



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**VEGETACIÓN Y DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS
EPÍFITAS EN FRAGMENTOS DE BOSQUE
MESÓFILO DE MONTAÑA, SIERRAS TRIQUI-
MIXTECA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

ANA GABRIELA MARTÍNEZ BECERRIL

DIRECTOR DE TESIS: DR. ELOY SOLANO CAMACHO

PROYECTO APOYADO POR DGAPA-PAPIIT CONVENIO IN225210-3



**FES
ZARAGOZA**

MÉXICO, D. F.

JUNIO, 2012

CONTENIDO

	Págs.
Resumen.....	
I Introducción.....	2
II Antecedentes.....	4
2.1 Bosque mesófilo de montaña.....	4
2.2 Familia Orchidaceae.....	6
2.2.1 Taxonomía.....	7
2.2.2 Morfología.....	8
2.2.3 Importancia cultural y económica de la familia Orchidaceae...	9
2.3 Biodiversidad.....	11
2.4 Estructura de la vegetación	12
2.5 Zona de estudio	14
III Hipótesis.....	16
IV Objetivos.....	16
V Material y método.....	17
5.1 Estructura de la vegetación.....	17
5.2 Diversidad de orquídeas epífitas.....	18
VI Resultados y discusión.....	21
6.1 Descripción fisonómica de la vegetación.....	21
6.2 Inventario florístico.....	24
6.3 Estructura de la vegetación.....	28

6.4 Abundancia y diversidad de orquídeas epífitas.....	29
6.5 Similitud florística de orquídeas epífitas entre los fragmentos.....	40
VII Conclusiones.....	43
VIII Bibliografía.....	45
Apéndice I. Listado florístico de las plantas vasculares del bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.....	60
Apéndice II Orquídeas epífitas del bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.....	67
Apéndice III. Imágenes de algunas orquídeas presentes en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.....	68

CUADROS

Núm.		Págs.
1	Ubicación y descripción general de los diez sitios muestreados en el BMM de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.	20
2	Grupos de plantas vasculares registradas en el BMM de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.	25
3	Familias de plantas con mayor número de especies en el BMM de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.	26
4	Géneros de plantas vasculares con mayor número de especies inventariadas en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.	27
5	Formas biológicas y número de especies presentes en San Andrés Chicahuaxtla, Villa de Guerrero Oaxaca.	28
6	Valor de importancia de las especies dominantes en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.	29
7	Distribución de orquídeas epífitas a diferentes alturas de los forofitos (Johansson, 1974) del bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.	35
8	Diversidad α de especies y especies acumuladas de orquídeas por transecto del bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.	38
9	Matriz de correlación que muestra los valores de la diversidad β (Índice de Jaccard) para las especies de orquídeas epífitas de los fragmentos del BMM de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	39

FIGURAS

Núm.		Págs.
1	Localización del bosque mesófilo de montaña. San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.	15
2	Perfil altitudinal de la vegetación del bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Oaxaca.	23
3	Total de individuos registrados por especie en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.	30
4	Curvas de acumulación de especies de orquídeas en fragmentos de bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.	31
5	Especies de árboles que funcionan como forofitos de las orquídeas epífitas de San Andrés Chicahuaxtla, Oaxaca.	32
6	Zonas de Johansson (1974), donde se ubicaron las especies de orquídeas epífitas del bosque mesófilo de montaña.	34
7	Relación entre el DAP de los forofitos y la abundancia de orquídeas en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Oaxaca.	36
8	Similitud orquideológica entre diez fragmentos BMM en San Andrés Chicahuaxtla.	40
9	Ubicación espacial de los fragmentos de BMM y transectos donde se muestrearon forofitos con orquídeas	41

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por ser mi *Alma mater*, por fortalecer mi espíritu y permitirme ser parte del reconocido equipo de egresados de la UNAM. A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, Programa de Apoyo para la Investigación e Innovación Tecnológica, convenio IN225210-3, por el apoyo económico.

A las autoridades y pobladores de la comunidad de San Andrés Chicahuaxtla por la atención brindada durante la exploración del área.

Al Dr. Eloy Solano Camacho por despertar en mi el amor y respeto hacia las plantas, por compartir su tiempo y conocimientos. Por conducirme siempre por el camino de la superación y la justicia.

A mis sinodales: M. en C. Faustino López Barrera, M. en C. Amadeo Barba Álvarez, Dr. David Nahum Espinosa Organista y Biól. Genaro Montaña Arias, por los comentarios y sugerencias hechos para mejorar este trabajo.

Al Biol. Genaro Montaña Arias por su amistad y sus valiosas aportaciones para mi formación académica y personal.

Al M. en C. Ezequiel Hernández Pérez por todo el apoyo en campo y en la realización del estudio, por respaldar mi escrito, aclarar mis dudas, por los buenos momentos y por corresponder de la mejor manera a mi amistad.

Al Dr. Gerardo Salazar Chávez por su amigable colaboración en la determinación taxonómica de orquídeas y por animarme a continuar adentrándome en el fascinante mundo de las orquídeas .

Al M. en C. Ramiro Ríos y al M. en C. Jorge Alberto Gutiérrez por su ayuda durante el trabajo de campo.

A la M en C. Ma. Magdalena Hernández Ayala por tu paciencia y contribución en la determinación de plantas.

Al Biol. Gabriel Arriaga, por el soporte técnico y la inmensa tolerancia en la cuestión estadística.

A mis amigos, compañeros y hermanos: Merari, Bety, Gina, Roberto, Anita, Caro, Dulce, Miguel, Jesús, Cristóbal, Carmelo, Eliseo, Ezequiel y Arturo por los buenos momentos, por resaltar los valores de la amistad y solidaridad, por compartir su energía. Por volverse parte de mi familia y hacer tan agradable e inolvidable mi estancia en el herbario FEZA y en Oaxaca.

A Félix Alberto Evaristo por su colaboración y por compartir sus habilidades, por el préstamo del equipo y por reducir significativamente el tiempo de muestreo.

Por último, agradezco a Ulises por hacer tan ameno el cansado trayecto del D.F a Putla, Oaxaca.

¡¡Éste trabajo es de todos! ¡ Infinitas gracias a cada uno de ustedes!

DEDICATORIA

A mi semilla creciente, Sophia Q' anil, por ser mi energía y la luz de mi sol.

A mi mamá, Alejandra Becerril, aunque no existe tinta ni papel para agradecer todo lo bueno y positivo que significas para mí. Éste es un intento para hacerte saber cuanto te quiero, lo importante que es tu fortaleza y lo mucho que ella ha influido para cumplir este objetivo ¡Gracias mamá!

A mi papá, José Arturo, por hacerme una mujer fuerte y sin miedo.

A mis abuelitos Tere y José, por confiar en mi y brindarme siempre una sonrisa.

A mis tíos, tías, primos y primas, por la maravillosa familia que somos.

A Pedro, por tu incondicional apoyo, por ayer, por mañana, por hoy...por rescatarme y sanarme.

A mi "hermana" y compañera de toda la vida, Eréndira Libertad, porque sin temor a equivocarme, con tu valiosa amistad el camino ha sido menos tortuoso, por todas las vivencias, enseñanzas y valores que juntas hemos construido.

A Fernando por tu tiempo y consejos, por tu energía y protección... gracias amigo.

A mis amigas incondicionales que extraño tanto, Bren, Viri, Ale e Itzel.

A Edgar porque hemos crecido juntos y porque celebramos una más de nuestras metas.

A mis guías, mis ángeles, Ana, Ángel, Isabel y Juan.



“Al final de este viaje comienza un camino, otro buen camino que seguir”

Silvio Rodríguez

RESUMEN

Se analizó la estructura de la vegetación y la diversidad de orquídeas epífitas de un bosque mesófilo de montaña, ubicado en la comunidad de San Andrés Chicahuaxtla, municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca. En la caracterización de la vegetación se establecieron de manera aleatoria 10 transectos de 100 m² y se censaron, midieron y determinaron taxonómicamente todos sus individuos. Se calculó frecuencia, cobertura, densidad y valor de importancia para cada especie. Se registraron 1123 individuos de árboles, arbustos, herbáceas y bejucos; pertenecientes a 57 familias, 85 géneros y 109 especies. Las familias con mayor número de especies fueron: Asteraceae (11), Rubiaceae (9), Solanaceae (8) y Aspleniaceae (5). *Crusea coccinea* es la especie dominante, seguida en orden decreciente por *Quercus laurina*, *Cleyera integrifolia*, *Symplocos sousae*, *Polystichum mickelii* y *Trichilia havanensis*.

En el muestreo de las orquídeas epífitas se trazaron 20 transectos de 50 x 2 m, en diez fragmentos de bosque mesófilo de montaña (BMM), donde se registraron árboles con diámetro a la altura de pecho (DAP) \geq 20 cm. Se inventariaron 20 especies. *Rhynchostele maculata* subsp. *oestlundiana*, *Oncidium unguiculatum* y *Prosthechea ghiesbreghtiana* presentaron la mayor abundancia. La zona intermedia de los forofitos presentó la mayor riqueza y abundancia. No existe especificidad orquídea-forofito. Sin embargo se observó preferencia por algunos de ellos, entre estos forofitos destacan *Quercus laurina* y *Q. glabrescens*. La diversidad α no se relaciona con la geometría y superficie de los fragmentos, más bien está en función de la orientación tanto de los transectos como de los fragmentos y quizá de las condiciones microclimáticas. De acuerdo con los estimadores utilizados, el esfuerzo de muestreo es robusto. Los valores de diversidad β indican que existe poco recambio de especies. La diversidad de orquídeas epífitas no está relacionada con el DAP de los forofitos.

I INTRODUCCIÓN

Los bosques mesófilos de montaña (BMM) son ecosistemas muy densos que prosperan en barrancas y laderas con neblina, entre 800 y 3000 m. Presentan abundantes epífitas y generalmente musgos en los troncos y ramas de los árboles (Challenger 1998; Anónimo, 2005; Villaseñor, 2010). Se calcula que la contribución relativa de los BMM a la flora fanerogámica de México es de al menos 3000 especies, que representan entre el 9% y el 10% de la flora nacional. De éstas 750 son endémicas de este tipo de vegetación (Rzedowski, 1996; Challenger, 1998, Williams-Linera, 2007). Las plantas epífitas son las más diversas en los BMM y representan el 32% de las especies vegetales, seguidas por los árboles 18%, los arbustos y las hierbas con 24% cada una, y finalmente están los bejucos con 2% (Williams-Linera, 2007). Esta diversidad se debe a la gran heterogeneidad topográfica, microambiental y a su distribución en forma de “archipiélago”, que sin duda han originado procesos de diversificación y especiación *in situ* (Williams-Linera, 2007; Koleff, 2009).

Si bien no existe una evaluación reciente que nos permita determinar con exactitud el área que cubre el BMM en México (Challenger, 1998). Es el ecosistema tropical que ocupa menos superficie en el nivel mundial (Bubb, 2005; Mulligan y Burke, 2005). Se sabe que anteriormente el BMM en México cubría una superficie de 3.09 millones de hectáreas (Anónimo, 2003). Se estima que actualmente se ha reducido a la mitad, 0.87 millones en condición primaria y 0.95 millones de hectáreas han sido reemplazadas por otro tipo de cobertura vegetal (Anónimo, 2005). Esta comunidad tiene un área restringida, sin embargo, contiene la más alta diversidad biológica, de todos los tipos de vegetación de México, en función de su superficie (Challenger y Soberón 2008) y muy probablemente se trata del ecosistema más amenazado en el país.

Los bosques mesófilos de montaña de México que han sido más estudiados se localizan en la parte norte y centro del país; sin embargo, poco se han explorado los ubicados en Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Para el estado de Oaxaca, son escasos los conocimientos sobre estos bosques. Por lo anterior, es

importante estudiar su estructura y composición florística. Además, en los BMM las orquídeas epífitas son muy abundantes y diversas (Williams-Linera, 2007), por lo tanto, es necesario conocer su biodiversidad y cómo la fragmentación de este tipo de vegetación está afectando su riqueza y diversidad, a través de la pérdida de hábitat y la erosión genética de sus poblaciones, que han extinto muchos taxa.

II ANTECEDENTES

2.1 BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

Este tipo de vegetación ha recibido distintas denominaciones a través del tiempo, Miranda (1947) lo reconoció como bosque caducifolio, Luna (1989) y Williams-Linera (2007) le adjudicaron el nombre de bosque de niebla, bosque de neblina o bosque nublado; Villaseñor (2010) acuñó el término bosque tropical húmedo de montaña. Sin embargo, ha predominado el nombre propuesto por Rzedowski (1978), bosque mesófilo de montaña.

Los BMM se desarrollan en las laderas de las zonas montañosas, entre neblina que se forma por la condensación del aire saturado de humedad traído por los vientos (Challenger, 1998). En un intervalo altitudinal que va de los 400 hasta 3700 m, aunque están mejor representados entre los 1000 y 3000 m. Su precipitación media anual nunca es menor a los 1000 mm y en algunas zonas excede los 3000 mm. Presentan una temperatura media anual que oscila entre los 12 y 23°C con heladas en los meses más fríos. Según la clasificación de Köppen (1948), modificada por García (1973), sus climas predominantes son templado húmedo y subhúmedo (Cf, Cw) y cálido húmedo, ambos con lluvias en verano principalmente (Af, Am Aw) (Rzedowski, 1978).

Los BMM representan un tipo de vegetación intermedia entre las comunidades tropicales y templadas. (Rzedowski, 1978). Debido a su composición biótica con elementos florísticos y faunísticos de origen boreal y meridional, se les conoce también como ecosistemas “híbridos” (Williams-Linera, 2007; Challenger 1998). En México se caracteriza por presentar en su dosel una composición de especies donde predominan árboles caducifolios de afinidad holártica, como liquidambar (*Liquidambar*), encinos (*Quercus*) y hayas (*Fagus*), otros perennifolios, entre ellos, *Abies* y *Pinus*. El sotobosque está conformado principalmente por especies de afinidad neotropical, como arbustos de las familias Acanthaceae, Rubiaceae y Myrsinaceae. En las copas de los árboles abundan epífitas de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae y Araceae (Challenger, 1998; Rzedowski, 2006). Otros elementos importantes y particulares de estos bosques

son los helechos arborescentes como *Alsophila firma*, *Cyathea fulva*, *Dicksonia gigantea*.

Su distribución geográfica es fragmentada, en forma archipiélagos, situación que ha contribuido al desarrollo y establecimiento de un elevado número de endemismos, resultantes de especiación alopátrica (Challenger, 1998; Hamilton *et al.*, 1995; Rzedowski, 1996). Villaseñor (2010) considera que existen 1412 especies con endemismo restringido y 2361 endémicas de México.

En territorio nacional el BMM se distribuye en 20 de sus 32 entidades federativas, limitado a 309 municipios. En la vertiente del Golfo se localiza en una franja discontinua y angosta desde el suroeste de Tamaulipas hasta el norte de Oaxaca, incluyendo porciones de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz. En la vertiente del Pacífico su distribución es más dispersa, desde el norte de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Cuenca del Balsas. En la Sierra Madre del Sur, el BMM está mejor representado en Oaxaca y Chiapas (Ramírez-Marcial *et al.*, 2001; Mejía-Dominguez *et al.*, 2004; Torres, 2004; Villaseñor, 2010). Además de su importancia biológica intrínseca son una fuente importante de productos maderables, medicinales, ceremoniales y alimentarios (Ortega-Escalona y Castillo-Campos, 1996; Eleuterio y Pérez-Salicrup 2006; Endress *et al.*, 2006).

Los BMM son reconocidos como sistemas prioritarios para la conservación y restauración, debido al papel que desempeñan en el mantenimiento del ciclo hidrológico y de nutrimentos (Hamilton, 1995; Brujnzeel, 2004). Dentro del marco de la "Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales" (Anónimo, 2006), el BMM ha sido reconocido en el nivel mundial como un ecosistema que proporciona servicios ambientales tales como, captación de agua, captura de carbono y belleza escénica. Sin embargo, su distribución fragmentada, el paisaje fuertemente accidentado que ocupan y su lenta capacidad para recuperarse de la perturbación, lo convierten en un sistema particularmente frágil (Ewel, 1980; Arriaga, 2000; Williams-Linera *et al.*, 2002).

A raíz de la alarmante situación sobre el deterioro de los BMM de nuestro país, surgió a finales del siglo XX la estrategia global para su conservación. En

este contexto, en 1999 Pronatura-Chiapas y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), organizaron el Encuentro Nacional sobre Bosque Mesófilo. En esta reunión se identificaron 14 áreas prioritarias para ser protegidas. Además, se estableció la Red Nacional para la Conservación del Bosque Mesófilo, con la finalidad de poner a disposición de toda persona involucrada con la conservación e investigación de estos ecosistemas, la información más relevante. También, se estableció una "Visión a 10 años" que incluye: contar con un sistema de áreas protegidas efectivo, que representen la variedad de condiciones ecológicas y la diversidad biológica y cultural de las regiones prioritarias de bosque mesófilo, y asegure su conservación a largo plazo (Challenger, 1998).

2.2 FAMILIA ORQUIDACEAE

La familia Orchidaceae constituye uno de los grupos de plantas más diversos. Alberga entre 20 mil y 30 mil especies conocidas en el mundo, que representan el 34% de las monocotiledóneas (Hágsater *et al.*, 2005). Las orquídeas se distribuyen en todos los continentes excepto en la Antártida; pero su mayor diversidad se concentra en las regiones tropicales. Según Judd *et al.* (2008) es la segunda familia con mayor riqueza, únicamente superada por Asteraceae.

Los países neotropicales con mayor riqueza de orquídeas son Colombia Ecuador, Perú, Venezuela, Costa Rica y México, con 4000, 2500, 2000, 1612, 1300 y 1200, especies respectivamente. Se calcula que México podría ocupar el undécimo o el decimotercer lugar entre los países con mayor diversidad de orquídeas en el mundo. Cabe resaltar que en México, entre el 50 al 60% de estas plantas, se encuentran en los BMM (Carnevali, 2007; Hágsater *et al.*, 2005; Soto-Arenas, 1996).

El estado de Oaxaca además de albergar la mayor biodiversidad de México, también contiene la mayor diversidad de orquídeas del país. En esta entidad federativa se han inventariado 144 géneros y aproximadamente 700 especies, más de la mitad de las orquídeas conocidas en el nivel nacional (García-Mendoza,

2004; Carnevalli, 2007). Además, presenta un elevado número de endemismos, como los géneros *Mexipedium* y *Pseudocranichis*, mientras que, 62 especies son propias de este estado (Hágsater y Soto-Arenas, 1998; Soto-Arenas y Salazar-Chavez, 2004). En Oaxaca una de las áreas con alta biodiversidad son las Sierras Triqui-Mixteca, sin embargo, se han realizado pocos estudios florísticos y son escasos los que analizan la riqueza y diversidad de las orquídeas, por ejemplo el de Santiago (1994), quién identificó las orquídeas de la zona de San Andrés Chicahuaxtla, Putla, registrando ocho géneros y 18 especies, de éstas nueve son endémicas de México. Mientras tanto, Pichardo (2011) llevó a cabo un estudio sobre la diversidad de orquídeas inventariando 207 especies, distribuidas en 74 géneros, además, aportó cinco nuevos registros para el estado: *Habenaria guadalajarana*, *H. tetranema*, *H. uncata*, *H. aff. rodeiensis*, *H. aff. rosulifolia* y una especie nueva *Trichocentrum solanoi*, inédita. Éstos son los únicos estudios realizados hasta ahora en las Sierras Triqui-Mixteca.

2.2.1 TAXONOMÍA DE LA FAMILIA ORCHIDACEAE

Las orquídeas carecen de un registro fósil adecuado, por lo tanto, se han sugerido diversos orígenes y aún existen aspectos hipotéticos sobre su historia evolutiva. No obstante, Ramírez *et al.* (2007), llevaron a cabo un importante hallazgo fósil, un polinario de orquídea preservado en ámbar y adherido al mesoescutelo de una abeja extinta. Este descubrimiento constituye el primer registro fósil de este grupo de plantas. El análisis cladístico que incluyó el polinario, arrojó como resultado que el ancestro más reciente de las orquídeas vivió en el Cretácico superior, hace 76 a 84 millones de años al presente (Dressler 1981; Chase *et al.* 2000; Fay *et al.* 2000; Freudenstein *et al.* 2004).

La filogenia de las orquídeas actualmente se encuentra casi resuelta. Su monofilia está sustentada en evidencia total, donde se incluyen análisis de secuencias de ADN nuclear, ribosomal y regiones *rbcL* (Dressler 1981,1993, Dressler y Chase 1995, Burn-Balogh y Funk 1986, Judd *et al.*, 1993; Chase *et al.*, 2000, Fay *et al.*, 2000, Freudenstein *et al.*, 2004). Chase *et al.* (2003) proponen

una clasificación de la familia, en donde reconocen cinco subfamilias: Apostasioideae. Cyripedioideae. Vanilloideae, Orchidoideae y Epidendroideae. La primera, considerada como el grupo de orquídeas plesiomorfo. Sus flores son similares a las del género *Hypoxis* (Hypoxidaceae). Esta subfamilia incluye dos géneros y aproximadamente 16 especies con distribución geográfica restringida al sureste asiático (Stern *et al.*, 1993). Cyripedioideae es una subfamilia que presenta distribución amplia y comprende cerca de 150 especies repartidas en cinco géneros: *Paphiopedilum*, *Selenipedium*, *Mexipedium*, *Phragmipedium* y *Cyripedium*. Los últimos tres presentes en México (Anónimo, 2011). Vanilloideae, está conformada por 15 géneros y 180 especies que se distribuyen en la franja tropical y subtropical del globo terráqueo. En México esta subfamilia sólo está representada por el género *Vanilla* (Pridgeon, 2003). Orchidoideae, incluye principalmente orquídeas de hábito terrestre, comprende 210 géneros y 5000 especies distribuidas en todo el mundo. En México cuenta con una importante diversidad (Pridgeon, 2003).

El linaje más diverso no sólo en especies y géneros sino en hábitos y formas de vida, es la subfamilia Epidendroideae, que alberga más del 80% de todas las orquídeas descritas, con 500 géneros y aproximadamente 20 000 especies. Entre los géneros representativos de este grupo están: *Bulbophyllum*, *Catasetum*, *Dendrobium*, *Epidendrum*, *Encyclia*, *Maxillaria*, *Oncidium*, *Pleurothallis* y *Vanda* (Pridgeon, 2003).

2.2.2 MORFOLOGÍA

La familia Orchidaceae incluye plantas herbáceas o subarborescentes, perennes, terrestres, epífitas, trepadoras, rara vez paludícolas o saprófitas. Raíces con velamen. Rizomas, cormos o tubérculos; tallos simples a menudo engrosados en la parte basal y formando pseudobulbos. Hojas generalmente alternas, dísticas o espiraladas, caulinares, reducidas a escamas o a veces ausentes, comúnmente envainadoras, en ocasiones con falso pecíolo, indivisas, simples, margen entero, generalmente sin estípulas y venación paralela, tricomas generalmente presentes.

Inflorescencias en racimos o espigas indeterminadas, laterales o terminales; algunas veces solitarias. Flores a menudo conspicuas, zigomorfas, usualmente hermafroditas, fuertemente resupinadas, ovario ínfero, tricarpelar, connados, frecuentemente con placentación axilar; perianto seis-mero, segmentos libres o connados, tépalos imbricados, los laterales con frecuencia unidos, el dorsal modificado (labelo), con frecuencia provisto de callos; los filamentos y el estilo se encuentran fusionados, formando una estructura denominada ginostemio o columna; una o dos anteras en la parte terminal, con frecuencia adnadas al labelo; polen aglutinado en dos, cuatro u ocho polinios, polinarios presentes; estilo y estigma sumamente modificados, este último con una parte estéril llamada rostelo, el cual produce el viscidio, sustancia pegajosa que permite fijar el polinario al polinizador; óvulos numerosos; fruto generalmente una cápsula dehiscente abriéndose por valvas longitudinales unidas apicalmente; semillas diminutas, numerosas, sin fitomelano, embrión pequeño endospermo ausente. Micorrizas presentes (Dressler, 1981; Calderon *et al.*, 2005; Judd *et al.*, 2008).

2.2.3 IMPORTANCIA CULTURAL Y ECONÓMICA

La familia Orchidaceae ha tenido gran importancia cultural y utilitaria en diversas etnias en todo el mundo. Las orquídeas son un grupo de plantas con diversos usos tradicionales; aunque actualmente se restringen básicamente al ornamental, ceremonial y a veces medicinal (Urbina, 1903; Johnson, 1952; Hernández, 1959; García-Peña y Peña, 1981; González-Tirado, 1996; Bulpitt, 2005; Hágsater *et al.*, 2005). Las orquídeas se han utilizado para elaborar guirnaldas, coronas y ramilletes que adornan tumbas e imágenes religiosas durante las festividades de la religión católica (García-Peña y Peña, 1981; Hágsater *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2006; Salazar-Rojas *et al.*, 2007).

Entre los productos más sobresalientes se encuentra la vainilla, cuyo sabor y aroma son ampliamente utilizados en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética. Es una orquídea originaria de México y fue cultivada por los totonacos. En la región del Totonacapan la vainilla representaba un símbolo cultural, más allá de su uso como condimento o saborizante, fue un elemento fundamental del comercio y uno de los tributos

que exigían los aztecas a los pueblos conquistados.
<http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol22num1/articulos/vainilla/index.html>

Las más antiguas plantaciones registradas se ubicaron en Papantla, en el año de 1760; en ese entonces, México era el único productor mundial. En virtud de la demanda constante que el mercado europeo ejercía para su comercialización, la vainilla fue llevada a Inglaterra 1800, posteriormente se introdujo a los jardines botánicos franceses, y de aquí fue llevada a las islas del Océano Índico a mediados del siglo XIX. De este modo, Indonesia y Madagascar se convirtieron en los mayores productores mundiales de vainilla, situación que desplazó a México como primer productor. Sin embargo, la vainilla permaneció como un símbolo de identidad entre los totonacos y su cultivo no desapareció.

<http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol22num1/articulos/vainilla/index.html>

Por otro lado, varias especies de orquídeas se usaron para la obtención de mucílago o "tzacuhtli", importante como adhesivo en el arte plumario. Entre los géneros empleados para tal fin están *Bletia*, *Laelia* y *Prosthechea*.

En el ámbito terapéutico sus raíces fueron aprovechadas en la medicina tradicional mexicana. Se usaban en el tratamiento de la disentería, heridas infectadas y la impotencia sexual; entre estas especies destacan: *Prosthechea michuacana*, *P. varicosa* y *Rhynchostele bictoniense* (Hágsater, 2005). Schultes y Hofman (1980) mencionan que *Trichocentrum cebolleta* era utilizado como sustituto del peyote, mientras que, Urbina (1903) registra que *Stanhopea tigrina* se utilizaba en la preparación del nixtamal.

Del Amo (1979) y Mendieta y Del Amo (1981) señalan el uso medicinal de varias orquídeas mexicanas, entre ellas *Oncidium cavendishianum* como antihistamínico, *Brassavola digbyana* contra el dolor de cabeza, *Catasetum maculatum* y *Cyrtopodium punctatum*, *Epidendrum xipheres* y *Trichocentrum ascendens* contra inflamaciones. Aguilar (1994), menciona el uso de *Catasetum sp.* como anticonceptivo, *Laelia anceps* para componer la cintura postparto, *Laelia speciosa* en el tratamiento de la tos, *Oncidium sp* alivia el dolor de pies, *Myrmecophyla tibicinis* contra los dolores del embarazo y *Vanilla planifolia* para el mal de aire y dolor de vientre. *Arpophyllum spicatum*, *Bletia campanulata*, *B. coccinea*, *B. purpurea*, *Calanthe calanthoides*, *Catasetum integerrimum*,

Cyrtopodium punctatum, *Epidendrum anisatum*, *Isochilus sp*, *Laelia autumnalis*, *Malaxis sp*, y *Prosthechea citrina*, también aparecen en la lista de especies con algún uso medicinal (Hágsater 2005).

Con base en los antecedentes presentados, las orquídeas tienen una gran diversidad biológica y de usos. Sin embargo, muchas de ellas están listadas en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, a partir de la década de los 90 del siglo XX, las actividades antrópicas, como deforestación, fragmentación, incendios, recolecta excesiva y comercio ilegal, así como algunos fenómenos naturales, entre ellos, huracanes, han provocado la pérdida de varias decenas de especies, en distintos hábitats naturales. Se ha registrado que 188 especies de orquídeas mexicanas se encuentran en alguna categoría de riesgo, de éstas 151 se distribuyen en Oaxaca.

2.3 BIODIVERSIDAD

El término biodiversidad fue acuñado en 1985 por Edward O. Wilson, durante el Foro Nacional sobre la Diversidad Biológica, celebrado en los Estados Unidos de América. Se define como la variedad de las formas de vida que habitan en la biosfera, incluidos los complejos genéticos y ecológicos que la generan. Este concepto incluye varios niveles de la organización biológica, desde la composición genética de individuos, las poblaciones y los paisajes (Ezcurra, 1992; Moreno, 2001). En cada uno de estos niveles, podemos reconocer tres atributos: composición, estructura y función, relacionados con la abundancia, la diversidad y los procesos ecológicos y evolutivos (<http://www.biodiversidad.gob.mx/creditos/creditos.html>).

Para evaluar la biodiversidad existen diferentes métodos, todos ellos permiten conocer las diversidades alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972). De este modo, la diversidad α es la riqueza biológica en un determinado hábitat. La β se usa para referirse al recambio de especies en un espacio, con la finalidad de identificar zonas de transición y escalamiento de la diversidad. La riqueza de especies de un conjunto de localidades a escala regional es la diversidad gamma

(γ), que representa la diversidad de un conjunto de sitios o comunidades que integran un paisaje (Koleff *et al.*, 2009).

2.4 ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

La estructura se define como la organización en el espacio de los individuos que conforman un tipo de vegetación e incluye las dimensiones horizontal y vertical. (Steubing *et al.*, 2006). La primera es la interpretación de cómo se ordenan los árboles en la vegetación y considera atributos de la misma relacionados con la abundancia: densidad, frecuencia y dominancia. Los valores relativos de estos parámetros indican el valor de importancia de las especies presentes en un tipo de vegetación, éstas son las especies que ejercen mayor control sobre la comunidad vegetal, en relación con el flujo de energía y la circulación de nutrientes (Odum, 1972). La vertical se refiere a la distribución de los individuos que componen la comunidad en función de los estratos (Meave *et al.*, 1992). Se han definido tres estratos principales: herbáceo, arbustivo y arbóreo.

Los árboles pueden formar un dosel continuo o discontinuo, dependiendo de las características particulares del bosque, según su localización geográfica y el estado de conservación que presentan. Entre ellos encontramos distintas especies de *Clethra*, *Ostrya*, *Quercus*, *Saurauia*, *Symplocos* y *Trichilia*. La mayoría de las plantas del sotobosque pertenecen a familias como Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae y Solanaceae; debido a que a esta altura domina una sombra profunda y una humedad elevada, los helechos son abundantes. La ausencia o presencia de especies puede estar relacionada con la precipitación y con cambios ambientales transitorios recientes, o que han ocurrido en el tiempo geológico (Williams-Linera, 2007)

Para definir la estructura se hace una estimación visual de la altura promedio de los individuos que forman parte del estrato, y otra de la proyección vertical sobre el suelo de las copas de los individuos de cada uno de los estratos. (Villareal *et al.*, 2006). Con esta información se elabora un perfil de la vegetación,

el cual consiste en esquematizar una franja de bosque que pretende ilustrar el número de estratos, su altura y su cobertura (Villareal *et al.*, 2006).

Meave *et al.* (1992) analizaron la estructura y florística de un fragmento de BMM en Omiltemí, Guerrero, registraron alrededor de 140 especies de plantas vasculares y concluyeron que se trata de un bosque con vegetación densa y poco distinguible en estratos. Mientras tanto, en Hidalgo, Luna *et al.* (1989) llevaron a cabo un análisis para el BMM de Tlanichinol, Hidalgo, donde lo comparan con otros bosques de las principales cadenas montañosas de México; encontrando que es semejante en cuanto a estructura y vegetación con los de la parte sur de la Sierra Madre Oriental. Alcántara y Luna (1997), realizaron un estudio florístico y estructural en Tenango de Doria, Hidalgo, registraron 542 plantas vasculares, observaron que las hierbas y los arbustos son los grupos con mayor abundancia y comparten especies principalmente arbóreas con sus similares de la Sierra Madre Oriental.

Cesario-Catalán *et al.* (2003) estudiaron la estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un BMM de Guerrero, donde las familias con mayor número de especies fueron Asteraceae, Fagaceae, Solanaceae, Lauraceae, Myrsinaceae y Pinaceae. Su análisis estructural arrojó que *Chiranthodendron pentadactylon* es la especie dominante.

Oaxaca tiene la mayor superficie cubierta por este tipo de vegetación, principalmente en la Sierra Madre de Oaxaca y la Sierra Madre del Sur, no obstante, aún son escasos los trabajos realizados en sus BMM (Acosta, 1997). González (2009) realizó el listado florístico y la caracterización de la vegetación de un fragmento de BMM en el cerro El Pájaro, ubicado en el municipio de Putla, Villa de Guerrero. Registró 333 especies, donde las más abundantes fueron *Eugenia capullii*, *Ostrya virginiana*, *Fraxinus dubbia* y *Brhaea moorei*. Este bosque está constituido por tres estratos, el primero de ellos lo integran árboles de 10 a 20 m, dominado por *Quercus aristata*, el segundo por árboles y arbustos de 4 a 7 m. En este estrato se ubican las especies con mayor valor de importancia, entre ellas *Eugenia capullii*. El estrato herbáceo se reportó bien desarrollado, característica fisionómica que indica un deterioro importante en la vegetación; no obstante

comparado con otras áreas de México, es una de las más diversas por unidad de superficie.

2.5 ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Putla, Villa de Guerrero, se localiza en la Sierra Madre del Sur, en la parte suroeste del estado de Oaxaca, entre los 97° 55' de longitud oeste y 17° 01' de latitud norte, a una altitud que va de los 340 a los 2480 m. Limita al norte con Santiago Juchitahuaca, San Martín Itunyoso, Heróica Ciudad de Tlaxiaco; al sur con San Andrés Cabecera Nueva; al oriente con Santa Lucía Monte Verde y San Andrés Cabecera Nueva; al poniente esta Constanica del Rosario, Santa María Zacatepec, Mesones Hidalgo y el estado de Guerrero (Solano, 1990).

Los suelos principales son: Cambisol, Molisol, Leptosol, Chernozem y Regosol (Solano, 1990). En cuanto a su hidrografía, este municipio pertenece a la región hidrológica Costa Chica-Río-Verde. Recorren el municipio varios afluentes como los ríos La Cuchara, Copala y Purificación, (<http://www.putla.com/index.html>). Presenta clima templado sub-húmedo C (w_2) y cálido húmedo (A) C (w), ambos con lluvias en verano. En la vegetación predominan los bosques de pino, encino, mesófilo de montaña, selva mediana subcaducifolia y pastizales inducidos (Solano, 1990).

San Andrés Chicahuaxtla se ubica dentro de la Región Terrestre Prioritaria 126, denominada por la Conabio Sierras Triqui-Mixteca, entre las coordenadas 17°12'-17°05' norte y 97°51'- 97°50 oeste, a una altitud de 1300 a 2700 m. Posee una extensión territorial de 50.55 km². Los climas que presentan son C (w_2), templado sub-húmedo con lluvias en verano, cálido y semicalido húmedo, ambos con lluvias en verano (A) C (w). La temperatura y precipitación medias anuales oscilan entre 12 y 18°C y de 1800 a 2100 mm respectivamente. (<http://www.INEGI.gob.mx>). La vegetación está compuesta por bosque mesófilo de montaña y pastizales inducidos.

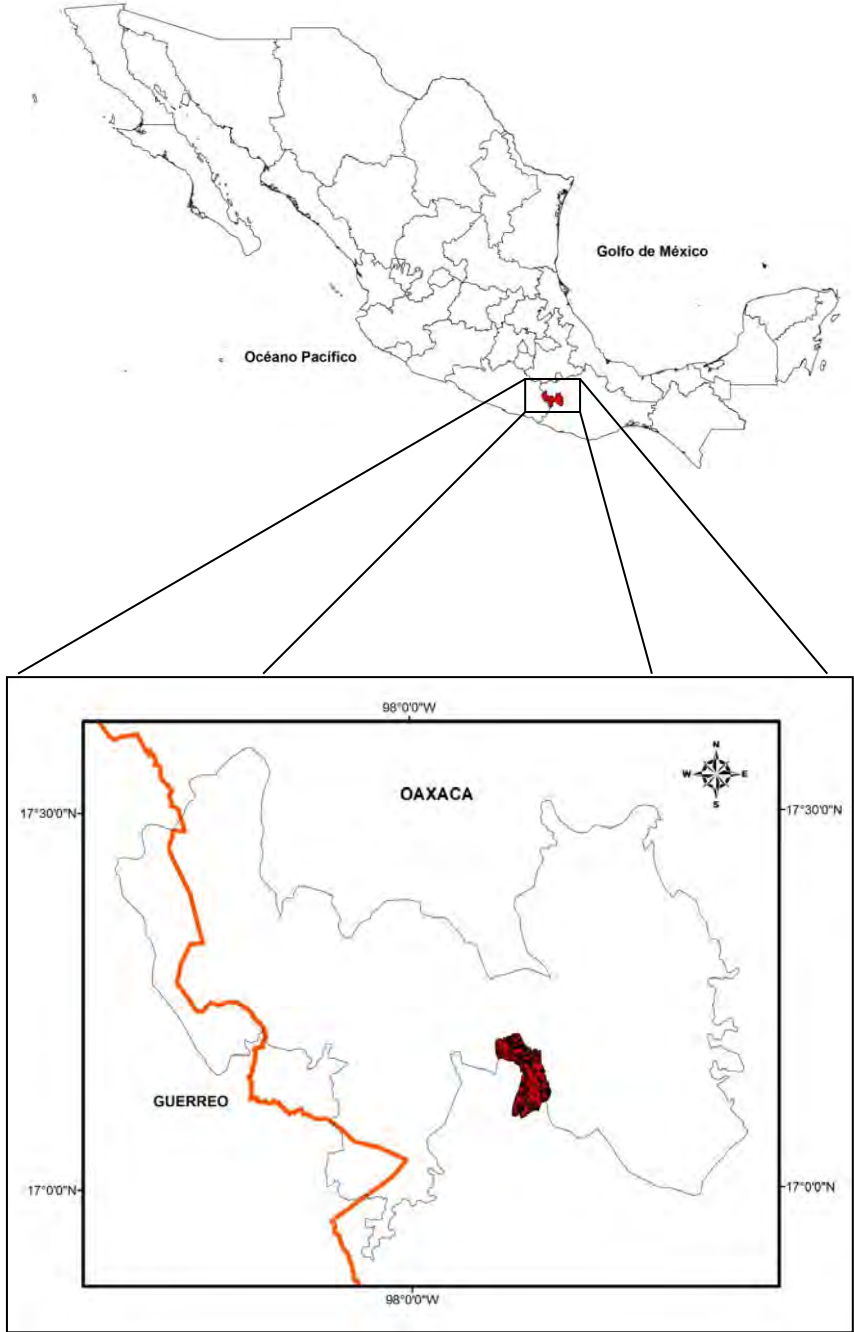


Fig. 1. Localización de la comunidad de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

III HIPÓTESIS

Debido al alto grado de perturbación del BMM, la especie dominante corresponderá al estrato herbáceo y la diversidad de orquídeas epífitas será mayor en las áreas más conservadas.

IV OBJETIVOS

General

Analizar la estructura de la vegetación y diversidad de orquídeas epífitas en fragmentos de BMM de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Particulares

Inventariar la flora vascular correspondiente a los fragmentos del BMM.

Estudiar la organización horizontal y vertical del BMM.

Analizar la riqueza y la diversidad de las orquídeas epífitas.

Examinar la similitud florística de las orquídeas epífitas presentes en los diferentes fragmentos,

Contribuir al conocimiento florístico de México y en particular del estado de Oaxaca.

V MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

Con la ayuda de Sistemas de Información Geográfica y realizando visitas previas, a la zona de estudio, se ubicó y delimitó el BMM de San Andrés Chicahuaxtla, Putla, Oaxaca. Para caracterizar la vegetación se establecieron al azar 10 transectos de 50 x 2 m (100m²) (Gentry, 1982, 1988), con una superficie total muestreada de 1000 m², éstos fueron georreferenciados con un GPS marca Magellan MobileMapper™ 6, además se registró: pendiente, exposición y orientación. En cada transecto se anotó para cada uno de los estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo), altura, cobertura y número de individuos. Con estos datos, se calcularon atributos relativos con la abundancia de las especies: densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia. La fórmulas utilizadas fueron las siguientes:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Número de individuos por sp.}}{\text{Total de individuos de las spp.}} \times 100$$

Frecuencia relativa

$$= \frac{\text{número de veces que se registró una sp. en el muestreo}}{\text{total de veces que se registraron las spp. en el muestreo}} \times 100$$

$$C = \left[\frac{d1 + d2}{4} \right]^2 \pi$$

donde: C= cobertura

d1= primer diámetro de la copa

d2= segundo diámetro de la copa perpendicular al d1.

$$\text{cobertura relativa} = \frac{\text{área de cada sp.}}{\text{área total de spp.}} \times 100$$

VI= densidad relativa + frecuencia relativa + cobertura relativa (Curtis & McIntosh, 1951).

En cada transecto se recolectaron ejemplares botánicos que se herborizaron de acuerdo con la metodología convencional indicada por Chiang y Lot (1986). Estos especímenes fueron determinados taxonómicamente, en lo posible hasta el nivel de especie. Aquellos taxa con taxonomía difícil los revisaron especialistas. La correcta ortografía de los nombres científicos se corroboró con el Índice Internacional de Nombres de Plantas (IPNI, por sus siglas en inglés), el Index Author de Brummitt y Powell (2001) y el Catálogo de Autores de Plantas Vasculares de México de Villaseñor *et al.* (2008).

Los ejemplares determinados se cotejaron con los existentes en las colecciones FEZA y MEXU. Además, se consultaron herbarios virtuales como BG, MO y NY y las bases de datos Tropicos® y Field Museum. Uno de los ejemplares recolectados se incorporó a la colección del herbario FEZA, un duplicado se envió a MEXU y los restantes se intercambiarán con otros herbarios. Se ubicaron las especies en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se elaboró una base de datos en Microsoft® Office Excel 2010 con los siguientes campos: fecha, coordenadas, altitud, orientación, exposición, pendiente, familia, género, especie forma biológica, número de individuos, densidad, frecuencia y cobertura.

En el listado florístico los helechos se ordenaron siguiendo la clasificación de Smith *et al.* (2006), las gimnospermas con base en McVaugh (1992) y las angiospermas de acuerdo con la propuesta de APG III (2009)

5.2 DIVERSIDAD DE ORQUIDEAS EPÍFITAS

Para la recolecta, herborización, determinación taxonómica, la correcta escritura de los nombres científicos y la elaboración de la base de datos, se siguieron las mismas técnicas que en el apartado de caracterización de la vegetación. En la estimación de la diversidad de orquídeas se realizaron salidas mensuales a la

zona de estudio para el muestreo de forofitos y recolecta de ejemplares correspondientes a orquídeas epífitas. Se delimitaron 10 fragmentos de BMM, sobre fotografías aéreas, escala 1:75 000 de abril de 1975, con el programa Arcview 3.2. En cada fragmento se trazaron al azar dos transectos de 50 x 2 m, con un área total muestreada de 0.2 ha. En cada transecto se registraron los mismos datos físicos que en el muestreo de vegetación, además del número de forofitos con un DAP ≥ 20 cm y su altura. Para estimar la eficiencia de la recolecta, se realizó una curva de acumulación de especies por medio de los estimadores no paramétricos ACE, Chao1 y Jackknife1. Con la finalidad de analizar la distribución vertical de las especies de orquídeas epífitas, cada uno de los forofitos fue dividido en cinco secciones correspondientes a diferentes alturas, siguiendo la metodología propuesta por Johansson (1974). Para determinar la riqueza de orquídeas epífitas en cada una de las secciones de los forofitos, se registraron las especies y el número de individuos siguiendo la metodología propuesta por Stanford (1968), quien consideró las colonias como un individuo. Se realizó un análisis de covarianza, para establecer la relación entre la abundancia de orquídeas epífitas con el DAP (covariable) de los forofitos. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, se ubicaron las especies de orquídeas en alguna categoría de riesgo,

La diversidad α de las orquídeas epífitas, se calculó con ayuda del programa Mathbeans Project, National Science Foundation DUE-9950473, y el índice de Shannon-Wiener con base en la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

H = Índice de Shannon-Wiener

Pi= Abundancia relativa de la especie i

ln = Logaritmo natural

<http://math.hws.edu/javamath/ryan/DiversityTest.html>

La diversidad β se calculó con el programa PAST (Hammer y Harper, 2006) (www.wiley.com/WileyCDA/WilwyTitle/productCd.html) y el índice de similitud de Jaccard, cuya fórmula es:

$$C_j = [j / (a+b-j)] \times 100$$

Donde:

C_j = índice de Jaccard

j = número de especies comunes entre dos sitios

a = número de especies de la comunidad a

b = número de especies de la comunidad b

Para conocer la similitud florística de las especies de orquídeas entre los fragmentos, se construyó una matriz básica de datos presencia-ausencia, en la cual los fragmentos fueron las Unidades Taxonómicas Operativas (OTU's, por sus siglas en inglés) y las especies los estados de carácter. Esta matriz fue procesada mediante el programa Numerical Taxonomic System (NTSYS, por sus siglas en inglés) (Rohlf, 1998), para calcular la matriz de similitud y posteriormente hacer el agrupamiento, una vez obtenido el fenograma, se analizó para establecer las relaciones de similitud.

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 DESCRIPCIÓN FISONÓMICA DE LA VEGETACIÓN

El BMM de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca, se desarrolla sobre pendientes pronunciadas de más de 60%, y altitudes que van de 2253 a 2775 m. El grado de perturbación de los sitios se determinó de manera cualitativa en ligera y alta, utilizando los siguientes criterios: tala de árboles, dominancia de hierbas y arbustos, construcciones, basura, y caminos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ubicación y descripción general de los diez transectos muestreados en el BMM de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca

No. sitio	Geoforma	Coordenadas (MTS)	Altitud	Orientación	Grado de perturbación
1	Ladera	N° 624226 O° 1897494	2558	de S a O	alto
2	Ladera	N° 625303 O° 1897289	2584	de E a O	alto
3	Pie de montaña	N° 624834 O° 1898214	2615-2710	de N a S	alto
4	Ladera	N° 625034 O° 18997406	2253	de O a E	alto
5	Ladera	N° 625040 O° 1897454	2735	de O a E	alto
6	Ladera	N° 642772 O° 1897579	2648-2733	de N a S	ligero
7	Ladera	N° 624957 O° 1897600	2669-2700	de S a N	ligero
8	Ladera	N° 625095 O° 1897389	2579	de S a N	ligero
9	Ladera	N° 625232 O° 1897541	2736	de O a E	ligero
10	Ladera	N° 625495 O° 1897266	2775	de E a O	ligero

Los estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo, se pueden distinguir. El primero se encuentra bien representado, sobre todo, en áreas perturbadas. En él predominan especies de angiospermas con altura variable, como *Crusea coccinea*, *Croton morifolius*, *Monnina ciliolata*, *M. schlechtendeliana* y *Pyrola picta*. La primera es una hierba postrada a veces erecta, que en algunas áreas cubre la mayor superficie del suelo. Entre los helechos terrestres destacan: *Asplenium monanthes*, *Polystichum mickelii*, *Thelypteris oaxacana* y *Woodwardia spinulosa*;

este último se encuentra en el BMM mejor conservado. Alcántara y Luna (1997) indican que los BMM bien conservados carecen de un estrato herbáceo bien representado.

El estrato arbustivo, varía desde las formas rastreras hasta los 3 m de altura, entre ellos destacan: *Acalypha euphrasiostachys*, *Baccharis heterophylla*, *Deppea grandiflora*, *Eupatorium enixum*, *Tapirira lutea*, *Tibouchina scabriuscula* y *Zanthoxylum williamsii*. El estrato arbóreo está conformado por árboles que en promedio tienen 15 m de alto, aunque pueden encontrarse individuos de hasta 25 ó 30 m. Algunas de las especies arbóreas son de hoja decidua. Son frecuentes: *Chiranthodendron pentadactylon*, *Clethra macrophylla*, *C. mexicana*, *Cleyera integrifolia*, *Crataegus pubescens*, *Ilex toluicana*, *Oreopanax xalapensis*, *Quercus glabrescens*, *Q. laurina*, *Saurauia villosa*, *Styrax argenteus* var *ramirezii*, *Symplocos sousae*, *Ternstroemia sylvatica*, *Trichilia havanensis* y *Viburnum jucundum*. Las trepadoras leñosas son raras, de ellas sólo se registró *Smilax dominguensis* (Fig. 2).



Fig. 2. Perfil altitudinal de la vegetación del bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca. *Quercus laurina* (Ql) *Crusea coccines* (Cc), *Cleyera integrifolia* (Ci), *Symplocos sousae* (Ss) *Polystichum mickelii* (Pm), *Trichilia havanensis* (Th), *A splenium monanthes* (Am), *Adiantum andícula* (Aa), *Oreopanax xalapensis* (Ox), *Styrax argenteus* (Sa).

En la zona de estudio el BMM se encuentra muy fragmentado, como resultado de actividades antrópicas, principalmente agricultura de temporal, donde destacan los cultivos de maíz, frijol, calabaza y chilacayote. Además la tala de árboles para extracción de leña, es una práctica común, ya que se utiliza principalmente como combustible. Estudios como los de Williams-Linera (1992), Kattan *et al.* (1994) y Restrepo y Gómez (1998) han demostrado que el BMM y su diversidad son particularmente sensibles a los cambios provocados por la fragmentación, ya que aumenta el efecto de borde, el aislamiento entre fragmentos y por lo tanto el riesgo de extinción local de las especies típicas de este bosque. Por ejemplo, Williams-Linera *et al.* (2002) analizaron la fragmentación del bosque mesófilo de montaña en la región oeste de Xalapa, Veracruz, y encontraron 19 fragmentos de BMM no perturbados que cubren únicamente el 10% del área estudiada. Lo anterior indica una pérdida del 90% de éste tipo de bosque en el estado de Veracruz.

6.2 INVENTARIO FLORÍSTICO

Se registraron 1223 individuos en 1000 m², de los cuales 1155 se ubicaron taxonómicamente en 57 familias, 85 géneros y 109 especies de plantas vasculares. De los individuos restantes, 25 se determinaron hasta el nivel de familia, 14 hasta género y otras 29 aun consultando algunos especialistas, no fue posible su determinación (Apendice I).

Las familias de monilofitas están poco representadas y dentro de las angiospermas, las eudicotiledóneas son las más diversas (cuadro 2). Rzedowski (1996), indica que las dicotiledóneas son el grupo de plantas vasculares que contribuye con el mayor número de especies a la flora de los BMM.

Cuadro 2. Grupos de plantas vasculares registradas en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
Monilofitas	7	11	16
Magnolides	1	1	1
Monocotiledóneas	5	5	5
Eudicotiledóneas	44	68	87
TOTAL	57	85	109

Entre las familias más diversas en el nivel específico están Asteraceae, Rubiaceae, Solanaceae, Aspleniaceae, Polypodiaceae, Lamiaceae, Melastomataceae, Ericaceae y Onagraceae. Once familias más contienen dos especies y el resto una (Cuadro 3). Rzedowski (1996) registra que tanto Asteraceae como Rubiaceae, Solanaceae, Polypodiaceae, Ericaceae y Lamiaceae, se encuentran bien representadas en los BMM. Asteraceae es una familia bien representada en la mayoría de los tipos de vegetación de México, incluidos los BMM, mientras que, Rubiaceae y Solanaceae tienden a dominar la vegetación tropical (Rzedowski, 1996). Entre los componentes boreales del BMM estudiado están: *Arbutus xalapensis*, *Comarostaphyllis discolor*, *Clethra macrophylla*, *C. mexicana*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Cleyera integrifolia*, *Quercus glabrescens*, *Q. laurina*, *Styrax ramirezii* var. *argenteus*, *Symplocos sousae* y *Ternstroemia sylvatica*. En los neotropicales o meridionales son comunes: *Trichilia havanensis*, *Conostegia hirtella*, *Tapirira lutea* y *Rapanea juergensenii*.

Cuadro 3. Familias de plantas con mayor número de especies en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
ASTERACEAE	10	11
RUBIACEAE	5	9
SOLANACEAE	4	8
ASPLENIACEAE	3	5
POLYPODIACEAE	2	4
LAMIACEAE	2	4
ERICACEAE	2	3
MELASTOMATACEAE	3	3
ONAGRACEAE	1	3

Los géneros con mayor número de especies son *Salvia*, *Fuchsia*, *Polypodium*, *Polystichum*, *Bouvardia* y *Cestrum* (Cuadro 4). Además se encuentran algunos géneros que Rzedowski (1996) y Luna *et al.* (1988) consideran típicos de BMM como *Cleyera*, *Deppea*, *Ilex*, *Oreopanax*, *Rondeletia*, *Saurauia*, *Symplocos* y *Ternstroemia*. En el BMM estudiado la forma biológica más frecuente son las hierbas seguida de los arbustos y árboles. Las trepadoras son escasas (Cuadro 5).

Cuadro 4. Géneros de plantas vasculares con mayor número de especies inventariadas en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

GÉNEROS	ESPECIES
<i>Salvia</i>	6
<i>Fuchsia</i>	6
<i>Polypodium</i>	3
<i>Polystichum</i>	3
<i>Bouvardia</i>	3
<i>Cestrum</i>	3

Las especies registradas que se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 son: bajo protección especial (Pr) *Dahlia tenuicaulis*, *Symplocos sousae*, *Comarostaphylis discolor* y *Marattia weinmannifolia*, mientras que *Litsea glaucescens* está en peligro de extinción. El género *Dahlia* es importante para nuestra cultura y tradiciones desde tiempos precolombinos, se ha usado como ornamental, alimenticia, medicinal, ceremonial y forrajera. En la actualidad los mixtecos de Oaxaca siguen consumiendo los tubérculos de *Dahlia tenuicaulis*, que son ricos en carbohidratos (Hernández, 1946; Reyes *et al.*, 2004). *Marattia weinmannifolia* es una especie neotropical que se distribuye desde el sur de México hasta Guatemala, en selvas y bosques muy húmedos o en bosques perturbados desde los 700 hasta los 3000 m (Lavalle, 2003). Algunos autores como Mamay, (1950) y Stidd (1974), consideran a *Marattia weinmannifolia* la especie más primitiva de los helechos actuales con un registro fósil que se remonta al Carbonífero.

Cuadro 5. Formas biológicas y número de especies presentes en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Forma biológica	Número de especies	% con respecto al total de especies
Herbáceas	54	49.6%
Arbustivas	31	28.4%
Arbóreas	23	21.1%
Trepadoras	1	0.9%
Total	109	100%

6.3 ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

Las especies con mayor densidad absoluta que representan el 40.26 % del total de plantas vasculares registradas, en orden decreciente son: *Crusea coccinea*, *Quercus laurina*, *Cleyera integrifolia*, *Symplocos sousae*, *Polystichum mickelii*, *Asplenium monanthes* y *Trichilia havanensis*. Las mayores frecuencias las presentan *Crusea coccinea* y *Quercus laurina*, *Trichilia havanensis*, *Asplenium monanthes*, *Polystichum mickelii*, *Adiantum andicola*, *Cleyera integrifolia* y *Symplocos sousae*. Entre las especies con frecuencias bajas están: *Asclepias pellucida*, *Abatia mexicana*, *Archibaccharis serratifolia*, *Arracacia aegopodioides*, *Bouvardia cordifolia*, *B. laevis*, *Cleome serrata*, *Dryopteris rosea*, *Litsea glaucescens*, *Woodwardia spinulosa*, *Xylosma flexosum* y *Zeugites latifolia* (Cuadro 6).

Los valores de importancia calculados para la vegetación de San Andrés Chicahuaxtla se muestran en el cuadro 6. *Crusea coccinea* tiene el valor más elevado, pues cubre la mayor parte de la superficie del suelo. Las especies que le siguen en importancia son *Quercus laurina*, *Cleyera integrifolia* y *Symplocos sousae*. Para la mayoría de las especies dominantes, la densidad es el atributo ecológico que determina su mayor valor de importancia (Cuadro 6).

Cuadro 6. Valor de importancia de las especies dominantes en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

ESPECIE	DR	CR	FR	VI
<i>Crusea coccinea</i>	15.0070126	0.23586366	0.34602076	15.588897
<i>Quercus laurina</i>	7.9943899	0.125647	0.3460208	8.4660577
<i>Cleyera integrifolia</i>	4.8387097	0.0760495	0.2076125	5.1223716
<i>Symplocos sousae</i>	3.7868163	0.059517	0.2076125	4.0539457
<i>Polystichum mickelii</i>	3.085554	0.0484953	0.2076125	3.3416618
<i>Trichilia havanensis</i>	2.9453015	0.046291	0.3114187	3.3030112
<i>Asplenium monanthes</i>	3.0154278	0.0473932	0.2076125	3.2704334
<i>Adiantum andicola</i>	2.3141655	0.0363715	0.2076125	2.5581495
<i>Thelypteris oaxacana</i>	2.3141655	0.0363715	0.0692042	2.4197412
<i>Croton morifolius</i>	2.173913	0.0341672	0.1730104	2.3810906
<i>Oreophanax xalapensis</i>	2.1037868	0.033065	0.1730104	2.3098622

6.4 ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS

Se registraron 3016 individuos de orquídeas, agrupados en 13 géneros y 20 especies (Apendice II), que representan el 2.85 % de la orquideoflora oaxaqueña y el 1.5% de la nacional. Los géneros inventariados contienen de una a tres especies. *Epidendrum* y *Prosthechea* registraron mayor número de especies (3). Estos resultados son los esperados si consideramos que *Epidendrum* se encuentran entre los 15 géneros de orquídeas epífitas con mayor número de especies en el Neotrópico con aproximadamente 1500, mientras que, *Prosthechea* está integrado por 100 especies que se distribuyen entre México y Estados Unidos.

La especie más abundante fue *Rhynchostele maculata* subsp. *oestlundiana*, seguida de *Epidendrum eximium*. Éstas son más abundantes porque probablemente se desarrollan en diferentes condiciones ambientales, por el contrario, *Aulosepalum nelsonii* y *Govenia superba* registraron un individuo cada

una, quizá porque sus requerimientos ambientales son más específicos y son principalmente de hábito terrestre (McVaugh, 1985) (Fig.3) .

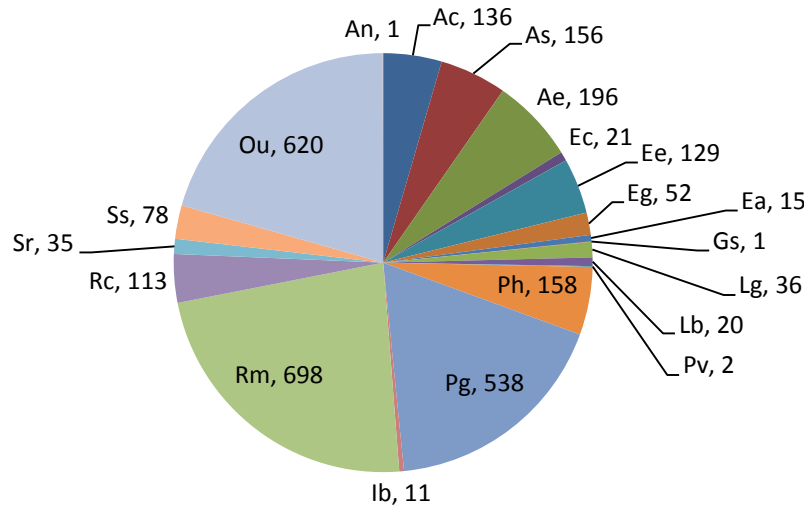


Fig. 3. Total de individuos registrados por especie de orquídeas epífitas en el BMM de San Andrés Chicahuaxtla, Putla, Oaxaca. *Acianthera chrysantha* (Ac), *Anathallis scariosa* (As), *Artorima erubescens* (Ae), *Aulosepalum nelsonii* (An), *Encyclia adenocaula* (Ea), *Epidendrum camposii* (Ec), *E. eximium* (Ee), *E. greenwoodii* (Eg), *Govenia superba* (Gs), *Isochilus bracteatus* (Ib), *Lephanthes brachystele* (Lb), *L. greenwoodii* (Lg), *Oncidium unguiculatum* (Ou), *Prosthechea ghiesbreghtiana* (Pg), *P. hastata* (Ph), *P. varicosa* (Pv), *Rhynchosstele cervantesii* subsp. *membranacea* (Rc), *R. maculata* subsp. *oestundaliana* (Rm), *Stelis rufobrunnea* (Sr), *S. sotoarenasii* (Ss).

De acuerdo con Johnson y Bond (1992), el proceso de fragmentación, afecta el número de polinizadores y sus visitas, altera la estructura de la vegetación y elimina forofitos. Estas circunstancias disminuyen el número de individuos por especie. Sin embargo, Hernández-Pérez (com. Pers. 2012) refiere que los efectos de la fragmentación favorecen la riqueza y diversidad de orquídeas epífitas. Tremblay y Salguero-Farías (2001) observaron que en la orquídea *Lepanthes woodburyana*, el éxito reproductivo no disminuye por la fragmentación y el efecto de borde aumenta la producción de fruto.

A partir del número observado de orquídeas epífitas que fue de 20, se elaboraron las curvas de acumulación de especies con los estimadores no paramétricos ACE, Chao1 y Jackknife1. Faltarían por incorporar al listado tres especies según el primer estimador, el segundo indica que el muestreo realizado es robusto y el tercero señala que aún faltan por recolectar cinco especies. De acuerdo con estos estimadores, en general el número de especies registradas en la zona de estudio corresponde al estimado. Se utilizaron los tres estimadores no paramétricos para tener una apreciación objetiva de la riqueza de especies (Fig. 4).

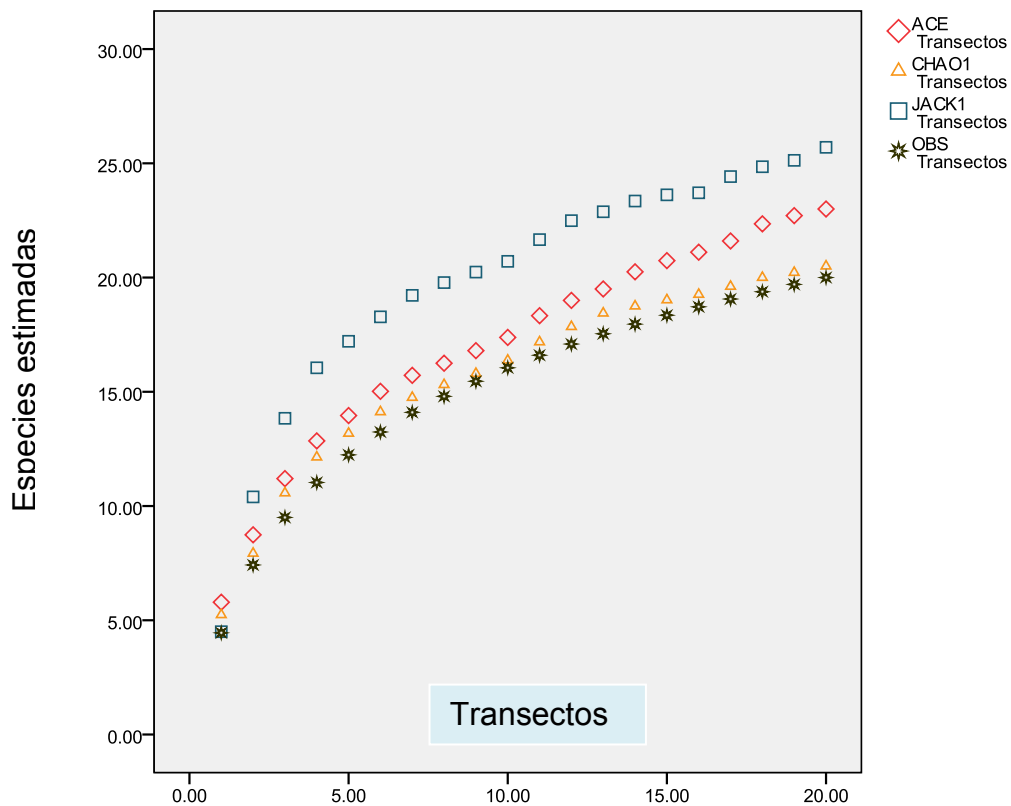


Fig. 4. Curvas de acumulación de especies de orquídeas epífitas en fragmentos de bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villad de Guerrero, Oaxaca.

Los estimadores no paramétricos utilizan datos de presencia-ausencia o datos de abundancia de especies y se enfocan en aquellas poco abundantes o raras (Collwell y Coddington, 1994; Moreno, 2001). Estos estimadores tienen un sesgo menor que la extrapolación basada en una curva de acumulación de

especies y requieren menor cantidad de datos que los métodos paramétricos (Brose, 2002). Chazdon *et al.* (1998) evaluaron la riqueza de plántulas e individuos juveniles de especies leñosas en seis sitios de selva primaria y secundaria, comparando el comportamiento de la curva de acumulación de especies de Chao 1 y 2, ACE, ICE, Jackknife 1 y 2, Bootstrap y Michaelis-Menten, y encontraron que los estimadores ACE y Chao 2 son los mejores, ya que presentaron curvas de acumulación con un crecimiento rápido.

En este trabajo se muestrearon 180 árboles con alturas entre cuatro a 30 m, con DAP \geq 20 cm. De éstos, la mayoría contienen orquídeas epífitas, registrándose el mayor número de forofitos en las siguientes especies: *Quercus laurina*, *Q. glabrescens* y *Chiranthodendron pentadactylon* (Fig. 5).

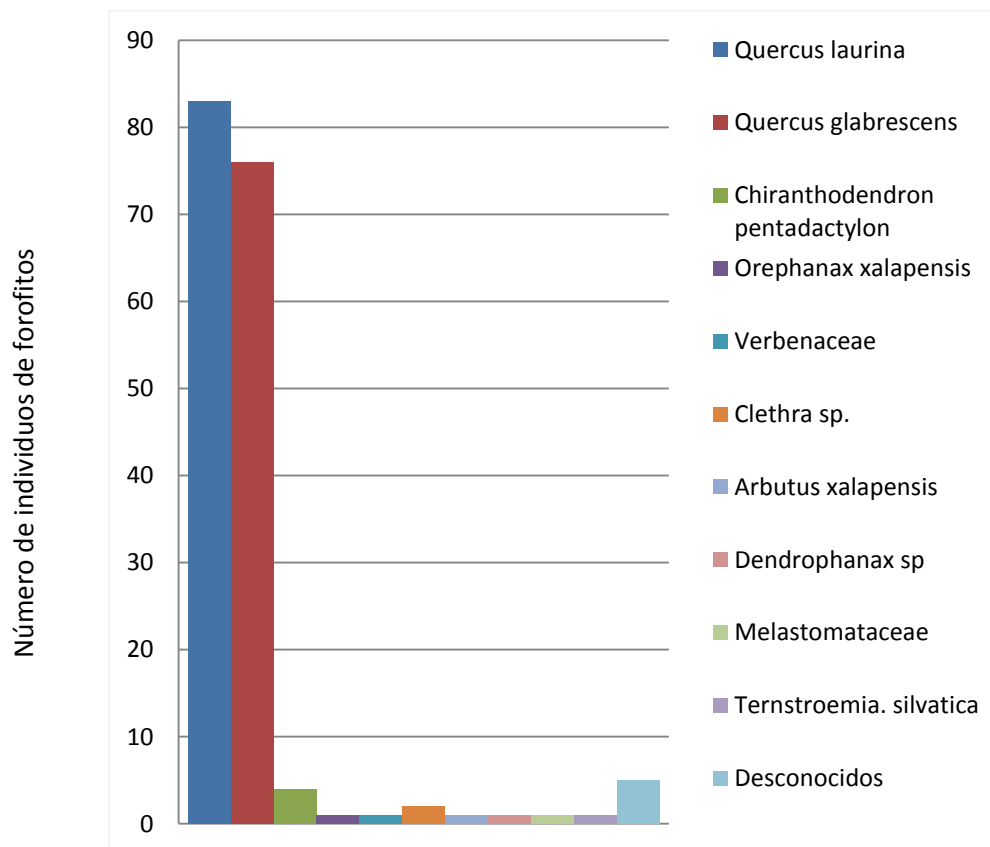


Fig. 5. Especies de árboles que funcionan como forofitos de orquídeas epífitas, en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

En relación con la riqueza de orquídeas epífitas, los forofitos muestreados se dividieron en cinco zonas: I, parte basal del tronco; II, parte superior del tronco; III, corona inferior o ramas primarias; IV, corona media o ramas secundarias y V, corona superior o ramas terminales (Johansson, 1974) (Fig.6).

En el cuadro 7 se observa que en la zona I, se encuentra el menor número de orquídeas. En un solo forofito (*Quercus laurina*) se registró únicamente *Aulosepalum nelsonii*. Esta especie es de hábito preferentemente terrestre o litofítica (McVaugh, 1985), pero el forofito donde se ubicó se bifurcaba en el primer metro del fuste y en ésta se acumuló gran cantidad de materia orgánica que proporcionó el sustrato adecuado para su establecimiento y desarrollo. En la zona II, se encontraron a *Govenia superba*, una orquídea terrestre, que en este caso se comporta como epífita y *Rhynchostele cervantesii* subsp. *membranacea*, ambas en su ubicación no sobrepasan en el forofito la altura de 4 m.

Las zonas III y IV presentaron la mayor diversidad de orquídeas epífitas. A estas alturas, se desarrollan las ramas primarias y secundarias de los árboles, que son de mayor diámetro y edad. Además acumulan una gran cantidad de epífitas no vasculares como musgos y líquenes que retienen sustrato para el desarrollo de las orquídeas (Johansson, 1974; Benzing, 1990). En estas zonas la incidencia de luz es menor ya que están protegidas por el dosel y en consecuencia la humedad atmosférica aumenta, creando un hábitat adecuado para el desarrollo de plantas epífitas vasculares que requieren alta humedad (cuadro 7). Kelly (1985) y Freiberg (1996) señalan que la mayor riqueza y diversidad de plantas epífitas se encuentra en alturas intermedias de los forofitos.

En el BMM estudiado, únicamente algunos individuos de *Artorima erubescens* fueron localizados en la zona V. Esta zona está conformada principalmente por el dosel de los forofitos. El dosel está más expuesto a la incidencia de luz y la temperatura es mayor, mientras que, la humedad atmosférica y la disponibilidad de nutrimentos disminuye. Además, está constituido por ramas de tercer orden o de un orden mayor, que son más delgadas, cuya

corteza es lisa y por lo tanto no acumulan sustrato, ni musgos o líquenes. Estas condiciones crean un microhábitat poco propicio para el desarrollo de orquídeas epífitas. Las especies de plantas vasculares incluidas algunas orquídeas, que logran establecerse en esta zona, son conocidas como epífitas de ramitas y presentan adaptaciones específicas, entre ellas, tamaño pequeño, hojas crasas, metabolismo CAM y ciclos de vida cortos (Benzing, 1995; Chase, 1987). *Artorima erubescens* presenta rosetas pequeñas, bulbos ovoides de tamaño regular y sus estolones crecen longitudinalmente apoyándose en los forofitos por medio de raíces adventicias, de ésta manera alcanzan el dosel (cuadro 7).

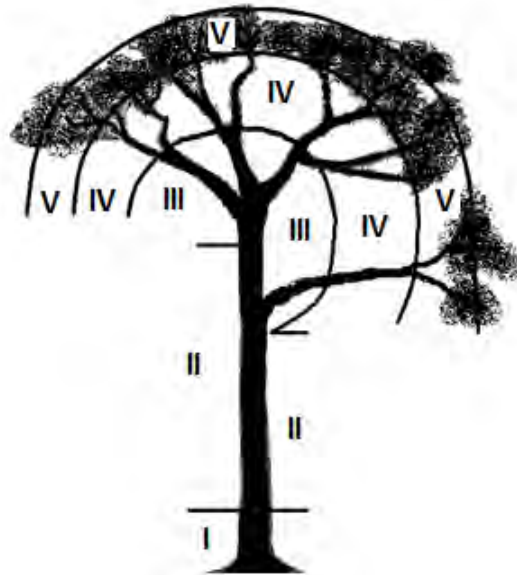


Fig. 6. Zonas de Johansson (1974) donde se ubicaron las especies de orquídeas epífitas del bosque mesófilo de montaña.

Cuadro 7. Especies de orquídeas epífitas registradas para cada una de las zonas delimitadas por Johansson (1974) aplicadas en los forofitos del bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

ZONA	ESPECIES	TOTAL
I	<i>Aulosepalum nelsonii</i>	1
II	<i>Govenia superba</i> , <i>Rhynchostele cervantesii</i>	2
III	<i>Encyclia adenocaula</i> , <i>Lephanthes brachystele</i> , <i>Acianthera chrysantha</i> , <i>Isochilus bracteatus</i> , <i>Epidendrum eximium</i> , <i>Anathalis scariosa</i> , <i>Prosthechea ghiesbreghtiana</i> , <i>Stelis rufrobrunnea</i> , <i>Lephanthes greenwoodii</i>	9
IV	<i>Rhynchostele maculata subsp. oestlundiana</i> , <i>Epidendrum greenwoodii</i> , <i>E. camposii</i> , <i>Prosthechea hastata</i> , <i>Oncidium unguiculatum</i> , <i>Artorima erubescens</i> , <i>Stelis sotoarenasii</i>	8
V	<i>Artorima erubescens</i>	1

Esta distribución vertical de epífitas vasculares en los forofitos, es resultado de un balance entre los requerimientos de luz y el suministro de agua. Además, también depende de la especie de forofito, su posición, edad o condición y de la presencia de otras epífitas. Según Sugden y Robins (1979), las epífitas son más abundantes en forofitos muy ramificados, con ramas horizontales y grandes copas (Sanford, 1986; Medina, 1986; 1990). Johansson (1974) y Benzing (1990) señalaron que puede existir especificidad por algún forofito, determinada por sus características como edad, hábito y tipo de corteza. En esta última influyen su porosidad, composición química, estructura y relieve. Estos autores registraron que la composición del sustrato formado por el depósito de humus y la capa de epífitas no vasculares influyen en la distribución de orquídeas epífitas. En el área de estudio se observó que los árboles desprovistos de musgos, líquenes o helechos epífitos, difícilmente contenían orquídeas en el fuste o ramas, mientras que, aquellos cubiertos por distintas especies de epífitas no vasculares, presentaban mayor probabilidad de encontrar alguna orquídea. También se

advirtió que los árboles carentes de epífitas son especies juveniles, con poca altura y DAP's generalmente ≤ 20 cm.

El análisis de regresión lineal muestra una correlación débil entre el DAP de los forofitos y la riqueza de orquídeas epífitas ($R^2= 0.080$, $p= 0.0001$). En este sentido, el diámetro del forofito no es determinante en el establecimiento de estas plantas (fig. 7). Sin embargo, otros estudios como los realizados por Flores-Palacios (2003) y Flores-Palacios y García-Franco (2006) en BMM y Viccon-Esquivel (2009) en selva alta perennifolia, sugieren que el diámetro del forofito es importante en el desarrollo de epífitas vasculares, pues registraron una correlación positiva significativa entre la riqueza de epífitas vasculares y el diámetro de los forofitos.

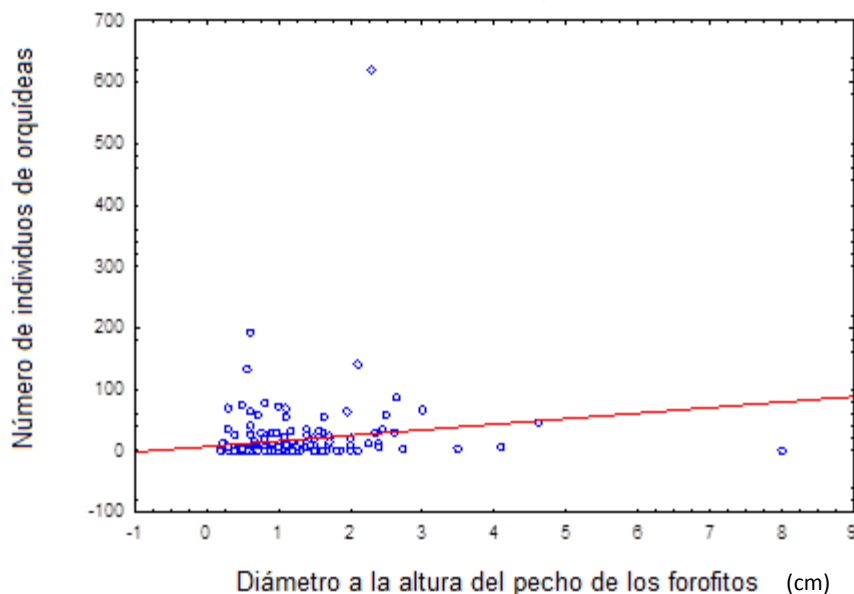


Fig. 7. Relación entre el DAP de los forofitos y la abundancia de orquídeas epífitas en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Los diez fragmentos delimitados cubren un área total de 110.9 ha y cada uno de ellos tiene una forma irregular y tamaño diferente. Se observa que la forma y el área que cubren no se relaciona con la diversidad α de orquídeas epífitas, pues como se muestra en el cuadro 8 y la figura 8, el transecto cuatro es el más diverso, y junto con el seis tienen una diversidad α baja, se ubican en el fragmento tres, con una superficie grande. Los transectos ocho y nueve poseen las diversidades α más bajas, y se ubican en el fragmento nueve, con tamaño intermedio y forma más regular que el anterior. Por otro lado, los transectos ubicados en los fragmentos de mayor tamaño, su diversidad α es variable. Por lo tanto, según las observaciones realizadas durante el muestreo, se considera que la riqueza de especies no depende del tamaño, ni de la geometría del fragmento, más bien, está en función de su exposición y las condiciones microambientales de los mismos.

Leimbeck y Balslev (2001) y Benavides *et al.* (2005) afirman que la distribución y riqueza de orquídeas epífitas, siguen un gradiente de humedad y temperatura, que aumentan del borde del fragmento hacia el interior del mismo. Gradientes similares han sido observados por Sanford (1968) y Sudgen y Robins (1979), quienes han demostrado que la riqueza de epífitas está asociado con la humedad de las laderas donde crecen.

Por lo tanto, las condiciones microclimáticas afectan directamente la diversidad de orquídeas epífitas de forma negativa en algunos casos, o positiva en otros.

Cuadro 8. Diversidad α y especies acumuladas por transecto en orquídeas epífitas del bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Fragmento	Transecto	Índice de Shannon-Wiener	Especies acumuladas	Fragmento	Transecto	Índice de Shannon-Wiener	Especies acumuladas
1	1	1.3242	6	4	11	0.992	4
2	2	1.2788	6	4	12	1.1963	4
2	3	1.1159	6	5	13	0.7383	5
3	4	2.052	12	1	14	0.7526	5
6	5	1.1015	4	7	15	0.6296	4
3	6	1.0114	3	7	16	0.9341	4
6	7	0.5004	2	8	17	0.7042	3
9	8	0.5908	2	8	18	0.2365	3
9	9	0	1	10	19	0.426	4
5	10	1.0722	7	10	20	0.664	4

Los valores obtenidos en el cálculo de la diversidad β , indican que la composición florística de orquídeas epífitas entre los fragmentos es heterogénea. Esta variabilidad específica quizá se deba a la distancia entre ellos y a su exposición. Por lo tanto, el número de especies compartidas entre los fragmentos es mínima, oscila entre una y ocho. Ninguna especie está presente en todos ellos (cuadro 9). *Rhynchostele maculata* subsp. *oestlundiana* se registró en el mayor número de fragmentos (ocho), seguida de *Epidendrum eximium*, presente en siete.

Cuadro 9. Matriz de correlación que muestra los valores de la diversidad β (Índice de Jaccard) para las especies de orquídeas epífitas de los fragmentos del bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1									
2	0.75	1								
3	0.6	0.5	1							
4	0.71429	0.71429	0.44444	1						
5	0.77778	0.77778	0.63636	0.75	1					
6	0.61538	0.46154	0.47059	0.36364	0.53333	1				
7	0.61538	0.46154	0.23529	0.36364	0.4	0.2	1			
8	0.5	0.33333	0.5	0.2	0.42857	0.66667	0.22222	1		
9	0.2	0.2	0.14286	0.25	0.33333	0.28571	0	0.33333	1	
10	0.26667	0.13333	0.42105	0.30769	0.35294	0.16667	0.16667	0.18182	0	1

6.5 SIMILITUD FLORÍSTICA DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS ENTRE LOS FRAGMENTOS

De acuerdo con el fenograma obtenido, todos los fragmentos forman un grupo a un 15% de similitud y de éstos se separa uno de ellos que comparte el 11% de las especies. De este grupo se segrega el fragmento siete a un 24%, el resto comparte más del 30% de sus especies, pero no rebasan el 64% de similitud (fig. 8). Esta baja similitud puede estar relacionada con los efectos de la fragmentación, que se encuentra estrechamente relacionada con la conservación de los procesos ecológicos y con la distribución de la biodiversidad (Pino *et. al*, 2000; Atauri y de Lucio, 2001). Al ser fragmentado el BMM, cada porción ahora presenta condiciones microclimáticas particulares en las que se establecen y desarrollan determinadas especies. Por otro lado, el BMM es un tipo de vegetación en donde se combinan elementos florísticos neárticos y neotropicales, que generan alta biodiversidad en una superficie pequeña, esta situación puede influir en la baja similitud florística que presentaron los fragmentos.

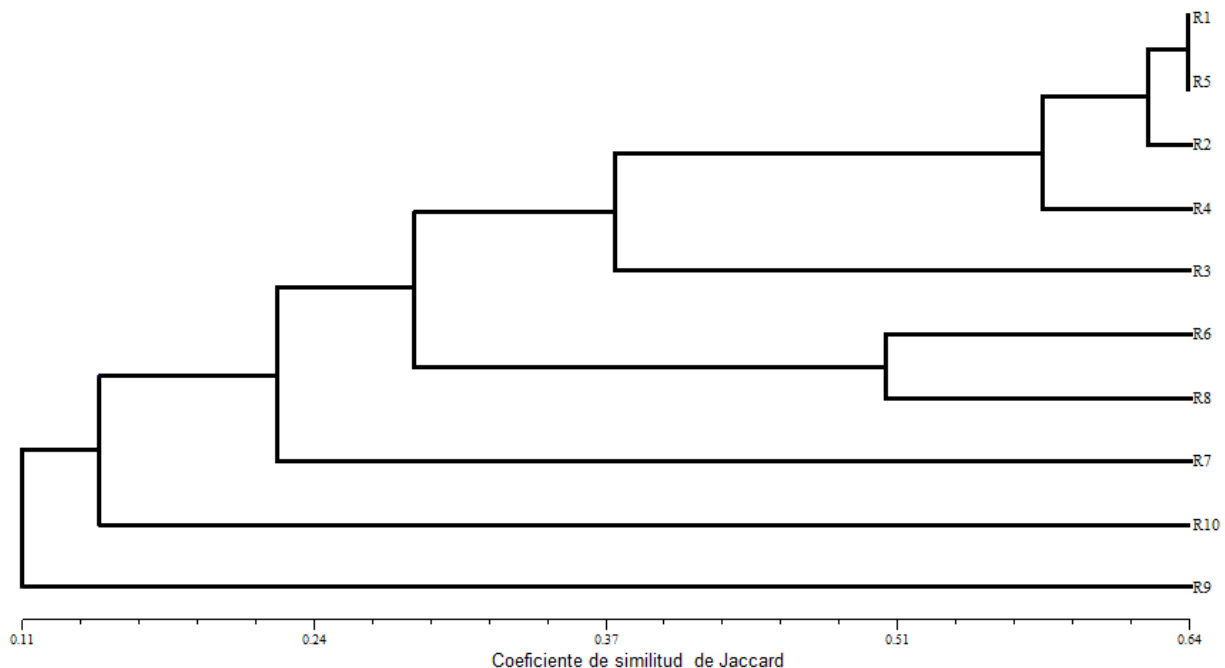


Fig 8. Fenograma de similitud orquideológica entre diez fragmentos de bosque mesófilo de montaña en San Andrés Chicahuaxtla, Putla villa de Guerrero, Oaxaca.

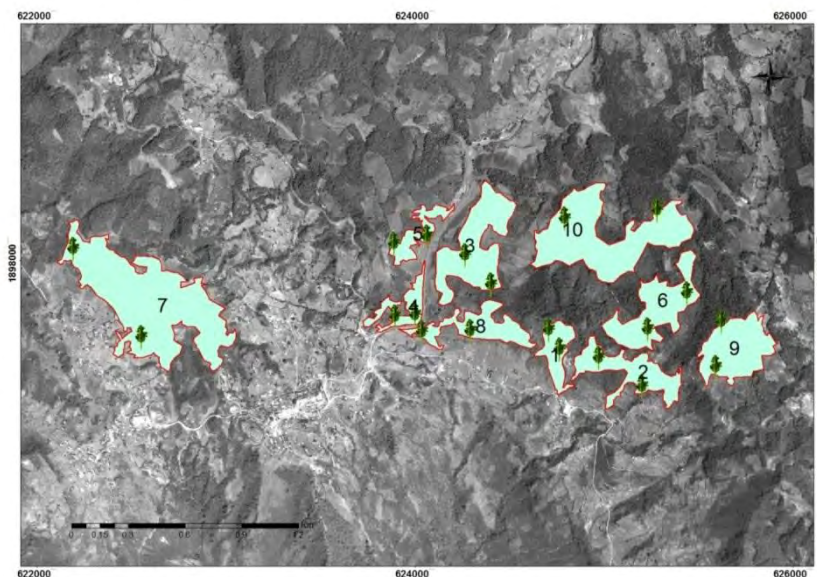


Fig. 9. Ubicación espacial de los fragmentos de bosque mesófilo de montaña y localización de los transectos donde se muestreados forofitos y orquídeas epífitas, en San Andrés Chicahuaxtla, Putla, Oaxaca.

Rhynchostele cervantesii subsp. *membranacea* y *Encyclia adenocaula* son orquídeas endémicas de México, y junto con *Oncidium unguiculatum*, se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de amenazadas. Solano (2010) indicó que en Oaxaca *Rhynchostele cervantesii* subsp. *membranacea*, es utilizada durante las festividades navideñas, para adornar altares y nacimientos. Estas plantas eran recolectadas en las montañas aledañas a los Valles Centrales por los pobladores de la comunidad de Zaachila principalmente. Sin embargo, actualmente la especie es muy escasa y los habitantes de la zona la recolectan en localidades alejados como Santa María Sola y San Juan Bautista en el distrito de Sola de Vega, donde también sus poblaciones presentan densidades bajas (Avendaño, 2010. Por otro lado, la principal utilidad de *Encyclia adenocaula* es como planta ornamental. Se distribuye en los estados de: México, Michoacán, Jalisco, Nayarit, Guerrero y Oaxaca (Hágsater.& Soto-Arenas, 2005).

Según Orta (2007), las principales actividades antrópicas que afectan la diversidad de orquídeas de manera directa son: destrucción, modificación y

fragmentación del hábitat; deforestación, incendios y contaminación forestal, e indirectamente recolecta ilegal, manejo y labores culturales inadecuadas. Sin embargo, la amenaza más seria para las orquídeas epífitas es la deforestación, ya que elimina los forofitos y modifica considerablemente el microhábitat.

VII CONCLUSIONES

El bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca, está conformado principalmente por árboles de talla media, un estrato arbustivo bien desarrollado y una abundancia y diversidad de herbáceas considerable, característica fisionómica que indica un importante deterioro en la vegetación.

El dominante ecológico en este BMM es *Crusea coccinea*, una hierba que debido a la gran perturbación, presenta valores altos de densidad y cobertura. Su desarrollo masivo, probablemente se relaciona con la fragmentación que permite alta incidencia de luz en la superficie del suelo.

Aunque no se realizó un análisis estadístico sobre la especificidad orquídea-forofito, se observó preferencia por algunas especies de árboles, donde se registró la mayor riqueza y abundancia de orquídeas epífitas, entre éstos destacan *Quercus laurina* y *Q. glabrescens*, ya que poseen características ecológicas idóneas para su establecimiento y desarrollo, entre ellas abundancia de epífitas no vasculares, como musgos y líquenes que proporcionan y retienen sustrato y humedad.

No existe una correlación positiva entre el DAP de los forofitos y la abundancia de orquídeas epífitas, su establecimiento es al azar.

El esfuerzo de muestreo realizado es robusto, pues así lo indican los estimadores utilizados. La zona de los forofitos con mayor riqueza y abundancia de orquídeas epífitas es la intermedia (III, IV), pues en ella se desarrollan las ramas primarias y secundarias de mayor grosor. En el dosel son escasas estas epífitas, debido a una mayor incidencia de luz y ramas terciarias de menor grosor.

La forma y superficie de los fragmentos no se relacionan con la diversidad α de orquídeas epífitas. Esta diversidad está en función de la exposición de los transectos y probablemente de las condiciones microclimáticas. En este contexto,

la diversidad β es variable, por lo tanto, el recambio de especies es mínimo, esta situación se corresponde con el análisis de conglomerados, ya que la similitud entre los transectos generalmente es mínima.

VIII BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C. S. 1997. Afinidades fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de la zona de Pluma Hidalgo, Oaxaca, México. *Polibotánica* **6**: 25-39.
- Aguilar, A., J. R. Camacho, S. Chino, P. Jáquez y M. E. López. 1994. Herbario medicinal del Instituto Mexicano del Seguro Social. Información etnobotánica. Instituto Mexicano del Seguro Social (edit.) México, 253 p.
- Alcántara, O. y I. Luna. 1997. Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenengo de Doria, Hidalgo, México. *Análisis del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* **68**: 57-106.
- Anónimo, 2003. INEGI. www.ine.gov.mx, consultado el 26 de diciembre de 2010
- Anónimo, 2005. INEGI. www.ine.gov.mx, consultado el 26 de diciembre de 2010
- Anónimo, 2006. FAO
- Anónimo, 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Segunda sección, 30 de diciembre de 2010. México, D.F.
- Anónimo, 2011. Royal Botanic Garden, Kew. Science & Horticulture. What are orchids?. Major Groups, Families and Genera: Orchidaceae.

- APG III. ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* **161**:105-121.
- Arriaga, L. 2000. Gap-building phase regeneration in a tropical montane cloud forest of north-eastern Mexico. *Journal of tropical ecology* **16**: 535-56
- Ayala-Hernández, M.M. Los boques mesófilos de montaña de las Sierras Triqui-Mixteca y las relaciones biogeográficas de su flora. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Avedaño, V. S. 2010. Situación actual de las orquídeas en riesgo en la región Tacaná-Boquerón, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- Benzing, D.H. 1990. Vascular epiphytes. General biology and related biota. Cambridge University Press. New York. 354 pp.
- Benzing, D.H. 1995. The physical mosaic and plant variety in forest canopies. *Selbyana* **16**:159-168.
- Bruijnzeel, L.A. 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? *Agriculture, Ecosystems and Environment* **104**: 185 -228.
- Brummitt, R. K. y C. E. Powell (eds.). 1992. Author of plant names: A list of authors scientific names of plants, with recommended standard form of their names including abbreviations. Royal Botanical Gardens, Kew.
- Bubb, P. 2005. The current situation of the cloud forest in Northern Chiapas, Mexico. ECOSFERA, PRONATURA, The Percy Sladen Memorial Fund, Fauna and Flora Preservation Society, Edinborough, Reino Unido. 90 pp.

- Bulpitt, C.J., 2005. "The uses and misuses of orchids in medicine". *Q.J. Med.* **98**: 625-631.
- Burns-Balogh, P.; Funk, V. A. (1986). A phylogenetic analysis of the Orchidaceae. *Smithsonian Contr. Bot.* **61**:1-79
- Calderón de Rzedowsky, G., J. Rzedowsky. 2005. Flora fanerogámica del Valle de México, Instituto de Ecología, A.C. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro.
- Carnevali, G., G. A. Romero, E. Noguera y G. Geralch. 2007. La familia Orchidaceae en Venezuela: diversidad y biogeografía. Memorias del XVII Congreso Venezolano de Botánica. Caracas.
- Cesario-Catalán, H., L. López-Mata y T. Terrazas. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* **74**:209-230.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas de México: pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Agrupación Sierra Madre S.C., México, D.F.
- Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. pp. 88-105. En: *Capital Natural de México. Conocimiento actual de la biodiversidad. Vol. I.* J. Sarhukán K. (ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.
- Chase, M. 1987. Obligate twig epiphytism in the Oncidiinae and other neotropical orchids. *Selbyana* **10**:24-30.

- Chase, M. W.; Soltis, D. E., Soltis, P. S., Rudall, P. J., Fay, M. F., Hahn, W. H., Sullivan, S., Joseph, J., Molvray, M., Kores, P. J., Givnish, T. J., Sytsma, K. J., y Pires, J. C. 2000. Higher-level systematics of the monocotyledons: An assessment of current knowledge and a new classification. págs. 3-16. En Wilson, K. L. y Morrison, D. A.. *Monocots: Systematics and evolution*. Collingwood, Australia.
- Chase, M. W.; K. M. Cameron, R. L. Barrett, y J. V. Freudenstein 2003. A phylogenetic classification of Orchidaceae págs. 69-89. En: K. M. Dixon, S. P. Kell, R. L. Barrett, y P. J. Cribb. *Orchid Conservation*. Kota Kinabalu, Sabah, Malasia: Natural History Publications.
- Chiang, F. y A. Lot. (Comp) 1986. Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones y técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México. México, D.F.
- Del Almo, R.S. 1979. Plantas medicinales del estado de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz. 279 pp.
- Dressler, R. L. 1981. *The orchids: Natural history and classification*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Dressler, R. L. 1993. *Phylogeny and classification of the orchid family*. Portland. OR.: Dioscorides Press
- Dressler, R. L.; Chase, M. W. 1995. Whence the orchids?. Págs. 217-226. En: Rudall, P. J., Cribb, P. J., Cutler, D. F., y Humphries, C. J.. *Monocotyledons: Systematics and evolution*. (Royal Botanic Gardens edición). Kew..
- Eleutério, A. A. y Pérez-Salicrup, D. R. 2006. Management of tree ferns (*Cyathea* spp.) for handicraft production in Cuetzalan, México. *Economic Botany* **60**: 182-191

- Endress, B.A., D.L. Gorchov, E.J. Berry. 2006. Sustainability of a non-timber forest product: Effects of alternative leaf harvest practices over 6 years on yield and demography of the palm *Chamaedorea radicalis*. *Forest Ecology and Management* **234**: 181-191.
- Ewel, J. 1980. Tropical succession: Manifold routes to maturity. Suplemento:
- Ezcurra, E. & G. Halffter. 1992. ¿Qué es la Biodiversidad?. págs.3-24. En: La Diversidad Biológica de Iberoamérica, *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.). Volumen especial de 1992. G. Halffter compilador. CYTED-D, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. México D. F. 389 pp.
- Fay, M. F. 2000. Phylogenetic studies of Asparagales based on four plastid DNA regions. págs. 360-371. En: K. L. Wilson y D. A. Morrison. *Monocots: Systematics and evolution*. (Royal Botanic Gardens edición). Kollingwood, Australia: CSIRO.
- Flores-Palacios, A. 2003. El efecto de la fragmentación del Bosque Mesófilo en la comunidad de Plantas Epífitas Vasculares. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología A.C. 159 pp.
- Flores-Palacios, A. & J.G. García-Franco. 2008. The relationship between tree size and epiphyte richness: testing four different hypotheses. *Journal of Biogeography* **33**:323-330.
- Freiberg, M. 1996. Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French Guiana. *Biotropica* **28**:345-355.
- Freudenstein, J. V.; van der Berg, C., Goldman, D. H., Kores, P. J., Molvray, M., y Chase, M. W. 2004. An expanded plastid DNA phylogeny of Orchidaceae and analysis of Jackknife branch support strategy. *Amer. J. Bot.* **91**:149-157

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Köppen, 2^a ed., Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

García-Franco, J. G., y T. Toledo-Aceves. 2008. Epífitas vasculares: bromelias y orquídeas pp. 69-82. En: Manson R., V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehlreter (eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz, Biodiversidad, manejo y conservación. INECOL/ INE. México.

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

García-Peña, M. y M. Peña, 1981. "Uso de las orquídeas en México desde la época prehispánica hasta nuestros días". *Orquídea (Mexico City)*, **8**: 59-75.

Gentry, A. H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*. Hecht, Wallace and Prance, Plenum Publishing Corporation. 15: 1-84.

Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **75**: 1-34.

González-Tirado, C., 1996. El tzauchtli: mucílago de orquídea. Obtención, usos y caracterización. Tesis de maestría en Conservación de Arte, Escuela Nacional de Arte Restauración y Museografía. México, DF.

González, V. R.V. 2009. Diversidad y estructura del bosque mesófilo de montaña, Cerro El Pájaro, Putla, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de

Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Halffter G. y E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la Biodiversidad? *En*: G. Halffter (Ed.). La diversidad biológica de Iberoamérica. *Acta zoológica mexicana* (N.S.)

Número especial: 3-24.

Hammer, Ø. y D. Harper. 2006. *Paleontological Data Analysis*. Blackwell Publishing, Oxford. 351pp.

Hágsater, E., M. A. Soto-Arenas. 1998. Orchid conservation in México. *Selbyana* **19**: 15-19.

Hágsater, E., M.A. Soto-Arenas, G. Salazar- Chávez, R. Jiménez-Machorro, M. López-Rosas y R.L. Dressler, 2005. *Las Orquídeas de México*. Redacta, México, DF

Hamilton, L.S., J.O. Juvik, F.N. Scatena (Eds.) 1995. *Tropical Montane Cloud Forests*. Ecological Studies 110, Springer Verlag, New York.

Hernández, F., 1959. *Historia Natural de la Nueva España. Obras Completas*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF. 476 pp.

Johnson, F.B., 1952. Orchid pseudobulbs for candy. *Orchid Journal*, **1**: 468-470

Johnson, S.D. y W.J., Bond, 1992. *Oecologia*: 455-457

Johansson, D. R. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeography. Suecica* **59**: 1-136.

Judd, W. S., Stern, W. L., y Cheadle, V. I. 1993. Phylogenetic position of *Apostasia* and *Neuwiedia* (Orchidaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* **113**: 87-94.

- Judd, W., C. Campbell, E. Kellogg, P. Stevens y M. Donoghue. 2008. *Plant Systematics*. Sinauer. Massachusetts.
- Kattan, G.H., H. Álvarez, L. y M. Giraldo. 1994. Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology* **8**:138-146.
- Kelly, D.L. 1985. Epiphytes and climbers of Jamaican rain forest: vertical distribution, life, forms and Life histories. *Journal of Biogeography* **12**:233-241.
- Koleff, Patricia. 2009. Conceptos y medidas de la diversidad beta. Pp. 19-40. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff, y A. Melic, (eds.) *Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gama*. M3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo Diversitas & CONACYT, Zaragoza. 242 pp.
- Koeppen, W. 1948. *Climatología*. Fondo de Cultura Económica. México. D.F.
- Lavalle, M. C. 2003. Taxonomía de las especies neotropicales de *Marattia* (Marattiaceae). *Darwiniana* **41**(1-4): 61-86.
- Leimbeck RM, Balslev H (2001). Species richness and abundance of epiphytic Araceae on adjacent floodplain and upland forest in Amazonian Ecuador. *Biodivers Conserv* **10**:1579–1593
- Luna, I., L. Almeida y J. Llorente. 1989. Florística y notas fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* **65**: 31-62.
- Luna, I., L. Almeida, L. Villers y L. Lorenzo. 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de Teocelo, Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **48**: 35-63.

- Mamay, S. H. 1950. Some American Carboniferous fern fructifications. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **37**: 409-476.
- Miranda, F. 1947. Estudio sobre la vegetación de México V. Rasgos de la vegetación del Río de las Balsas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* **8**:95-114.
- McVaugh, R. 1985. Orchidaceae. *Flora Novo-Galiciana* **16**:2-352.
- McVaugh, R. 1992. Gymnosperms and Pteridophytes. *Flora Novo-Galiciana* **17**: 4-119.
- Meave, J., M. A. Soto, L. M. Calvo Irabien, H. Paz Hernández y S. Valencia Avalos. 1992. Análisis sinecológico del bosque mesófilo de montaña de Omiltemí, Guerrero. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*.
- Medina, E. 1986. Forest, savannas and montane tropical environments. Págs 140-168. En: Baker, N. R. y Long, S.P. (ed.). *Photosynthesis in contrasting environments*. Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- Medina, E. 1990. Ecofisiología y evolución de las Bromeliaceae. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias. Córdoba* **59**: 71-100.
- Mejía- Dominguez, N. R., J. A. Meave y C.A. Ruíz Jimenez, 2004. Análisis estructural de un bosque mesófilo de montaña en el extremo oriental de la Sierra Madre del Sur (Oaxaca) México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **74**: 13-29.
- Mendieta M. R. y S. del Almo. 1981. Plantas medicinales del estado de Yucatán. Compañía Editorial Continental S. A. de C. V. México D.F. 428 pp.

- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y tesis SEA, vol. 1. Zaragoza.
- Mulligan, M. and Burke, S.M. 2005. DFID FRP Project R7991 FIESTA Fog Interception for the Enhancement of Streamflow in Tropical Areas. Final Technical Report of AMBIOTEK/ King's College London contributions. October 2005.
- Odum, H.T. 1975. Implications of Energy Use on Environmental Conservation and Future Ways of Life. Marine Science Institute, Port Aransas, TX 78373. 20 pp
- Ortega-Escalona, F., G. Castillo-Campos. 1996. *El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal*. Ciencias **43**: 32-39.
- Pichardo, R. A. 2011. Diversidad de la familia Orchidaceae en las Sierras Triqui-Mixteca del Estado de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Autónoma de México.
- Pridgeon, Alec M.; Cribb, Phillip J.; Chase, Mark.W; Rasmussen, Finn.N. 2003. *Genera Orchidacearum: Orchidoideae Vanilloideae*. Oxford University Press.
- Puig, H. 1989. Análisis fitogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Gómez Farías. *Biotam* **1**: 34-53.
- Ramírez, S., B. Gravendeel, R. Singer, Ch. Marshall y N. Pierce. 2007. Dating the origin of the Orchidaceae from a fossil orchid with its pollinator. *Nature* **448**: 1042-1045.
- Ramírez-Marcial, N., M. González-Espinoza, G. Williams-Linera. 2001. Anthropogenic disturbance and tree diversity in Montane Rain Forests in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* **154**: 311-326.

- Restrepo, C., y N. Gómez. 1998. Responses of understory birds of anthropogenic edges in a Neotropical mountain forest. *Ecological Applications* **8**:170-183.
- Rohlf, F. J. 1998. NTSYS-pc, Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.1 Exeter Publishing, LTD. New York.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 237-261 pp.
- Rzedowsky, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botanica Mexicana* **35**:25-44.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Salazar-Chavez, G.A. 2006. Orquídeas y otras plantas nativas de la cañada de Cuicatlán Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México, D.F.
- Salazar-Rojas, V., B. E. Herrera-Cabrera, A. Flores-Palacios y I. Ocampo-Fletes, 2007. "Traditional use and conservation of the 'calaverita' *Laelia anceps* ssp. *dawsonii* f. *chilapensis* Soto-Arenas at Chilapa, Guerrero, Mexico". *Lankesteriana*, **7**: 368-370.
- Sanford, W.W. 1968. Distribution of epiphytic orchids in semideciduous tropical forest in Southern Nigeria. *J. Ecol.* **56**: 697-705.
- Santiago, 1994. Identificación de las orquídeas nativas de la zona de San Andrés Chicahuaxtla, Putla, Oaxaca. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapinngo.

- Santos, L., E. Aguirre, J.E. Campos y M. Martínez, 2006. "Conservación *in situ* de la flora mexicana: La orquídea *Laelia albida*, en una reserva de la biosfera. *Ciencia y Desarrollo en Internet*. **Febrero**: 1-10.
- Schultes, R. E. & A. Hofmann. 1980. The botany and chemistry of hallucinogens. 2nd ed. Thomas, Springfield, IL.
- Smith, A. R., K. M. Pryer, E. Schuettpelz, P. Korall, H. Schneider y P. G. Wolf. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* **55**:705-731.
- Solano, C.E. 1990. Flora e historia fitogeográfica de las selvas medianas subcaducifolias del Valle de Putla, Oaxaca. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo.
- Solano, G.R., G. Cruz Lustre, A. Martínez Feria, L. Languéz Rivera. 2010. Plantas utilizadas en la celebración de Semana Santa en Zaachila, Oaxaca, México. *Polibotánica* **29**:26-269.
- Soto-Arenas, M.A. 1996. Orchids. Status Survey and Conservation Action Plant. IUCN/SSC Orchid Specialist Group. Switzerland and Cambridge.
- Soto-Arenas, M.A. y G.A. Salazar-Chávez. 2004. Orquídeas. Págs: 271-293. En: Biodiversidad de Oaxaca. A.J. García-Mendoza, M. de J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México, D.F.
- Stern, W. L., V. Cheadle, and J. Thorsch .1993. Apostasiads, systematic anatomy, and the origins of Orchidaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* **111**: 411–445.
- Steubing, L., R. Gogoy y M. Alberdi. 2001. Métodos de ecología vegetal. Ed. Universitaria, S. A. Chile, 343 p.

- Stidd, B. M. 1974. Evolutionary trends in the Marattiales. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **61**: 388-407.
- Sudgen AM, Robins RJ (1979) Aspects of the ecology of vascular epiphytes in Colombian Cloud forest, I. The distribution of the epiphytic flora. *Biotropica* **11**:173–188.
- Tremblay, R. L y J. A. Salguero-Farías. 2001. The unkindest cut: the fate of *Lepanthes woodbuyana*, a small neotropical orchid. *Lindleyana* **16**: 38-42.
- Torres, R. 2004. Tipos de vegetación. En : A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-World Wildlife Fund, México, D.F. 600 pp
Tropical Succession. *Biotropica* **12**: 2- 7.
- Urbina, M., 1903. "Notas acerca de los tzauchtli u orquídeas mexicanas". *Anales del Museo Nacional de México*, **1**: 54-84.
- Viccon-Esquivel, J. 2009. Riqueza y composición florística de las epífitas vasculares del bosque mesófilo de montaña de las localidades de Azatlán y Zongolica, Veracruz. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. 86 pp.
- Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2006. Manual de Métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2ª. Bogotá.
- Villaseñor, J. L. 2008. Catalogo de autores de plantas vasculares de México. Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Universidad Nacional Autónoma de México. 2ª. México, D.F.

- Villaseñor, J.L. 2010. El bosque húmedo de montaña de México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad- Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, **21**: 213-251.
- Williams-Linera, G. 1992. Ecología del paisaje y el bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz. *Ciencia y Desarrollo XVIII* **105**:132-138.
- Williams-Linera, G., R.H. Manson., E. Vera. 2002. La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones del uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, **8**:73-89.
- Williams-Linera, G. 2007. El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CONABIO-Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, México 2008.

<http://math.hws.edu/javamath/ryan/DiversityTest.html>. Consultada en enero de
2012

<http://www.biodiversidad.gob.mx/creditos/creditos.html>. Consultada en diciembre
de 2011

<http://www.INEGI.gob.mx>. Consultada en diciembre de 2011

<http://www.putla.com/index.html>. Consultada en febrero d 2012

<http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol22num1/articulos/vainilla/index.html>.
Consultada en febrro de 2012

www.wiley.com/WileyCDA/WilwyTitle/productCd.html. Consultada en febrero de
2012

APÉNDICE I

Listado florístico de las plantas vasculares del bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Abreviaciones: H=hierba Ar= arbusto A= árbol

MONILOPHYTA

MARATTIACEAE

Marattia weinmannifolia Liebmann H

DENNSTAEDTIACEAE

Pteridium caudatum (L.) Maxon H

P. feei (Schaffner ex. Fée) Faull H

BLECHNACEAE

Woodwardia spinulosa Martens &
Galeotti H

POLYPODIACEAE

Campyloneuron amphostenon (Kunze
ex Klotzsch) H

Polypodium californicum Kaulfuss H

P. kaulfuss Enum. H

P. platylepis Mattenius ex. Khun H

PTERIDACEAE

Adiantum andicola Liebmann H

Pteris orizabe Martens & Galeotti H

ASPENIACEAE

Asplenium monanthes Linneanus H

Polystichum mickelii A.R. Smith H

P. platyphylum (Willdenow) Presl. H

P. distans Fournier H

Dryopteris rosea (Fournier) Mickel &
Beitel H

THELYPTERIDACEAE

Thelypteridaceae oaxacana A.R. Smith H

MAGNOLIDES

LAURACEAE

Litsea glaucescens H.B.K. Ar

MONOCOTILEDÓNEAS

CYPERACEAE

Carex polystachya Sw. ex. Wahlenb H

IRIDACEAE

Orthrosantus chimboracensis var.
exertus Foster, Contr. H

ORCHIDACEAE

Goodyera striata Rchb.f. H

POACEAE

Zeugites latifolia Hemsl. H

SMILACACEAE

Smilax domingensis Willd. Li

EUDICOTILEDÓNEAS

ACANTHACEAE

Aphelandra deppena Cham. & Schlttd. H

ACTINIDIACEAE

Saurauia sp. A

S. villosa D.C. A

AMARANTHACEAE

Iresine cassiniformis Schauer. H

ANACARDIACEAE

Tapirira lutea Ar

T. mexicana Marchand

APIACEAE

Arracacia aegopodioides (H.B.K) Court
& Rose H

APOCYNACEAE	
<i>Asclepias pellucida</i> E. Fourn	H
AQUIFOLIACEAE	
<i>Ilex toluhana</i> Hemsl	A
ARALIACEAE	
<i>Oreophanax xalapensis</i> (H.B.K) Dence & Planchon	A
ASTERACEAE	
<i>Archibaccharis serratifolia</i> (H.B.K) Blake	Ar
<i>Baccharis heterophylla</i> H.B.K	Ar
<i>Calea integrifolia</i> (H.B.K) Hemsl	H
<i>Bidens odorata</i> Cav.	H
<i>Dahlia tenuicaulis</i> P.D. Sorensen	H
<i>Eupatorium enixum</i> Rob.	Ar
<i>Thitonia diversifolia</i>	H
<i>Schistocarpa eupatorioides</i> (Fenzl.)	H
<i>Senecio</i> sp.	H
<i>S. sinuatus</i> H.B.K	H
<i>Stevia subpubescens</i> Lag.	Ar
CAPRIFOLIACEAE	
<i>Viburnum jucundum</i> var. <i>detractum</i> (Standl. & Steyerl.)D.	H
CARYOPHYLLACEAE	
<i>Arenaria bourgaei</i> Hemsl.	H
CLEOMACEAE	
<i>Cleome serrata</i>	H
CLETHRACEAE	
<i>Clethra macrophylla</i>	A
<i>C. mexicana</i> D.C.A	A
ERICACEAE	
<i>Arbutus xalapensis</i> (H.B.K) Dence & Planch.	Ar
<i>Comarostaphylis discolor</i>	Ar
<i>C. spinulosa</i> (Martens & Galeoti) Diggs	Ar

subsp. *spinulosa*

EUPHORBIACEAE

Acalypha euphrasiostachys Ar
Croton morifolius Ar

FABACEAE

Senna racemosa (Mill.) Irwin & Barneby A

FAGACEAE

Quercus glabrescens A
Q. laurina Humb. & Bonpl. A

GARRYACEAE

Garrya laurifolia A

GROSSULARIACEAE

Ribes sp. H

LAMIACEAE

Salvia elegans Vahl. H
S. lasiocephala Hook. & Arn. H
S. microphylla H.B.K. H
S. sp1. H
S. sp 2. H
S. sp 3. H
Stachys coccinea Jacq. H

LOGANIACEAE

Buddleja cordata Kunth A

MALVACEAE

Chiranthodendron pentadactylon A
Larreat.

MELASTOMATACEAE

Miconia sp. Ar
Conostegia hirtella Cogn. Ar
Tibouchina scabriuscula Cogn. Ar

MELIACEAE	
<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	A
OLEACEAE	
<i>Fraxinus purpusii</i> Brandegeee	A
ONAGRACEAE	
<i>Fuchsia encliandra</i> Steud.	Ar
<i>F. microphylla</i> H.B.K.	Ar
<i>F. sp1.</i>	Ar
<i>F. sp2.</i>	Ar
<i>F. tocanensis</i> Lundell.	Ar
OROBANCHACEAE	
<i>Conopholis alpina</i> Liebmman, Forh. <i>Skand.</i>	H
PASSIFLORACEAE	
<i>Passiflora foetida</i> L.	H
PHYTOLACCACEAE	
<i>Phytolacca sp.</i>	A
POLYGALACEAE	
<i>Monnina ciliolata</i> DC.	H
<i>M. schlechtendeliana</i> D.Diert	H
PRIMULACEAE	
<i>Rapanea juergensenii</i> Mez	A
PROTEACEAE	
<i>Roupala montana</i> Aubl.	A
PYROLACEAE	
<i>Pyrola picta</i> Sm.	H
RHAMNACEAE	
<i>Krugiodendron ferreum</i> (Vahl)	Ar
ROSACEAE	
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	A
<i>Crataegus pubesens</i> (HBK) Steud.	A

RUBIACEAE

<i>Bouvardia cordifolia</i> DC.	Ar
<i>B. laevis</i> M. Martens & Galeotti	Ar
<i>B.sp.</i>	H
<i>Crusea coccinea</i> D.C	H
<i>Deppea cornifolia</i> (Benth.) Benth.	H
<i>D. grandiflora</i>	Ar
<i>Hintonia sp.</i>	Ar
<i>Rondeletia sp.</i>	
<i>R.sp.</i>	Ar

SALICACEAE

<i>Abatia mexicana</i>	A
<i>Xylosma flexosum</i> (HBK)	H

STYRACACEAE

<i>Styrax argenteus</i> var. <i>ramirezii</i> Greenm.	A
--	---

SOLANACEAE

<i>Capsicum sp.</i>	Ar
<i>Cestrum laxum</i> Benth.	Ar
<i>C. oblongifolium</i> Schlenchtendal	Ar
<i>C. sp.</i>	H
<i>Solanum nudum</i> H.B.K	Ar
<i>S. sp.</i>	Ar
<i>Physalis coztomatl</i> Moc. & Sessé ex. Dunal	H
<i>P. philadelphica</i> Lam.	H

SYMPLOCACEAE

<i>Symplocus sousae</i> Almeda	A
--------------------------------	---

PENTAPHYLACACEAE

<i>Cleyera integrifolia</i> Choisy	A
------------------------------------	---

<i>Ternstroemia sylvatica</i> Schlecht et. Cham	A
--	---

RUTACEAE

<i>Zanthoxylum williamsii</i> Standl.	Ar
---------------------------------------	----

ULMACEAE

Aphananthe monoica (Hemsl.) J.F.

Levory

A

Ulmaceae sp.

Ar

VERBENACEAE

Citharexylum affine D.Don

H

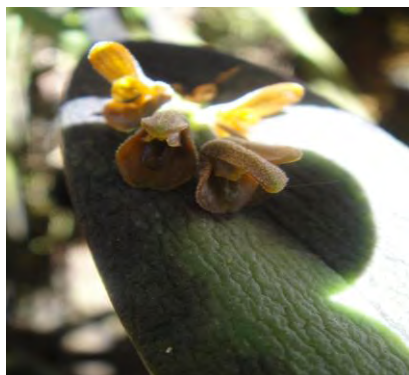
APÉNDICE II

Orquídeas epífitas del bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chichahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca

- Acianthera chrysantha* (Lndl.) Pridgeon & M.W, Chase
- Anathallis scariosa* (La Llave & Lex.) Pridgeon & M. W. Chase
- Artorima erubescens* (Indl.) Dressler & G.E.. Pollard
- Aulosepalum nelsonii* subsp *nelsonii* (Greenm.) Garay
- Encyclia adenocaula* (La Llave & Lex.) Schltr.
- Epidendrum camposii* Hágsater
- E. eximium* L.D. Wms.
- E. greenwoodii* Hágsater
- Govenia superba* (La Llave & Lex.) Lndl. Ex Lodd.
- Isochilus bracteatus* (La Llave & Lex.) Salazar & Soto Arenas
- Lephantes brachystele* Salazar & Soto Arenas
- L. greenwoodii* Salazar & Soto Arenas
- Oncidium unguiculatum* Lndl.
- Prosthechea ghiesbrghiana* (A. Rich. & Galeotti) W.E. Higgins
- P. hastata* (Lndl.) W.E. Higgins
- P. varicosa* (Lndl.) W.E. Higgins
- Rhynchostele cervantesii* subsp. *membranacea* (La Llave & Lex.) Salazar & Soto Arenas
- R. maculata* subsp. *oestlundiana*
- Stelis rofobrunnea* (Lindl.) L.O. Williams
- S. sotoarenasii* Solano

Apéndice III

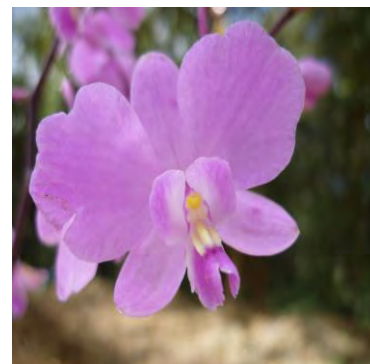
Imágenes de algunas orquídeas presentes en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca



Acianthera chrysantha (ESC)



Anathallis scariosa (RRG)



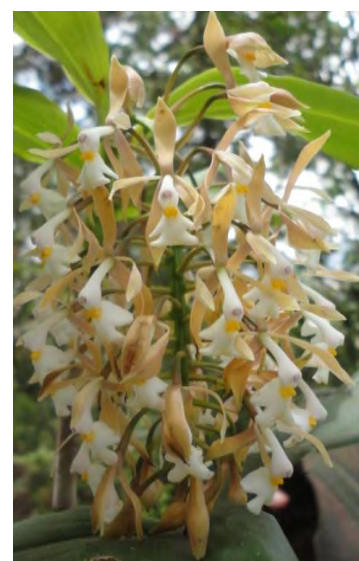
Artorima erubescens (ESC)



Aulosepalum nelsonii (AGMB)



Epidendrum eximium (AGMB)



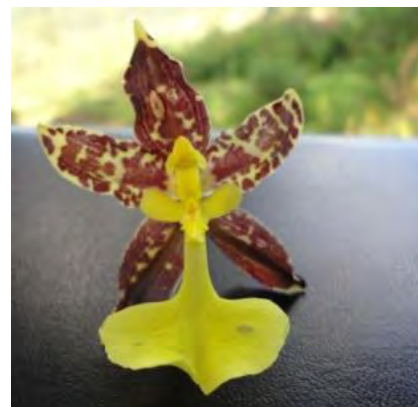
Epidrum greenwoodii (EHP)



Govenia superba (EHP)



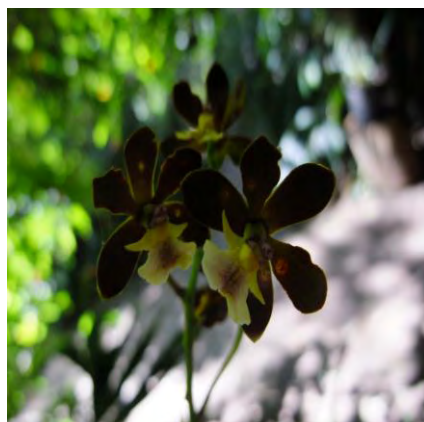
Isochilus bracteatus (ESC)



Oncidium unguiculatum (AGMB)



Prosthechea ghiesbreghtiana
(ESC)



Prosthechea varicosa (EHP)



Rhynchostele cervantesii subsp.
membranacea (ESC)