaron una revisión sobre epífitas neotropicales y paleotropicales y su contribución a la diversidad en el dosel, y mencionan que la diversidad y abundancia de epífitas presentan una correlación positiva con la etapa de sucesión de un bosque. Así mismo, Barthlott y colaboradores (2001) en su estudio sobre diversidad y abundancia de epífitas vasculares en un bosque primario y vegetación secundaria de los Andes venezolanos, demostraron que la diversidad y abundancia de orquídeas epífitas fue baja en la vegetación perturbada en comparación con el bosque primario, y sugieren que algunas familias sumamente vulnerables a los cambios en su hábitat pueden ser indicadores para determinar el grado de perturbación de otros hábitats de bosques húmedos. Estudios como los de Andama y colaboradores (2003) y

Christenson (2003), demuestran que existe una disminución en las poblaciones de orquídeas epífitas frente a los cambios ambientales que se generan después de las perturbaciones. Arévalo y Betancur (2004), en su estudio sobre diversidad de epífitas en cuatro bosques del sector suroriental de la serranía Chiribiquete, Guayana, Colombia, encontraron que las familias mejor representadas en diversidad fueron Orchidaceae, Araceae y Bromeliaceae, además mencionan que las diferencias de riqueza y abundancia presente en los bosques estudiados, puede deberse a las variaciones estructurales entre ellos y su estrecha relación con las variables microclimáticas propias de cada uno, como la humedad y la intensidad lumínica. El estudio de Calatayud (2005) sobre diversidad de la familia Orchidaceae en Bosques montanos de Perú, muestra que la diversidad de orquídeas está influenciada tanto por el rango altitudinal así como por el estado de conservación del área de estudio; su análisis mostró que de las cuatro zonas estudiadas, la que tuvo mayor diversidad fue la más conservada, mientras que los bosques primarios fragmentados y parches de bosques aislados por cultivos de café presentaron menor diversidad. Nöske y colaboradores (2008), demostraron que la riqueza de especies en epífitas vasculares se redujo significativamente de un bosque montano maduro hacia la vegetación abierta situado al sur de Ecuador. Por lo tanto, concluyen que, para algunos organismos, el hábitat modificado puede permitirles desempeñar un papel importante en la conservación de la biodiversidad en los Andes, mientras que otros son muy vulnerables a las perturbaciones, disminuyendo sus poblaciones como es el caso de las epífitas vasculares. Krömer (2007a) por su parte, en un estudio sobre diversidad y ecología de epífitas en bosques primarios y secundarios de Bolivia, demostró que la vegetación secundaria, tenía 60-70% menos especies que el bosque primario adyacente. Un estudio similar realizado en un paisaje Andino por Köster y colaboradores (2009), demostró que la diversidad de epífitas fue mayor en el bosque primario, mientras que en los fragmentos y los bosques secundarios jóvenes la diversidad disminuyó gradualmente. Werner (2011) realizó un análisis sobre el crecimiento y la supervivencia de epífitas en los troncos y ramas de árboles remanentes en un claro de bosque montano al sureste de Ecuador, durante los primeros tres años después de la tala del bosque, y encontró que la

mortalidad de los árboles fue mayor durante el primer año y disminuyó en el transcurso de los siguientes años, en cambio, la mortalidad de epífitas se incrementó sustancialmente durante los primeros tres años en comparación con el bosque conservado; y sugiere que se pueden presentar respuestas similares de las epífitas a lo largo de los bordes forestales. Un estudio más reciente realizado por Adhikari y colaboradores (2012a) sobre las condiciones del micrositio de orquídeas epífitas en un gradiente de impacto humano en Nepal, demuestra que tanto la riqueza y abundancia de especies de orquídeas epífitas fueron significativamente mayores en el bosque del parque nacional (impacto humano muy bajo) y también en algunos parches de bosque primario que en las otras regiones, principalmente a consecuencia de un microclima menos diferenciado en vegetación perturbada y secundaria en comparación con el bosque primario.

A nivel nacional se han realizado numerosos trabajos sobre orquídeas epífitas, de los cuales podemos mencionar: Espejo y colaboradores (2005) que realizaron un estudio de la presencia de orquídeas en cafetales, donde registraron 76 géneros, de los 146 reconocidos para México, además, mencionan que las orquídeas epífitas se encuentran en hábitats muy particulares. Solano y colaboradores (2008), trabajaron sobre la diversidad, distribución y estrategias para la conservación de las Pleurothallidinae (Orchidaceae) en Oaxaca, y menciona que la densidad de algunas especies de orquídeas de esta subtribu disminuye en los bosques perturbados. En cuanto al disturbio de los bosques sobre la abundancia y distribución de orquídeas y bromelias, en Veracruz, México, Hietz y colaboradores (2006), señalan que de ocho especies de epífitas estudiadas, cinco fueron menos comunes en las parcelas con disturbio, y que la orquídea *Lycaste aromatica* estuvo completamente ausente, en comparación con tres de las especies de bromelias que fueron más comunes en las parcelas con disturbio. También señalan que la abundancia puede ser un indicador de los cambios ambientales y microclimáticos. Flores-Palacios y García-Franco (2008) realizaron un estudio sobre los efectos del aislamiento del hábitat sobre la diversidad beta de la comunidad de epífitas vasculares en bosque mesófilo de Veracruz, México, y encontraron que la diversidad alfa y beta en árboles aislados era

claramente diferente de los otros hábitats más conservados, como el bosque de galería y bosque montano, por lo que sugieren que la deforestación elimina a los árboles hospederos que son importantes para el mantenimiento de la riqueza de especies de epífitas.

2.3 Estudios previos realizados para Tabasco

Para el Estado de Tabasco se han realizado pocos estudios que tienen un enfoque sobre la familia Orchidaceae. Alderete y Cappello (1988), hicieron una descripción de 43 especies de orquídeas distribuidas en el Estado de Tabasco. De las orquídeas que encontraron en la selva alta perennifolia 40 son epífitas y reportan a los géneros *Epidendrum* y *Encyclia* como los mejor representados. Ramón (1992), describió la distribución vertical de flora de angiospermas epífitas en la vegetación riparia del Río Puyacatengo, Teapa, donde registró 47 especies pertenecientes a 23 géneros de orquídeas epífitas, con siete nuevos registros para el Estado. Guadarrama y Ortiz (2000), en la Reserva de la Biosfera de los Pantanos de Centla, reportaron 10 especies de orquídeas epífitas. Cruz (2000), mencionó que en el Estado existen 145 especies de orquídeas distribuidas en 51 géneros, 125 epífitas y 20 terrestres, y los géneros *Epidendrum*, *Maxillaria*, *Encyclia*, *Pleurothallis*, *Oncidium*, *Habenaria*, *Vanilla* y *Stelis* fueron los más diversos. Ángel (2002), reportó para el Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, 13 especies de orquídeas, 11 epífitas y dos terrestres. Un estudio sobre biodiversidad del Estado de Tabasco, reporta 105 especies de orquídeas (Pérez *et al.*, 2005). Almeida (2008), en su estudio sobre la distribución espacial de las orquídeas epífitas en Huimanguillo, registró 28 géneros y 65 especies de orquídeas epífitas en la Selva Alta Perennifolia y el Bosque Mesófilo de Montaña. Recientemente Moreno (2011), en su estudio sobre orquídeas epífitas indicadores de calidad de hábitat en Huimanguillo, reportó 62 especies distribuidas en 22 géneros, siendo las especies mejor representadas *Maxillaria meleagris*, *Elleanthus caricoides*, *Pleurothallis antonensis*, *Pleurothallis cobanensis*, *Isochilus alatus*, *Oncidium ornithorhynchum* y *Scaphyglottis lindeniana*, así mismo menciona que la zona conservada posee mayor diversidad en comparación con la zona perturbada.

3. JUSTIFICACIÓN

En el sureste del país las perturbaciones antropogénicas han provocado la fragmentación de ecosistemas complejos como las selvas tropicales (Sánchez *et al.*, 2005; SEDESPA 2006). Esto pone en peligro una parte importante de su biodiversidad (Challenger, 1998; Laurance, 2006; Benítez-Malvido y Arroyo-Rodríguez, 2009). Una alternativa frente a este panorama, es comprender el grado en que los hábitats antropizados permiten la persistencia de los organismos (Laurance, 2006).

En Tabasco la mayoría de los fragmentos de selva se encuentran en áreas Naturales Protegidas (SEDESPA 2006). Sin embargo, la permanencia de los hábitats no es del todo segura aun en estas áreas (López-Hernández, 2006). Esto se debe principalmente a la deforestación, la extracción de especies útiles, la expansión ganadera extensiva, la invasión de terrenos, la intensificación agrícola, la urbanización y otros problemas relacionados con la tenencia de la tierra que siguen modificando la mayoría de los ecosistemas en el trópico húmedo (Sánchez *et al.*, 2005; López-Hernández, 2006). Se sabe que las orquídeas epífitas son unas de las formas de vida que se ven más afectadas por la deforestación, ya que su vida está ligada a la de sus árboles hospederos y de igual forma presentan una fuerte dependencia a las condiciones microclimáticas que se presentan desde la parte alta del dosel hacia el estrato bajo del bosque (Hietz, 1999; Acebey y Krömer, 2001; Banks, 2006; Martínez-Meléndez *et al.*, 2008). Sin embargo, a pesar de que contribuyen sustancialmente a la biodiversidad del dosel, es poco conocida la influencia que ejercen los bordes forestales sobre la diversidad de orquídeas epífitas.

Estudios florísticos como los de Ángel, (2002), Zarco-Espinoza y colaboradores (2010;) y el de Sánchez-Perez (2011) en el Parque Estatal Agua Blanca han puesto mayor énfasis en árboles, arbustos y hierbas terrestres, pero a la fecha no se han realizado estudios de corte científico sobre biodiversidad del dosel con equipo especializado. Debido a lo anterior, la evaluación del cambio en la diversidad de orquídeas epífitas a consecuencia de los bordes forestales, puede aportar información que permita tomar decisiones para la

conservación de la biodiversidad no sólo en esta área sino también en otros fragmentos de selva presentes en el estado.

4. HIPOTESIS

Preguntas a responder en esta investigación

1.- ¿Cómo influye el efecto de borde sobre la diversidad de orquídeas epífitas?

Dentro de las consecuencias ecológicas que presentan los bordes forestales, están los cambios en la abundancia y distribución de especies, por esta razón, se evaluó si existían diferencias significativas en la riqueza y abundancia de orquídeas epífitas que están presentes en el borde y en el interior del fragmento. Para ello se establecieron las siguientes hipótesis.

(H₀): Si el efecto de borde no ejerce ninguna influencia sobre la comunidad de orquídeas epífitas, entonces la diversidad (riqueza y abundancia) presente en el borde será similar a la del interior del fragmento.

(H_a): El efecto de borde ejerce influencia sobre la comunidad de orquídeas epífitas, por lo tanto la diversidad (riqueza y abundancia) tiende a disminuir en los bordes forestales en comparación con el interior del fragmento.

2.- ¿Cuáles son las condiciones naturales del microhábitat que influyen en el número de individuos de orquídeas epífitas presentes en el borde y en el interior del fragmento?

Las condiciones naturales del microhábitat son de suma importancia para el establecimiento y supervivencia de orquídeas epífitas, bajo esta premisa se determinó si los individuos de orquídeas epífitas presentaban preferencias sobre las variables categóricas como “expuesto” o “protegido” del viento y los niveles de cobertura de luz en el interior del fragmento y el borde. Para la prueba de independencia entre variables se establecieron las siguientes hipótesis.

(H₀): Las condiciones naturales del microhábitat no ejercen ninguna influencia sobre el número de individuos de orquídeas epífitas que están presentes en el interior del fragmento y el borde, por lo tanto la proporción de individuos será la misma en ambos sitios.

(H_a): Las condiciones naturales del microhábitat influyen de manera significativa sobre el número de individuos de orquídeas epífitas, por lo tanto no todas las proporciones de individuos serán iguales para ambos sitios.

5. OBJETIVOS

5.1 General

Conocer el cambio en la biodiversidad de orquídeas epífitas como consecuencia del efecto de borde en el Parque estatal de Agua Blanca Macuspana.

5.2 Particulares

Describir la riqueza y composición de la comunidad de orquídeas epífitas del Parque Estatal Agua Blanca Macuspana.

Comparar la diversidad (riqueza y abundancia) y similitud florística de orquídeas epífitas presente en el interior del fragmento y el borde.

Calcular el índice de valor de importancia ecológica de orquídeas epífitas en cada sitio de estudio.

Determinar las condiciones del microhábitat y las características de los árboles huésped que influyen en la riqueza y número de individuos de orquídeas epífitas presentes en cada sitio.

Describir la distribución vertical de orquídeas epífitas en el interior del fragmento y en el borde.

6. MATERIALES Y METODOS

6.1 Área de estudio

El Parque Estatal Agua Blanca se localiza hacia el sureste del municipio de Macuspana, Tabasco, delimitando al Norte con el ejido Buena Vista, al Sur con el ejido Melchor Ocampo, al Oriente con Zopo Sur y hacia el Poniente con los terrenos del ejido Caparroso (López-Hernández, 2006). El Parque cuenta con una extensión territorial de 2,025 ha y se localiza entre los paralelos 17 35" y 17 37" de latitud Norte y 92 25" y 92 29" de longitud Oeste, entre los 100 y 200 m snm (Zarco-Espinoza *et al.*, 2010) (Figura 2).

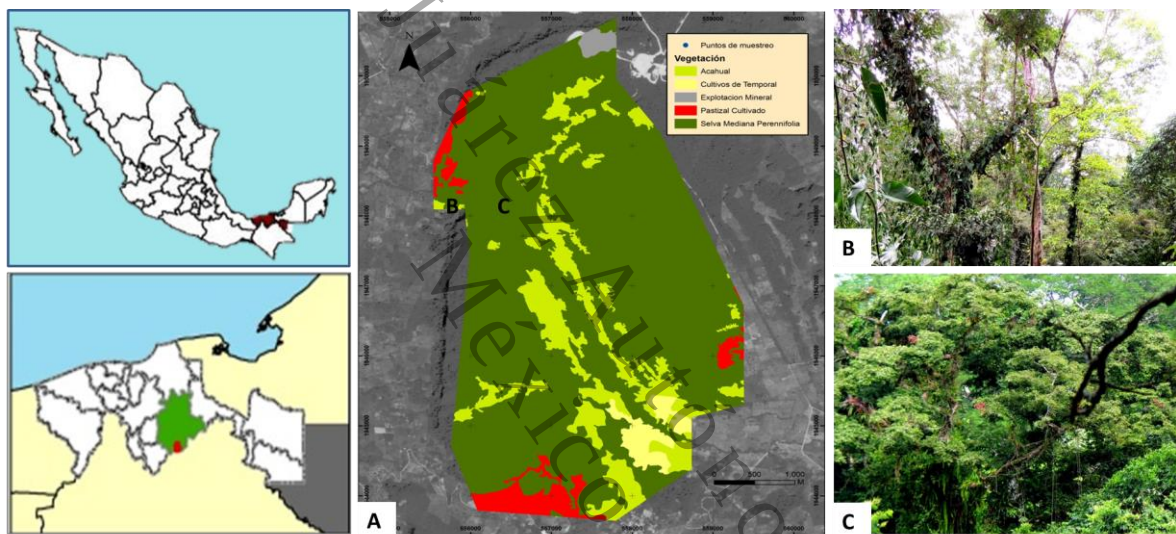


Figura 2. Ubicación geográfica del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. A) Vegetación presente en el parque y sitios de muestreo B) Sitio perturbado con Borde, C) Interior del fragmento (Polígono elaborado por el laboratorio Ecología del Paisaje y Cambio Global DacBiol-UJAT).

La Sierra de Agua Blanca forma parte de la provincia fisiográfica Sierra de Chiapas, donde se distinguen las unidades fisiográficas, Llanura Cárstica y Uvala. El clima es cálido húmedo Af(m) w" (i)g. con lluvias todo el año, la precipitación tiene como rango promedio de 2100 mm con un registro de 3200 mm de total anual (SEDESPA 2006). Con base a los registros de temperatura y precipitaciones (1971-2000), Arreola y colaboradores (2011), elaboraron un climograma de la microrregión de agua Blanca que permite observar que el mes de mayor precipitación es septiembre con 377.5 mm mensuales y el mes de menor

precipitación es abril con 66.6 mm. La temperatura de la microrregión oscila entre los 23 y los 30 °C. El mes más caluroso es mayo con 29.8°C (Figura 3). El tipo de suelo presente en el sitio es Luvisol húmico, cuya profundidad es de 0 a 60 cm y rojos arcillosos con profundidad entre 0 y 80 cm (López-Hernández, 2006). La vegetación que aquí se presenta, pertenece a las selvas altas perennifolias donde el ramón (*Brosimum alicastrum*) es la especie predominante. El estrato superior alcanza en ocasiones, más de 30 m de altura y se pueden observar elementos tales como la maca blanca (*Vochysia hondurensis*), caoba (*Swietenia macrophylla*), ceiba (*Ceiba pentandra*), palo mulato (*Bursera simaruba*), guapaque (*Dialium guianense*) y una gran cantidad de lianas, epífitas, hongos, entre otros. Esta área protegida conserva una muestra del paisaje natural, así como de las estructuras fisiográficas y organismos que en ella se encuentran (flora y fauna), y favorece la protección de una muestra representativa de la selva alta y mediana perennifolia de la región (López- Hernandez, 2006).

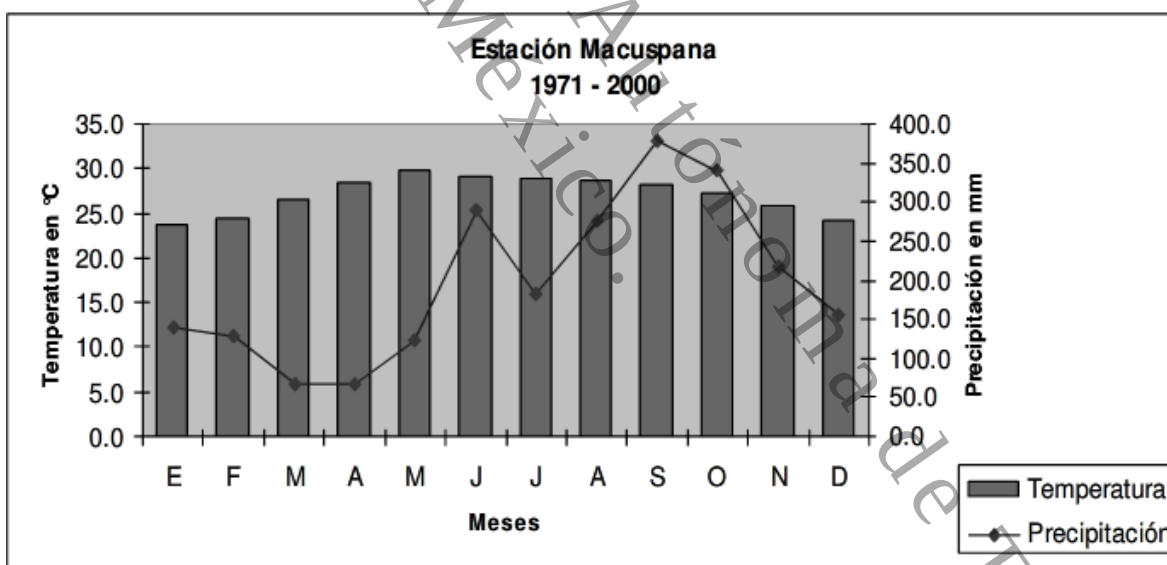


Figura 3. Climograma de la Microrregión Agua Blanca. (Fuente: CNA, Estación Macuspana).

6.2 Ubicación de sitios de estudio

El muestreo de orquídeas epífitas se realizó entre los meses de junio a diciembre de 2013. Las colectas de ejemplares de herbario se realizaron en los meses Noviembre-Febrero 2014. Para realizar el censo se empleó el método de muestreo representativo de 1 ha,

compuesto de ocho cuadros de 20x20 m (400 m²), separados entre sí por lo menos a 25 m de distancia, (Gradstein *et al.*, 2003; Krömer *et al.*, 2007a; Nöske *et al.*, 2008), con lo que se tuvo una superficie total muestreada de 0.32 ha en cada zona de estudio. Debido a las características en las zonas de estudio, las subparcelas se establecieron de forma sistemática en el borde forestal y en el interior del fragmento de forma aleatoria. (Figura 4).

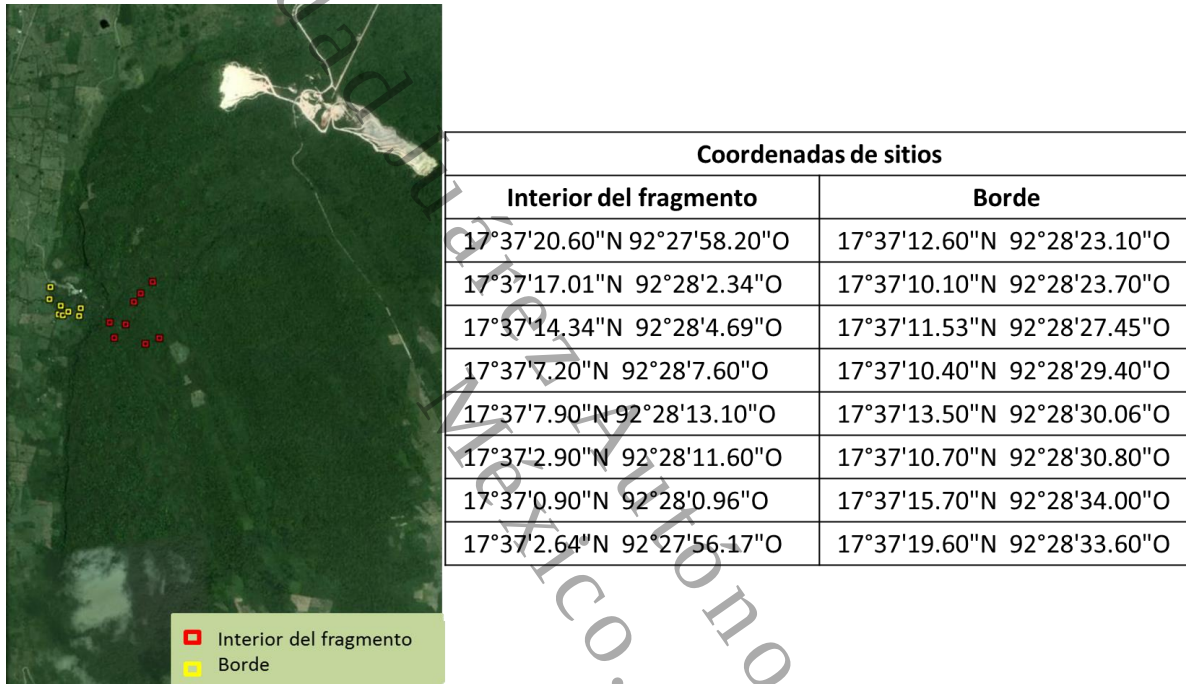


Figura 4. Esquema de la ubicación de los cuadros de 20x20 m en cada sitio de estudio con sus respectivas coordenadas.

La selección de los sitios de estudio y el posterior análisis entre categorías y clases se basó en los criterios establecidos en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Criterios de selección de los sitios de estudio.

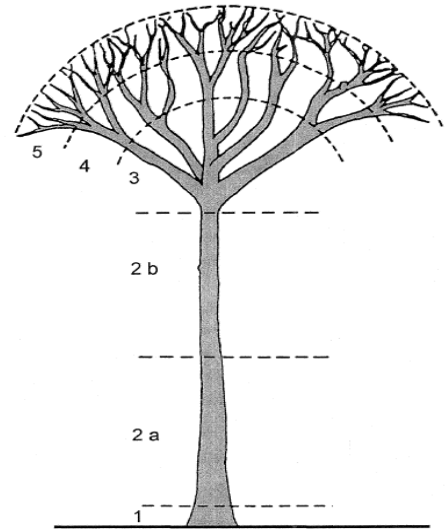
SITIO	CRITERIOS
INTERIOR DEL FRAGMENTO	Sin presencia de actividad agrícola o ganadera.
BORDE	Dosel cerrado $\geq 90\%$
	Sin presencia de residuos sólidos
	Presencia de actividad agrícola y ganadera en la matriz circundante.
	Dosel abierto $\geq 40\%$
	Presencia de residuos sólidos

6.3 Censo, colecta, herborización y procesamiento del material botánico

En cada cuadro se procedió al censo de orquídeas epífitas de un árbol representativo (Gradstein *et al.*, 2003). En el interior del fragmento se evitaron los árboles que se encontraban en los márgenes de la selva, mientras que en la zona de borde se censaron los árboles presentes únicamente en el borde. Para aumentar al máximo las probabilidades del registro de la riqueza de especies se muestrearon también todos los arbustos y arbolitos <10 m de altura dentro de cada subparcela que presentaban orquídeas epífitas, alrededor de cada árbol seleccionado (Gradstein *et al.*, 2003).

A cada árbol o arbusto se le tomaron datos de altura, diámetro a la altura del pecho (DAP), cobertura de copa y tipo de corteza, así como la determinación de la especie del hospedero. Posteriormente se registraron todas las especies de orquídeas epífitas dentro de las cinco zonas verticales en los árboles definidas por Johansson (1974) (Figura 5), y se tomaron datos del número de individuos de cada especie y las condiciones de microhábitat, que se explican con más detalle más adelante.

Figura 5. Zonas de Johansson (1974) utilizadas en el censo vertical de orquídeas epífitas. **Z1.** Parte basal del tronco (0-2 m de altura); **Z2.** Tronco hasta la primera ramificación y exclusión de las ramas aisladas que se originan en la zona del tronco. La zona 2 se subdivide en una parte húmeda baja del tronco (zona 2a) y una parte superior más seca (zona 2b); **Z3.** Parte basal de las ramas grandes, hasta las segundas ramificaciones (alrededor de un tercio del total de la longitud de la rama); **Z4.** Segundo tercio de la longitud de rama; **Z5.** Tercio externo de la longitud de la rama.



Para ascender de forma segura al dosel, se empleó la técnica de ascenso de una sola cuerda (Barker y Sutton, 1997). Esta técnica consiste en pasar un hilo resistente y ligero por una bifurcación del árbol y posteriormente sustituirlo por una cuerda especial para rapel, uno de los extremos de la cuerda debe anclarse con equipo especializado en la base del mismo árbol o bien en otro árbol y el ascenso al dosel se realiza en el otro extremo de la cuerda. Esta técnica permite realizar inventarios completos de biodiversidad de orquídeas epífitas (Flores-Palacios y García-Franco, 2001).

Durante el registro y cuantificación de las orquídeas epífitas, se colectó material vegetativo (parte del rizoma con hojas), para lo cual se cuenta con un permiso de colecta por parte de la Dirección General de Vida Silvestre (Anexo 1), y se generó un registro fotográfico de cada especie (Anexo 2). Una vez terminado el censo, los ejemplares fueron trasladados al Herbario de la División Académica de Ciencias Biológicas para su posterior identificación.

Como la delimitación de individuo en epífitas vasculares es difícil por el crecimiento clonal que pueden llegar a presentar, sobre todo en orquídeas (Hágsater *et al.*, 2005), se usó la definición de individuo de Sanford (1968), donde un individuo es un grupo de rizomas y hojas, que constituyen una forma claramente delimitada y separada de otro grupo de la misma especie.

6.4 Análisis de datos

Todos los datos se almacenaron en hojas de cálculo, donde se generaron las bases de datos y matrices (MS Excel 2010). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico StatGraphics versión 16.1.18. Los índices de diversidad se obtuvieron utilizando el programa estadístico PAST versión 1.93. Como los valores estadísticos de las variables métricas indicaron desviaciones significativas de la normalidad, se usó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney (Wilcoxon), y para las variables categóricas la prueba de χ^2 de Pearson para la inspección de independencia entre las variables categóricas.

6.5 Riqueza y composición de la comunidad de orquídeas epífitas

Riqueza

La riqueza específica (S), es el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad y es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001). Esta se representó gráficamente mediante una curva de especie-área, la cual permite visualizar la representatividad de un muestreo (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Para estimar el número posible de especies de la comunidad se utilizó el coeficiente de número probable de especies Jackknife de primer orden. Este es un estimador no paramétrico en el sentido estadístico, ya que no asume el tipo de distribución del conjunto de datos y no lo ajusta a un modelo determinado, además, solo requiere de presencia/ausencia de especies (Moreno, 2001).

$$\text{Jack1} = S + L (m-1/m)$$

Donde:

S = número de especies.

L = número de especies que ocurren sólo en una muestra (especies “únicas”).

m = número de muestras.

6.6 Diversidad y similitud florística de orquídeas epífitas

Para comparar la diversidad de orquídeas epífitas en el interior del fragmento y el borde, se contabilizó la riqueza como se describe anteriormente, así como la abundancia de orquídeas epífitas presentes en los cuadros de 20x20 m², posteriormente se comparó mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney (Wilcoxon) para ver si existían diferencias significativas.

También se estimó la diversidad utilizando el Índice de diversidad Shannon-Wiener (H'), que combina el número de especies (S) con el número de individuos (N) y estima la diversidad de especies con relación a la aparición de cada especie. El valor del índice usualmente se encuentra entre cero y tres (rara vez sobrepasa cuatro), teniendo que comunidades poco diversas se acercan al valor de cero y comunidades muy diversas a valores de tres. Es una medida no paramétrica de heterogeneidad de la comunidad, más sensible a los cambios de las especies raras, la fórmula es la siguiente (Moreno, 2001).

$$H' = \sum P_i \ln P_i$$

$$P_i = n_i / N_1$$

Donde:

P_i = Proporción del número total de individuos de la especie i.

n_i = Número de individuos de la especie i.

N_1 = Número total de individuos muestreados.

Índice de Similitud

Para conocer la similitud florística de las orquídeas epífitas entre las zonas estudiadas, se obtuvo el índice cualitativo de Sørensen.

$$I_s = 2c / (A+B)$$

Donde:

A = es el número de especies de la muestra 1.

B = es el número de especies de la muestra 2.

c = es el número de especies compartidas.

Este índice resalta la importancia de las especies compartidas, al duplicar el valor de estas ("2c"), mientras que da el mismo valor a las muestras que se están comparando ("A + B"). Este índice toma valores de 0 a 1, cuando los valores sean cercanos a uno las muestras serán más similares (Moreno, 2001).

6.7 Cálculo del Índice de valor de importancia ecológica (I.V.I.E.) de orquídeas epífitas encontradas en el área de estudio

Los valores de densidad, frecuencia, dominancia y el valor de importancia ecológica para las especies de orquídeas epífitas se determinaron con las siguientes formulas:

Densidad absoluta= No. de individuos de una especie/Unidad total muestreada

Densidad relativa= (Ind. de una especie/Total de individuos) x 100

Frecuencia absoluta= No. de puntos en que aparece una especie/Total de puntos muestreados.

Frecuencia relativa= Frecuencia de una especie x 100/ Frec. Total de todas las especies

Dominancia absoluta= Densidad de una especie x la frecuencia de la misma

Dominancia relativa= Dominancia de una especie x 100/Dom. Total para todas las especies

I.V.I.E. = Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa

6.8 Determinación de las condiciones del microhábitat y características de los árboles huésped.

Cobertura de luz

Se determinó la cobertura de luz solar a la que están expuestos los individuos de orquídeas epífitas tomando la lectura lo más próximo posible a un conjunto de individuos en cada zona a la cual se tuvo acceso sobre las ramas y troncos del árbol huésped, y se clasificó en cinco clases del 20% (clase 1: 0-20%, clase 2: 21-40%, clase 3: 41-60%, clase 4: 61-80%, clase 5: 81-100%) (Adhikari *et al.*, 2012a). Para medir la cobertura de luz, se usó un Densiómetro esférico cóncavo este instrumento se emplea para estimar coberturas de doseles abiertos y doseles cerrados, en la parte central presenta 24 cuadros en el que se debe estimar el número de puntos no ocupados por el dosel (4 puntos imaginarios por cuadro, que en total suman 96). Para la determinación de la cobertura de luz, se orientó el densiómetro hacia N, S, E y O, se contaron los puntos no ocupados por el dosel, posteriormente al multiplicar la suma de los puntos por 1.04 (100/96) da el porcentaje de cobertura de luz solar.

Exposición al viento

Para el registro de la exposición al viento, se consideraron dos categorías, expuesto y protegido, para cada individuo de orquídea epífita censado en cada árbol huésped. Para determinar la protección y exposición al viento de las orquídeas epífitas se tomaron en cuenta los siguientes criterios (Adhikari *et al.*, 2012a):

- I. **Protegido:** Las ramas o troncos donde se encuentren creciendo las orquídeas epífitas deben estar protegidos por otras ramas, epífitas u otras copas de árboles del dosel que eviten el paso directo del viento.
- II. **Expuesto:** Las ramas o troncos donde se encuentran creciendo las orquídeas epífitas deben estar expuestos directamente a la fuerza del viento (sin otras ramas, epífitas u otras copas de árboles del dosel que eviten el paso directo del viento).

Velocidad del viento

Se registró la velocidad del viento en las primeras cuatro zonas verticales de los árboles donde se encontraron las orquídeas epífitas con una estación climatológica portátil marca Krestel 4000. Los registros se realizaron ubicando el aparato en posición vertical durante 30 segundos aproximadamente frente a la corriente de viento en cada zona vertical entre las 11 de la mañana y las 12 de la tarde para tomar la lectura de velocidad. Se promediaron 24 registros en cada zona vertical por cada sitio y se compararon mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney (Wilcoxon).

Tipo de corteza

En base a la rugosidad de la corteza en el punto donde se ubicaron las orquídeas epífitas, se identificaron visualmente tres clases diferentes: rugosa (R), medianamente rugosa (MR) y lisa (L) (Adhikari *et al.*, 2012a). Según la propuesta hecha por Ferro *et al.*, (2000):

- I. Corteza rugosa (R): corteza cuyo agrietamiento o fisurado tiene hendiduras profundas (≥ 2.5 mm) y más separadas (≥ 1.5 mm).
- II. Corteza medianamente rugosa (MR): corteza con agrietamiento o fisurado ligero cuyas hendiduras son poco profundas (< 2.5 mm) y escasamente separadas (< 1.5 mm).
- III. Corteza lisa (L): puede tener pequeñas escamas pero con patrón liso.

Diámetro a la altura de pecho (DAP) y altura

Se midió el DAP y altura de los árboles que presentaban orquídeas con una cinta diamétrica y un clinómetro forestal marca Suunto Tandem respectivamente.

Cobertura del dosel

Se tomaron 5 lecturas de la cobertura del dosel en el centro y en los cuatro puntos cardinales del cuadro de 20x20, con un Densiómetro esférico cóncavo, siguiendo el método descrito para la toma de cobertura de luz solar anteriormente descrito, posteriormente se promedió la cobertura por sitio

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Riqueza y composición de la comunidad de orquídeas epífitas en el Parque Estatal Agua Blanca

En una superficie equivalente a 0,64 ha (borde forestal y el interior del fragmento), se registraron un total de 46 especies de orquídeas epífitas distribuidas en 32 géneros (Cuadro 2). Este número de taxa concuerda con lo que otros autores han reportado en selvas húmedas tropicales, tal es el caso de Nieder y colaboradores (1999) que reporta 49 especies en Otonga Ecuador en 10 relevamientos (10 árboles) y los alrededores, un poco más de lo que se reporta en este estudio para 16 relevamientos (16 árboles) y los alrededores (46 sp.), Acebey y Krömer (2001) por su parte registra 53 especies de orquídeas epífitas en ocho relevamientos y los alrededores del río Eslabón y la laguna Chalalán en Bolivia y sólo para ocho relevamientos (8 árboles) equivalente a una superficie de 0,32 ha, registró 27 especies, 9 especies menos de lo que se registró en el presente estudio en ocho relevamientos para el interior del fragmento (36 sp.), otro estudio realizado por Krömer (2003) en Sapecho, Bolivia, reporta 49 especies en 8 relevamientos (8 árboles) equivalente a una superficie de 0,32 ha, 5 especies más que las obtenidas en el presente estudio por la misma superficie en el interior del fragmento, por último Zotz y Schultz (2008) reportan 51 especies en tierras bajas de Panamá presentes en una superficie de 0,4 ha, tan sólo 5 especies más que las reportadas en el presente estudio.

En años más recientes, se han realizado estudios enfocados a la familia Orchidaceae en México (Hágsater *et al.*, 2005; Beutelspacher, 2013). Sin embargo, en Tabasco los estudios dirigidos a esta familia son escasos (CONABIO, 2008). Por otro lado, los listados florísticos no se encuentran actualizados de acuerdo a los cambios nomenclaturales propuestos para la familia (Noguera-Savelli y Cetzal-Ix, 2013). Dentro de los pocos estudios realizados a la fecha se encuentran los de Alderete y Cappello realizado desde 1988, que reportan 39 orquídeas epífitas localizadas en 13 de los 17 municipios del estado, y el listado más reciente elaborado por Pérez y colaboradores (2005), donde reportan 74 especies de orquídeas epífitas distribuidas en el Estado, en este último se incluyen diez especies más,

bajo la categoría de “esperadas” ya que posiblemente se distribuyen en el estado. Dentro de las 46 especies de orquídeas epífitas registradas en el presente estudio se pudo confirmar la presencia de tres de las especies esperadas; *Maxillariella variabilis* (Bateman ex Lindl.) M.A. Blanco y Carnevali (2007), *Mormolyca hedwigiae* (Hamer y Dodson) M.A. Blanco y Carnevali (2007) y *Rhetinantha aciantha* (Rchb. f.) M. A. Blanco (2007), y además una especie del género *Stanophea* sp. que posiblemente sea *S. graveolens*. También, a esta riqueza se suma *Cynoches ventricosum* que se reporta por segunda ocasión para el estado y dos nuevos reportes para la orquideoflora de Tabasco *Coryanthes picturata* Rchb.f. (1864) y *Platystele minimiflora* (Schltr.) Garay (1974).

La riqueza reportada en este estudio sólo representa el 55% de las especies que aparecen en el listado más reciente, pero este último considera las orquídeas epífitas que se distribuyen en diferentes ambientes de Tabasco, no exclusivamente en selva alta perennifolia. Esto refleja la importancia del presente estudio y de realizar más estudios en selva alta perennifolia, ya que aunque este tipo de ecosistema en la actualidad se encuentre con alto grado de perturbación se muestra que las áreas naturales protegidas representan el último refugio para conservar la biodiversidad local.

Los géneros mejor representados fueron *Epidendrum* con 6 especies (13%), seguida de *Maxillariella*, *Specklinia* y *Trichocentrum*, con 3 especies (6%) respectivamente. Esto se debe principalmente a que estos géneros Neotropicales son, con mucho, los más representativos en cuanto al número de especies se refiere (Krömer *et al.*, 2007a). El 69% restante corresponde a géneros representados por una o dos especies. Dentro de las especies registradas en este estudio *Chysis bractescens* Lindl. (1840) y *Cynoches ventricosum* Bateman (1837) aparecen bajo la categoría de amenazadas en la NOM-059-ECOL-2010 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Lista de especies de orquídeas epífitas y número de individuos registrados en el Parque Estatal Agua Blanca (PEA), basado en la nomenclatura del Catálogo Digital de la Orquídeas de México (Soto-Arenas *et al.*, 2007b), (IF: Interior del fragmento, B: Borde, *Registros nuevos para el Estado, NOM: Norma Oficial Mexicana, A: Amenazada).

Especies	Abundancia/Sitio		Status
	IF	B	NOM
<i>Camaridium pulchrum</i> Schltr. (1911).	2	-	-
<i>Campylocentrum micrantum</i> (Lindl.) Rolfe.	5	-	-
<i>Catasetum integerrimum</i> Hook.	-	1	-
<i>Christensonella uncata</i> (Lindl.) Szlach. Mytnik, Gorniak y Smiszek.	267	-	-
<i>Chysis bractescens</i> Lindl.	10	-	A
<i>Coelia triptera</i> (Sm.) G. Don ex Steud.	1	-	-
* <i>Coryanthes picturata</i> Rchb. f.	8	7	-
<i>Cynoches ventricosum</i> Bateman.	-	1	A
<i>Dichaea panamensis</i> Lindl.	25	-	-
<i>Encyclia alata</i> (Bateman) Schltr.	2	-	-
<i>Epidendrum galeottianum</i> A. Rich y Galeotti.	4	-	-
<i>Epidendrum cardiophorum</i> Schltr.	179	14	-
<i>Epidendrum chlorocorymbos</i> Schltr.	19	-	-
<i>Epidendrum flexuosum</i> G. Mey.	4	7	-
<i>Epidendrum stamfordianum</i> Bateman.	1	-	-
<i>Gongora leucochila</i> Lem.	3	-	-
<i>Heterotaxis crassifolia</i> Lindl.	13	-	-
<i>Isochilus carnosiflorus</i> Lindl.	91	-	-
<i>Lycaste aromatica</i> (Graham ex Hooker) Lindley.	29	-	-
<i>Maxillariella elatior</i> (Rchb.f.) M.A. Blanco y Carnevali.	30	-	-
<i>Maxillariella tenuifolia</i> (Lindl.) M.A. Blanco y Carnevali.	6	-	-
<i>Maxillariella variabilis</i> (Bateman ex Lindl.) M.A. Blanco y Carnevali.	36	-	-
<i>Mormolyca hedwigiae</i> (Hamer y Dodson) M.A. Blanco y Carnevali.	1	-	-
<i>Nemaconia striata</i> (Lindl.) van den Berg. Salazar y Soto Arenas.	92	2	-
<i>Nidema boothii</i> (Lindl.) Schltr.	157	16	-

Especies	Abundancia/Sitio		Status
	IF	B	NOM
<i>Notylia barkeri</i> Lindl.	6	2	-
<i>Oncidium sphacelatum</i> Lindl.	8	-	-
<i>Ornithocephalus inflexus</i> Lindl.	3	-	-
* <i>Platystele minimiflora</i> (Schltr.) Garay.	93	-	-
<i>Platystele stenostachya</i> (Rchb.f.) Garay.	196	-	-
<i>Polystachia cerea</i> Lindley.	12	-	-
<i>Prosthechea pigmaea</i> (Hook.) W. E. Higgins.	7	-	-
<i>Prothechea radiata</i> (Lindl.) W.E. Higgins.	12	-	-
<i>Restrepiella ophiocephala</i> (Lindl.) Garay y Dunst.	198	-	-
<i>Rhettiantha aciantha</i> (Rchb. f.) M. A. Blanco.	4	-	-
<i>Sobralia decora</i> Bateman.	2	-	-
<i>Specklinia brighamii</i> (S. Watson) Pridgeon y M.W. Chase.	9	-	-
<i>Specklinia marginata</i> (Lindl.) Pridgeon y M.W. Chase.	395	-	-
<i>Specklinia pisinna</i> (Luer) Solano y Soto Arenas.	247	-	-
<i>Stanophea</i> sp.	3	-	-
<i>Stelis gracilis</i> Ames.	1	-	-
<i>Trichocentrum ascendens</i> (Lindl.) M. W. Chase y N. H. Williams.	1	-	-
<i>Trichocentrum lindenii</i> (Brog.) M.W. Chase y N. H. William.	5	-	-
<i>Trichocentrum luridum</i> (Lindl.) M.W. Chase y N.H. Williams.	12	2	-
<i>Trichocentrum oerstedii</i> (Rchb.f.) R. Jiménez y Carnevali.	13	4	-
<i>Trigonidium egertonianum</i> Bateman ex Lindl.	60	-	-

Cuadro 2. Continuación

El estimador de riqueza Jackknife de primer orden, mostró que en el interior del fragmento podrían encontrarse 52 especies, mientras que lo observado fueron 44, lo que indica que el número de especies podría incrementar. Es probable que este número de especies faltantes (15%), comprenda especies raras del dosel conocidas como orquídeas de ramilla, que generalmente son muy difíciles de detectar ya que son sumamente pequeñas, así como algunas del sotobosque. Así mismo, los resultados obtenidos por el estimador para el borde de vegetación muestra que podría haber 14 especies, mientras

que las observadas fueron 10, por lo tanto el número de especies podría incrementar un 29%, debido a que estas especies pueden encontrarse dispersas en los sitios perturbados, por lo tanto, en sitios perturbados un aumento en los censos podría incrementar esta riqueza (Figura 6).

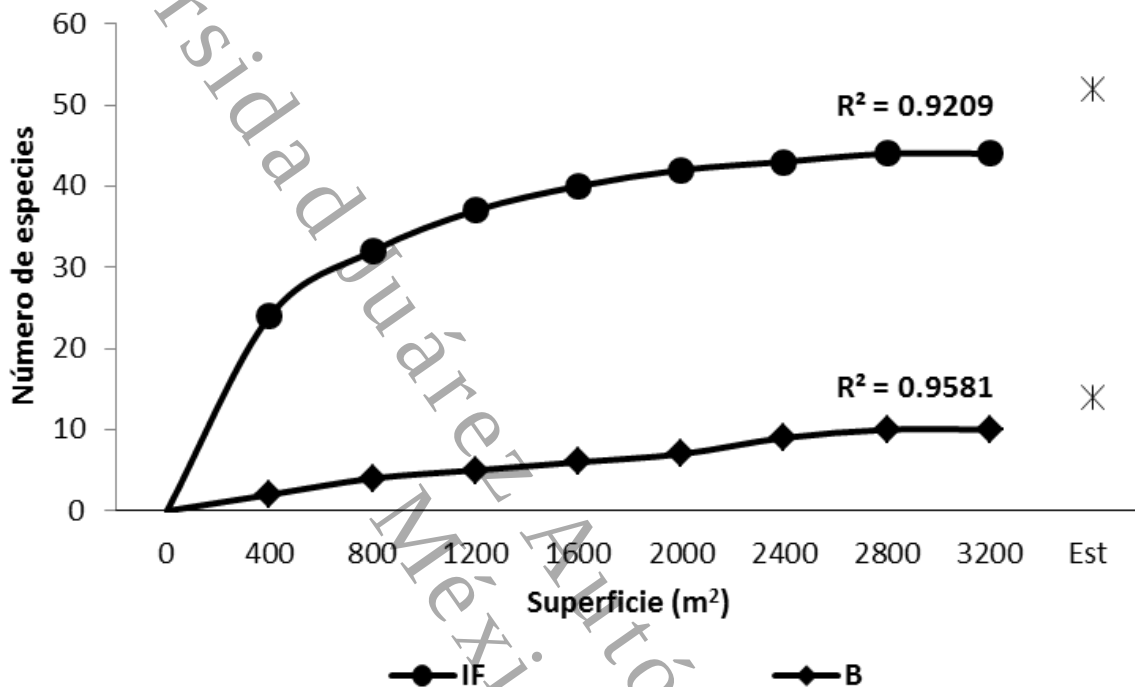


Figura 6. Curva de área mínima del Interior del fragmento (IF) y el borde (B), ambas presentan el valor de R^2 y el número estimado de especies (*) (Est: Jackknife de primer orden).

En la figura 6, se observa que después de 8 censos la curva mantiene un valor más o menos constante, indicando que el incremento del número de especies es mínimo. El alcanzar el 85% del registro de especies de orquídeas epífitas en el interior del fragmento y el 71% en el borde, muestra que se realizó el suficiente esfuerzo de muestreo con la metodología empleada. Sin embargo, un aumento de la superficie muestreada siempre dará como resultado un incremento en el número de especies epífitas, como señalan, Acebey y Krömer (2001) en su estudio sobre la diversidad y distribución de epífitas en Bolivia, aplicando el mismo método que se empleó en este estudio.

7.2 Diversidad y similitud florística de orquídeas epífitas presente en el interior del fragmento y el borde.

El Cuadro 3 muestra la distribución de especies y número de individuos de orquídeas en el interior del fragmento y en el borde forestal. El 95% de especies, así como el 97% de individuos, se encontraron en el interior del fragmento, por lo tanto se rechaza la hipótesis de igualdad en riqueza y abundancia entre sitios. Se observó una disminución significativa en la diversidad de orquídeas epífitas hacia el borde forestal, número de especies de orquídeas por cuadro ($p=0.0009$) (Figura 7a), así como el número de individuos de orquídeas por cuadro ($p=0.0008$) (Figura 7b). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Adhikari y colaboradores (2012a), donde la riqueza y número de individuos de orquídeas epífitas disminuyó significativamente en un gradiente de menor a mayor perturbación. El índice de diversidad de Shannon Wiener, también mostró una disminución en la diversidad de orquídeas epífitas, del interior del fragmento ($H' = 2.76$) hacia el borde de la vegetación ($H' = 1.91$) (Cuadro 3). De igual manera, Barthlott y colaboradores (2001), mencionan que la comunidad de epífitas vasculares en vegetación primaria, mostró una diversidad de $H'=3.15$, mientras que la zona perturbada, la diversidad fue claramente inferior: 2.84 en el relicto de vegetación, 1.61 y 1.70, en la plantación de cedros y en la formación del claro, respectivamente. Estos cambios en la diversidad y abundancia pueden estar relacionados con la etapa de sucesión del bosque, tal y como lo mencionan Nieder y colaboradores (2001). Otros estudios realizados en el Neotrópico también comprueban que tanto la riqueza, como la abundancia de epífitas vasculares son considerablemente reducidas en sitios perturbados (Hietz *et al.*, 1996; Andama *et al.*, 2003; Christenson, 2003; Calatayud, 2005; Werner *et al.*, 2005; Krömer *et al.*, 2007a, Nöske *et al.*, 2008; Köster *et al.*, 2009; Werner, 2011).

Cuadro 3. Número de especies de orquídeas epífitas, así como número de individuos en los sitios; interior del fragmento (IF) y borde (B)

Sitios	IF	B
No. de cuadros	8	8
Riqueza de orquídeas epífitas	44	10
Proporción de individuos	97.6	2.4
Diversidad de Shannon-Wiener (H')	2.76	1.91

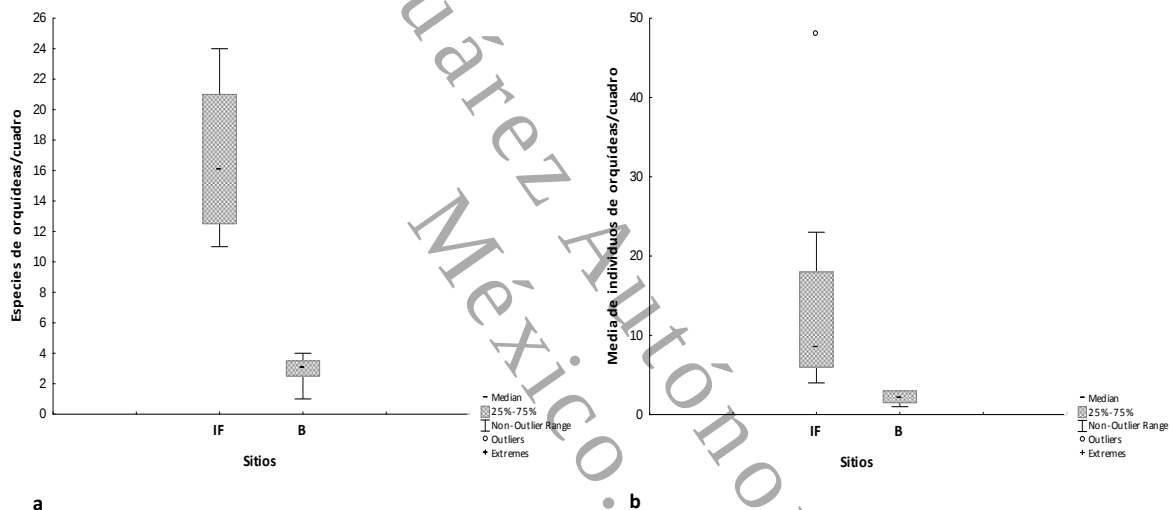


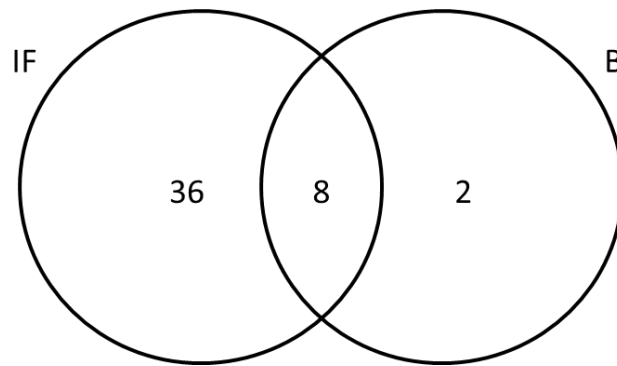
Figura 7. Riqueza (a) y número de individuos (b) promedio de orquídeas por cuadro en los dos sitios de estudio en el interior del fragmento (IF) y borde (B).

En el interior del fragmento se registraron 44 especies, distribuidas en 30 géneros; mientras que en el borde se encontraron 10 especies distribuidas en 9 géneros. Estudios como el de Barthlott y colaboradores, (2001) encontraron cambios en la diversidad de orquídeas epífitas similares a los registrados en el presente estudio, según el listado de orquídeas epífitas que reportan, 76 especies y 23 generos se encontraron en un bosque primario en los Andes de Venezuela, mientras que en una franja al borde de una carretera, registraron 17 especies distribuidas en 11 generos, otro estudio realizado por Adhikari y colaboradores (2012a), también mencionan que la riqueza de especies

disminuyó significativamente desde un gradiente de perturbación muy bajo a uno muy fuerte, ya que en el Parque Nacional en Nepal, la riqueza fue de 20 especies, mientras que en los parches pequeños de vegetación entremezclados con infraestructura y agricultura sólo presentaron 9 especies de orquídeas. Una de las principales causas que influyen en la disminución de la diversidad de epífitas vasculares en sitios perturbados, es la deforestación, ya que se eliminan árboles hospederos que son importantes para el mantenimiento de la riqueza de especies epífitas (Flores-Palacios y García-Franco, 2008). Después que ocurre la deforestación, se desencadena una serie de efectos negativos conocidos como efectos abióticos de borde (Murcia, 1995). Estos incluyen cambios microclimáticos como la disminución en la humedad, aumento en la temperatura, mayor turbulencia del viento, radiación solar directa y evapotranspiración entre otros (Laurance, 2004).

En este estudio se registraron 36 especies exclusivas para el interior del fragmento, de estas, dos especies fueron más frecuentes en lianas (*Trichocentrum luridum* y *T. oerstedii*), dos en ramillas muy delgadas de los árboles y arbustos (*Campylocentrum micrantum* y *Ornithocephalus inflexus*), y cuatro en la parte baja de los fustes (*Gongora leucochila*, *Dichaea panamensis*, *Sobralia decora* y *Chysis bracteescens*). El resto de las especies se encontraron en las Z3-4-5 de los árboles huésped; sin embargo, algunas de estas especies sobre todo las microorquídeas, como *Specklinia pisinna*, *S. marginata*, y *S. brighamii*, se encontraron asociadas con musgo en zonas con poca incidencia de luz (Z2b-3). En cambio en el borde sólo dos especies fueron exclusivas *Catasetum integerrimum* y *Cynoches ventricosum* (Figura 8). Es posible como sugieren Barthlott y colaboradores (2001), que algunas especies que presentan requerimientos específicos como las antes mencionadas puedan ser usadas como bioindicadores para determinar el grado de perturbación de las selvas tropicales y tomar medidas para su conservación.

Figura 8. Diagrama de Venn que muestra especies exclusivas y compartida entre los dos sitios: interior del fragmento (IF) y borde forestal (B) del Parque Estatal Agua Blanca.



En cuanto a la similitud entre sitios, el índice de Sørensen = 0.30, muestra que entre ambos sitios hay poca semejanza, ya que el interior del fragmento y el borde sólo tuvieron en común ocho especies de orquídeas epífitas (Figura 8).

7.3 Índice de valor de importancia ecológica de orquídeas epífitas en cada sitio de estudio

Se determinó el I.V.I.E. para cada especie en los sitios de estudio, para ello se seleccionaron las primeras cinco especies con valores relativamente altos y las últimas cinco con valores relativamente bajos, esto con la finalidad de representar únicamente especies con mayor y menor importancia ecológica en los diferentes sitios. El resto de las especies presentan valores intermedios (Cuadro 4 y 5).

Cuadro 4. Índice de Valor de importancia ecológica de orquídeas epífitas encontradas en el interior del fragmento (*Valores altos, -valores bajos).

Especies	Ni	Den.	Den. Rel.	Frec.	Frec. Rel.	Dom.	Dom. Rel.	I.V.I.
<i>Specklinia marginata</i>	395	49.38	17.39	0.50	2.99	24.69	15.87	36.25 ⁺
<i>Christensonella uncata</i>	267	33.38	11.75	0.63	3.73	20.86	13.41	28.90 ⁺
<i>Restrepiella ophioccephala</i>	198	24.75	8.71	0.63	3.73	15.47	9.95	22.39 ⁺
<i>Nidema boothii</i>	157	19.63	6.91	0.75	4.48	14.72	9.46	20.85 ⁺
<i>Epidendrum cardiophorum</i>	179	22.38	7.88	0.63	3.73	13.98	8.99	20.60 ⁺
<i>Góngora leucochila</i>	3	0.38	0.13	0.13	0.75	0.05	0.03	0.91 ⁻
<i>Camardium pulchrum</i>	2	0.25	0.09	0.13	0.75	0.03	0.02	0.85 ⁻
<i>Sobralia decora</i>	2	0.25	0.09	0.13	0.75	0.03	0.02	0.85 ⁻
<i>Mormolyca hedwigiae</i>	1	0.13	0.22	0.13	0.75	0.02	0.01	0.97 ⁻
<i>Stelis gracilis</i>	1	0.13	0.04	0.13	0.75	0.02	0.01	0.80 ⁻

El Cuadro 4 muestra que las especies que obtuvieron el valor más alto de importancia ecológica fueron *Specklinia marginata* (36.25%), seguida de *Christensonella uncata* (28.90%), *Restrepiella ophiocephala* (22.39%), *Nidema boothii* (20.85%) y *Epidendrum cardiophorum* (20.60%). Las especies más frecuentes fueron *Nidema boothii* (4.48%), seguida de *Christensonella uncata*, *Restrepiella ophiocephala*, *Epidendrum cardiophorum* obteniendo un valor de (3.78%) respectivamente, y finalmente *Specklinia marginata* con una frecuencia de (2.99%). Las especies que presentaron menor importancia ecológica, son, *Stelis gracilis* (0.80%), seguida de *Sobralia decora* y *Camaridium pulchrum* con un valor igual a (0.85%) respectivamente, así mismo *Mormolyca hedwigiae* y *Góngora leucochila* con valores de (0.97%) y (0.91%) respectivamente. De la misma forma que en el presente trabajo, Solano y García, (2010) mencionan que *S. marginata* es una orquídea que puede presentar densidades relativamente altas en áreas naturales protegidas como Montes Azules, Chiapas y Calakmul, Campeche, ya que en un solo árbol es capaz de contener una colonia numerosa.

Cuadro 5. Índice de Valor de importancia ecológica de orquídeas epífitas encontradas en el borde (*Valores altos, -valores bajos).

Especies	Ni	Den	Den. Rel.	Frecc	Frecc. Rel.	Dom	Dom. Rel.	I.V.I.
<i>Nidema boothii</i>	16	2.00	28.57	0.63	27.78	1.25	43.01	99.36 ⁺
<i>Epidendrum cardiophorum</i>	14	1.75	25.00	0.63	27.78	1.09	37.63	90.41 ⁺
<i>Epidendrum flexuosum</i>	7	0.88	12.50	0.38	16.67	0.33	11.29	40.46 ⁺
<i>Coryanthes picturata</i>	7	0.88	12.50	0.25	11.11	0.22	7.53	31.14 ⁺
<i>Trichocentrum oerstedii</i>	4	0.50	7.14	0.38	16.67	0.19	6.45	30.26 ⁺
<i>Nemaconia striata</i>	2	0.25	3.57	0.13	5.56	0.03	1.08	10.20 ⁻
<i>Notylia barkeri</i>	2	0.25	3.57	0.13	5.56	0.03	1.08	10.20 ⁻
<i>Trichocentrum luridum</i>	2	0.25	3.57	0.13	5.56	0.03	1.08	10.20 ⁻
<i>Catasetum integerrimum</i>	1	0.13	1.79	0.13	5.56	0.02	0.54	7.88 ⁻
<i>Cynoches ventricosum</i>	1	0.13	1.79	0.13	5.56	0.02	0.54	7.88 ⁻

El Cuadro 5 muestra que las especies que obtuvieron mayor valor de importancia ecológica en el borde fueron, *Nidema boothii* (99.36%), seguida de *Epidendrum cardiophorum* (90.41%), *Epidendrum flexuosum* (40.46%), *Coryanthes picturata* (31.14%) y

Trichocentrum oerstedii (30.26%). Las especies más frecuentes fueron *Nidema bothii* y *Epidendrum cardiophorum* con una frecuencia relativa igual a (27.78%), respectivamente, seguidas de *Epidendrum flexuosum* y *Trichocentrum oerstedii* con (16.67%) respectivamente, y finalmente *Coryathes picturata* con una frecuencia relativa de (11.11%). Las especies que presentaron el valor más bajo de importancia ecológica en el borde fueron *Cynoches ventricosum* y *Catasetum integerrimum* con (7.88%), respectivamente, seguida de *Notylia barkeri* y *Nemaconia striata* con un valor igual a (10.20%) respectivamente.

Dentro de las especies más frecuentes en el interior del fragmento y el borde están *Nidema bothii* y *Epidendrum cardiophorum*. Al respecto, Hágsater y colaboradores (2005), mencionan que en la selva de Bonampak, Chiapas se pueden observar carpetas densas de estas especies, en grandes ramas de los árboles del dosel, a más de 20 m de altura en el interior de la selva. Estas son conocidas como orquídeas de corteza, puesto que tienden a colonizar espacios vacantes en los árboles, favoreciendo el crecimiento de musgo y el acúmulo de humus. Esto explica porque el interior del fragmento y el borde presentaron estas especies en común, aunque con densidades más bajas en este último. Las nuevas condiciones que propician las orquídeas de corteza facilitan el establecimiento de las epífitas de humus como *Mormolyca hedwigae* y *Restrepiella ophiocephala*, entre otras que sólo estuvieron presentes en el interior del fragmento. Por otro lado, *Cynoches ventricosum* fue escasa en el borde forestal, y concuerda con lo reportado por Noguera-Savelli y Cetzal-Ix (2013), que mencionan que la población de esta especie fue escasa en un fragmento de selva mediana subperennifolia del municipio de Teapa. Una de la razones por las que esta especie fue exclusiva del borde, puede deberse a que generalmente crece sobre madera en descomposición, en claros de selva donde la luz del sol penetra hasta el interior del sotobosque, además, la intensidad de la luz determina el sexo de las flores (femeninas si está expuesta a la luz del sol y masculinas en condiciones de sombra) (Hágsater *et al.*, 2005). Algo muy parecido ocurre con *Catasetum integerrimum*, la cual fue también exclusiva del borde, esta especie difícilmente se localiza dentro de selvas densas; sin embargo, es común en lugares expuestos a condiciones de alta luminosidad, y se ha

observado sobre cercas vivas en la región de los Tuxtlas, Veracruz, y cerca de del municipio de Teapa (Hágsater *et al.*, 2005). Las especies *Stelis gracilis*, *Sobralia decora* y *Mormolyca hedwigiae*, presentaron menor valor de importancia ecológica en el interior del fragmento. Se sabe que *S. gracilis* es muy común en bosques de neblina (Solano *et al.*, 2008). Sin embargo, se desconoce la causa por la que fue tan poco abundante en el presente estudio. De igual manera, *S. decora* y *Mormolyca hedwigiae* sólo estuvieron representadas por un individuo, respectivamente, pese a que en otras selvas altas perennifolias como la de Bonampak Chiapas están mejor representadas (Hágsater *et al.*, 2005).

7.4 Condiciones del micrositio y características del árbol huésped que influye en el número de especies y de individuos de orquídeas epífitas presentes en cada sitio

Intensidad de luz y exposición al viento de orquídeas epífitas

La figura 9a muestra que en el interior del fragmento el 90% de individuos de orquídeas epífitas se observaron bajo cobertura de luz solar intermedia (clases de intensidad de luz 1 y 2), mientras que en el borde el 74% de individuos de orquídeas epífitas se encontró bajo cobertura de luz solar (clases de intensidad de luz 4 y 5). La prueba de χ^2 de Pearson mostró que la proporción de individuos en los diferentes niveles de intensidad de luz solar no se distribuyen del mismo modo entre el interior del fragmento y el borde ($\chi^2=107.26$, $df=4$, $p<0.0001$), por lo que se rechaza la hipótesis que señala que las condiciones naturales del microhábitat no ejercen ninguna influencia sobre la proporción de individuos presentes en cada sitio. Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Adhikari y colaboradores (2012a), sobre la exposición de orquídeas epífitas a diferentes intensidades de luz solar en los árboles huésped, ellos encontraron que un gran número de individuos de orquídeas epífitas crecieron bajo intensidades de luz intermedia en el interior del fragmento, mientras que los sitios con mayor perturbación los individuos de orquídeas se encontraron bajo intensidades de luz alta. No obstante, se sabe que en las grandes ramas del dosel a más de 20 m de altura, con frecuencia horizontales, penetra gran cantidad de luz, tamizada por una capa de hojas (Hágsater *et al.*, 2005). Con frecuencia se encuentran *Ficus* estranguladores así como otras epífitas del dosel del

género *Oreopanax* que extienden sus ramas a través de la copa de sus árboles huésped para captar la mayor cantidad de luz y proporcionan sombra a una gran número de epífitas, sobre todo en la Z3-4 (obs. per). Esto permite que un gran número de orquídeas epífitas del dosel capten la luz solar necesaria durante el día, sin estar expuestas a la incidencia de luz solar directa. En el presente estudio, p. ej. las orquídeas epífitas pequeñas del género *Specklinia* y *Platystele*, se encontraron generalmente en los fustes y debajo de grandes ramas, siempre asociadas a musgo y peperomias donde la incidencia de luz fue mínima, tal como lo señala Hágsater y colaboradores (2005). Por lo tanto, un bosque maduro que se ha desarrollado durante un largo periodo de tiempo, presentará hábitats más complejos, amplios y más estables para las orquídeas epífitas (Adhikari *et al.*, 2012b). Dicha estabilidad es modificada drásticamente, cuando se presenta algún tipo de perturbación, por esta razón en los bordes se observan árboles jóvenes que no sobrepasan los 20 metros de altura, y los que sobrepasan esta altura son sumamente escasos o murieron de pie, y están carentes por completo de epífitas (Laurance, 2004, Werner, 2011, obs. per). Esto puede explicar porque en la zona de borde hubo un mayor número de individuos de orquídeas epífitas creciendo bajo intensidades de luz solar alta y expuestos al viento, mientras que en el interior del fragmento ocurrió lo contrario (Figura 9a y 9b). La prueba de X^2 de Pearson mostró que la proporción de individuos entre categorías (expuesto y protegido) no se distribuyó del mismo modo entre el interior del fragmento y el borde ($X^2 = 100.575$ $df=1$, $p<0,0001$), por lo que se rechaza la hipótesis que señala que las condiciones naturales del microhábitat no ejercen ninguna influencia sobre la proporción de individuos presentes en cada sitio. Lo anterior resulta lógico, ya que en los bordes los árboles huésped están expuestos a la turbulencia del viento que golpea abruptamente en la parte intermedia y superior del dosel (Bull y Reynolds, 1968). Un estudio realizado por Adhikari y colaboradores (2012a) sobre la exposición al viento de orquídeas epífitas, demuestra que el porcentaje más bajo de individuos de orquídeas protegidos se encontró en árboles huésped rodeados por una matriz agrícola, y el porcentaje más alto tanto de especies como de individuos de orquídeas epífitas protegidas del viento se observaron en el parque nacional sin disturbio. En este estudio se

encontró una respuesta similar en los árboles huésped con respecto a la exposición al viento, ya que la velocidad del viento fue significativamente diferente en las primeras cuatro zonas verticales, entre los sitios conservado y borde ($p < 0.0119$). Mientras que en el borde la velocidad del viento fue mayor en las Z2b-3-4. En el interior del fragmento en todas las zonas verticales la velocidad del viento fue mínima (Cuadro 6).

Cuadro 6. Diferencia significativa de la velocidad del viento (m/s) en las primeras cuatro zonas verticales entre el interior del fragmento (IF) y el borde (B).

Sitios	Velocidad del viento (m/s)	
	IF	B
IF	--	**
B	0.0119	--

**significativo ($p < 0.05$)

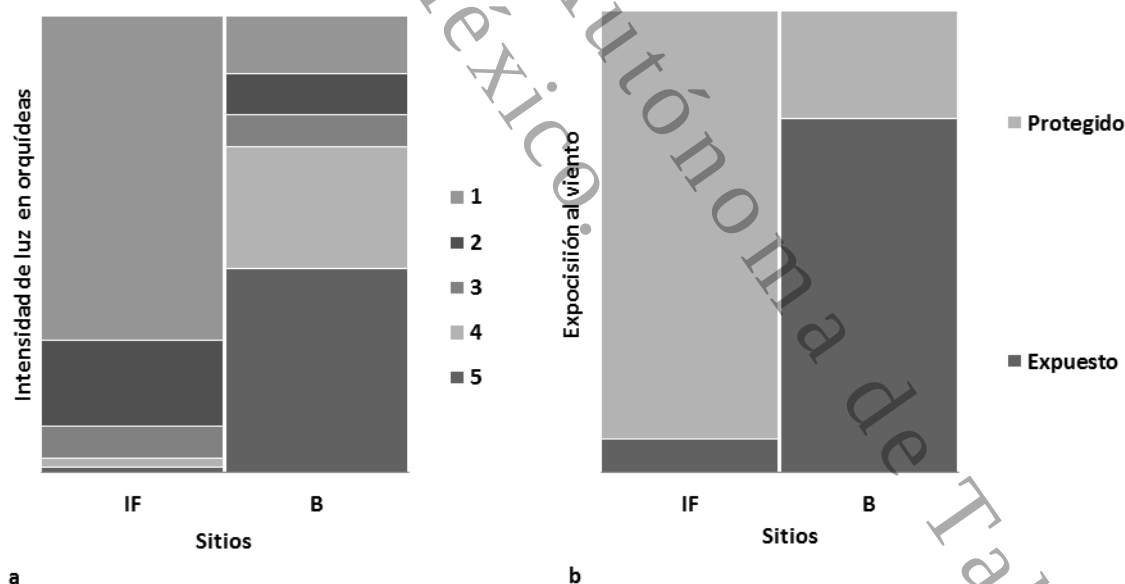


Figura 9. Cobertura de luz en individuos de orquídeas (a) y la exposición al viento de los individuos de orquídeas epífitas (b) en el borde (B) y el interior del fragmento (IF). (En la figura: 1, 2, 3, 4 y 5 representan $<20\%$, $21-40\%$, $41-60\%$, $61-80\%$ y $>80\%$, de cobertura de luz respectivamente). Las alturas de los rectángulos representan la proporción de individuos de orquídeas encontrados en cada categoría.

Tipo de corteza del árbol huésped y número de individuos de orquídeas epífitas en el interior del fragmento y el borde

En cuanto al tipo de corteza las figuras 10a y 10b, señalan que entre los árboles censados en el interior del fragmento, los que presentaron mayor riqueza de orquídeas epífitas fueron los de corteza lisa y media, ya que presentaron el 40% de especies respectivamente, seguido de la corteza rugosa que sólo representó el 20% restante de la riqueza total. No obstante, el mayor número de individuos se encontró sobre los árboles con patrón de corteza media, lo que corresponde al 61% del total de los individuos registrados en los árboles del interior del fragmento, seguida de los árboles que presentaron corteza con patrón liso y corteza rugosa que estuvieron representados por el 29% y el 10% de los individuos de orquídeas epífitas respectivamente. En el borde de la vegetación, el mayor número de las especies de orquídeas epífitas se presentó en árboles de corteza lisa, lo que representó el 75%, seguido de la corteza media con el 25% restante. El mayor número de individuos de orquídeas epífitas se presentó de igual manera en árboles de corteza con patrón liso representado el 60% del total de individuos, seguido de la corteza media con el 40% de los individuos. Estudios como los de Callaway y colaboradores (2002) y Adhikari y colaboradores (2012b), mencionan que los árboles de corteza rugosa, son idóneos para el establecimiento de epífitas, y que los sitios perturbados generalmente carecen de estos. Por su parte, Migenis y Ackerman, (1993) encontraron que los árboles huésped que presentaban corteza rugosa y lisa fueron utilizados por las epífitas de forma azarosa, por lo que sugieren que difícilmente puede predecirse una preferencia por un tipo de corteza específicamente. Por otro lado, estudios como los de Ackerman y colaboradores (1996), Laube y Zotz (2006), mencionan que las epífitas no mostraron especificidad hacia un árbol huésped. Tupac y colaboradores (2007), por su parte concluyen que la orquídea *Psychilis monensis* mostró una alta preferencia por algunas especies de árboles incluyendo árboles muertos; sin embargo, no hubo asociación con la rugosidad de la corteza. En el presente estudio no se puede determinar si el tipo de corteza influye positiva o negativamente sobre la diversidad de orquídeas epífitas, pues como mencionan Gowland y colaboradores (2010) lo que parecen ser simples

interacciones entre dos especies puede estar mediado por relaciones más complejas como la simbiosis que presentan las orquídeas con sus micorrizas. Si bien es cierto que en los sitios perturbados los árboles son pobres en orquídeas epífitas, se puede sugerir que lo que mantiene la riqueza de epífitas en sitios conservados, es una comunidad forestal diversa, que incluye diferentes tipos de corteza (lisa, media y rugosa), sobre todo cortezas rugosas y árboles de hojas perennes o caducifolias, así como condiciones microclimáticas adecuadas en los árboles huésped como: protección del viento, pH muy bajo de la corteza, intensidad de luz solar mínima y menor impacto de perturbaciones antropogénicas (Adhikari *et al.*, 2012b).

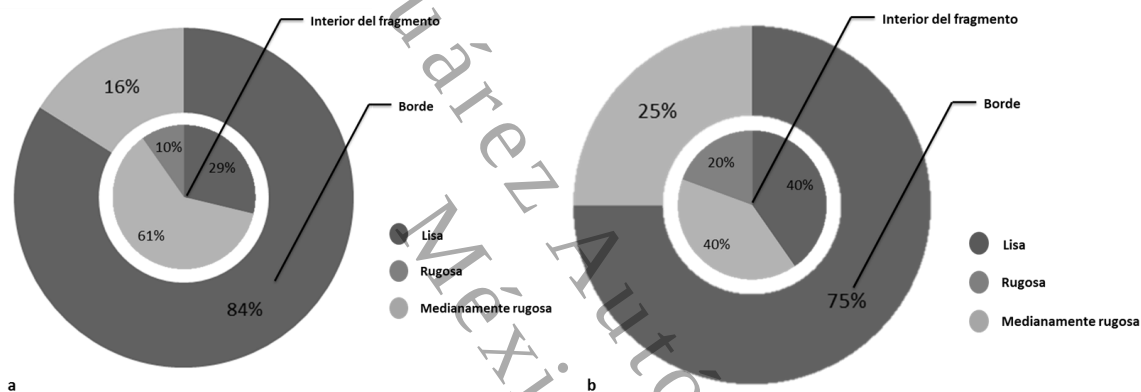


Figura 10. Proporción de especies de orquídeas epífitas distribuidas en los diferentes tipos de corteza (a) y proporción de Individuos de orquídeas (b) distribuidos en los diferentes tipos de corteza en interior del fragmento y el borde.

Diámetro a la altura de pecho (DAP) y altura del árbol huésped en el interior del fragmento y el borde.

Una comparación entre el DAP ($p < 0.0009$) y la altura ($p < 0.0026$) de los árboles huésped también mostró diferencias altamente significativas entre el interior del fragmento y el borde (suma de rangos de Wilcoxon). Por lo tanto, el tamaño del árbol huésped jugó un papel importante en la diversidad de orquídeas epífitas presente en cada sitio. Se sabe que la riqueza y la biomasa de epífitas se relaciona positivamente con el tamaño de los árboles huésped, (Hietz *et al.*, 1996; Wolf y Konings, 2001; Zotz y Schultz, 2008; Hirata *et al.*, 2009). Es por ello que en sitios perturbados, la ausencia de árboles maduros, así como

los cambios en el microclima, provocan la disminución de la diversidad de orquídeas epífitas (Adhikari *et al.*, 2012a). Los resultados obtenidos en el presente estudio reflejan como el efecto de las perturbaciones antropogénicas pueden eliminar a los árboles hospederos y disminuir drásticamente poblaciones enteras de orquídeas epífitas tal como se muestra en los bordes forestales, lo que refleja la importancia de establecer planes de manejo forestales en las ANP de carácter estatal, del que forma parte el Parque Estatal Agua Blanca, así como de promover la conservación de estas comunidades como un importante indicador de ensamble de la región.

Cobertura del dosel

Otro factor importante que influye en la estructura espacial de orquídeas epífitas, es la cobertura del dosel, ya que este refleja el grado de alteración en el bosque. En el presente estudio, el dosel más cerrado se presentó en el interior del fragmento con el 96.9% de cobertura, bosques con este porcentaje de cobertura presentan mayor humedad, temperatura estable y velocidad de viento escasa (Laurance, 2004; Hágsater *et al.*, 2005). Esto se debe a la gran densidad de la vegetación y a la superposición y estratificación de las copas de los árboles y las lianas de distintos tamaños que se encontraron en el sitio tal como señala Hágsater y colaboradores, (2005). Sin embargo, cuando el dosel sufre alteraciones, tal y como ocurrió en el borde, la cobertura se reduce considerablemente (54%) y las condiciones microclimáticas se alteran drásticamente produciendo un incremento en la temperatura, disminución de la humedad, aumento de la radiación solar y el déficit de presión de vapor (Laurance, 2004). Estas condiciones, influyeron en la composición de orquídeas epífitas presentes en cada sitio. Por ejemplo, en el borde se encontraron especies como *Cynoches ventricosum* y *Catasetum integerrimum*, que crecen generalmente sobre madera en descomposición y aprovechan la radiación solar directa que se presentan sobre todo en los bordes forestales o en los claros de selva. Otras especies, al parecer son comunes en zonas que han sufrido algún tipo de perturbación son: *Nidema bothii*, *Epidendrum cardiophorum*, *Trichocentrum luridum*, *T. oerstedii*, *Notylia barkeri* y *Nemaconia striata*. Dos especies más fueron registradas en el borde (*Coryanthes picturata* y *Epidendrum flexuosum*), ambas mirmecófilas estrictas ya que sólo

crecen en nidos de hormigas, como lo señala Hágsater y colaboradores (2005). Mientras que en el interior del fragmento, se registraron especies que prefieren los doseles cerrados como *Chysis bractescens*, *Dichaea panamensis*, *Gongora leucochila* y *Sobralia decora* que se encontraron en lugares sombríos tal como lo menciona Hágsater y colaboradores (2005), así como un gran número de orquídeas epífitas que sólo se encontraron en el interior del fragmento.

7.5 Distribución vertical de orquídeas epífitas en el interior del fragmento y el borde

La figura 11a muestra la distribución vertical de orquídeas epífitas en los árboles muestreados del interior del fragmento. Las zonas Z3 y Z4 presentaron mayor riqueza y abundancia de orquídeas epífitas. Esto concuerda con lo reportado por Krömer y colaboradores (2007b) para un bosque submontano de Bolivia donde las orquídeas dominaron en las Z3 y Z4, entre varios grupos de epífitas. La alta diversidad en estas zonas se ve favorecida por una mayor acumulación de materia orgánica y humedad en las bifurcaciones principales, así como el desarrollo de briofitas, principalmente sobre las ramas anchas, horizontales, tal como señalan Acebey y Krömer (2001) y Krömer y colaboradores (2007a). Por otro lado, en el presente estudio en las Z2a, 2b y la Z5 la riqueza y abundancia de especies fue menor, tal como ocurrió en Sapecho (bosque submontano de Bolivia) (Krömer *et al.*, 2007b). Las especies que contribuyeron casi al 50% de la abundancia en la Z3, fueron *Specklinia pisinna*, *Specklinia marginata* y *Platystele stenostachya*, respecto a la alta abundancia de estas especies, Hágsater y colaboradores (2005), y Solano y García, (2010) mencionan que algunas pueden llegar a formar poblaciones muy densas en un solo árbol. Esto se debe principalmente a que estas especies al ser diminutas pueden ocupar espacios pequeños incluso en donde hay escases de luz tal como ocurre con *S. pisinna* y *S. marginata*, estas presentan pequeñas manchas color púrpura en el envés y margen de las hojas. La coloración púrpura se debe a que los tejidos están pigmentados con antocianinas, respecto a esto Lee y colaboradores (1979), mencionan que en otras plantas las antocianinas cerca del envés del mesófilo de las hojas reflejan la luz, de tal forma que cuando ésta pasa por el tejido y choca con las antocianinas, revota y puede volver a aprovecharse. En la Z4 las especies más abundantes

fueron *Specklinia marginata*, *Restrephiella ophiocephala*, *Epidendrum cardiophorum* y *Christensonella uncata*. Es muy posible que estos patrones de distribución en orquídeas epífitas se deben principalmente a las adaptaciones especiales que presentan a la sequía como los pseudobulbos y presencia de succulencia en las hojas para un mejor aprovechamiento del agua disponible tal como señalan Benzing, (1990) y Acebey y Krömer, (2001). En el sotobosque incluyendo árboles pequeños y arbustos, se registraron especies como *Chysis bractescens*, *Sobralia decora*, *Stelis gracilis*, *Dichaea panamensis*, *Gongora leucochila* y *Stanophea* sp. por mencionar algunas. Estas especies sólo representaron 44 individuos del total de individuos presentes en el sotobosque. Según Krömer y colaboradores (2007b), en su estudio realizado en un bosque montano y submontano en Sapecho y Cotapa, encontró que la diversidad de orquídeas epífitas fue considerable menor en el sotobosque para ambos sitios, lo que indica que la gran mayoría de las orquídeas registradas en el presente estudio son epífitas adaptadas a las condiciones ambientales del dosel.

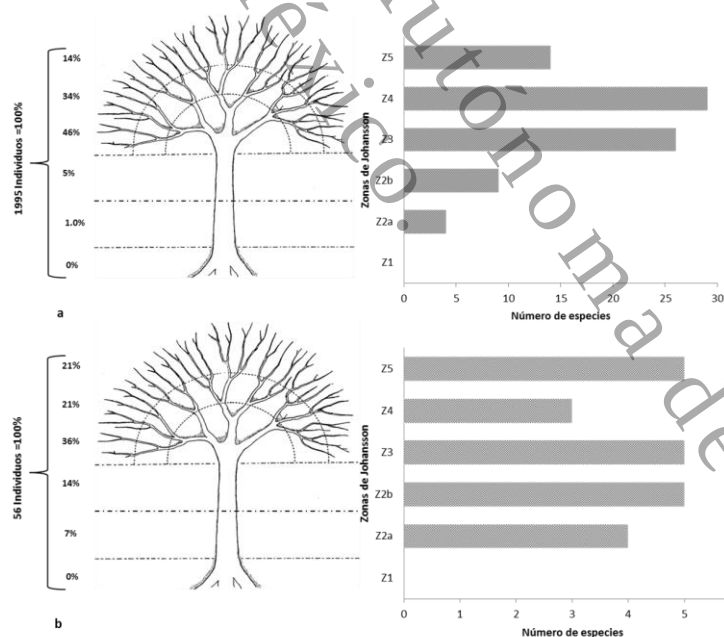


Figura 11. Distribución vertical de orquídeas epífitas en el interior del fragmento (a) y distribución vertical de orquídeas epífitas en el borde (b). A la izquierda se muestra el porcentaje de individuos registrados en cada una de las zonas, y a la derecha la proporción del número de individuos. (Imagen de zonas verticales tomada de Benzing, 1998).

En el borde, las zonas verticales que presentaron mayor riqueza y abundancia de orquídeas epífitas fueron las Z2b, Z3 y Z5, mientras que en las Z2a y la Z4 la riqueza y abundancia de orquídeas epífitas fue menor. La especie más abundante en la Z2b fue *Epidendrum cardiophorum*, mientras que en la Z3 y Z5, fueron *Nidema bothii* y *Epidendrum flexuosum* respectivamente. En la Z2a, *Trichocentrum oerstedii*, *Notylia barkeri*, *Trichocentrum luridum* y *Catasetum integerrimum*, que presentaron sólo un individuo respectivamente. En la Z5 las especies *Epidendrum flexuosum* y *Coryanthes picturata* fueron las más abundantes (Figura 11b). La estratificación vertical en el borde fue muy particular, esto se le puede atribuir a que al parecer, las orquídeas epífitas registradas son de hábitos generalistas, en su mayoría epífitas de corteza, y tolerantes a la incidencia de luz solar directa. También su establecimiento sobre los árboles y arbustos es al azar, y no se presentan en alguna zona en particular ya que generalmente los árboles jóvenes que se encuentran en estas zonas presentan cortezas lisas con ramas que son generalmente verticales y carentes de musgo y humus.

8. CONCLUSIONES

La riqueza de orquídeas epífitas registrada en el presente estudio para el Parque Estatal Agua Blanca fue de 46 especies. Esta riqueza concuerda con lo reportado en otras selvas tropicales de américa, y representa un poco más de la mitad de la reportada para el Estado. Sin embargo, el hecho de que en el presente estudio se hayan generado dos nuevos registros para el Estado (*Platystele minimiflora* y *Coryanthes picturata*), muestra la falta de investigaciones de corte científico sobre la orquideoflora local que se distribuye en el dosel de selvas altas y medianas perennifolias. Por otro lado, se proporciona nueva evidencia que indica que los bordes forestales ocasionan cambios en la riqueza y composición de la comunidad de orquídeas epífitas, tal y como se planteó en la hipótesis. Estos cambios provocan una disminución significativa en la diversidad (riqueza y abundancia) de la comunidad de orquídeas epífitas. Una de las principales causas son los efectos físicos del borde que modifican drásticamente las condiciones microclimáticas naturales del microhábitat que incluye, cambios en la cobertura de luz que llega a las orquídeas del dosel, exposición al viento de individuos de orquídeas epífitas y cambios significativos en la velocidad del viento a la que están expuestos verticalmente los árboles hospederos. Las características de estos últimos (tipo de corteza, tamaño y cobertura del dosel) jugaron un papel importante en la distribución de orquídeas epífitas. Por lo tanto, se concluye que una comunidad forestal diversa que presenta varios patrones de corteza, así como de estratos arbóreos y doseles cerrados, mantienen una mayor diversidad de orquídeas epífitas.

Las zonas verticales de los árboles huésped que presentaron mayor riqueza y abundancia de orquídeas epífitas en el interior del fragmento fueron las que presentan mayor cantidad de humus y materia orgánica (Z3 y 4), mientras que en el borde la estratificación se dio de una forma particular, esto sugiere que los cambios en la distribución pueden deberse principalmente a la falta de árboles maduros que presentan ramas gruesas, horizontales y que proporcionan un mayor número de microhabitats estables, más complejos y amplios para el establecimiento de orquídeas epífitas, ya que los árboles

jóvenes presentes en los bordes carecen de estas características. Esto refleja la importancia de promover el mantenimiento y conservación de bosques maduros.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

9. CONSIDERACIONES FINALES

La pérdida de hábitat es una de las principales amenazas que presenta la comunidad de orquídeas epífitas en la actualidad. En Tabasco, como en otros estados del país, la deforestación de las selvas tropicales ha alcanzado niveles alarmantes, a tal grado que muchas especies sensibles a las perturbaciones disminuyen sus poblaciones de forma significativa tal como se registra en el presente estudio.

La formación de bordes forestales es casi inevitable en áreas naturales protegidas de carácter federal y/o estatal, ya que aunque ha habido un avance notable en la legislación y normatividad en cuestiones ambientales, aún hay mucho trabajo por realizar en cada uno de estos aspectos tal como lo señalan Hagsater y colaboradores (2005). Otro de los problemas que presenta el estado de Tabasco es que a pesar de que la familia Orchidaceae es una de las familias mejor documentadas a nivel nacional, aun no presenta un listado completo de su orquideoflora local. Un ejemplo de ello es el reporte de nuevas especies de orquídeas epífitas que se están generando en los últimos años, lo que refleja la importancia de realizar más estudios enfocados a la diversidad del dosel, ya que estos estudios permiten conocer no sólo la diversidad que albergan las áreas naturales protegidas en el estado sino que nos da una idea de la capacidad que presentan para conservar dicha biodiversidad.

Es de suma importancia promover a través de estos estudios, la protección y regulación en estas áreas para evitar en lo posible la deforestación y la extracción poco sustentable de especies silvestres útiles, ya que aunque existe una Ley General de Vida Silvestre y una norma que categoriza diversos organismos -entre ellos las orquídeas- como menciona Hagsater y colaboradores (2005), aún existen vacíos legales que evitan llevar a cabo la protección adecuada de los organismos silvestres.

Este estudio muestra evidencia suficiente de la reducción en la riqueza de especies en los bordes forestales, esto equivale a un 80 % menos de especies en comparación con la riqueza presente en el interior del fragmento. No obstante, se recomienda realizar estudios a futuro que incluyan otros grupos de epífitas no sólo la familia Orchidaceae

tomando en cuenta otras variables ambientales, a través de las estaciones del año y a lo largo de un gradiente de perturbación (que podría incluir para el área de estudio, la zona turística, el borde que se forma cerca de la calera APASCO y en los árboles aislados de las zonas aledañas que se encuentran en el Parque), ya que esta información permitirá comprender como responden las comunidades epífitas a las perturbaciones antropogénicas y de esta manera establecer medidas para su conservación.

10. BIBLIOGRAFÍA

- 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, Dpto. La Paz, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* **3**: 104-123.
- Ackerman, J. D., A. Sabat y J. K. Zimmerman. 1996. Seedling establishment in an epiphytic orchid: an experimental study of seed limitation. *Oecologia* **106**:192–198.
- Adhikari, P. Y., A. Fischer y S. H. Fischer. 2012a. Micro-site conditions of epiphytic orchids in a human impact gradient in Kathmandu Valley, Nepal. *Journal of Mountain Science* **9**: 331–342.
- Adhikari, P. Y., H. S. Fischer y A. Fischer. 2012b. Host tree utilization by epiphytic orchids in different land-use intensities in Kathmandu Valley, Nepal. *Plant Ecol* **213**:1393-1412.
- Alderete, C. A. y G. S. Cappello. 1988. Orquídeas de Tabasco. Primera edición. Gobierno del Estado de Tabasco. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Villahermosa, Tabasco. 84 pp.
- Almeida, C. C. M. 2008. Distribución espacial de la comunidad de orquídeas epífitas en la selva alta perennifolia y bosque mesófilo de montaña en el Ejido Villa de Guadalupe, Huimanguillo, Tabasco, México. Tesis de licenciatura en Ecología. División Académica de Ciencias Biológicas. Villahermosa, Tabasco, México. 99 pp.
- Andama, E. E., Michira, C. M. y B. L. Gebhard. 2003. Studies on Epiphytic Ferns as Potential Indicators of Forest Disturbances. Versión original de documento sometido al XII Congreso Forestal Mundial. Quebec, Canada. <http://www.fao.org./DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0129-B1.HTM>. Consultado. 18 de Febrero 2012.
- Ángel, R. L. 2002. Estructura y composición florística del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco, México. Tesis de licenciatura en Biología. División Académica de

- Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 80 pp.
- Arévalo, R. y J. Betancur. 2004. Diversidad de epífitas vasculares en cuatro bosques del sector Suroriental de la Serranía de Chiribiquete, Guayana, Colombia. *Caldasia* **26**(2): 359-380.
- Arreola, M. A., C. J. Sánchez, A. de la M. Vargas, Z. L. Hernández. 2011. Ordenamiento Territorial: Microrregión Agua Blanca. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental, Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A. C; Petróleos Mexicanos. Villahermosa, Tabasco, México. 116 pp.
- Banks, D. P. 2006. Cultivo de orquídeas: propagación y variedades. Ediciones BLUME, España, 224 pp.
- Banks, D. P. 2007. Orquídeas. Ediciones Omega, España, 367 pp.
- Barker, M. G. y S. L. Sutton. 1997. Low-tech methods for forest canopy access. *Biotrópica* **29**: 243-247.
- Barthlott, W., V. Schmit-Neuerburg, 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.
- Bell, A. D., y A. Bryan. 1991. Plant form-an illustrated guide to flowering plant morphology. Oxford University Press, Oxford. 341 pp.
- Benítez-Malvido, J. y V. Arroyo-Rodríguez. 2009. Habitat fragmentation, edge effects and biological corridors in tropical ecosystems. En: www.oikos.unam.mx/paisajes/PDFs/arroyo&Benitez_2008_EOLSS.pdf. Consultado. 20 de Febrero del 2012.
- Benzing, D. H. 1990. Vascular epiphytes general biology and related biota. Cambridge University Press, Cambridge. 376 pp.

- Benzing, D. H. 1998. Vulnerabilities of tropical forests to climate change: the significance of resident epiphytes. *Climatic Change* **39**: 519-540.
- Beutelspacher, B. C. R. 2013. Guía de orquídeas de Chiapas. Segunda edición. Asociación Mexicana de Orquideología, México, 186 pp.
- Bull, G. A. D. y E. Reynolds. 1968. Wind turbulence generated by vegetation and its implications. *Forestry* **41**: 28-37.
- 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. *Oecologia* **132**:221–230.
- Calatayud, G. 2005. Diversidad de la familia Orchidaceae en los bosques montanos de San Ignacio (Cajamarca, Perú). *Revista Peruana de Biología* **12**(2): 309 – 316.
- Ceja, R. J., S. A. Espejo, F. A. R. López, C. J. García, R. A. Mendoza y G. B. Pérez. 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias* **1** (91): 34-41.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM-CONABIO, México. 386 pp.
- Chase, M. W., K. M. Cameron, R. L. Barrett y J. V. Freudenstein. 2003. DNA data and orchidaceae systematics: A new phylogenetic classification. En Dixo, K. W., Kell, S. P., Barrett, R. L. y P. J. Cribb (eds.), *Orchid Conservation*, Natural History Publications (Borneo), Kota Kinabalu, Sabah. 69-89 pp.
- Christenson, E. 2003. Diversidad y Ecología de las Orquídeas (Orchidaceae) en la Región Andino-Amazónica del Sudeste del Perú. <http://www.andesamazon.org/spanish/proyectos/orquideas.aspx>. Consultado. 01 de Marzo de 2012.
- CONABIO. 2008. Red mundial de información sobre biodiversidad.

- <http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remibnodosdb.html?>. Consultado 30 de mayo 2014.
- Cruz, H. J. A. 2000. Las orquídeas de Tabasco y sus afinidades ecológicas. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Centro Regional Universitario del Sureste. Universidad Autónoma Chapingo. Teapa, Tabasco, 86 pp.
- Curtis, H. y N. S. Barnes. 2006. Biología. 6ª ed. Buenos aires: Medica Panamericana, 1584 pp.
- Espejo, S. A., F. A. R. López J. M. Jiménez y S. I. Sánchez. 2005. Las orquídeas de los cafetales en México: una opción para el uso sostenible de ecosistemas tropicales. *Revista de Biología Tropical* **53**(1-2): 73-84.
- Fanfani, A. 2005. Orquídeas. Grijalbo. España. 255 pp.
- Ferro, D. J., F. O. Borrego y C. A. Díaz. 2000. Ecología de orquídeas epífitas de la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes, Cuba. Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología, Universidad de San Agustín, Arequipa, Perú. 123-126 pp.
- Flores-Palacios. A. y J. G. García-Franco. 2001. Sampling methods for vascular epiphytes their effectiveness in recording species richness and frequency. *Selbyana* **22**: 181-191.
- Flores-Palacios. A. y J. G. García-Franco. 2008. Habitat insolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane forest, Veracruz, Mexico. *Biodivers Conserv* **17**:191–207.
- Freuler, M. J. 2007. Orquídeas. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. 112 pp.
- Gentry, A. H. y C. H. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **74**: 205-233.
- Gómez-Vanegas, L. E. 2004. Reseña de “Las selvas tropicales húmedas de México. Recurso poderoso, pero vulnerable”. *Ciencia UANL* **7**: 406-408.

- Gove, D. A., J. D. Majer y R. V. Gray. 2009. Ant assemblages in isolated trees are more sensitive to species loss and replacement than their woodland counterparts. *Basic and Applied Ecology* **10**:187-195.
- Gowland, K. M., J. Wood, M. A. Clements y A. B. Nicotra. 2010. Significant phorophyte (substrate) bias is not explained by fitness benefits in three epiphytic orchid species. *American Journal of Botany* **98**(2): 197–206.
- Gradstein, S., N. Nadkarni, T. Krömer, I. Holz y N. Nöske. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. *Selbyana* **24**:105-111.
- Granados, S. D., R. G. F. López, A. M. G. Hernández y A. G. Sánchez. 2003. Ecología de las plantas epífitas. Revista Chapingo. *Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* **9**(2): 101-111.
- Guadarrama, O. M, de los A. y G. Ortiz. 2000. Análisis de la flora de la Reserva de la Biosfera de los pantanos de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencias* **15**(30): 67-104.
- Hágsater, E., M. A. 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 304 pp.
- Hietz, S. U., P. Hietz y S. Guevara. 1996. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz, México. *Biological Conservation* **75**: 103-111.
- Hietz, P. 1999. Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment. Proceedings of the International Conference on Biodiversity and Bioresources: Conservation and Utilization. Phuket, Thailand. 23-27 pp.
- Hietz, P., G. Buchberger y M. Winkler. 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.
- Johansson, D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in west African rain forest. *Acta Phytogeographica asuecica* **59**: 1-136.
- Köster, N., K. Friedrich, J. Nieder y W. Barthlott. 2009. Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human land use. *Conservation Biology* **23**(4): 911-919.
- Krömer, T. y S. R. Gradstein. 2003. Species richness of vascular epiphytes in two primary forest and fallows in the Bolivian Andes. *Selbyana* **24**: 190-195.
- Krömer, T., S. R. Gradstein y A. Acebey. 2007a. Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosque montanos primarios y secundarios de Bolivia. *Ecología en Bolivia* **42**(1): 23-33.
- Krömer, T., M. Kessler y R. S. Gradstein. 2007b. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontano and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecol* **189**: 261-278.
- Laube, S. y G. Zotz. 2006. Neither host-specific nor random: vascular epiphytes on three tree species in a Panamanian lowland forest. *Annals of Botany* **97**: 1103–1114.
- Laurance, W. F. 2004. Forest–climate interactions in fragmented tropical landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 359: 345–352.
- Laurance, W. F. 2006. Have we overstated the tropical biodiversity crisis? *Trends in Ecology and Evolution*. 22: 65–70.
- Lee, D. W., J. B. Lowry, B. C. Stone. 1979. Abaxial anthocyanin layer in leaves of tropical rain forests plants: Enhancer of light capture in deep shade. *Biotropica* **11**: 70-77.

- López-Hernández, E.S. 2006. Áreas Protegidas y Ecoturismo, una evaluación para su desarrollo sostenible en Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 149 pp.
- Martínez-Meléndez, N. Pérez-Farrera, M. A. y Flores-Palacios, A. Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* **56** (4): 2069-2086.
- Menini, N. L., F. R. Campostrini y D. Zappi. 2009. Angiosperm epiphytes as conservation indicators in forest fragments: A case study from southeastern Minas Gerais, Brazil. *Biodivers Conserv* **18**: 3785–3807.
- Migenis, L. E., y D. J. Ackerman. 1993. Orchid-epiphyte relationships in a forest watershed in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* **9**: 231-240.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, España. 84 pp.
- Moreno, J. V. 2011. Orquídeas epífitas como indicadores de calidad de un bosque tropical conservado. Tesis de Licenciatura en Ecología. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Huimanguillo. Tabasco, 64 pp.
- Mostacedo, B. y T. S. Fredericksen. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología vegetal. Proyecto de manejo forestal sostenible (BOLFOR) Santa de Cruz de la Sierra, Bolivia. 87 pp.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: Implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* **10** (2): 58-62.
- Nieder, J., S. Engwald, y W. Barthlott. 1999. Patterns of Neotropical epiphyte diversity. *Selbyana* **20**: 66-75.
- Nieder, J., J. Prosperí, y G. Michaloud. 2001. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. *Plant Ecology* **153**: 51–63.

- Noguera-Savelli, E. y W. Cetzal-Ix. 2013. Primer registro de *Cycnoches ventricosum* (Orchidaceae: Catasetine) para Tabasco, México. *Botanical Sciences* **91** (2): 233-236.
- Nöske, N. M., N. Hilt, F. A. Werner, G. Brehm, K. Fiedler, J. H. M. Sipman, y R. S. Gradstein. 2008. Disturbance effects on diversity of epiphytes and moths in a montane forest in Ecuador. *Basic and Applied Ecology* **9**: 4-12.
- Paoletti, M. 1999. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agriculture Ecosystems and Environment* **74**: 1-18.
- Pérez, L. A., S. M. Sousa, A. M. Hanan, F. Chiang, y P. Tenorio. 2005. Vegetación terrestre. En: Bueno J., Álvarez F., Santiago S. (eds) Biodiversidad del estado de Tabasco. Instituto de Biología, UNAM-CONABIO. México. 65-110 pp.
- Pozo-Montuy, G., J. C. Serio-Silva, Y. M. Binilla-Sanchez, N. Bynum, R. Langrave. 2008. Current status of the habitat and population of the black howler monkey (*Alouatta pigra*) in Balancán, Tabasco, Mexico. *American Journal of Primatology* **70**: 1169-1176.
- Ramón, J. V. 1992. Flora de angiospermas epífitas en la vegetación riparia del Río Puyacatengo, Teapa, Tabasco, México. Tesis de Licenciatura en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas. Villahermosa, Tabasco, México. 52 pp.
- Reaka, K. M. L., D. E. Wilson, y E. O. Wilson. 1997. Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources. The National Academy of Sciences. Washington E.U.A. 527 pp.
- Rullán-Silva, C. D., L. M. Gama-Campillo, A. Galindo-Alcántara y A. E. Olthoff. 2011. Clasificación no supervisada de la Cobertura de suelo de la Región Sierra de Tabasco mediante imágenes LANDSAT ETM+. *Universidad y Ciencia* **27**(1): 33-41.
- Salazar-Conde, E. C., J. Zavala-Cruz, O. Castillo-Acosta, y R. Cámara-Artigas. 2004. Evaluación espacial y temporal de la vegetación de la Sierra Madrigal, Tabasco, México (1973-2003). *Boletín del Instituto de Geografía* **54**: 7-23.

- Sánchez, A. J. y E. Barra. Biodiversidad de Tabasco. Cap. 1: 1-16. En: Bueno, J., F. Álvarez y S. Santiago (Eds.) Biodiversidad del Estado de Tabasco, 386 p. Instituto de Biología, UNAM-CONABIO. México, 2005. ISBN 970-9000-26-8.
- Sanford, W. W. 1968. Distribution of epiphytic orchids in semideciduous tropical forest in southern Nigeria. *Journal of Ecology*. **56**: 697-705.
- Sánchez-Pérez, B. R., O. Castillo-Acosta y L.C. Cámara Cabrales. 2011. Regeneración natural de la selva alta perennifolia en el Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco, México. *Polibotánica* **32**: 63-88.
- Secretaría de Desarrollo social y Protección ambiental (SEDESPA). 2006. Áreas Naturales de Tabasco. 15 pp.
- Solano, G. R., A. N. Hernández, R. F. Osado, H. Aguilar y R. García. 2008. Diversidad, distribución y estrategias para la conservación de las Pleurothallidinae (Orchidaceae) en Oaxaca. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **82**: 41-52.
- Solano, R. y R. García 2010. Ficha técnica de *Specklinia marginata*. En: Solano, R. (compilador). Información actualizada para las especies mexicanas de la subtribu Pleurothallidinae (Orchidaceae) incluidas en la CITES y de 3 especies de orquídeas de la NOM-059-SEMARNAT-2001. Herbario OAX, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Instituto Politécnico Nacional, Unidad Oaxaca. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. CK017. México, D.F.
- Soto-Arenas, M. A., Solano-Gómez, R., y Hágsater, E. 2007a. Risk of extinction and patterns of diversity loss in Mexican orchids. *Lankesteriana* **7**(1-2): 114-121.
- Soto-Arenas, M. A., Hágsater, E. Jiménez-Machorro, R., Salazar-Chávez, R., Solano-Gómez, R. Flores-González, R. y I. Ruiz-Contreras. 2007b. Catálogo Digital. Las Orquídeas de México. México, D.F.
- Tupac, O. J., S. Aragón y J. D. Ackerman. 2007. Site variation in spatial aggregation and phorophyte preference in *Psychilis monensis* (Orchidaceae). *Biotropica* **39**(2): 227-231.

- 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.
- Werner, F., J. Homeier y S. Gradstein. 2005. Diversity of vascular epiphytes on isolated remnant trees in the montane forest belt of southern Ecuador. *Ecotropica* **11**: 21-40.
- Williams-Linera, G. 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology* **78**:356-373.
- Wolf, D. J. H., y C. J. F. Konings. 2001. Toward the sustainable harvesting of epiphytic bromeliads: a pilot study from the highlands of Chiapas, Mexico. *Biological Conservation* **101**: 23–31.
- Zarco-Espinosa, V. M., J. I. Valdez-Hernández, G. Ángeles-Pérez, y O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y Diversidad de la vegetación arbórea, del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana Tabasco. *Universidad y Ciencia* **26** (1): 1-17.
- Zotz, G. y S. Schultz. 2008. The vascular epiphytes of a lowland forest in Panama—species composition and spatial structure. *Plant Ecol* **195**:131–141.

11. ANEXOS

11.1 Anexo 1. Permiso de colecta por parte de la Dirección General de Vida Silvestre.



SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN
PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE VIDA SILVESTRE

OFICIO NÚM. SGPA/DGVS/ 10315 /13

MÉXICO, D. F., A 30 OCT 2013

"2013, Año de la Lealtad Institucional y Centenario del Ejército Mexicano"

Me en C. ROSA MARTHA PAORON LÓPEZ
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO,
CARRETERA VILLAHERMOSA-CARDENAS, KM 5.5
ENTRONQUE BOSQUES DE SALOYA, C.P. 86039
VILLAHERMOSA, CENTRO, TABASCO,
Tel. 01 (993)358 1500 Ext. 6474

Considerando que ha dado cumplimiento a los requisitos establecidos para efectuar investigación y colecta científica de flora y fauna silvestres en territorio mexicano y con fundamento en el Artículo 32 Bis fracciones I, III, XX, XXXIX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; Artículo 19 fracción XXV y 32 fracción VI, XVIII, XXI, XXIV del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de noviembre de 2012; 79, 80 fracción I, 82, 83 y 87 párrafo cuarto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; Artículos 9º, Fracción XII, 97 y 98 de la Ley General de Vida Silvestre; 12, 123 Fracción III y 126 del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre; Artículo 85, Artículo 88, fracciones I y II, Artículo 105, fracciones II y III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas (ANP's); las disposiciones relativas de la Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional; la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo, la Dirección General de Vida Silvestre autoriza la licencia de colecta científica por proyecto sobre especies o poblaciones en riesgo o sobre hábitat crítico, para desarrollar las siguientes actividades inherentes al proyecto de investigación denominado "Efecto de perturbaciones antropogénicas sobre la diversidad de orquídeas epífitas en el Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco, México".

- Colecta de hasta dos (02) muestras por especie de orquídea "chysis de cera" ó "chysis bracteensis" *Chysis bracteensis* y "bastón de san José" *Cynoches ventricosum* (cada muestra será de hasta tres pseudobulbos o hasta cuatro tallos por planta).
- Registro de presencia de orquídeas en área de estudio.

La autorización para coleccionar muestras botánicas de "orquídeas" de las especies *Epidendrum anceps*, *E. cardiophorum*, *E. chlorocorymbos*, *E. flexuosum*, *E. stamfordianum*, *E. galeottianum*, *E. nocturnum*, *E. ciliare*, *E. raniferum*, *Maxillaria elatior*, *M. tenuifolia*, *M. densa*, *M. variabilis*, *M. maclei*, *Encyclia bracteensis*, *E. parviflora*, *E. pigmea*, *E. guatemalensis*, *Prosthechea radiata*, *P. cochleata*, *Specklinia grobyi*, *S. brigamii*, *S. pissina*, *S. cobanensis*, *S. tribuloides*, *Trichocentrum luridum*, *T. ascendens*, *T. oerstedii*, *T. lindenbergii*, *Ornithocephalus inflexus*, *Ischilus carnosiflorus*, *Gongora quinquenervis*, *Lycaste aromatica*, *Platystele minimiflora*, *P. stenostachia*, *Stelis gracilis*, *Restrepella ophiocephala*, *Trigonidium egertonianum*, *Sobralia decora*, *Nidema bothii*, *Campylocentrum micranthum*, *Brassia maculata*, *Coryanthes picturata*, *Oncidium sphacelatum*, *Nemaconia striata* y *Coelia triptera* que no se encuentran en riesgo de acuerdo con la Norma Oficial

Continúa al reverso.../
Hoja 1 de 2

Mexicana NOM-050-SEMARNAT-2010 queda fuera del ámbito de competencia de esta Dirección General de Vida Silvestre, siendo la autoridad competente para otorgar dicha autorización la Dirección General de Gestión Forestal y Suelos (Avenida Progreso No. 3, Edif. 3, Planta alta, Col. Del Carmen Coyoacán, Deleg. Coyoacán, C.P. 04100, México, D.F. Tel: 01 (55) 54 84 35 68, e-mail: dgforestal@semarnat.gob.mx.

Las actividades se llevarán a cabo en localidades del Parque Estatal Agua Blanca, Municipio de Macuspana, Estado de Tabasco. Esta autorización tendrá una vigencia a partir de la emisión del presente al 28 de febrero de 2014.

La presente se expide con el aval de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, con la colaboración de la Biol. Deysi López Gómez estudiante de la Maestría en Ciencias Ambientales y la C. Lilia María Gama Campillo de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, debiendo sujetarse obligatoriamente la titular y las colaboradoras a las siguientes condiciones:

1.- Deberá cumplir con las disposiciones Administrativa, Fiscales y de Sanidad exigibles por las autoridades competentes en la Materia, sean Federales, Estatales ó Municipales, así como con las disposiciones establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas y demás disposiciones legales aplicables.

2.- Obligatoriamente y previo al inicio de las actividades de campo en el Parque Estatal Agua Blanca, deberá contactar al Director del mismo, lo anterior para coordinar las actividades de campo, presentar su programa de actividades, lista de participantes y fechas en que pretende ingresar al Parque Estatal; asimismo se le asignará el personal del Parque Estatal que lo acompañará durante los trabajos de campo y deberá acatar las indicaciones y recomendaciones que le haga dicho personal.

3.- En todo momento el titular de la investigación será el responsable de los impactos significativos que haya sobre las poblaciones de la flora o fauna silvestres y sus hábitats, por lo que deberá considerar el riesgo de perturbación del ecosistema antes de su ejecución y no llevarlo a cabo si el riesgo es alto.

4.- Previo al inicio de las actividades de campo, deberá enviar obligatoriamente por escrito y utilizando cualquier medio su programa de trabajo a la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Tabasco 01 (993) 310 1401 enviando copia del mismo a la Dirección General de Vida Silvestre. De igual manera, al término de dichas actividades lo notificará a esa Delegación Federal, enviando un reporte detallado por escrito.

5.- La totalidad del material colectado deberá destinarse exclusivamente a los fines específicos del proyecto, objeto de la presente autorización. Con base al Capítulo IV, Artículo 98 de la Ley General de Vida Silvestre, el material biológico colectado será depositado en las instalaciones de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y la titular de la autorización, asume la responsabilidad de remitir a esta Dirección General, copia de la(s) constancia(s) del(los) depósito(s) debidamente firmado(s), especificando la cantidad del material depositado.

6.- Con base al Capítulo IV, Artículo 98 de la Ley General de Vida Silvestre y 126 del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, el responsable del proyecto deberá someter a la consideración de la Dirección General de Vida Silvestre, en un plazo no mayor de 30 (TREINTA) días de concluida la vigencia de la presente, un informe que describa detalladamente las actividades realizadas, los resultados obtenidos, la problemática del área trabajada, las potenciales alternativas de solución y -en su oportunidad-, la(s) publicación(es) y sobre tiras producto de la investigación.

7.- Queda estrictamente prohibido efectuar cualquier aprovechamiento de las especies de flora y fauna silvestres, cualesquiera que sea su estatus, excepto lo aquí autorizado, así como realizar actividades en áreas naturales protegidas de México, sean Estatales o Federales, sin previa autorización.

h.



SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN
PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE VIDA SILVESTRE

OFICIO NÚM. SGPA/DGVS/ 10315 /13

MÉXICO, D. F., A 30 OCT 2013

8.- De acuerdo al Artículo 87 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y al Capítulo IV, Artículo 97 de la Ley General de Vida Silvestre, esta autorización no ampara el aprovechamiento de los especímenes colectados para fines comerciales, ni de utilización en biotecnología

Se recomienda que durante sus actividades de campo, en el caso de encontrar ejemplares de especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se notifique de ello (la especie, ubicación geográfica y la fecha) a esta Dirección General, en el informe de actividades antes mencionado.

La presente autorización es personal e intransferible y habrá de mostrarse a las Autoridades Federales, Estatales y Municipales cuantas veces lo soliciten. Así mismo y tomando en consideración lo establecido por el Artículo 87 de la Ley de General de Vida Silvestre, el titular de la presente deberá contar con el consentimiento previo, expreso e informado de los legítimos propietarios de la(s) tierra(s) donde pretende desarrollar el proyecto.

El incumplimiento de las condiciones aquí establecidas, dará origen a la instauración de un procedimiento administrativo ante la autoridad competente, para proceder a la cancelación de la autorización y a la aplicación de la legislación correspondiente, según sea el caso.

EL DIRECTOR GENERAL



JORGE MAKSABEDIAN DE LA ROQUETTE

C.c.p. C. Joel González Moreno.- Director General de Inspección de Vida Silvestre, Recursos Marinos y Ecosistemas Costeros, PROFEPA. e-mail: vida_silvestre@profeпа.gov.mx, jmeja@profeпа.gov.mx
C. Gilberto Enrique Brown Lastra.- Encargado del Despacho de la SEMARNAT en el Estado de Tabasco.- delegado@tabasco.semarnat.gov.mx
C. David Gutiérrez Carbonell.- Director General de Manejo para la conservación de Áreas Naturales Protegidas, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. e-mail: dg@comision.gov.mx
C. Fernando Sánchez Camacho.- Departamento de Análisis para el Aprovechamiento de Otras Especies. e-mail: fsanchez@semarnat.gov.mx

Archivo General 09/10-0866/10/13
LEGIM/FCHMMAC/FSC/OCT

c:oscarcolecta.cientifica/permiso.especial_Rosa Padron(orquideas) (29-10-13)

"Por una cultura ecológica y el uso eficiente de papel, las copias de conocimiento de este oficio se remiten vía electrónica".

Hoja 2 de 2

Av. Revolución 1405, Nivel 1, Col. Tacapac San Ángel,
Delegación Álvaro Obregón, C. P. 01040, México, D. F.
Teléfono 01(55) 06-24-33-08, Fax 01(55)06-24-33-42

11.2 Anexo 2. Catálogo fotográfico de orquídeas del Parque Estatal Agua Blanca en los ambientes donde ocurren B: Borde y IF: Interior del fragmento y AL: alrededores.



***Camaridium pulchrum* Schltr., Fedde.**

IF



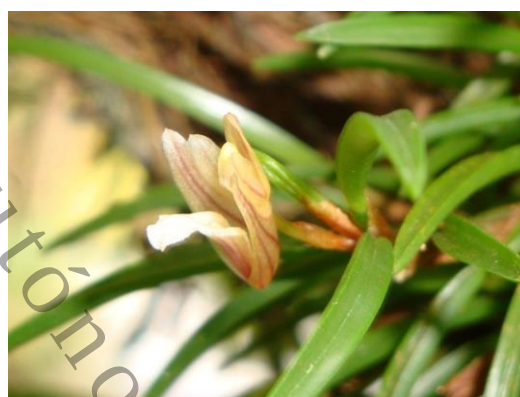
***Campylocentrum micranthum* (Lindl.) Rolfe**

IF



***Catasetum integerrimum* Hook.**

B



***Christensonella uncata* (Lindl.) Szlach.**

Mytnik, Górniak y Smiszek

IF



***Chysis bractescens* Lindl.**

IF



***Coelia triptera* (Sm.) G. Don ex Steud.**

IF



***Coryanthes picturata* Rchb. f.**

IF y B



***Cynoches ventricosum* Bateman**

B



***Dichaea panamensis* Lindl.**

IF



***Encyclia alata* (Bateman) Schltr**

IF



***Epidendrum galeottianum* A. Rich y Galeotti**

IF



***Epidendrum cardiophorum* Schltr.**

IF y B



Epidendrum chlorocorymbos Schltr.

IF



Epidendrum flexuosum G. Mey

IF y B



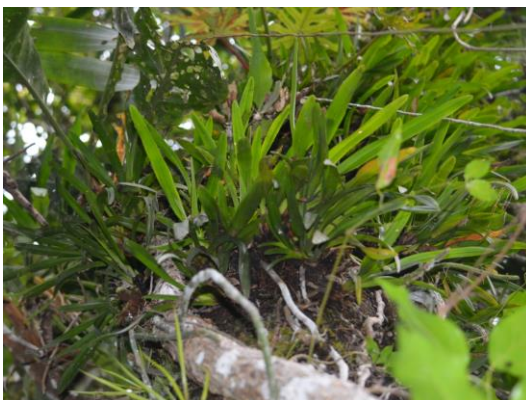
Epidendrum stamfordianum Bateman.

IF



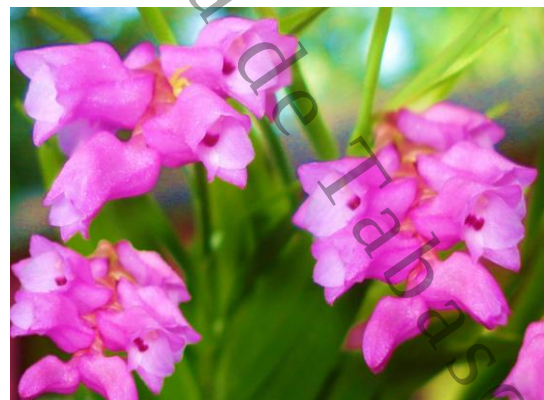
Gongora leucochila Lem.

IF



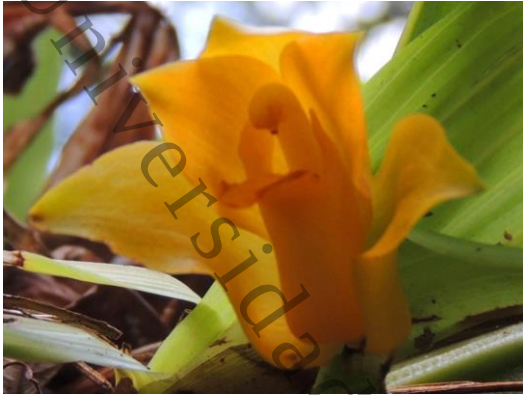
Heterotaxis crassifolia Lindl.

I



Isochilus carnosiflorus Lindl.

IF



Lycaste aromatica (Graham ex Hook.) Lindl.
IF



Maxillariella elatior (Rchb.f.) M. A. Blanco y
Carnevali
IF



Maxillariella tenuifolia (Lindl.) M. A. Blanco
y Carnevali
IF



Maxillariella variabilis (Bateman ex Lindl.) M.
A. Blanco y Carnevali
IF



Mormolyca hedwigae (Hamer y dodson) M.
A. Blanco y Carnevali
IF



Nemaconia striata (Lindl.) van den Berg.
Salazae y Soto Arenas
IF y B



Nidema boothii (Lindl.) Schltr.
IF y B



Notylia barkeri Lindl.
IF y B



Oncidium sphacelatum Lindl.
IF



Ornithocephalus inflexus Lindl.
IF



Platystele minimiflora (Schltr.) Garay
IF



Platystele stenostachya (Rchb.f.) Garay
IF



***Polystachia cerea* Lindley**

IF



***Prostachea radiata* (Lindl.) W. E. Higgins**

IF



***Restrepella ophiocephala* (Lindl.) Garay y**

Dunst

IF



***Rhetinantha aciantha* (Rchb. f.) M. A.**

Blanco

IF



***Sobralia decora* Bateman**

IF



***Specklinia brighamii* (S. Watson) Pridgeon y**

M. W. Chase

IF



***Specklinia marginata* (Lindl.) Pridgeon y M.
W. Chase
IF**



***Specklinia pisinna* (Luer) Solano y Soto
Arenas
IF**



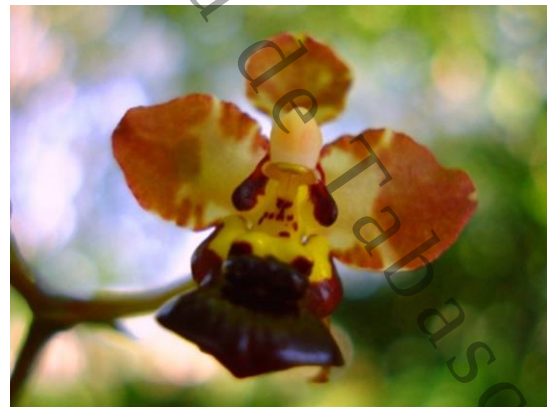
***Stanophea* sp.
IF**



***Stelis gracilis* Ames
IF**



***Trichocentrum ascendens* (Lindl.) M. W.
Chase y N. H. Williams
IF**



***Trichocentrum lindenii* (Brogn.) M. W. Chase
y N. H. Williams
IF**



Trichocentrum luridum (Lindl.) M. W. Chase
y N. H. Williams
IF y B



Trichocentrum oerstedii (Rchb.f.) R. Jiménez
y Carnevali.
IF y B



Trigonidium egertonianum Bateman ex
Lindl.
IF



Epidendrum cristatum Ruiz y Pavón antes
conocida como *E. raniferum*.
AL



Prosthechea cochleata (L.) W. E. Higgins
AL



Oeceoclades maculata (Lindl.) Lindl.
De habito terrestre
AL

11.3 Anexo 3. Descripción de un Nuevo registro para el Estado *Platystele minimiflora* (ORCHIDACEAE: PLEUROTHALLIDINAE).

Platystele minimiflora, (Schltr.) Garay. Sociedad Colombiana de Orquideología, 1974. Hierba epífita diminuta, rizomatosa de 1.5 cm de alto hasta 2 cm incluyendo la inflorescencia, generalmente formando tapetes de 3 a 15 cm de largo; rizoma terete, relativamente engrosado, raíces blanquecinas delgadas sencillas, flexuosas, redondas de 0.3 a 0.5 mm de grosor; tallos abreviados, teretes, de 2 entrenudos, el basal obsoleto, con un anillo engrosado debajo del ápice; revestidos por vainas tubulares, imbricadas, caedizas, escariosas; hojas ligeramente carnosas, alternas oblanceoladas, ampliamente obtusas, bilobada y muconadas en el ápice, la lámina ligeramente acanalada, color verde claro, de 5-8 mm de largo incluyendo el peciolo y 2-3 mm de ancho, peciolo muy corto y canaliculado; inflorescencia de 1-2.2 cm de largo, racemosa, mucho más larga que la hoja; cubierta en la base por una bráctea espatácea, abreviada, conduplicada, triangular; pedúnculo recto, filiforme, más largo que la hoja; raquis alargándose progresivamente hacia el ápice, hasta con 3-12 flores, que abren sucesivamente, con los pedicelos dispuestos en forma dística, aproximados entre sí; brácteas florales oblicuamente infundibuliformes, obtusas, membranáceas; flores delicadas, diminutas, de 3 x 2.5 mm, producidas en sucesión, generalmente de 1-3 abiertas a la vez, sépalos y pétalos amarillo claro con una pequeña línea purpura central que se desvanece desde la columna hacia la parte apical de los pétalos y sépalos, translúcidos, membranáceos, labelo amarillo más intenso que los pétalos y los sépalos, carnosos; ovario obcónico, articulado a un pedicelo terete; sépalos unidos solo en la base, membranoso-translúcidos, 1-nervados; sépalo dorsal ligeramente ovado, ampliamente obtuso, el extremo apical subagudo, de 1.5 x 0.6 mm; sépalos laterales elípticos, ligeramente oblicuos, obtusos, apiculados, ligeramente falcados hacia el pedicelo, de 1.4-1.6 x 0.6 mm; pétalos oblanceolados, ligeramente oblicuos, obtusos, apiculados, ligeramente falcados hacia el pedicelo, 1-nervados, membranosos, de 1.4 x 0.3 mm, labelo carnosos, ovado, agudo, ligeramente acuminado en el extremo apical, de 1.3 x 0.4-0.5 mm; columna corta, robusta, ensanchada hacia el ápice, sin pie de columna de 0.5 mm de largo y 0.4 mm de ancho; estigma apical, bilobado, los lóbulos a los lados de la columna, suborbiculares, suberectos; rostelo apical, erecto, formado por una lámina transversal, apiculada en la mitad; antera apical, transversalmente elíptica, de casi 0.2 mm de ancho; polinario formado por 2 polinios orbicular-ovoides, provistos de caudículas translúcidas (Figura 12).

Ejemplar de respaldo. Tabasco, Mpio: Macuspana, selva mediana perennifolia, 202m, 5 de Julio de 2013, D. López G. y S. Zúñiga S. 032871 (Herbario de la DacBiol-UJAT).

Figura 12. *Platystele minimiflora*. **a.** Parte vegetativa con inflorescencia. **b.** Flor. **c.** Columna con polinarios. **d.** Hoja. **e.** Raíz.

