

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**



PREFERENCIA DE HOSPEDEROS Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS  
VASCULARES EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DE  
LA RESERVA DE LA BIÓSFERA “EL CIELO”, TAMAULIPAS, MÉXICO

**TESIS DE MAESTRÍA**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES**

**PRESENTA**

BIOL. NOÉ HERVÉ GARCÍA BALCÁZAR

LINARES, NUEVO LEÓN, MÉXICO

OCTUBRE DE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

Preferencia de hospederos y distribución vertical de epífitas  
vasculares en un fragmento de Bosque Mesófilo de Montaña de la  
Reserva de la Biósfera "El Cielo", Tamaulipas, México.

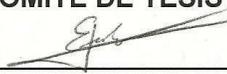
TESIS DE MAESTRÍA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

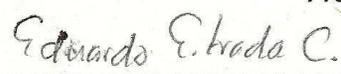
PRESENTA

BIOL. NOÉ HERVÉ GARCÍA BALCÁZAR

COMITÉ DE TESIS

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Enrique Jurado Ybarra

*Presidente*

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Andrés Eduardo Estrada Castellón

*Secretario*

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Marisela Pando Moreno

*Vocal*

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Arturo Mora Olivo

*Asesor Externo*

LINARES, N.L.

OCTUBRE DE 2012

Manifiesto que la presente investigación es original y fue desarrollada para obtener el grado de Maestro en Ciencias Forestales, donde se utiliza información de otros autores se otorgan los créditos correspondientes.

---

Noé Hervé García Balcázar

Septiembre de 2012

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica (PAICYT), sin cuyo apoyo económico no habría sido posible cursar esta Maestría y haber realizado el presente trabajo de investigación.

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y sus profesores, por la oportunidad de cursar el programa de Maestría en Ciencias Forestales, bajo un modelo de alto nivel de enseñanza.

Al Dr. Enrique Jurado Ybarra, por haber aceptado dirigir el presente trabajo, por su enorme aporte de conocimiento y experiencia a la conformación del mismo, por los jalones de oreja y, sobre todo, por la amistad brindada durante todo este tiempo.

Al Dr. Andrés Eduardo Estrada Castellón, por su valioso apoyo en la identificación botánica del material colectado, por sus comentarios respecto al avance del trabajo y sus atinadas observaciones.

A la Dra. Marisela Pando Moreno, quien amablemente aceptó ser parte de mi comité, recordando que el dosel de los árboles también se considera una zona árida.

Al Dr. Arturo Mora Olivo, quien fungió como asesor externo y que compartió de su conocimiento con un servidor para las oportunas correcciones al escrito.

A Ciro Rodríguez Pérez, por su amistad y el valioso aporte bibliográfico, así como por haberme instruido pacientemente en la no tan fácil práctica de escalar árboles y haber conocido así aunque fuese una pequeñísima parte de ese vasto universo que es el dosel del bosque mesófilo.

A las autoridades del ejido Alta Cima en la Reserva de la Biósfera El Cielo, por las facilidades otorgadas, así como a don Antonio Berrones, quien fue mi guía en el monte y colaboró gustoso con el trabajo de campo.

A los compañeros de la facultad en todos los niveles: Mané, Gabo, Mariana, Mari, los "Narro", Juan Carlos, Diana Yamileth, Vero, Dinorah, Poli, Diana Salas, Deysi....quienes hicieron de mi estancia en esta Facultad una experiencia sumamente enriquecedora en lo académico, lo profesional y a nivel personal.

Y a todos quienes, de manera directa o indirecta, se interesaron e involucraron en alguna parte de este proyecto. Mi sincera gratitud.

## **DEDICATORIA**

A Dios, sabiendo que de Él, por Él y para Él son las cosas.

A mi abuela Carmen (QEPD), por haber sido el mayor ejemplo de tenacidad, esfuerzo, devoción y fe que pude haber tenido.

A mis padres, por haberme inculcado el amor a la naturaleza, así como la importancia del trabajo duro, pero a la vez honesto y bien planificado.

A mis hermanos: Carlos, Mayra, Griselda, Allan. Comparto este pequeño triunfo con ustedes. Gracias por ser, gracias por estar. Los amo.

A quien tome en sus manos este ejemplar y se dé a la tarea de leerlo, analizarlo e inspirarse en él para proseguir en la no fácil pero satisfactoria senda de la investigación y conservación de nuestros recursos bióticos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	9
<b>SUMMARY</b> .....	10
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<b>CAPÍTULO II. OBJETIVOS</b> .....	14
<b>CAPÍTULO III. HIPÓTESIS</b> .....	15
<b>CAPÍTULO IV. MARCO TEÓRICO</b> .....	16
4.1. El epifitismo.....	16
4.2. La relación epífita-hospedero.....	16
4.3. Distribución vertical de las plantas epífitas.....	18
4.4. Estudios sobre epifitismo en el Neotrópico.....	19
4.5. El bosque mesófilo de la región de Gómez Farías, Tamaulipas.....	21
<b>CAPÍTULO V. MARCO DE REFERENCIA</b> .....	23
5.1. Localización del área de estudio.....	23
5.2. Límites altitudinales.....	24
5.3. Geología y suelos.....	24
5.4. Clima.....	24
5.5. Vegetación.....	25
<b>CAPÍTULO VI. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	27
6.1. Fase de campo.....	27
6.1.1. Selección de sitios.....	27
6.1.2. Zonificación del forofito.....	28
6.1.3. Muestreo de las epífitas.....	28
6.2. Fase de gabinete.....	29
6.3. Análisis estadístico.....	30
<b>CAPÍTULO VII. RESULTADOS</b> .....	31
7.1. Abundancia y riqueza de especies.....	31
7.2. Asociación epífita-forofito.....	34
7.3. Similitud entre forofitos por carga de epífitas.....	38
7.4. Proporción de especies por familias en cotas altitudinales.....	39
7.5. Distribución vertical de epífitas.....	43
7.6. Relación diámetro a la altura del pecho del árbol con número de especies epífitas.....	46
7.7. Número de especies epífitas en estudios similares en bosques de montaña neotropicales.....	49
<b>CAPÍTULO VIII. DISCUSIÓN</b> .....	51
8.1. Abundancia y riqueza de especies.....	51
8.2. Asociación epífita-forofito.....	51
8.3. Distribución vertical.....	52
8.4. Número de especies epífitas en estudios similares en bosques de montaña neotropicales.....	53
<b>CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES</b> .....	54
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	55
<b>APÉNDICES</b> .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> El epifitismo en el bosque mesófilo de montaña .....	13
<b>Figura 2.</b> Esquema de zonificación del forofito propuesto por Johansson.....	19
<b>Figura 3.</b> Mapa de ubicación de la Reserva de la Biósfera “El Cielo” .....	23
<b>Figura 4.</b> Vista del interior del bosque mesófilo de montaña .....	26
<b>Figura 5.</b> Ubicación y marcaje de forofitos.....	27
<b>Figura 6.</b> Zonificación del árbol hospedero.....	28
<b>Figura 7.</b> Trabajo de campo y gabinete .....	29
<b>Figura 8.</b> Proporción (%) de especies epífitas por familias.....	31
<b>Figura 9.</b> Algunas de las especies colectadas.....	32
<b>Figura 10.</b> Abundancia relativa (% de individuos) de las especies epífitas .....	33
<b>Figura 11.</b> Abundancia de epífitas (%) por especie de forofito .....	34
<b>Figura 12.</b> Dendrograma de similitud entre especies de forofitos.....	38
<b>Figura 13.</b> Proporción (%) de especies epífitas por familia dentro de la cota altitudinal de 1500 msnm .....	39
<b>Figura 14.</b> Proporción (%) de especies epífitas por familia dentro de la cota altitudinal de 1300 msnm .....	40
<b>Figura 15.</b> Proporción (%) de especies epífitas por familia dentro de la cota altitudinal de 1000 msnm .....	40
<b>Figura 16.</b> Proporción (%) de especies epífitas por familia dentro de la cota altitudinal de 800 msnm .....	41
<b>Figura 17.</b> Número de especies epífitas por cota altitudinal .....	42
<b>Figura 18.</b> Número de individuos epífitos en cada una de las zonas del forofito .....	43
<b>Figura 19.</b> Esquema general de distribución vertical de epífitas vasculares en la zona de estudio .....	44
<b>Figura 20.</b> Dendrograma de similitud entre zonas del forofito .....	45
<b>Figura 21.</b> Relación entre el diámetro a la altura del pecho (DAP) y el número de individuos epífitos.....	46
<b>Figura 22.</b> Modelo de regresión para la relación Diámetro a la Altura del Pecho y No. de individuos epífitos.....	47
<b>Figura 23.</b> Relación entre el diámetro a la altura del pecho (DAP) y el número de especies epífitas.....	48
<b>Figura 24.</b> Modelo de regresión para la relación Diámetro a la Altura del Pecho y No. de especies epífitas .....	49

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Valores de $\chi^2$ que muestran asociación entre especies epífitas más frecuentes y forofitos .....	36
<b>Cuadro 2.</b> Valores de $\chi^2$ que muestran asociación entre especies epífitas menos frecuentes y forofitos .....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Valores del Índice de Shannon por cota altitudinal .....	42
<b>Tabla 2.</b> Inventarios de flora epífita en bosques montanos del Neotrópico.....	50

## RESUMEN

El bosque mesófilo de montaña es un tipo de vegetación que, por las condiciones geográficas y climáticas en que se desarrolla, mantiene una alta biodiversidad. Este ecosistema ha sido sometido a presiones antropogénicas que lo han hecho desaparecer de amplias zonas de su distribución original en México. La Reserva de la Biósfera “El Cielo”, en el suroeste del estado de Tamaulipas, es un importante sitio que resguarda extensiones de bosque mesófilo en buen estado de conservación, cercanas a su límite de distribución boreal. Las plantas epífitas son un componente importante de la biodiversidad de estos bosques, aunque un elemento poco estudiado. En el presente trabajo se muestran resultados sobre el muestreo de epífitas vasculares en un gradiente altitudinal de bosque mesófilo de montaña, determinando la preferencia de las especies epífitas por un hospedero (llamado también “forofito”). Se describe la distribución vertical de las especies epífitas sobre el forofito, asumiendo que las epífitas prefieren uno o varios estratos del árbol para establecerse. Se aplicó la prueba de  $\chi^2$  y se determinó que existen diferencias significativas en la distribución de las epífitas sobre los forofitos, así como en la distribución vertical de cada especie epífita sobre su hospedero. Se encontró un total de 33 especies epífitas, de las cuales 29 mostraron al menos una asociación con una especie de hospedero. El total de especies arbóreas fue de 24, con las cuales las epífitas mostraron al menos una asociación con 16 de ellas. El número de especies epífitas es mayor en altitudes menores. De acuerdo con el número de individuos en cada una de las secciones del forofito, las epífitas muestran preferencia hacia las zonas III y IV, correspondientes a las partes basal y media de las ramas. El total de especies encontradas es pequeño en relación a estudios similares llevados a cabo en bosques tropicales de latitudes más sureñas, quizá como resultado de un decremento general en la riqueza de especies, asociado con la distancia respecto al Ecuador.

Palabras clave: Bosque mesófilo, epífitas, forofitos, preferencia, distribución vertical.

## SUMMARY

Cloud forest is vegetation type with high diversity, as a result of its geographical and climatic conditions. This ecosystem has been disturbed by human activities, that have cleared it from wide areas of its original distribution in Mexico. “El Cielo” Biosphere Reserve, at Southwestern Tamaulipas, is an important site that helps preserve large areas of cloud forest in good conditions, near its northernmost distribution. Epiphytes are important in cloud forest diversity, but poorly studied. In here, results are given on vascular epiphytes along an altitudinal gradient of cloud forest, determining host preference for epiphyte species. Vertical distribution of epiphytes on host trees is described, assuming that epiphytes prefer one or many strata to establish. Chi squared ( $\chi^2$ ) test was applied and determined that there are significant differences on epiphyte distribution over the trees and also within vertical distribution of epiphytes over their hosts. Thirty-three epiphyte species were found, from which 29 showed at least one association with one host species. There were 24 host tree species, epiphytes showed association with 16 of them. The number of epiphytes species was higher at lower altitudes. Based on number of individuals on every stratum of the host tree, epiphytes were more abundant on zones III and IV, that is to say the lower and intermediate parts of the branches. The total amount of species found is small compared with other studies carried out at southern latitudes, perhaps as a result on general decrease in species richness associated with distance to the Equator.

Key words: Cloud forest, epiphytes, host trees, preference, vertical distribution.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica de México está propiciada por la ubicación de su territorio en el área de confluencia de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, que origina numerosos climas y ambientes. Dentro de esta heterogeneidad, el bosque mesófilo de montaña (BMM) es uno de los ecosistemas que alberga la mayor diversidad de especies de flora y fauna (Challenger, 1998), aunque cubre una extensión de menos del 1% del territorio nacional (Rzedowski, 1978). Se calcula que de 2,500 a 3,000 especies de plantas vasculares habitan exclusiva y preferentemente en estos bosques (Rzedowski, 1993). También juega un papel preponderante en los ciclos de agua y nutrientes (Manson, 2004). Su distribución coincide con un clima templado con humedad elevada, donde la niebla se presenta continuamente o con mucha frecuencia (Rzedowski, 1978), de ahí que también se le conozca como “bosque de niebla”. La distribución naturalmente fragmentada del BMM, por el paisaje fuertemente accidentado y su lenta capacidad para recuperarse de la perturbación, lo convierte en un sistema particularmente frágil (Ewel, 1980; Williams-Linera 1992), por lo que las áreas que albergan BMM son consideradas regiones terrestres prioritarias para la conservación (Arriaga *et al.*, 2000). En México, aproximadamente un 50% de la superficie cubierta originalmente por BMM ha sido reemplazado por otros tipos de uso del suelo (Challenger, 1998).

Un componente importante de la vegetación en el BMM son las plantas epífitas (Figura 1). Éstas crecen sobre otros vegetales, sin obtener de ellos sus nutrientes. El árbol hospedante, o forofito, tiene la función de soporte (Benzing, 1990). Las plantas epífitas contribuyen significativamente a la biodiversidad de los trópicos, llegando a constituir hasta el 40% de la flora de una zona tropical (Nieder, 1996; Phillip, 1982 y Soto, 1987 en: Ramón, 1992) y 10% de todas las plantas vasculares del mundo (Gentry y Dodson, 1987). Las epífitas proveen hábitat y alimento a muchas especies de invertebrados y aves (Benzing, 1984, 1990; Lugo y Scatena, 1992; Nadkarni y

Matelson, 1989; Nadkarni, 1992; Barthlott *et al.*, 2001) y participan activamente en la dinámica de nutrientes y agua retenidos en el dosel, los cuales son reincorporados al medio a través del escurrimiento de agua o por la caída y muerte de epífitas desde el dosel (Pócs, 1980; Nadkarni, 1984; Nadkarni y Matelson, 1992; Hofstede *et al.*, 1993; Ingram y Nadkarni, 1993; Awasthi *et al.*, 1995; Bohlman *et al.*, 1995; Knops *et al.*, 1996; Flores 2003).

El árbol hospedero, o forofito, determina las diferencias en la composición, riqueza y abundancia de especies epífitas (ter Steege y Cornelissen, 1989; Dejean *et al.*, 1995). Dichas diferencias son originadas por la interacción entre la semilla de la epífita con el sustrato del árbol y sus múltiples recursos, o por la relación entre la manera de dispersión de la epífita y el tipo de corteza del árbol (Kernan y Fowler, 1995; Dejean *et al.*, 1995). La luz que incide sobre el hospedero, filtrada a través de la copa del mismo, es otro factor importante en el establecimiento y crecimiento de las epífitas sobre éste (Laube y Zotz, 2003). Puede llegar a ser un factor limitante, especialmente si se trata de árboles caducifolios (Cervantes *et al.*, 2005). Dependiendo de la especie, las epífitas pueden ser sensibles a una alta irradiación lumínica, pero también la falta de ella debido a un excesivo follaje le es perjudicial. Es por ello que su distribución sobre el hospedero obedece a las adaptaciones, requerimientos y resistencia de cada especie a las condiciones que el hospedero le imponga (Callaway *et al.*, 2002).

Sólo en algunos bosques se conoce la composición florística de las epífitas como la contribución que éstas hacen a la flora total. Esto se debe principalmente a la dificultad que implica coleccionar estas plantas (Ingram y Lowman, 1995). El conocimiento de la distribución de las mismas con base en condiciones bióticas y abióticas es importante para entender cuáles son los patrones de diversidad en una región determinada (Gentry y Dodson, 1987). En esta tesis se determina la composición de especies epífitas en uno de los puntos de distribución más boreales del BMM, enfatizando el determinar la posible asociación entre epífitas y forofitos, así

como la preferencia de las primeras por crecer en secciones del tronco o la copa de su árbol hospedero.

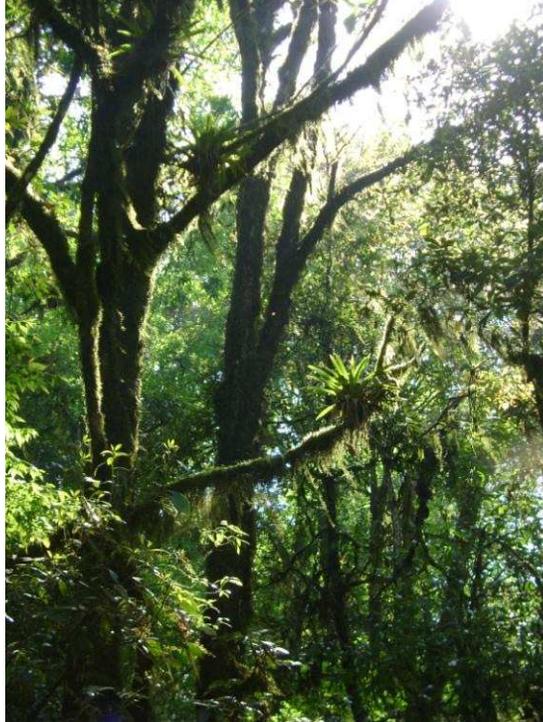


Figura 1. El epifitismo en el bosque mesófilo de montaña.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS**

#### **GENERAL**

Determinar la composición y distribución espacial de las epífitas vasculares sobre árboles hospederos (forofitos) en un fragmento de bosque mesófilo de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas.

#### **ESPECÍFICOS**

1. Determinar preferencia de las epífitas vasculares hacia las especies de forofitos presentes.
2. Determinar preferencias en la distribución vertical de epífitas sobre las zonas del forofito.
3. Comparar la riqueza y abundancia de epífitas vasculares con otras áreas de BMM.

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

1. En el bosque mesófilo de montaña, las plantas epífitas muestran preferencia hacia alguna especie de árbol hospedero en particular, por lo que se espera su distribución sea más abundante en algunas especies de árboles.
2. El patrón de distribución vertical de plantas epífitas sobre árboles hospederos en el BMM muestra una marcada preferencia por una o más zonas del árbol.
3. La riqueza florística y diversidad de epífitas será inferior en el BMM de Tamaulipas que en BMM más cercanos al Ecuador.

## CAPÍTULO IV

### MARCO TEÓRICO

#### 4.1. El epifitismo

Las plantas epífitas son aquellas que cumplen su ciclo de vida en la copa de los árboles para asegurarse un lugar al sol, sin tener una relación metabólica con su hospedero (Benzing, 1990). Sobre las raíces, a menudo verdes y que cuelgan libremente, se ha desarrollado con frecuencia un tejido especial para absorber el agua, el *velamen*. En otras epífitas, las raíces aéreas, erguidas, producen una trama muy ramificada entre la que se acumulan humus y humedad (Strasburger, 1994).

Existen 84 familias a nivel mundial con representantes epifitos, 42 de ellas en América Tropical (Gentry y Dodson, 1987) y 28 en México (Aguirre, 1991, en: Ramón, 1992). La familia Orchidaceae ocupa cerca de 2/3 de todas las especies de epífitas. Otras familias importantes de Monocotiledóneas son Bromeliaceae y Araceae; así como varias Dicotiledóneas entre las que destacan Piperaceae, Gesneriaceae y Cactaceae (Gentry y Dodson, 1987).

El ser humano ha hecho uso de las plantas epífitas, ya sea con fines médicos, alimenticios u hortícolas (Bennett, 1992; Nadkarni, 1992; Rauh, 1992; Barthlott *et al.*, 2001). De igual manera, las epífitas pueden ser bioindicadores de cambios climáticos, contaminación y del grado de perturbación de su hábitat (Nadkarni, 1992; Turner *et al.*, 1994; Sosa y Platas, 1998; Engwald *et al.*, 2000; Barthlott *et al.*, 2001).

#### 4.2. La relación epífita-hospedero

Dentro de los diferentes tipos de bosques en el Neotrópico se encuentran árboles considerados tanto buenos como malos hospederos. Valdivia (1977) sugiere que las epífitas no siempre se ubican en lo que podría ser un buen hospedero. Aunque se espera que las epífitas puedan establecerse sobre cualquier hospedero (Callaway *et al.*, 2002), se han documentado tres formas de asociación epífita-hospedero. La especificidad de hospedero hace referencia al hecho de que una epífita esté en un

solo hospedero (ter Steege y Cornelissen, 1989). El que una epífita habite varios hospederos, pero se encuentre mayoritariamente en uno, se interpreta como preferencia de hospedero (ter Steege y Cornelissen, 1989). Por último, se le llama abstinencia de hospedero a la ausencia de la epífita sobre el hospedero, obedeciendo a condiciones restrictivas impuestas por el mismo hospedero (Benzing, 1990; Benzing, 1995). Sin embargo, el tema de la especificidad de hospedero aun está en discusión. Benzing (1990) plantea que es posible que en un área geográfica delimitada, una epífita o un grupo de epífitas muestren una marcada preferencia por un grupo particular de árboles, pues son los que más benefician su establecimiento y posterior desarrollo.

El éxito en el establecimiento de las epífitas en los diferentes estratos y zonas del árbol, depende de la interacción entre los mecanismos morfofisiológicos que presenten las semillas y las características del forofito. El posterior éxito en el desarrollo depende de la habilidad para competir por determinados recursos y su capacidad de adaptarse a la heterogeneidad del medio (Zots y Andrade, 2002). La edad del forofito es importante. Cuantos más años tenga el árbol, permitirá el establecimiento de comunidades epifíticas más estables (Engwald *et al.*, 2000, Higuera, 2008).

La arquitectura arbórea define mucho de la diversidad de nichos y la riqueza y abundancia de especies vegetales y animales sobre el forofito (Oldeman, 1983), dado que afecta los patrones de escorrentía de agua y la acumulación de materia orgánica (Callaway *et al.*, 2002).

La acumulación de materia orgánica en el soporte es esencial para el establecimiento de plantas epífitas (Kernan y Fowler, 1995). Las epífitas pueden ser más abundantes sobre árboles con troncos y ramas inclinados que en aquellos con fustes verticales y poca cobertura de copa (Sudgen y Robins, 1979). El tamaño de la epífita se relaciona con sus estrategias ecofisiológicas para sobrevivir en determinada zona del forofito y con la resistencia de las ramas (Schmidt *et al.*, 2001).

Las fisuras de las cortezas constituyen un microhábitat, debido a que proporcionan lugares sombreados y húmedos, retienen polvo y proveen abrigo contra el viento. Los árboles con cortezas ásperas presentan frecuentemente una flora rica en epífitas. Se supone que esto se debe a que las cortezas profundamente fisuradas facilitan el establecimiento y germinación de las semillas (Johansson, 1974; ter Steege y Cornelissen, 1989), contrario a lo que sucede con cortezas exfoliables y lisas (Todzia, 1986). La textura de la corteza también determina la porosidad del substrato y su capacidad de retención de agua y adsorción de nutrientes lixiviados (Higuera, 2008).

Sin embargo, la corteza de un árbol también es un ambiente hostil: retiene poca humedad (mucho menos que el suelo), se seca rápidamente, está sometido a constantes vientos que aumentan la evaporación y la transpiración, tiene poca disponibilidad de nutrientes, que además son lavados sistemáticamente por las lluvias periódicas, es refugio de toda clase de insectos que se alimentan de plantas, y regularmente sufre fuertes oscilaciones de insolación con la caída de las hojas de árboles (Cervantes *et al.*, 2005; Higuera, 2008).

#### **4.3. Distribución vertical de las plantas epífitas**

En general, el patrón de distribución vertical de las epífitas puede ser explicado con base en las zonas en el forofito propuestas por Johansson (1974), quien subdividió a los árboles en cinco zonas en función de la composición de especies epífitas encontradas: parte basal del tronco (Zona I), tronco (Zona II) así como tres zonas de igual longitud en la copa (base de la copa: Zona III, parte media: Zona IV y parte exterior: Zona V, Figura 2). Cabe aclarar que esta zonificación varía en función del tipo de vegetación evaluada y la arquitectura del hospedero, las cuales alteran las condiciones microambientales en el forofito (Bøgh, 1992; Benzing, 1995; Maldonado, 2006; Maldonado y Mondragón, 2007).

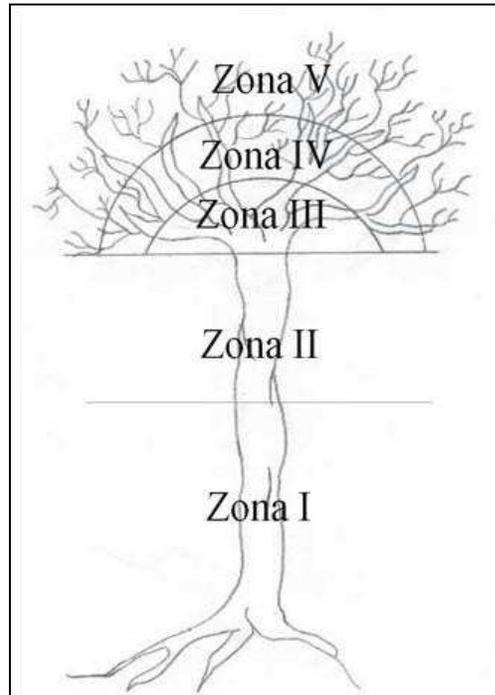


Figura 2. Esquema de zonificación del forofito propuesto por Johansson (1974) para describir la distribución vertical de epífitas en individuos arbóreos.

De acuerdo con Gentry y Dodson (1987), en bosques neotropicales es posible explicar la alta diversidad de epífitas vasculares por la existencia de clados, los cuales han partido los espacios disponibles en forma tanto horizontal como vertical. La partición horizontal se produce debido a la diversidad de microambientes y a características estructurales de los árboles hospederos, lo cual conlleva la formación de microhábitats dispuestos en mosaicos complejos. Factores tales como la diferencia en la disponibilidad de humedad, radiación o la presencia de briofitas pueden incidir en la formación de dichos microhábitats (Benzing, 1995; Krömer y Gradstein, 2003; Krömer *et al.*, 2007; Krömer *et al.*, 2007).

#### 4.4 Estudios sobre epifitismo en el Neotrópico

Diferentes estudios han abordado la distribución espacial de las epífitas desde el punto de vista de ecología de comunidades. El enfoque de dichos estudios ha sido principalmente respecto a la composición y abundancia de especies en las diferentes

zonas de los hospederos, basándose en el esquema propuesto por Johansson (1974) (Johansson, 1974; Benzing, 1995; Rudolph *et al.*, 1998; Zotz *et al.*, 1999; de Souza y do Espirito-Santo, 2002; Zotz y Vollrath, 2003; Merwin *et al.*, 2003). Otros tantos estudios se han enfocado en la distribución de especies epífitas en el dosel de un ecosistema particular (Bøgh, 1992; Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Olmsted y Gómez, 1996; García-Franco, 1996; Rudolph *et al.*, 1998; Nieder *et al.*, 2000; Castaño *et al.*, 2003).

Generalmente, las especies epífitas muestran preferencia por determinados sitios de troncos o ramas de los hospederos (Zimmerman y Olmsted, 1992). Los patrones de distribución se relacionan, en parte, con los niveles de tolerancia y adaptación de las especies a los gradientes de intensidad de luz originados en el hospedero (Diego-Brown, 1990; Arditti, 1992; de Souza y Espirito-Santo, 2002; Valverde, 2006).

Los trabajos sobre epífitas incluyen temáticas como la preferencia de hábitat (Sudgen, 1981) dinámica poblacional (Hietz, 1997), el efecto de factores ambientales o biológicos en la distribución y sobrevivencia de epífitas (Hietz *et al.*, 2002; Kessler, 2002; Vandunné, 2002; Merwin *et al.*, 2003), composición, estructura y ecología de comunidades en una determinada región (Bogh, 1992; Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Carlsen, 2000), preferencia por un hospedero (Díaz, 2000; Malizia, 2003), diversidad y biomasa (Nadkarni, 1984, 2000; Nadkarni y Matelson, 1992; Freiberg y Freiberg 2000; Muñoz, 2003) y demografía de especies (Zotz, 1998).

En México, uno de los primeros en tratar sobre epifitismo fue Valdivia (1977), quien realizó un listado florístico de las especies existentes en la región del río Uxpanapa, Veracruz, encontrando aproximadamente 153 especies en 49 especies de árboles hospederos. De igual manera, su trabajo proporciona notas breves sobre la ecología de las epífitas, mencionando que, aunque no parece haber relación entre el tipo de corteza del forofito y el número de epífitas que contenga, el tipo de corteza rugosa parece favorecer el establecimiento de estas plantas. Concluye que la mayor diversidad de epífitas se encuentra en las ramas, aunque hay especies que tienen

una distribución generalista sobre el forofito. Por su parte, Wolf y Flamenco (2003) realizaron un análisis de los patrones de distribución y riqueza de especies epífitas para el estado de Chiapas. Encontraron que la distribución y diversidad de éstas es más abundante a elevaciones medias (500 a 2000 msnm) y que se presenta un decremento en la diversidad conforme aumenta la precipitación pluvial por arriba de 2500 mm anuales. Por arriba de esta cuota, familias con representantes epífitos con dispersión por viento, como Orchidaceae, Bromeliaceae y Pteridophyta, pueden enfrentar problemas para establecerse debido a la remoción constante de las semillas y esporas de la corteza de los árboles debido al agua que escurre en el dosel.

Aunque la mayor parte de los estudios sobre plantas epífitas se centran en ecosistemas conocidos por su diversidad en este tipo de plantas, como las selvas húmedas y los bosques mesófilos (Martínez *et al.*, 2006), otros tipos de vegetación también han sido estudiados respecto a su flora epífita, entre ellos matorrales de dunas costeras (García-Franco, 1996), agroecosistemas (Maldonado, 2006), hábitats suburbanos (Valverde, 2006) y zonas semiáridas (Montaña *et al.*, 1997; Páez, 2005; Aguilar *et al.*, 2007).

#### **4.5. El bosque mesófilo de la región de Gómez Farías, Tamaulipas**

Para el bosque mesófilo del municipio de Gómez Farías, Tamaulipas, se cuenta con los trabajos de Sharp *et al.* (1950) y Hernández X. *et al.* (1951), los cuales además de hacer una descripción fisonómica de la vegetación incluyen una lista bastante completa de musgos y sus relaciones fitogeográficas, así como los hongos más abundantes dentro del bosque. Una monografía sobre reptiles y anfibios hecha por Martin (1958, en: Puig y Bracho, 1987), aporta algunos datos descriptivos sobre la vegetación y sus especies dominantes. Lof (1980, en: Puig y Bracho, 1987) hizo un estudio sobre los helechos de la vertiente oriental de la Sierra de Guatemala, encontrando 57 especies. Finalmente, Puig *et al.* (1983) describen la estructura y la composición florística del estrato arbóreo del bosque mesófilo de Gómez Farías. Una

descripción más amplia sobre el mismo tema, pero incluyendo también el estrato arbustivo y herbáceo, fue realizada por Puig y Bracho (1987).

Más recientemente, fue editada una compilación sobre la historia natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo, en la que se incluyen sendos capítulos sobre la vegetación (González-Medrano, 2005) así como sobre grupos de plantas con representantes epífitos tales como musgos (Vargas-Cervantes, 2005), helechos (Lof, 1980) cactáceas (Martínez-Ávalos y Bernal-Cruz, 2005) y orquídeas (Lacaille-Múzquiz, 2005), además de un capítulo sobre la diversidad florística y endemismos de la reserva (Hernández-Sandoval *et al.*, 2005), en el que mencionan a las familias Bromeliaceae y Orchidaceae entre las más diversas.

## CAPÍTULO V

### MARCO DE REFERENCIA

#### 5.1. Localización del área de estudio

La Reserva de la Biósfera "El Cielo" se localiza en el suroeste del estado de Tamaulipas (Figura 3), en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, específicamente en las partes conocidas como Sierra de Cucharas y Sierra Chiquita. Dicha reserva abarca gran parte del municipio de Gómez Farías, así como parte de los municipios de Jaumave y Llera. Está limitada por los paralelos 23°12' y 23°03'N, el meridiano 99°18' y la curva de nivel de los 200 msnm al Este (Corral-Rivas, 2002). De acuerdo a CONABIO (2010), se ubica en la región Sierra Madre Oriental Plegada, la cual contiene los fragmentos de distribución más septentrional de BMM en el continente americano. La Reserva contiene la porción más extensa de BMM en esta región (aproximadamente 16142.86 ha) y posee además un alto grado de conservación.

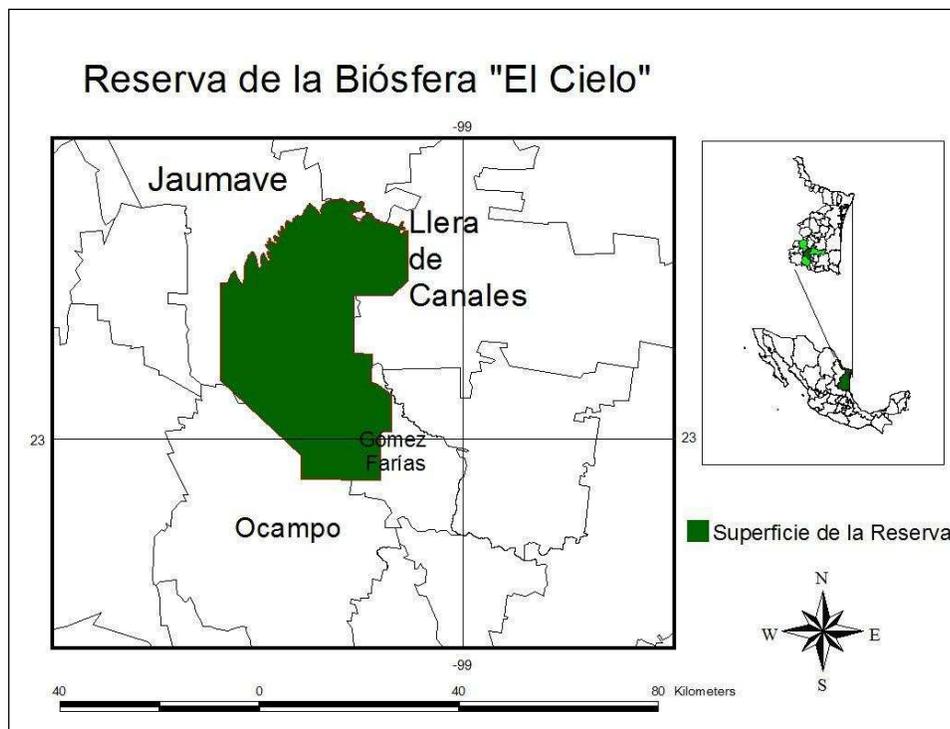


Figura 3. Mapa de ubicación de la Reserva de la Biósfera "El Cielo".

## 5.2. Límites altitudinales

Los límites altitudinales del bosque mesófilo de montaña en El Cielo se localizan entre 800 y 1500 msnm, abarcando un área aproximada de 100 km<sup>2</sup>. De acuerdo a Puig y Bracho (1987), este bosque forma una franja orientada de norte a sur, siendo más ancha en la porción sur, cercana al poblado de Alta Cima. Su límite norte se encuentra en la región de Monte Carlo, donde se presenta tan solo en zonas protegidas de la insolación, como el interior de las cañadas.

## 5.3. Geología y suelos

La Sierra Madre Oriental es descrita como una serie de anticlinales orientados hacia el oeste. Los movimientos que originaron estos plegamientos se iniciaron en la Época Premisisípica y fueron seguidos de intensa erosión. Durante el Cretácico Inferior Medio permaneció sumergida, siendo objeto de sucesivos plegamientos que culminaron en el Eoceno. Se encuentra constituida por masas calcáreas secundarias del Cretácico Inferior de origen sedimentario (Puig y Bracho, 1987).

En el aspecto edáfico, Sosa y Bracho (1987, en: Puig, 1987), reportan fundamentalmente litosoles (negros), rendzinas (negras) y luvisoles crómicos (negros).

## 5.4. Clima

Los climas de la reserva se pueden agrupar en cuatro tipos principales, de acuerdo a la altitud; el cálido subhúmedo se presenta entre los 300 y 800 msnm, con precipitaciones anuales entre 1500 y 2000 mm (Casas y Requena, 2005).

El clima semicálido subhúmedo, donde se encuentra la mayor parte del bosque mesófilo, presenta precipitaciones mayores a 2000 mm anuales, ubicándose en alturas entre 700 y 1400 msnm. En el clima templado subhúmedo, que prevalece entre 1400 y 2400 msnm, ocurre una precipitación de 500 a 800 mm anuales. Finalmente, a una altura de 1600 msnm, y ubicado en las laderas del noreste de la

reserva, se presenta el clima más seco, donde llueve menos de 200 mm al año (Casas y Requena, 2005)

## 5.5. Vegetación

En los lugares sin perturbación se encuentra un bosque denso en el estrato arbóreo (Figura 4), el que a su vez se diferencia de acuerdo a la altura en cuatro subestratos. El dosel, que en este tipo de bosque tiene una altura entre 18 y 30 m, está compuesto por *Liquidambar styraciflua*, *Clethra pringlei*, *Quercus germana* y *Quercus sartorii*, además de *Fagus mexicana* en algunas áreas. Entre 12 y 18 m se encuentran otras especies tales como *Carya ovata*, *Magnolia tamaulipana*, *Ostrya virginiana*, *Podocarpus reichei* y *Tilia houghi*. En un tercer subestrato (8 a 12 m) se encuentran *Meliosma oaxacana* y *Turpinia occidentalis* y por último, el cuarto subestrato está representado por especies como *Eugenia capuli*, *Rapanea myricoides* y *Ternstroemia sylvatica* (Puig et al., 1983).

El estrato arbustivo es rico en especies, aunque no llega a ser muy denso en lugares conservados. Está representado principalmente por las familias Solanaceae, Rubiaceae y Asteraceae, las cuales se ven favorecidas en lugares donde hay mayor penetración de luz, como es el caso de *Solanum* spp. y *Senecio* spp. Algunas otras especies como *Hoffmania strigillosa* y *Psychotria erythrocarpa* se presentan donde el dosel permite entradas de pequeñas cantidades de luz (Puig y Bracho, 1987).

El estrato herbáceo no muestra una gran riqueza de especies; entre las principales se encuentra *Peperomia blanda*, *Peperomia collocata*, las cuales son generalmente epífitas; algunas gramíneas y plantas ruderales que pueden llegar a estar presentes dentro del bosque, como *Pavonia spinifex*, *Desmodium grahami*, *Elephantopus mollis* y *Tripogandra* aff. *palmeri* (González-Medrano, 2005).

Las epífitas en este tipo de vegetación están representadas por especies de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae y Piperaceae, así como numerosos helechos. En cuanto a las trepadoras, se presentan de manera más variada y alcanzan algunas

el dosel, como es el caso de *Vitis berlandieri* y *Oyedaea ovalifolia* (González-Medrano, 2005).

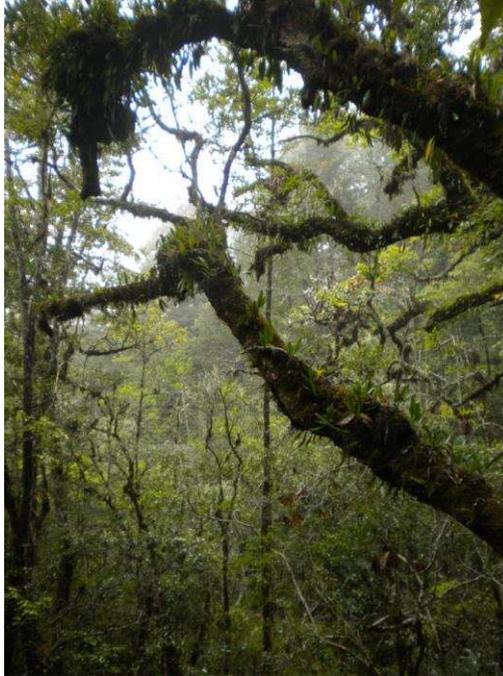


Figura 4. Vista del interior del bosque mesófilo de montaña.

## CAPÍTULO VI

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 6.1. Fase de campo

##### 6.1.1. Selección de sitios

El trabajo de campo se inició en abril de 2011, llevándose a cabo salidas mensuales con duración de una semana. Se escogieron sitios ubicados en las cotas altitudinales de 800, 1000, 1300 y 1500 msnm, de acuerdo a la distribución del bosque mesófilo de montaña en la Reserva según la literatura consultada.

Siguiendo la metodología propuesta por Gradstein y Nadkarni (2003), en cada cota altitudinal se escogieron 5 árboles maduros en el bosque, Se consideró una distancia mínima de 25 m entre cada árbol. Se eligieron los de mayor tamaño porque se presume que pueden ser los más viejos y, por tanto, estar sujetos a mayor colonización por parte de las epífitas (Gradstein *et al.*, 1996).

Alrededor de cada árbol maduro se delimitaron cuadrantes de 20 x 20 m, con el fin de muestrear los árboles vecinos contenidos dentro de esta delimitación. Se registró la ubicación de cada individuo arbóreo mediante GPS y se midió tanto su DAP como su altura con ayuda de una cinta diamétrica y un clinómetro (Figura 5).



Figura 5 .Ubicación y marcaje de forofitos.

### 6.1.2. Zonificación del forofito

Para el registro de las especies epífitas, cada árbol fue subdividido en las 5 zonas propuestas por Johansson (1974, Figura 6). Cada árbol fue examinado desde la base del tronco hasta las ramas exteriores en busca de epífitas.

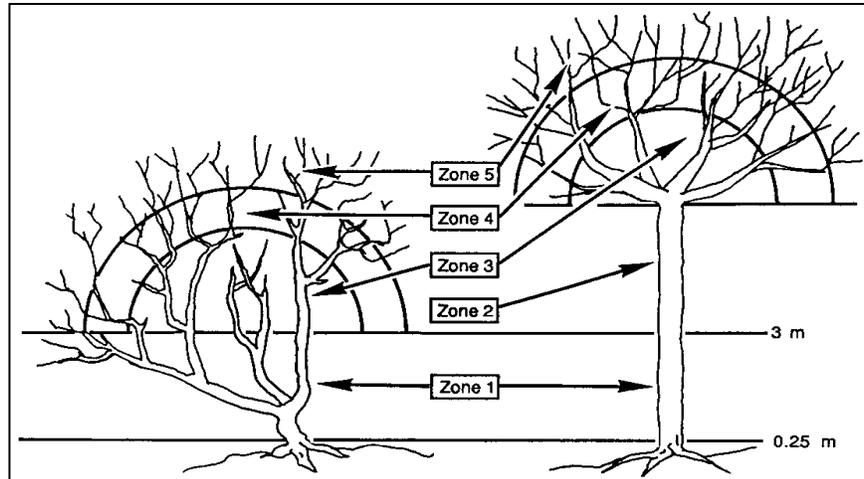


Figura 6. Zonificación del árbol hospedero (Johansson, 1974). Zona 1=0.22-3 m a partir del suelo. Zona 2= 3 m-primeras ramas mayores. Zona 3=ramas grandes. Zona 4=ramas de talla media y delgadas. Zona 5=las ramas más delgadas (Tomado de Bøgh, 1992).

### 6.1.3. Muestreo de las epífitas

Para el acceso al dosel, se contó con equipo de escalar consistente en cuerda de alpinismo de 70 m de longitud, arnés, martillos o ascensores, estribos, mosquetones y descender. Cuando el equipo de escalar no estaba disponible, las observaciones se realizaron desde el suelo, con ayuda de binoculares.

En cada una de las zonas del árbol se tomó nota de la especie y número de individuos de epífitas. Se incluyeron en el muestreo las especies de epífitas vasculares, tanto ejemplares adultos como juveniles. Se tomaron como unidades vegetativas: individuos, rosetas y láminas, (Hietz y Hietz-Seifert, 1995). Para la primera categoría se consideró el género *Peperomia*, para la segunda la mayor parte de las especies de bromelias y para la tercera los helechos y la mayor parte de

los géneros de orquídeas que forman grandes agregados, en los que no es confiable distinguir un individuo de otro.

## 6.2. Fase de gabinete

Asimismo, se colectó material vegetativo, mismo que fue herborizado, prensado y llevado al herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, donde se sometió a secado, fumigado y la correspondiente identificación de ejemplares.



Figura 7. Trabajo de campo y gabinete. A) Delimitación de cuadrantes, B) Ascenso a árboles con técnica de cuerdas, C) Observaciones y toma de datos desde el suelo con binoculares, D) Procesamiento de material colectado para identificación en herbario.

### **6.3. Análisis estadístico**

Para determinar la diversidad de las epífitas, se utilizó el índice de Shannon. Se elaboraron dendrogramas para conocer el grado de similitud que hay entre cada una de las zonas del árbol de acuerdo a las especies epífitas contenidas. Estos dendrogramas proporcionan además el valor del índice de similitud de Sørensen.

Se aplicó una prueba de  $\chi^2$  para determinar la preferencia de las epífitas hacia los hospederos. Esta misma prueba fue utilizada para saber la asociación entre las epífitas y cada una de las zonas del árbol propuestas por Johansson (1974).

## CAPÍTULO VII

### RESULTADOS

#### 7.1. Abundancia y riqueza de especies

Se realizaron 6 muestreos a partir del mes de abril de 2011, con duración de una semana cada uno. Abarcando las cotas altitudinales de 1500, 1300, 1000 y 800 msnm. Se muestreó un total de 188 árboles: 40 en la cota de 1500 msnm, 50 a 1300 msnm, 46 en la cota de 1000 msnm y 52 en la cota de 800 msnm. Pertenecientes a 24 especies, 20 géneros y 17 familias.

Se encontraron 10 familias, 23 géneros y 33 especies de epífitas. El total de superficie muestreada fue 0.8 ha (8000 m<sup>2</sup>). La familia Orchidaceae contiene el 43% del total de especies encontradas, seguida de Polypodiaceae (15%) y Bromeliaceae (12%, Figura 8).

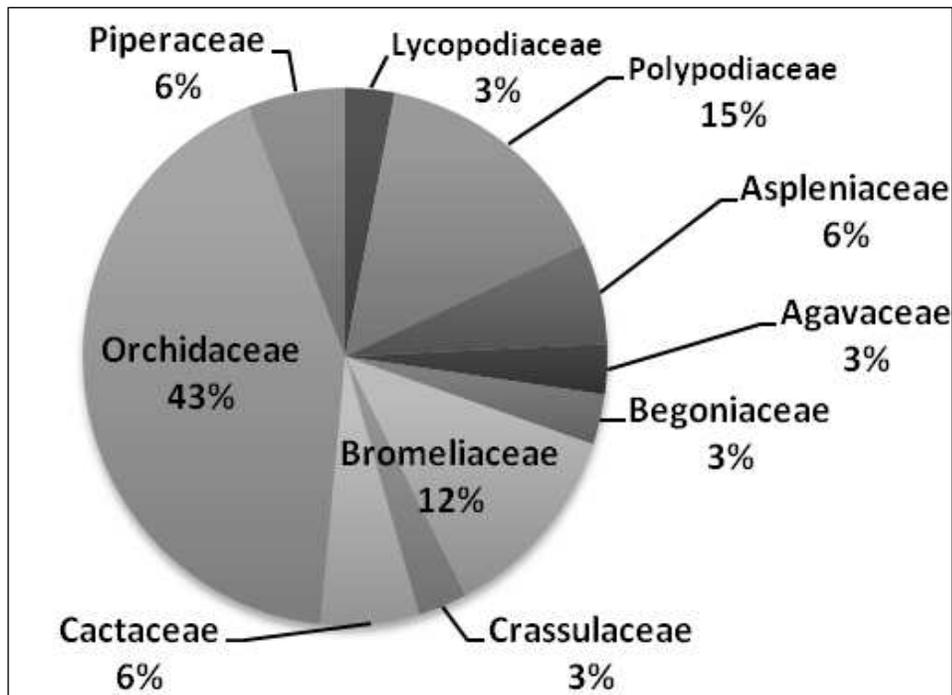


Figura 8. Proporción (%) de especies epífitas por familias.

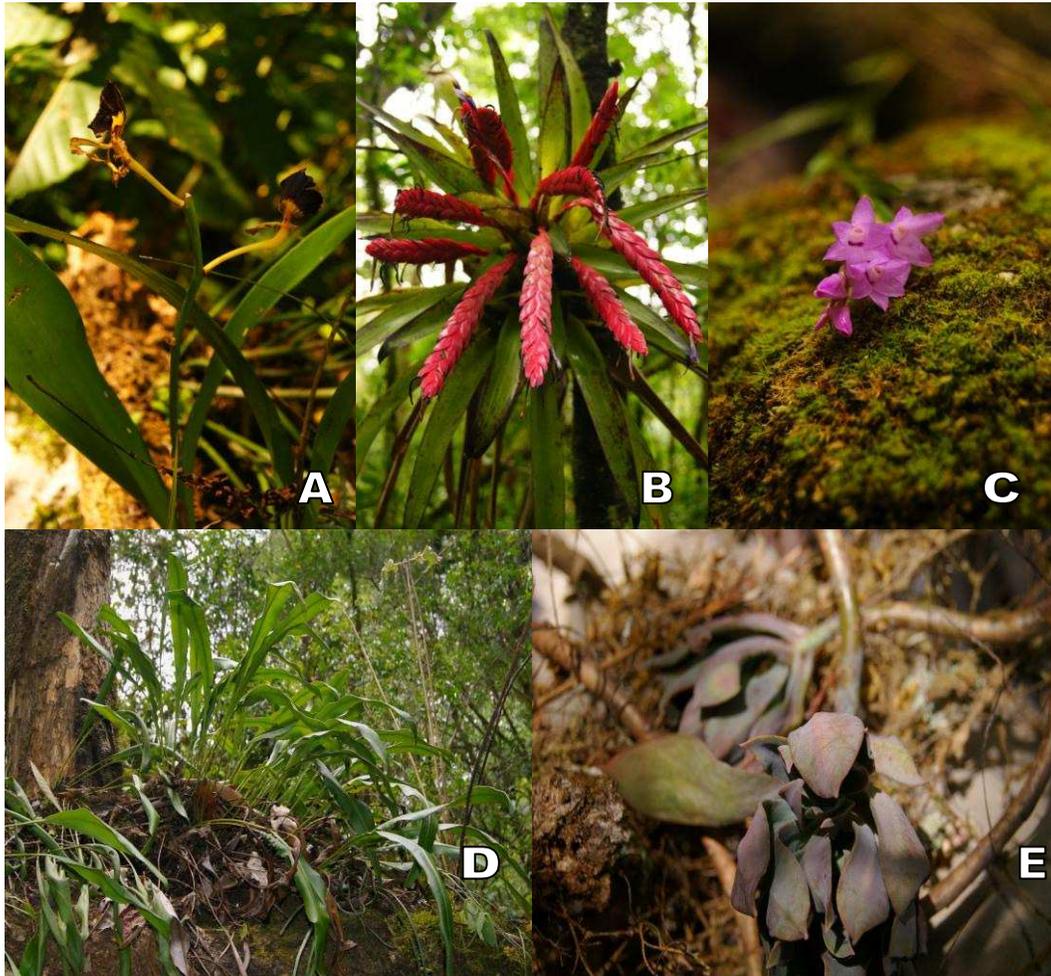


Figura 9. Algunas de las especies colectadas: A) *Prostechea cochleata* (Orchidaceae), B) *Tillandsia deppeana* (Bromeliaceae), C) *Isochilus unilateralis* (Orchidaceae), D) *Pleopeltis polylepis* (Polypodiaceae) y E) *Sedum* sp. (Crassulaceae).

Se registró un total de 115,069 unidades vegetativas. Seis especies acaparan el mayor porcentaje de abundancia de individuos: *Pleopeltis polylepis* (Polypodiaceae, 40.65%), *Isochilus unilateralis* (Orchidaceae, 16.52%), *Polypodium polypodioides* (Polypodiaceae, 9.74%), *Asplenium cuspidatum* (Aspleniaceae, 9.22%), *Tillandsia deppeana* (Bromeliaceae, 4.87%) y *Tillandsia bartramii* (Bromeliaceae, 4.81%). El resto de las especies presentan una baja abundancia (Figura 10).

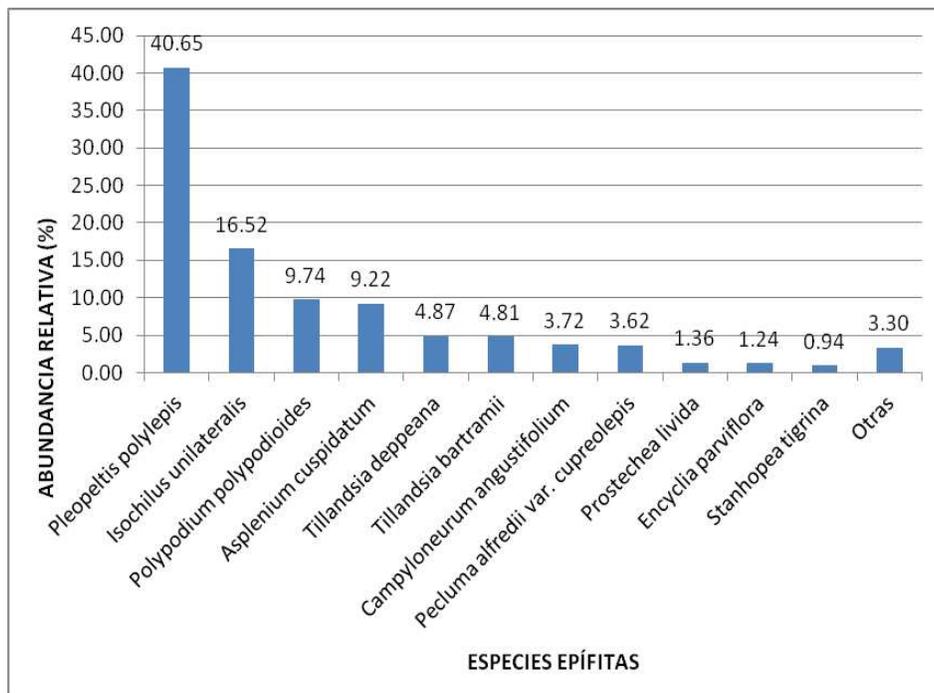


Figura 10. Abundancia relativa (% de individuos) de las especies epífitas.

La Figura 11 muestra las especies de forofitos ordenadas de mayor a menor respecto al porcentaje de ocupación de los mismos por parte de las plantas epífitas. De todas las especies arbóreas, *Quercus germana* fue la que mostró el mayor porcentaje de ocupación de epífitas (38.08%), seguido de *Quercus sartorii* (21.61%) y *Clethra pringlei* (13.31%).

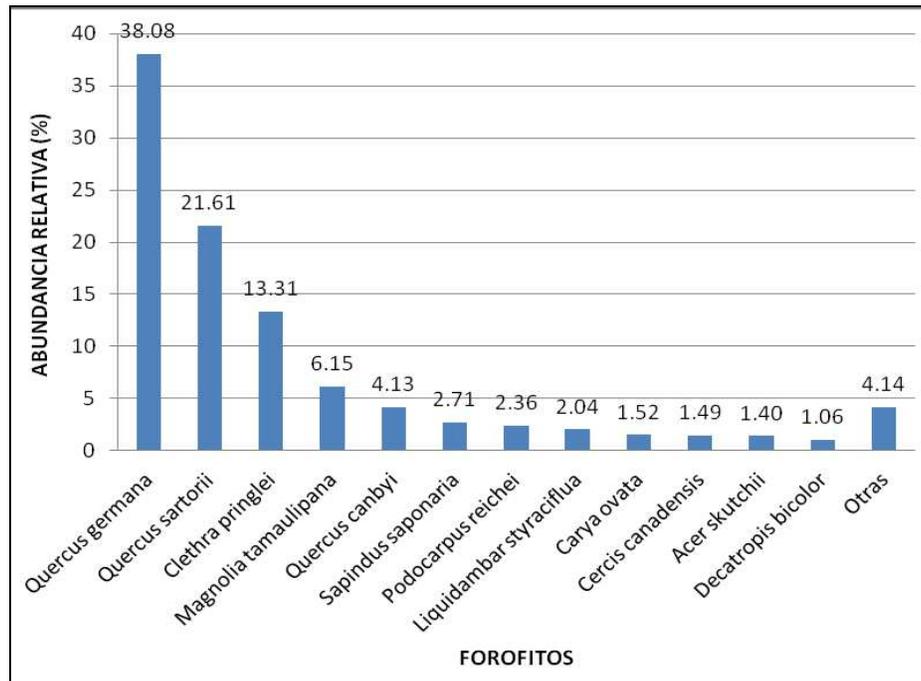


Figura 11. Abundancia de epífitas (%) por especie de forofito.

## 7.2. Asociación epífita-forofito

Al aplicar la prueba de  $\chi^2$  para saber si las especies de epífitas mostraban preferencia hacia una especie de hospedero, se encontró asociación entre el forofito *Quercus germana* y 16 especies epífitas, siendo *Campyloneurum angustifolium* ( $\chi^2=25$ ,  $p<0.001$ ), *Isochilus unilateralis* ( $\chi^2=20.1$ ,  $p<0.001$ ), *Stanhopea tigrina* ( $\chi^2=7.6$ ,  $p<0.001$ ) y *Polypodium polypodioides* ( $\chi^2=6.8$ ,  $p<0.001$ ) las que tuvieron valores más altos. Para *Quercus sartorii*, las especies epífitas con las que se encontró asociación fueron *Tillandsia bartramii* ( $\chi^2=6.9$ ,  $p<0.001$ ), *Prostechea cochleata* ( $\chi^2=6.3$ ,  $p<0.001$ ), *Encyclia parviflora* ( $\chi^2=5.9$ ,  $p<0.001$ ) y *Rhipsalis baccifera* ( $\chi^2=4.9$ ,  $p<0.001$ ). Para el forofito *Clethra pringlei*, la especie epífita asociada fue *Campyloneurum angustifolium* ( $\chi^2=4.9$ ,  $p<0.001$ ). La Tabla 1 muestra el resumen de los resultados obtenidos en la prueba de  $\chi^2$  aplicada entre las especies epífitas más abundantes y las especies de forofitos. La Tabla 2 muestra los resultados de la prueba de  $\chi^2$ , aplicada ahora a las especies menos abundantes. Se resaltan los

resultados en los que  $\chi^2$  calculada fue mayor que la  $\chi^2$  tabulada ( $\chi^2 = 3.84$ ,  $p = 0.05$ ). Del total de especies epífitas registradas (33), 29 de ellas mostraron al menos una asociación con una especie de forofito. Las epífitas mostraron al menos una asociación con 16 de las 24 especies de forofitos.

EPÍFITAS FOROFITOS	<i>Pleopeltis polylepis</i>	<i>Isochilus unilateralis</i>	<i>Polypodium polypodioides</i>	<i>Asplenium cuspidatum</i>	<i>Tillandsia deppeana</i>	<i>Tillandsia bartramii</i>	<i>Campyloneurum angustifolium</i>	<i>Pecluma alfredii</i> var. <i>cupreolepis</i>
<i>Quercus germana</i>	1.51	20.10	6.82	1.86	0.16	5.36	25.00	0.01
<i>Quercus sartorii</i>	0.34	0.52	1.06	0.09	0.83	6.99	0.15	2.84
<i>Clethra pringlei</i>	2.12	0.95	0.05	0.16	1.06	0.13	4.95	0.33
<i>Magnolia tamaulipana</i>	2.59	0.00	0.00	0.00	2.09	1.54	0.00	0.48
<i>Quercus canbyi</i>	0.18	0.17	0.24	5.72	0.64	3.82	2.91	0.00
<i>Sapindus saponaria</i>	0.28	0.00	0.00	0.00	0.48	0.01	0.00	6.78
<i>Podocarpus reichei</i>	0.06	0.00	0.46	0.00	0.11	2.57	0.00	0.00
<i>Liquidambar styraciflua</i>	7.90	0.00	5.21	0.00	2.35	2.09	0.00	0.00
<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i>	3.83	0.54	0.46	0.00	0.90	0.00	0.00	0.38
<i>Cercis canadensis</i>	0.00	0.12	3.05	0.00	0.90	0.00	0.80	0.00
<i>Acer skutchii</i>	0.41	0.00	0.00	0.00	0.48	0.01	0.00	0.89
<i>Decatropis bicolor</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.36	4.80
<i>Ternstroemia sylvatica</i>	0.00	2.04	0.00	3.10	1.39	1.77	2.09	0.00
<i>Turpinia occidentalis</i>	2.86	0.00	0.00	2.94	0.67	0.00	6.35	0.00
<i>Rapanea myricoides</i>	0.00	0.12	3.05	0.00	2.81	0.00	0.58	0.00
<i>Quercus</i> aff. <i>affinis</i>	1.42	2.04	1.95	0.00	0.22	1.77	2.09	0.00
<i>Eugenia capuli</i>	0.90	0.00	0.46	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00
<i>Persea</i> aff. <i>liebmanii</i>	0.94	0.00	0.00	3.10	0.22	1.77	2.09	0.00
<i>Prunus serotina</i>	1.90	0.00	0.23	0.00	1.86	0.17	0.00	0.00
<i>Abies vejarii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
<i>Wimmeria concolor</i>	0.00	0.00	0.23	0.00	1.39	0.17	0.28	0.00
<i>Meliosma oaxacana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00
<i>Fagus mexicana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	0.00
<i>Nectandra sanguinea</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00

Cuadro 1. Valores de  $\chi^2$  que muestran asociación entre especies epífitas más frecuentes y forofitos ( $\chi^2$  tabulada= 3.84, p= 0.05).

EPÍFITAS FOROFITOS	<i>Tillandsia</i> sp.	<i>Agave celsii</i>	<i>Arpohpyllum laxiflorum</i>	Orchidaceae 2	<i>Sedum</i> sp.	<i>Laelia anceps</i>	<i>Begonia</i> sp.	<i>Peperomia</i> sp.
<i>Quercus germana</i>	0.00	6.14	0.00	0.00	0.00	1.85	5.51	11.10
<i>Quercus sartorii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	4.86	1.39	0.00	0.00
<i>Clethra pringlei</i>	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Magnolia tamaulipana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Quercus canbyi</i>	14.50	0.00	0.00	16.20	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Sapindus saponaria</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Podocarpus reichei</i>	3.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cercis canadensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Acer skutchii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Decatropis bicolor</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Temstroemia sylvatica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Turpinia occidentalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Rapanea myricoides</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	14.30	0.00	0.00	0.00
<i>Quercus</i> aff. <i>affinis</i>	0.00	62.00	188.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Eugenia capuli</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Persea</i> aff. <i>liebmanii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Prunus serotina</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Abies vejarii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Wimmeria concolor</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Meliosma oaxacana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Fagus mexicana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Nectandra sanguinea</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro 2. Valores de  $\chi^2$  que muestran asociación entre especies epífitas menos frecuentes y forofitos ( $\chi^2$  tabulada= 3.84, p= 0.05).

### 7.3. Similitud entre forofitos por carga de epífitas

El dendrograma para analizar la similitud entre especies arbóreas respecto a las epífitas que contienen (Figura 12), muestra que las especies con mayor similitud fueron: 1) *Nectandra sanguinea*, *Meliosma oaxacana* y *Abies vejarii* (Índice de Similitud= 1.0), 2) *Quercus germana* y *Quercus sartorii* (Índice de Similitud= 0.945), 3) *Podocarpus reichei* y *Magnolia tamaulipana* (Índice de Similitud= 0.880) y 4) *Turpinia occidentalis* y *Rapanea myricoides* (Índice de Similitud= 0.875).

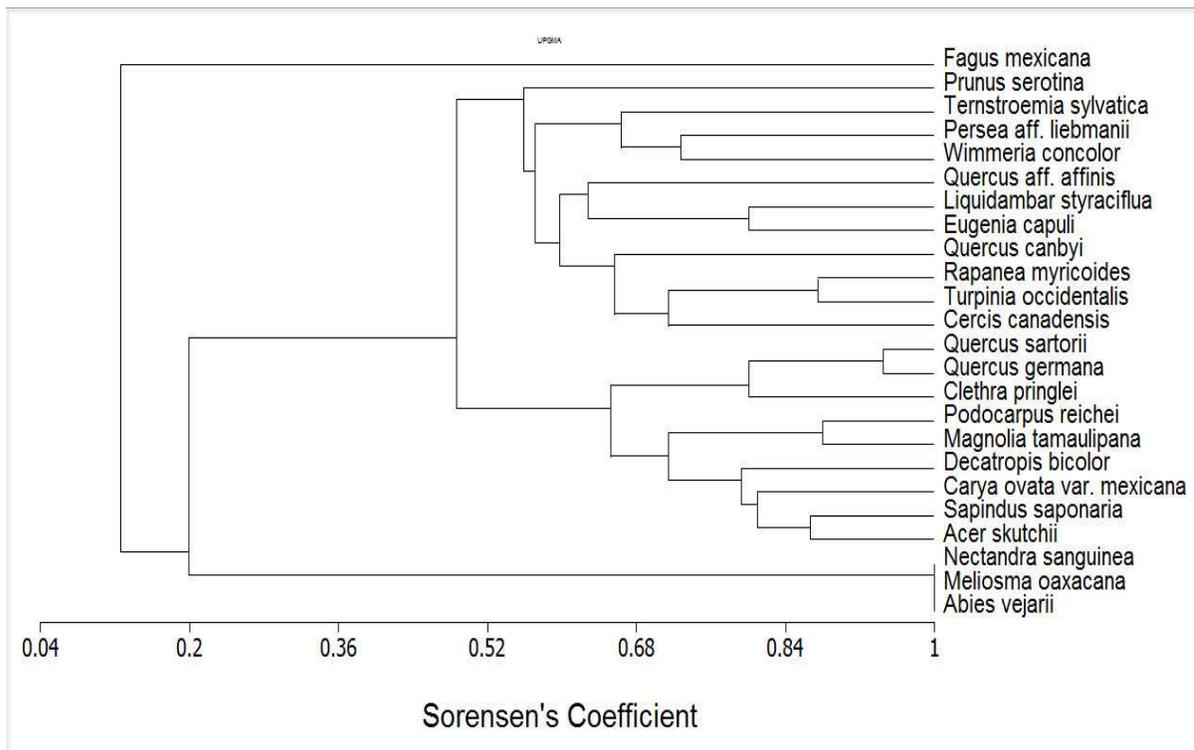


Figura 12. Dendrograma de similitud entre especies de forofitos.

#### 7.4. Proporción de especies por familias en cotas altitudinales

La proporción de especies por familias para la cota altitudinal de 1500 msnm se muestra en la Figura 13. Se encontraron 15 especies y 6 familias, siendo la familia Orchidaceae la que presenta mayor proporción de especies (33%), seguida de Bromeliaceae (26%) y Polypodiaceae (20%).

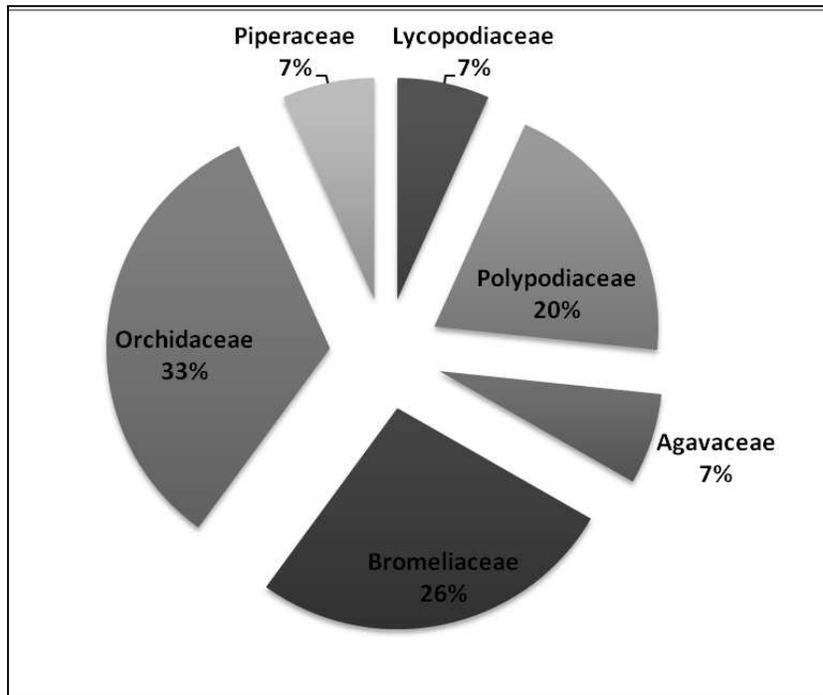


Figura 13. Proporción (%) de especies epífitas por familia dentro de la cota altitudinal de 1500 msnm.

A 1300 msnm (Figura 14), ocurrieron 16 especies y 7 familias, dominando Polypodiaceae (29%), seguida de Orchidaceae y Bromeliaceae (18% y 17%, respectivamente). Dos familias se restringen a este piso altitudinal: Crassulaceae y Begoniaceae, aunque la representación de estas familias dentro de los cuadrantes es realmente mínima, al haberse encontrado pocos individuos.

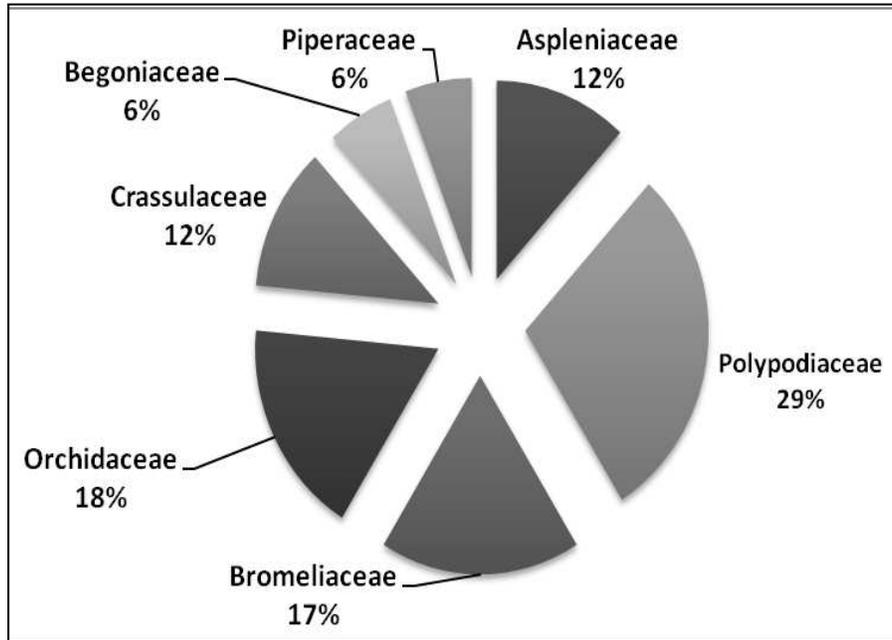


Figura 14. Proporción (%) de especies epífitas por familia dentro de la cota altitudinal de 1300 msnm.

Dentro de la cota de 1000 msnm (Figura 15) ocurren 12 especies y 5 familias, siendo Orchidaceae la más representada (34%), seguida de Bromeliaceae y Polypodiaceae, ambas con 25%

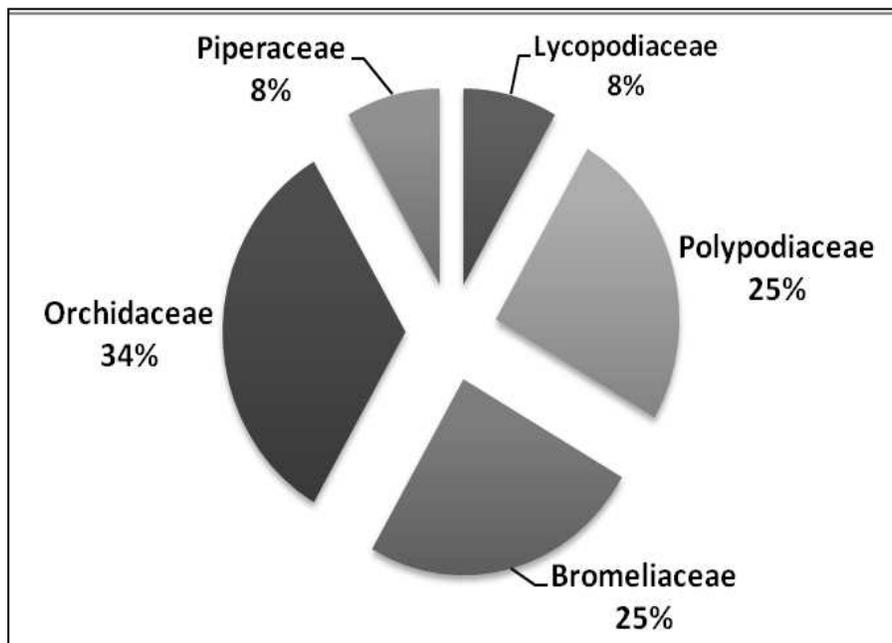


Figura 15. Proporción (%) de especies epífitas por familia dentro de la cota altitudinal de 1000 msnm.

A 800 msnm (Figura 16) ocurren 24 especies y 8 familias, de las cuales Orchidaceae tiene la mayor proporción de especies (41.67% del total), junto con Polypodiaceae (16.67%) y Bromeliaceae (12.50%).

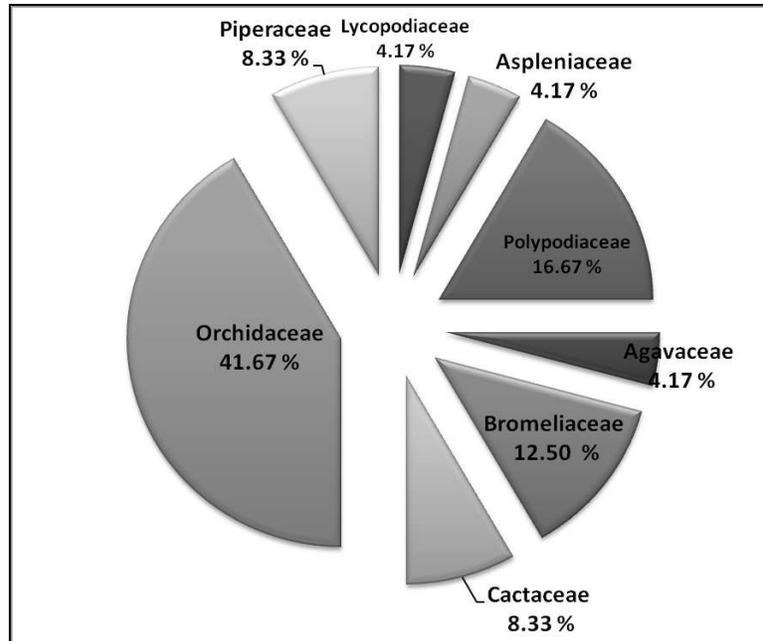


Figura 16. Proporción (%) de especies epífitas por familia dentro de la cota altitudinal de 800 msnm.

La Figura 17 muestra el número total de especies de acuerdo a la cota altitudinal, pudiendo observarse que el mayor número de especies epífitas se encuentra a los 800 msnm, posteriormente disminuye en la cota de 1000 msnm, para después aumentar y mantenerse estable a 1300 y 1500 msnm.

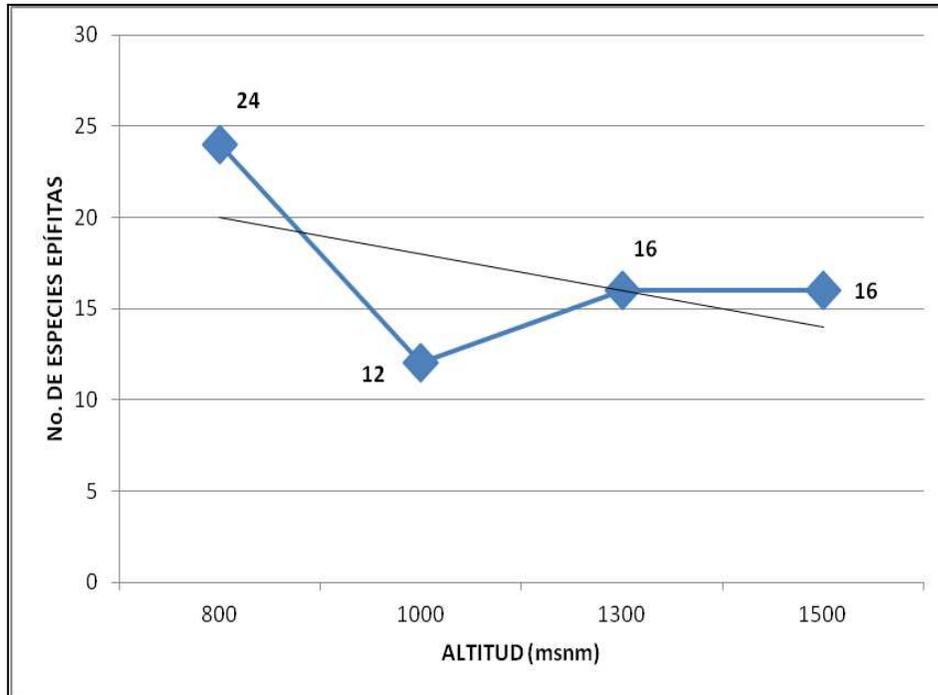


Figura 17. Número de especies epífitas por cota altitudinal.

Lo anterior se corrobora con los resultados para el Índice de Shannon por cota altitudinal, en los que se observa un mayor valor de este índice a 800 msnm.

Altitud (msnm)	Índice de Shannon
800	2.09
1000	1.45
1300	1.58
1500	1.55

Tabla 1 .Valores del Índice de Shannon por cota altitudinal.

## 7.5. Distribución vertical de epífitas

La distribución vertical de las epífitas, basándose en el número de individuos en cada una de las secciones del forofito, muestra una marcada preferencia de éstas hacia las zonas III y IV del forofito, de acuerdo a la clasificación de Johansson (Figura 18). La prueba de  $\chi^2$  entre cada una de las zonas Johansson mostró diferencias entre cada una de las zonas respecto al número de individuos epífitos que contienen ( $\chi^2=31700.00$ ,  $p=0.00$ ), pues las zonas III y IV, que corresponden a la parte basal y media de las ramas, contienen más epífitas de las que se esperaría en una distribución aleatoria.

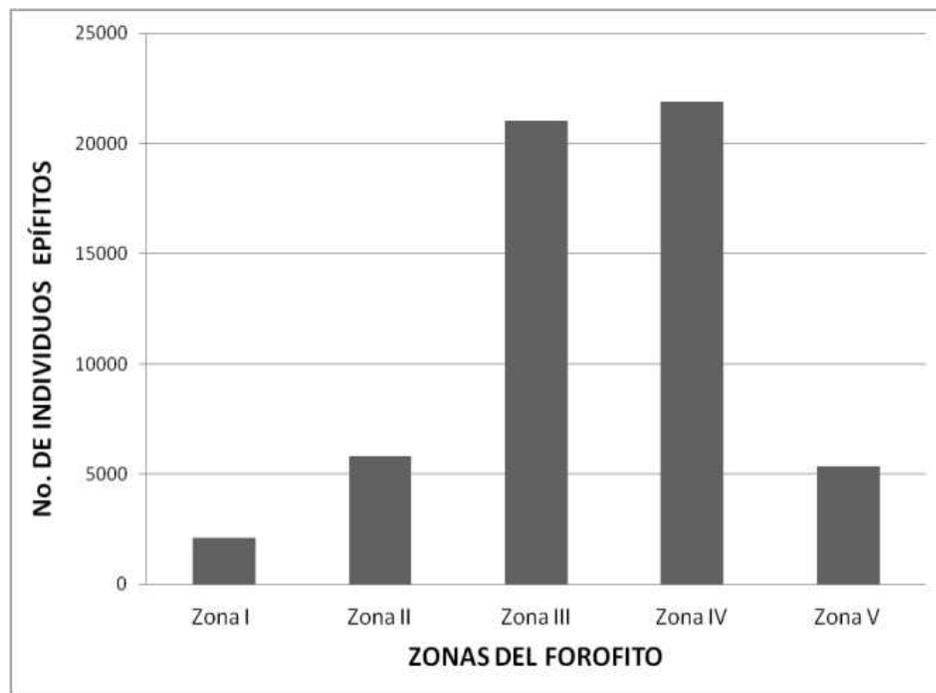


Figura 18. Número de individuos epífitos en cada una de las zonas del forofito.

Se obtuvieron los géneros mejor representados en cada una de las zonas Johansson de los forofitos muestreados (Figura 19). Se observa en el diagrama que *Pleopeltis* se presenta en las 5 zonas del forofito, en tanto que géneros como *Isochilus* y *Tillandsia* se presentan en 4 de las 5 zonas. Después de aplicar la prueba de  $\chi^2$  a cada una de las especies epífitas, se encontró que hay diferencias significativas en la distribución por zonas de todas las especies, al obtenerse en todos los casos valores de  $\chi^2$

calculada mayores a los de  $\chi^2$  tabulada ( $\chi^2 = 9.48$ ,  $p = 0.05$ ). Esto quiere decir que las epífitas, aun las que ocupan las 5 zonas del forofito, prefieren una o dos zonas para establecerse y es ahí donde se presentan con mayor abundancia. Lo cual corrobora lo expuesto en la Figura 18, en la que las zonas III y IV, correspondientes a las partes basal e intermedia de las ramas, contienen la mayor cantidad de individuos.

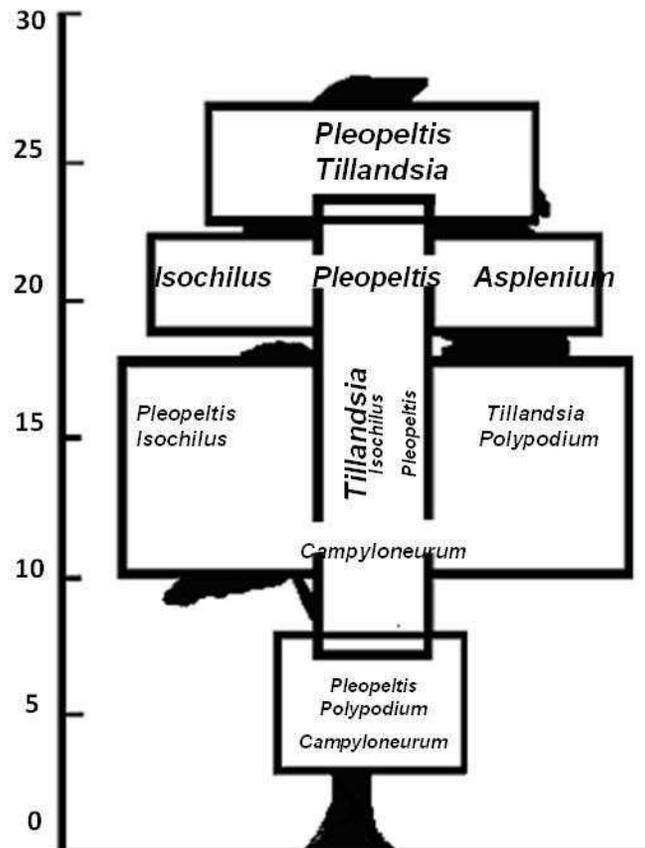


Figura 19. Esquema general de la distribución vertical de las epífitas vasculares en la zona de estudio. Cada block representa una zona del forofito y los géneros mejor representados en ellas, (Modificado de Nieder *et al.*, 1999).

El dendrograma (Figura 20) indica que, de entre todas las zonas del árbol, las Zonas III y IV comparten la mayor cantidad de especies, siendo el valor del coeficiente de Sørensen muy cercano a 1 (0.84).

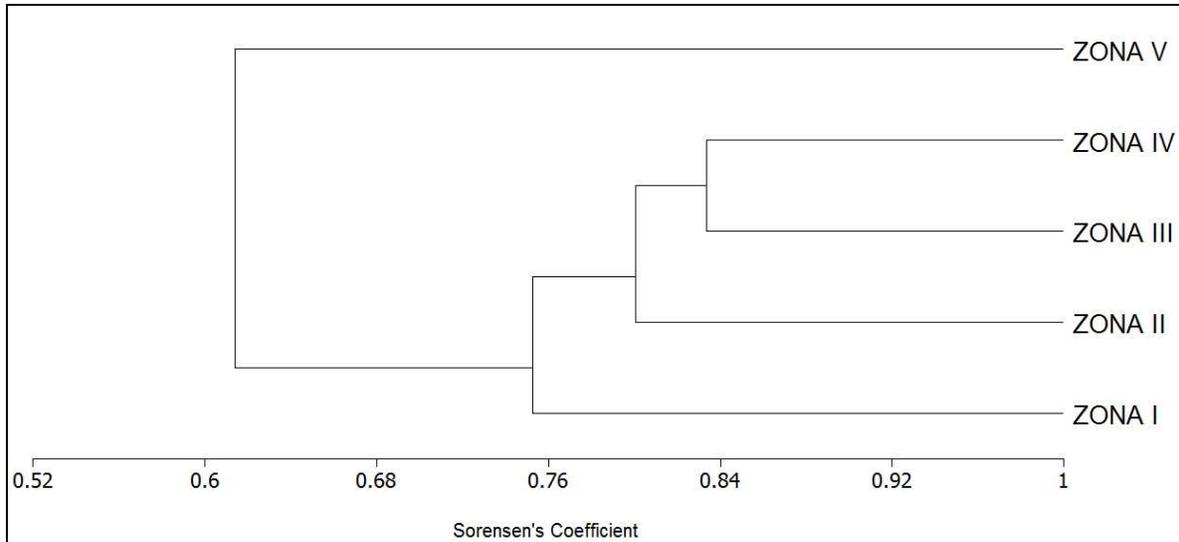


Figura 20. Dendrograma de similitud entre zonas del forofito.

## 7.6. Relación diámetro a la altura del pecho del árbol con número de especies epífitas

Se elaboraron gráficas para comparar la relación entre el diámetro a la altura del pecho (DAP) con el número de individuos epífitas (Figura 21). En la gráfica, se observa un mayor número de individuos en los forofitos de categorías diamétricas 50-100 cm y 100-150 cm.

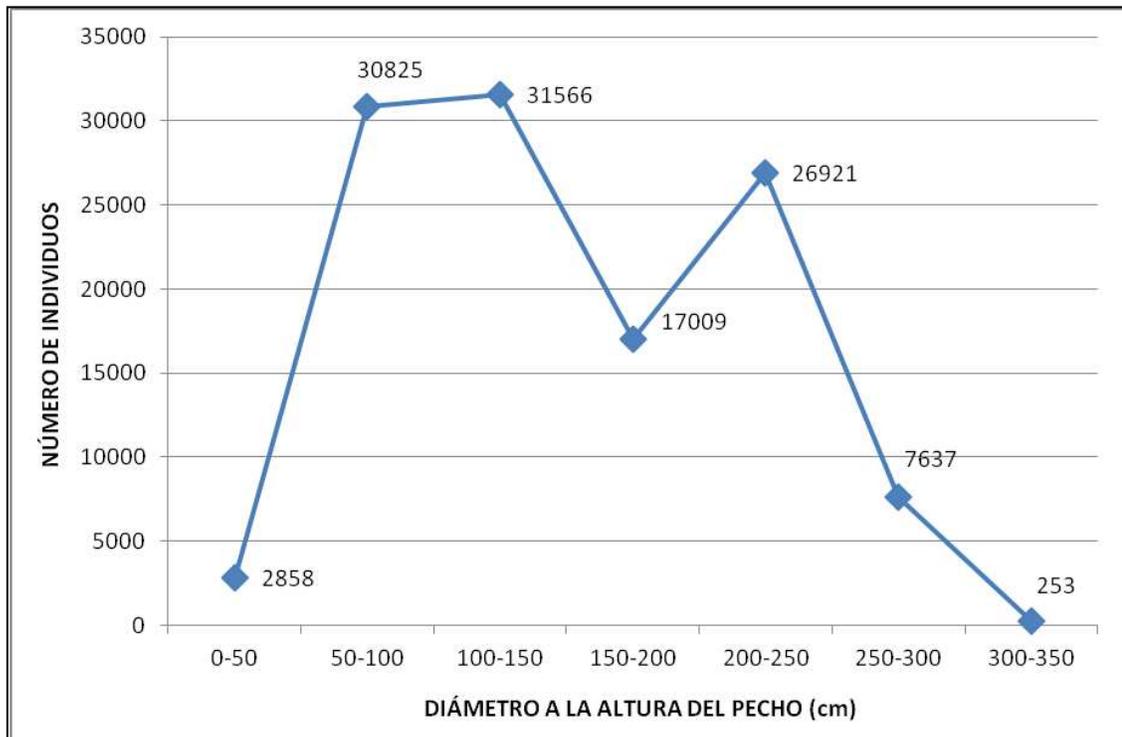


Figura 21. Relación entre el diámetro a la altura del pecho (DAP) y el número de individuos epífitos.

El análisis de regresión lineal de ambos factores mediante la función  $y = a + b \cdot \log(x)$  muestra en su gráfica (Figura 22) que los datos tienden a agruparse en las categorías diamétricas 50-100 y 100-150 cm ( $F=66.05$ ,  $r^2=0.1197$ ,  $p<0.01$ ), dispersándose en el resto de las categorías.

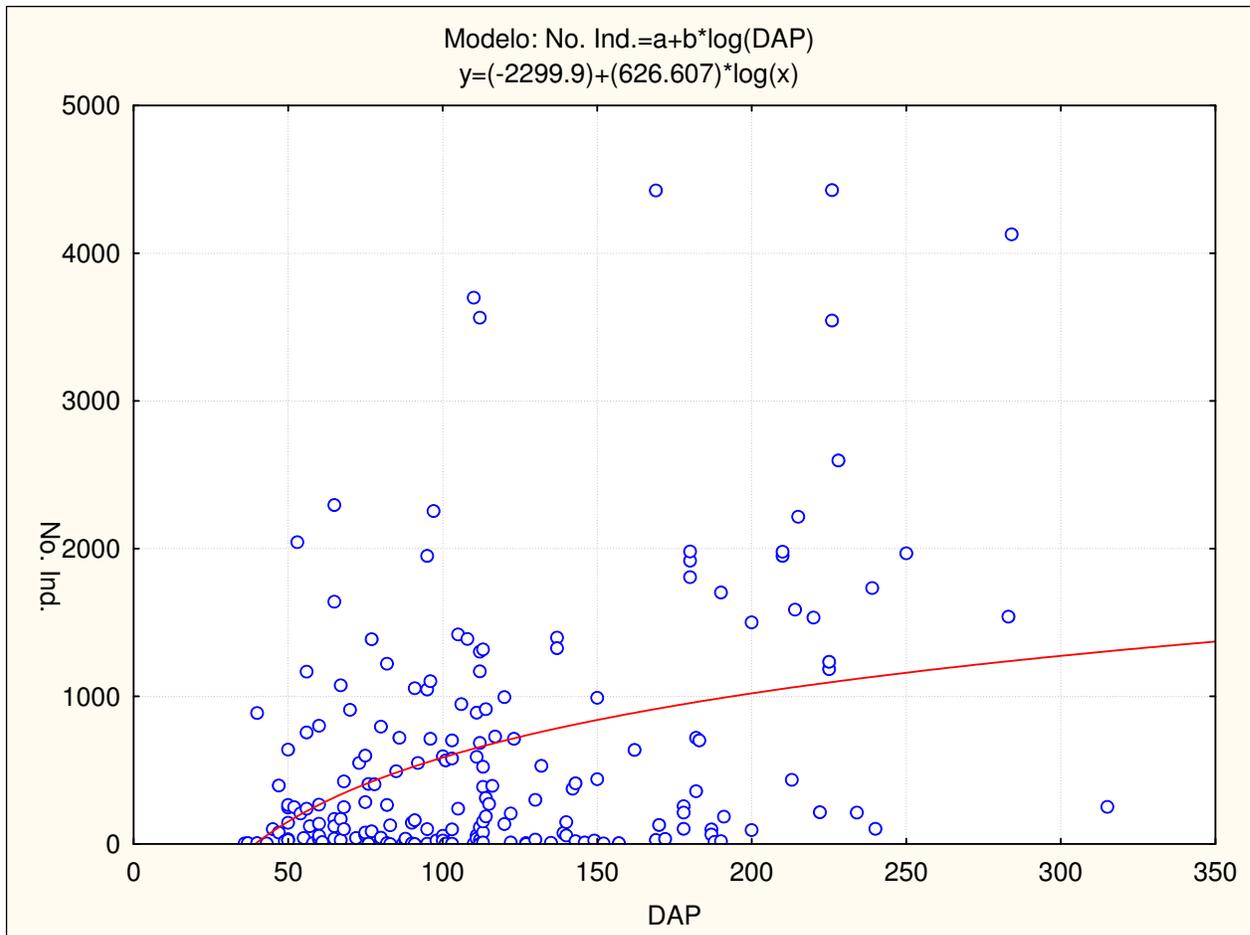


Figura 22. Modelo de regresión para la relación Diámetro a la Altura del Pecho y No. de individuos epífitos.

La relación entre el diámetro a la altura del pecho del forofito y el número de especies epífitas se muestra en la Figura 23, en la que puede observarse que las categorías diamétricas 50-100 y 100-150 cm son las que acumulan mayor cantidad de especies (28), en tanto que las restantes tienen menor número de especies en un orden decreciente. Los forofitos de mayor categoría diamétrica tienen el menor número de especies (8).

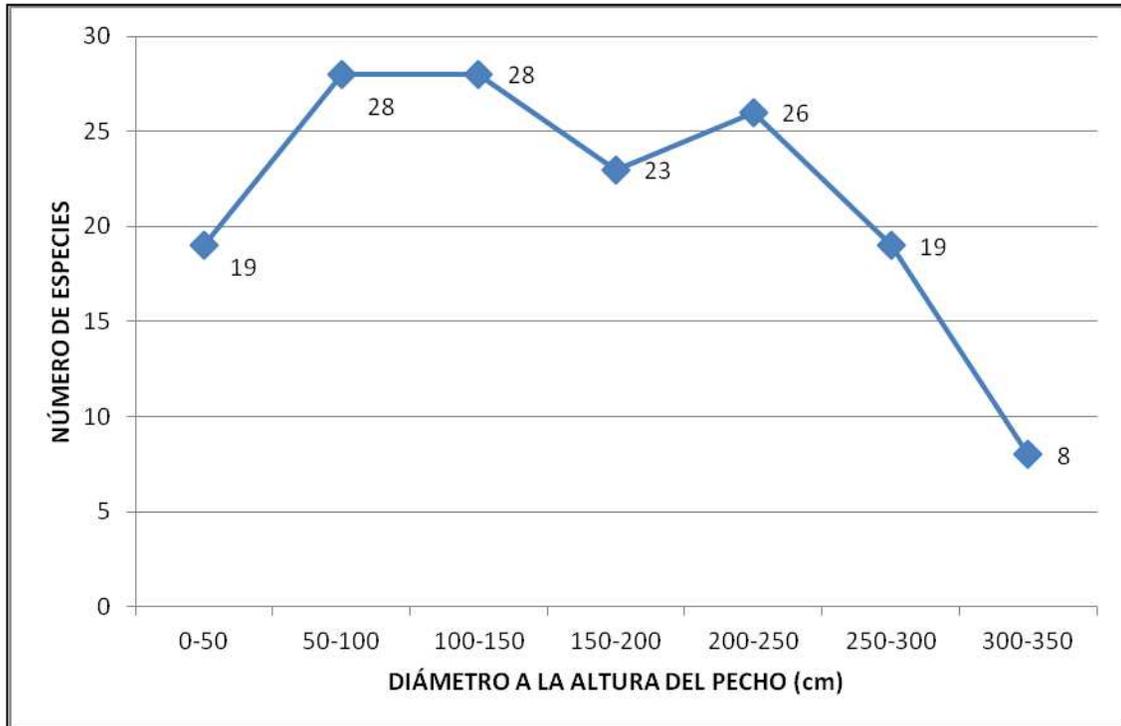


Figura 23. Relación entre el diámetro a la altura del pecho (DAP) y el número de especies epífitas.

El análisis de regresión lineal de ambos factores mediante la función  $y = a + b \cdot \log(x)$  muestra en su gráfica (Figura 24) que los datos tienden a agruparse en las categorías diamétricas 50-100 y 100-150 cm ( $F=187.12$ ,  $r^2=0.0478$ ,  $p<0.01$ ), dispersándose en el resto de las categorías diamétricas.

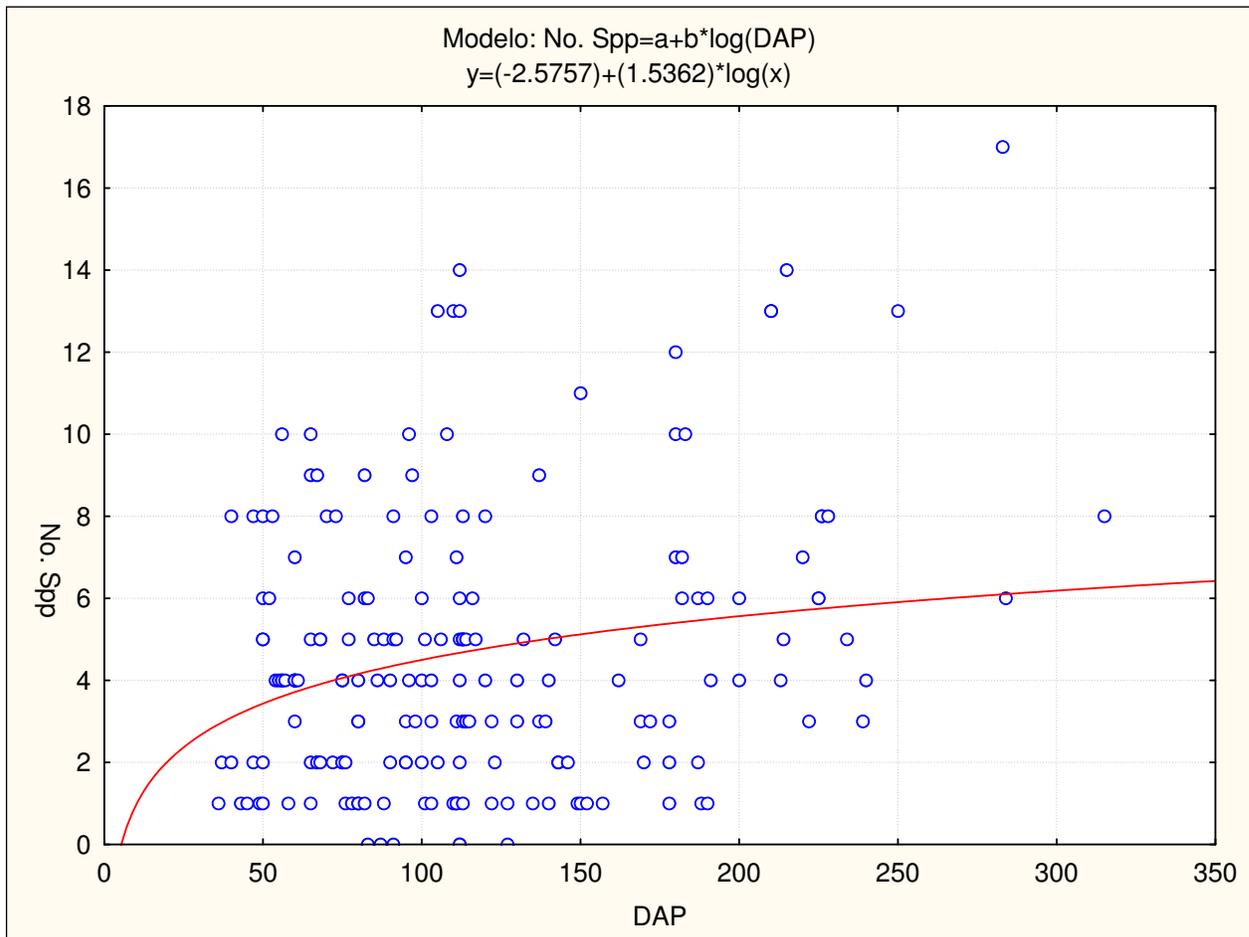


Figura 24. Modelo de regresión para la relación Diámetro a la Altura del Pecho y No. de especies epífitas.

### 7.7. Número de especies epífitas en estudios similares en bosques de montaña neotropicales

La Tabla 2 muestra el número de especies reportado en este estudio y lo sitúa en comparación con estudios similares que se han llevado a cabo en diferentes bosques del Neotrópico. Se incluyen datos adicionales: altitud, precipitación pluvial y superficie. Puede observarse que los sitios con mayor cantidad de especies se ubican en Sudamérica, en tanto que, para México, el mayor número de especies se reporta para entidades sureñas, como Veracruz y Chiapas.

AUTOR	PAÍS	SITIO DE ESTUDIO	ELEVACIÓN (msnm)	PRECIPITACIÓN (mm)	NÚMERO SPP.	SUPERFICIE (ha)
<b>Bussmann (2001)</b>	Ecuador	Reserva Biológica "San Francisco"	1800–3150	3900	644	NE*
<b>Krömer y Gradstein (2003)</b>	Bolivia	Yungas de La Paz	500-2500	1500-2500	500	1.00
<b>Ingram y Ferrell-Ingram (1996)</b>	Costa Rica	Monteverde	1525	2500	333	20
<b>Ibisch (1996)</b>	Bolivia	Sehuencas	2100-2300	5000	230	NE*
<b>Barthlott et al. (2001)</b>	Venezuela	La Carbonera	2200-2700	1460	178	0.10
<b>Ibarra et al. (1997)</b>	México	Los Tuxtlas, Veracruz	200-1700	3500	150	640
<b>Hietz y Hietz-Seifert (1995)</b>	México	Veracruz	720-2370	2000	134	0.52
<b>Freiberg y Freiberg (2000)</b>	Ecuador	Los Cedros/ Otonga	1400-1800	2600-3300	73	NE*
<b>Diego (1990)</b>	Argentina	Parque Nacional "El Rey"	800-1700	1500	47	2.20
<b>Nieder et al. (2000)</b>	Venezuela	Surumoni	2100-2300	1460	53	1.50
<b>Martínez et al. (2006)</b>	México	Reserva de la Biósfera "El Triunfo", Chiapas	2000	3000	43	0.06
<b>García (2012)</b> <b>*Este estudio</b>	México	Reserva de la Biósfera "El Cielo", Tamaulipas	800-1500	2000	33	0.80

Tabla 2. Inventarios de flora epífita en bosques montanos del Neotrópico, especificando localidad, altitud, precipitación, número de especies registradas y superficie muestreada. \*NE: No Especificado.

## CAPÍTULO VIII

### DISCUSIÓN

#### 8.1. Abundancia y riqueza de especies

La predominancia de las familias Orchidaceae, Polypodiaceae y Bromeliaceae coincide con la clasificación hecha por Gentry y Dodson (1987) de estos grupos taxonómicos con respecto a su número total de especies epífitas. Sin embargo, cabe mencionar que la familia Orchidaceae, aunque presenta el mayor número de especies, tiene poca representación en cuanto a la abundancia de individuos. *Isochilus unilateralis* es la única especie de orquídea que tiene una representación lo suficientemente grande como para incluirse en las más numerosas. El patrón de distribución de esta familia concuerda con lo establecido en la literatura, al decir que las orquídeas presentan una alta diversidad de especies, pero la característica principal de muchas de ellas es su escasez de individuos (Nieder *et al.* 1999, Valverde 2006).

La alta abundancia de *Pleopeltis polylepis* se explica por la tendencia de esta especie a formar grandes conglomerados que en ocasiones cubren casi por completo las ramas de los forofitos, no permitiendo el crecimiento de otras especies en la vecindad.

#### 8.2. Asociación epífita-forofito

La principal función del forofito es la de proveer soporte a las epífitas. Si la función del forofito se restringiera a ello, la distribución de las epífitas sería generalista, independientemente de la especie arbórea que la sustenta. En el presente estudio se encontró que algunas epífitas tienen correlación con especies arbóreas, mediante la prueba de  $\chi^2$ . Es decir, existen características de los forofitos que inciden en la distribución y abundancia de epífitas (Benzing, 1995; Krömer y Gradstein, 2003). Esta correlación estuvo presente tanto en las especies más abundantes como en las más escasas, siendo ejemplos de las primeras *Isochilus unilateralis*, *Campyloneurum angustifolium*, *Polypodium polypodioides* y *Tillandsia bartramii*. Especies epífitas

poco comunes que mostraron correlación con un forofito fueron *Sedum* sp., *Laelia anceps*, *Begonia* sp., *Arpophyllum laxiflorum* y *Piper* sp. Sin embargo, la rareza de estas especies epífitas también puede ser el factor que lleve a que los valores de  $\chi^2$  sugieran una correlación con el forofito que las sostiene. Un mayor número de colectas ayudaría a ampliar este último punto.

Factores como el tamaño y la forma del árbol determinan la abundancia y riqueza de especies epífitas. La predominancia de *Quercus germana* como forofito preferido se debe tanto a su abundancia como a su fisonomía, teniendo un porte muy ramificado. La orientación casi horizontal de sus ramas propicia la acumulación de materia orgánica y la conservación prolongada de la humedad ambiental, lo que es idóneo para el establecimiento de muchas especies epífitas. Otras especies arbóreas muy comunes en el bosque mesófilo de montaña, como *Liquidambar styraciflua*, contienen pocas epífitas a pesar de que tiene corteza rugosa. Sin embargo, su fuste es casi recto, sus ramificaciones son delgadas y tiene poca cobertura de copa, por lo que ofrece poca superficie de fijación para las epífitas.

### 8.3. Distribución vertical

Son varios los trabajos en los que se menciona que las epífitas tienden a ser más abundantes en las zonas III y IV de los forofitos (ter Steege y Cornelissen, 1989; Nieder *et al.*, 1999; Krömer *et al.*, 2007), al igual que lo observado en el presente estudio. De acuerdo a Nieder *et al.* (1999), las preferencias en altura corresponden a adaptaciones de tipo fisiológico y mecánico. Así, por ejemplo, el género *Campyloneurum* es más abundante en las primeras dos zonas del forofito, lo que refleja su adaptación a un medio sombrío. En tanto que el género *Pleopeltis* tiende a distribuirse en las 5 zonas del forofito, siendo más abundante en las zonas III y IV. También en esta zona es donde se concentra la mayor parte de las especies de orquídeas, con excepción de *Isochilus unilateralis*, la cual puede encontrarse también en la zona V, aunque en menor número, debido principalmente a la alta insolación y la rápida desecación imperante en ese ambiente.

#### **8.4. Número de especies epífitas en estudios similares en bosques de montaña neotropicales**

El total de especies encontradas es menor a lo encontrado en estudios llevados a cabo en bosque mesófilo de montaña de Chiapas (Martínez *et al.* 2006), en el cual se reportan 44 especies en un área de 0.04 ha. Hietz y Hietz-Seifert (1995) reportan 53 especies a una altitud de 1439 msnm, dentro de un área de 0.06 ha, con un total de 134 especies por todos sus sitios de muestreo. El presente estudio muestra 33 especies en una superficie de 0.6 ha. En latitudes más al sur, como Ecuador y Bolivia, el número de especies es notablemente mayor (Busmann, 2001; Krömer y Gradstein, 2003). El alto número y diversidad de especies en las zonas ecuatoriales se explica a partir de los múltiples ambientes, nichos y microclimas derivados de la orografía (Küper *et al.*, 2004). Un menor número de especies puede explicarse con el hecho de que, conforme aumenta el gradiente latitudinal, la diversidad de especies epífitas decrece (Gentry y Dodson, 1987). Siendo la Reserva de la Biósfera “El Cielo” uno de los sitios que marcan el límite de distribución boreal del bosque mesófilo en nuestro país (CONABIO, 2010), se entiende entonces que la baja cantidad de especies en relación con bosques ubicados en latitudes más sureñas.

## CAPÍTULO IX

### CONCLUSIONES

Se registraron 33 especies epífitas, pertenecientes a 23 géneros y 10 familias de plantas vasculares, con un total de 115,069 individuos. Se muestreó un total de 188 árboles, pertenecientes a 24 especies, 20 géneros y 17 familias.

Existe afinidad entre algunas especies de epífitas y los forofitos que las hospedan. Esto está comprobado mediante la prueba de  $\chi^2$ , en la que los valores calculados fueron mayores que el valor tabulado. *Quercus germana* fue la especie arbórea por la cual presentaron mayor afinidad las especies epífitas.

Las epífitas tuvieron una mayor abundancia en las zonas III y IV del forofito, correspondientes a la parte basal e intermedia de las ramificaciones, coincidiendo con resultados de estudios similares. Esto comprobado con la prueba de  $\chi^2$

El bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biósfera “El Cielo” tiene un patrón de distribución de epífitas similar a lo encontrado en ambientes afines en otras localidades. Es decir, hay predominancia de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae y representantes de las Pteridophyta.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar R., S.; T. Terrazas, E. Aguirre L. y M.E. Huidobro S. 2007. Modificaciones en la corteza de *Prosopis laevigata* por el establecimiento de *Tillandsia recurvata*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 81:27-35.
- Arditti, J. 1992. Fundamentals of orchid biology. John Wiley and Sons. p. 587, 593, 594, 595, 309, 313.
- Arriaga L, Espinoza J.M., Aguilar C, Martínez E, Gómez L, Loa E. (coord.) 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. México, D.F.
- Awasthi, O. P., E. Sharma y L. M. S. Palni. 1995. Stemflow: A source of nutrients in some naturally growing epiphytic orchids of the Sikkim Himalaya. *Annals of Botany* 75: 5-11.
- Barthlott, W.; V. Schmit-Neuerburg, J. Nieder y S. Engwald 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145-156.
- Bennett, B.C. 1992. Use of epiphytes, lianas and parasites by the Shuar People of Amazonian Ecuador. *Selbyana* 13: 99-114.
- Benzing, D.H. 1984. Epiphytic vegetation: A profile and suggestions for future inquiries. Pp. 151-171. En: Medina, E.; H.A. Mooney y C. Vázquez-Yáñez (eds.). *Physiological ecology of plants in the wet tropics*. Dr. W. Junk Publishers. The Hague.
- Benzing, D.H. 1990. *Vascular epiphytes*. Cambridge University Press. Inglaterra. 280 pp.
- Benzing, D.H. 1995. Vascular epiphytes, p. 225-254. In M.D. Lowman y N.M. Nadkarni (eds.). *Forest canopies*. Academic, San Diego, California, EU.
- BØgh, A. 1992. Composition and distribution of the vascular epiphyte flora of an Ecuadorian montane rain forest. *Selbyana* 13: 25-34.
- Bohlman, S. A., T. J. Matelson y N. M. Nadkarni. 1995. Moisture and temperature patterns of canopy humus and forest floor soil of a montane cloud forest, Costa Rica. *Biotropica* 27:13-19.
- Bussmann, R. W. 2001. Epiphyte diversity in a tropical Andean forest: Biological Reserve San Francisco, Zamora-Chinchipec, Ecuador. *Ecotropica* 7: 43-59.
- Callaway R., K. Reinhart, G. Moore, D. Moore y S. Pennings. 2002. Epiphytes host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia* 132: 221-230

- Carlsen, M. 2000. Structure and diversity of the vascular epiphyte community in the overstory of a tropical rain forest in Surumoni, Amazonas state, Venezuela. *Selbyana* 21(1,2): 7-10.
- Casas G., S.L. y G.N. Requena L. 2005. Generalidades geográficas. En: Sánchez-Ramos, G.; P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.) 2005. Historia natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Pp. 38-51.
- Castaño M., G.; J.G. García F. y J.G. Palacios V. 2003. Spatial distribution patterns of *Tillandsia violacea* (Bromeliaceae) and support trees in an altitudinal gradient from a temperate forest in central Mexico. *Selbyana* 24 (1): 71-77.
- Cervantes, S.E.; E. A. Graham y J. L. Andrade 2005. Light microhabitats, growth and photosynthesis of an epiphytic bromeliad in a tropical dry forest. *Plant Ecology* 179: 107-118.
- Challenger A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro. CONABIO. México, D.F. 847 p.
- CONABIO, 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 197 pp. México D.F., México.
- Corral-Rivas, J.J. 2002. Estudios ecológicos y estructurales en el bosque mesófilo de montaña El Cielo, Tamaulipas, México. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 65 pp.
- Dejean, A., I. Olmstead y R.R. Snelling. 1995. Tree epiphyte- ant relationships in the low inundate forest of the Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. *Biotropica* 27: 57-70 In R.M. Callaway, K.O. Reinhart, G.W. Moore, D.J. Moore y S.C. Pennings. 2002. Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species specific interactions. *Oecologia* 132: 221-230.
- de Souza W., M. y M. M. do Espirito Santo 2002. Species diversity and abundance of vascular epiphytes on *Vellozia piresiana* in Brazil. *Biotropica*. 34 (1): 51-57.
- Díaz S., F. 2000. Orchid preference for host tree genera in a Nicaraguan tropical rain forest. *Selbyana* 21(1,2): 25-29.
- Diego-Brown, A. 1990. El epifitismo en las selvas montanas del Parque Nacional "El Rey", Argentina: Composición florística y patrón de distribución. *Revista de Biología Tropical* 38(2A): 155-166.

- Engwald, S.; Schmit-Neuerburg, V. y W. Barthlott. 2000. Epiphytes in rain forests of Venezuela - diversity and dynamics of a biocenosis.- *in* Breckle, S.W., Schweizer, B. y U. Arndt (Eds.): Results of worldwide ecological studies. Proceedings of the 1st Symposium by the A.F.W Schimper-Foundation - from H. and E. Walter - Hoheneim, Oktober 1998.- Stuttgart-Hohenheim, Verlag Günter Heimbach (ISBN 3- 9805730-2-8): 425-434.
- Ewel J. 1980. Tropical succession: Manifold routes to maturity. *Biotropica* 12:2-7.
- Flores, P.A. 2003. El efecto de la fragmentación del bosque mesófilo en la comunidad de plantas epífitas vasculares. Tesis Doctoral. Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz. México. 159 pp.
- Freiberg, M. y E. Freiberg 2000. Epiphyte diversity and biomass in the canopy of lowland and montane forests in Ecuador. *Journal of Tropical Ecology* 16: 673-688.
- García-Franco, J.G. 1996. Distribución de epífitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México. *Acta Botanica Mexicana* 37:1-9.
- Gentry, A.H. y C.H. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74:205-233.
- González-Medrano, F. 2005. La vegetación. En: Sánchez-Ramos, G.; P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.) 2005. Historia natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Pp. 88-106.
- Gradstein, S.R.; P. Hietz, R. Lücking, A. Lücking, H.J. Sipman, H.F.M. Vester, J. Wolf y E. Gardette. 1996. How to sample the epiphytic diversity in tropical rain forests. *Ecotropica* 2: 59-72.
- Gradstein, S.R.; N.M. Nadkarni, T. Krömer, I. Holz y N. Nöske 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. *Selbyana* 24(1): 105-111.
- Hernández-Sandoval, L.G.; J. Treviño, A. Mora-Olivo y M. Martínez 2005. Diversidad florística y endemismos. En: Sánchez-Ramos, G.; P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.) 2005. Historia natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Pp. 244-259.
- Hernández, X.E., H. Crum, W.B. Fox y A.J. Sharp 1951. A unique vegetation area in Tamaulipas. *Bulletin of Torrey Botanic Club* 78(6):458-463.

- Hietz, P. y U. Hietz-Seifert 1995. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in central Veracruz, México. *Journal of Vegetation Science* 6: 487-498.
- Hietz, P. 1997. Population dynamics of epiphytes in a Mexican humid montane forest. *Journal of Ecology* 85: 767-775.
- Hietz, P.; J. Ausserer y G. Schindler 2002. Growth, maturation and survival of epiphytic bromeliads in a Mexican humid montane forest. *Journal of Tropical Ecology* 18: 177-191.
- Higuera, D. 2008. Epífitas y árboles hospederos: relación entre especies o restricción de recursos. URL Document. <http://waste.ideal.es/epifitas2.htm> Consulta: 01/05/2011.
- Hosftede, R. J. M., J. H. D. Wolf y D. H. Benzing. 1993. Epiphyte mass and nutrient status of an upper montane rain forest. *Selbyana* 14: 37-45.
- Ibarra-Manríquez, G., M. Martínez-Ramos, R. Dirzo y J. Núñez-Farfán. 1997. La vegetación, pp. 61–86. En: E. González-Soriano, R. Dirzo, and R. C. Vogt (eds.) 1997. Historia Natural de Los Tuxtlas. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.
- Ibisch, P. 1996. Neotropische Epiphytendiversität—das Beispiel Bolivien. Martina Galunder-Verlag, Wiehl, Germany.
- Ingram, S. W. y N. M. Nadkarni. 1993. Composition and distribution of epiphytic organic matter in a neotropical cloud forest, Costa Rica. *Biotropica* 24: 370-383.
- Ingram, S.W. y M.D. Lowman. 1995. The collection and preservation of plant material from the tropical forest canopy. Pp. 587–603 in M.D. Lowman and N.M. Nadkarni (eds.) Forest Canopies. Academic Press, San Diego.
- Ingram, S.W. y K. Ferrell-Ingram. 1996. Floristic composition of vascular epiphytes in a Neotropical cloud forest, Monteverde, Costa Rica. *Selbyana* 17: 88–103.
- Johansson, D., 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forests. *Acta Phytogeografica Suecica* 59: 1-129.
- Kernan, C. y N. Fowler. 1995. Diferencial substrate use by epiphytes in Corcovado National Park, Costa Rica: a source of guild structure. *Journal of Ecology* 83:65-73.
- Kessler, M. 2002. Environmental patterns and ecological correlates of range size among bromeliad communities on Andean forests in Bolivia. *The Botanical Review* 68(1): 100-127.

- Knops, J. M. H., T. H. Nash III y W. H. Schlesinger. 1996. The influence of epiphytic lichens on the nutrient cycling of an oak woodland. *Ecological Monographs* 66: 159-179.
- Krömer, T. y S.R. Gradstein. 2003. Species richness of vascular epiphytes in two primary forest and fallows in the Bolivian Andes. *Selbyana* 24: 190-195.
- Krömer, T., M. Kessler y S.R. Gradstein. 2007. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology* 189: 261-278.
- Krömer, T., S.R. Gradstein y A. Acebey. 2007. Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montañosos primarios y secundarios de Bolivia. *Ecol. Bolivia* 42: 23-33.
- Lacaille-Múzquiz, J.L. 2005. Las orquídeas. En: Sánchez-Ramos, G.; P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.) 2005. Historia natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Pp. 235-243.
- Laube, S. y G. Zotz. 2003. Which abiotic factors limit vegetative growth in a vascular epiphyte? *Functional Ecology* 17: 598-604.
- Lof, L.V. 1980. A preliminary list of pteridophytes from the eastern slope of the Sierra de Guatemala. En: Sánchez-Ramos, G.; P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.) 2005. Historia natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Pp. 209-212.
- Lugo, A.E. y F.N. Scatena. 1992. Epiphytes and climate change research in the Caribbean: a proposal. *Selbyana* 13: 123-130.
- Magaña, P. y J.L. Villaseñor 2000. La flora de México ¿se podrá conocer completamente? *Ciencias* 66: 24-26.
- Maldonado F., C. 2006. Patrón de distribución espacial y dinámica de *Oncidium crista galli*, una especie de orquídea epífita de Chiapas. Tesis de Maestría. Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México. 50 pp.
- Maldonado M., C. y D. Mondragón C. 2007. Distribución de *Erycina crista galli* (Orchidaceae) sobre arbustos de café. *Naturaleza y desarrollo* 5(1): 5-10.
- Malizia, A. 2003. Host tree preference of vascular epiphytes and climbers in a subtropical montane cloud forest of northwest Argentina. *Selbyana* 24 (2): 196-205.

- Manson, R. H. 2004. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México. *Madera y Bosques* 10:3-20
- Martínez-Ávalos, J.G. y E.M. Bernal-Cruz 2005. Las cactáceas. En: Sánchez-Ramos, G.; P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.) 2005. Historia natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Pp. 220-229.
- Martínez M., N.; M.A. Pérez F. y A. Flores P. 2006. Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* 56(4): 2069-2086.
- Merwin, M. C., S. A. Rentmeester, y N. M. Nadkarni 2003. The influence of host tree species on the distribution of epiphytic bromeliads in experimental monospecific plantations, La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 35: 37-47.
- Montaña C., R. Dirzo y A. Flores 1997. Structural parasitism of an epiphytic bromeliad upon *Cercidium praecox* in an intertropical semiarid ecosystem. *Biotropica* 29: 517-521.
- Muñoz, A.A.; P. Chacón, F. Pérez, E.S. Barnert y J.J. Armesto 2003. Diversity and host tree preferences of vascular epiphytes and vines in a temperate rainforest in southern Chile. *Australian Journal of Botany* 51: 381-391.
- Nadkarni, N.M. 1984. The biomass and nutrient capital of epiphytes in a Neotropical cloud forest, Monteverde. *Biotropica* 15: 1-9.
- Nadkarni, N.M. y T.J. Matelson 1989. Bird use of epiphyte resources in Neotropical trees. *The Condor* 91: 891-907.
- Nadkarni, N. M. y T. J. Matelson. 1992. Biomass and nutrient dynamics of epiphytic litterfall in a Neotropical montane forest, Costa Rica. *Biotropica* 24: 24-30.
- Nadkarni, N.M. 1992. The conservation of epiphytes and their habitats: Summary of a discussion at the International Symposium on the Biology and Conservation of Epiphytes. *Selbyana* 13: 140-142.
- Nadkarni, N.M. 2000. Colonization of stripped branch surfaces by epiphytes in a lower montane cloud forest, Monteverde, Costa Rica. *Biotropica* 32 (2): 358-363.
- Nieder, J., Engwald S. y W. Barthlott. 1999. Patterns of Neotropical epiphyte diversity. *Selbyana* 20: 66-75.
- Nieder, J.; S. Engwald, M. Klawun y W. Barthlott 2000. Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in a lowland Amazonian rain forest (Surumoni Crane Plot) of southern Venezuela. *Biotropica* 32(3): 385-396.

- Oldeman, R. 1983. Tropical rain forest, architecture, silvigenesis and diversity. En: Sutton. L, Whitmore T. y Chadwick. 1983. Tropical rain forest: ecology and management. Blackwell Scientific Publications. 250 pp.
- Olmsted, I. y M. Gómez 1996. Distribution and conservation of epiphytes on the Yucatán Peninsula. *Selbyana* 17:58-70.
- Páez G., L.E; S.A. Rodríguez, T. Terrazas, M.E. Huidobro y E. Aguirre-León. Cambios anatómicos en la corteza de *Parkinsonia praecox* (Ruiz et Pavón) Hawkins causados por la epífita *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 77:59-64.
- Pócs, T. 1980. The epiphytic biomass and its effect on the water balance on two rain forest types in the Uluguru mountains (Tanzania, East Africa). *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 26: 143-167.
- Puig, H., R. Bracho y V. Sosa 1983. Composición florística y estructura del bosque mesófilo en Gómez Farías, Tamaulipas. México. *Biotica* 8(4): 339-359.
- Puig, H. y R. Bracho 1987. El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Primera edición. Instituto de Ecología, A.C. México D.F. 176 pp.
- Rauh, W. 1992. Are Tillandsias endangered plants?. *Selbyana* 13: 138-139.
- Ramón, V.J., 1992. Flora de angiospermas epifitas en la vegetación riparia del río Puyacatengo, Teapa, Tabasco, México. Tesis Profesional. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 52 pp.
- Rudolph, D.; G. Rauer, J. Nieder y W. Barthlott 1998. Distributional patterns of epiphytes in the canopy and phorophyte characteristics in a western Andean rain forest in Ecuador. *Selbyana* 19 (1): 27-33.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México.
- Rzedowski J. 1993. Diversity and origins of the fanerogamic flora of Mexico. En: T. P. Ramamoorthy, Bye R, Lot A, Fa J, editors. *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, New York. p. 139-144.
- Schmidt G., S. Stuntz y G. Zotz 2001. Plant size: an ignored parameter in epiphyte ecophysiology? *Plant Ecology* 153: 65-72.
- Sharp, A.J., E. Hernández X., H. Crum y W.B. Fox 1950. Nota florística de una asociación importante del Suroeste de Tamaulipas. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana* 11: 1-4.
- Sosa, V. y T. Platas. 1997. Extinction and persistence of rare orchids in Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 12 (2): 451-455.

- Strasburger E., F. Noll, H. Schenck, y F. W. Schimper. 1994. Tratado de Botánica. Ediciones Omega. España. 1068 pp.
- Sudgen, A. y R. Robins. 1979. Aspects of the ecology of vascular epiphytes in a Colombian cloud forest, I. The distribution of the epiphytic flora. *Biotropica* 11 (3): 173-188.
- Sudgen, A.M. 1981. Aspects of the ecology of vascular epiphytes in two Colombian cloud forests No. 2: Habitat preferences of Bromeliaceae in the Serranía de Macuira. *Selbyana* 5 (3-4): 264-273.
- ter Steege, H. y J.H.C. Cornelissen. 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* 21: 331-339.
- Todzia C., 1986. Growth Habits, host tree species, and density of hemiepiphytes on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica* 18 (1): 22-27.
- Turner, I. M., H. T. W. Tan, Y. C. Wee, A. B. Ibrahim, P. T. Chew y R. T. Corlett. 1994. A study of plant species extinction in Singapore: lessons for the conservation of tropical biodiversity. *Conservation Biology* 8: 705-712.
- Valdivia, P.E. 1977. Estudio botánico y ecológico de la región del Río Uxpanapa, Veracruz. N° 4. Las epífitas. *Biotica* 2: 55-81.
- Valverde R., I. 2006. Crecimiento de *Barkeria lindleyana* (Orchidaceae) en un hábitat suburbano de Costa Rica. *Lankesteriana* 6(2): 33-41.
- Vandunné, H.J.F. 2002. Effects of the spatial distribution of trees, conspecific epiphytes and geomorphology on the distribution of epiphytic bromeliads in a secondary montane forest (Cordillera Central, Colombia). *Journal of Tropical Ecology* 18: 193-213.
- Vargas-Cervantes, O.L. 2005. Los musgos. En: Sánchez-Ramos, G.; P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.) 2005. Historia natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Pp. 204-208.
- Williams-Linera G. 1992. El bosque de montaña: un ecosistema muy frágil. En: Castillo-Campos G, Mejía-Saulés T, editores. *Los recursos vegetales*. Serie Problemática ambiental en el Estado de Veracruz. Instituto de Ecología, Xalapa. p 51-58.
- Wolf, J.H.D. y A. Flamenco S. 2003. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico. *Journal of Biogeography*. 30: 1689-1707.

- Zimmerman, J.K e I.C. Olmsted 1992. Host tree utilization by vascular epiphytes in a seasonally inundated forest (Tintal) in México. *Biotropica* 24(3):402-407.
- Zotz, G. 1998. Demography of the epiphytic orchid, *Dimerandra emarginata*. *Journal of Tropical Ecology* 14: 725-741.
- Zotz, G.; P. Bermejo y H. Dietz 1999. The epiphyte vegetation of *Annona glabra* on Barro Colorado Island, Panamá. *Journal of Biogeography* 26: 761-776.
- Zotz, G. y J. L. Andrade. 2002. La ecología y la fisiología de las epifitas y las hemiepifitas. Capítulo 12: 271-296. En: M. R. Guariguata y G. H. Catan (Eds.) *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Editorial Libro Universitario Regional, Costa Rica.
- Zotz, G., y B. Vollrath. 2003. The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza*: correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. *Journal of Tropical Ecology* 19: 81-90.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Lista florística de epífitas encontradas en bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biósfera "El Cielo"

#### Angiospermas

FAMILIA	ESPECIE	ALTITUD (msnm)	ZONAS DEL FOROFITO
Agavaceae	<i>Agave celsii</i>	800, 1500	1-3
Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.	1300	1
	<i>Tillandsia bartramii</i>	800-1500	2-5
Bromeliaceae	<i>Tillandsia deppeana</i>	800-1500	1-5
	<i>Tillandsia utriculata</i>	800, 1000, 1500	2-5
	<i>Tillandsia</i> sp.	1300, 1500	1,3,4
Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i>	800	1-4
	<i>Selenicereus</i> sp.	800	1,2
Crassulaceae	<i>Sedum</i> sp.	1300	3
	<i>Arpophyllum laxiflorum</i>	1500	4
	<i>Catasetum integerrimum</i>	800, 1000	1-4
	Desconocida 1	1500	2,4
	Desconocida 2	1500	2
	<i>Encyclia parviflora</i>	800	1-4
	<i>Isochilus unilateralis</i>	800-1500	1-5
	<i>Laelia anceps</i>	1300	3
	<i>Oncidium sphacelatum</i>	800	1-4
	<i>Prostechea alata</i>	800, 1000	1-3
Orchidaceae	<i>Prostechea cochleata</i>	800	1-4
	<i>Prostechea livida</i>	800	2-4
	<i>Stanhopea tigrina</i>	800-1500	1-4
	<i>Trichocentrum ascendens</i>	800	1-4
	<i>Trichocentrum cosymbephorum</i>	800	1-3
	<i>Peperomia quadrifolia</i>	800-1500	1-4
	<i>Peperomia</i> sp.	800	1,2
	Piperaceae		

## Licopodios y Pteridophyta

<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>ALTITUD</b>	<b>ZONAS DEL FOROFITO</b>
Lycopodiaceae	<i>Huperzia dichotoma</i>	800-1500	1-4
Aspleniaceae	<i>Asplenium cuspidatum</i>	800, 1300-1500	1-5
		1300	2-5
	<i>Asplenium</i> sp.		
	<i>Campyloneurum angustifolium</i>	800-1500	1-5
	<i>Pecluma alfredii</i>	800, 1000	1-4
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis polylepis</i>	800-1500	1-5
	<i>Polypodium polypodioides</i>	800-1500	1-5
	<i>Polypodium</i> sp.	1300	1-4

Apéndice 2. Tablas de valores de  $\chi^2$  entre especies epífitas y forofitos

EPÍFITAS FOROFITOS	<i>Campyloneurum angustifolium</i>	<i>Isochilus unilateralis</i>	<i>Polypodium polypodioides</i>	<i>Pleopeltis polylepis</i>	<i>Tillandsia deppeana</i>	<i>Tillandsia utriculata</i>	<i>Tillandsia</i> sp.	<i>Peperomia quadrifolia</i>	<i>Stanhopea tigrina</i>	<i>Asplenium cuspidatum</i>	<i>Tillandsia bartramii</i>	<i>Huperzia dichotoma</i>
<i>Quercus germana</i>	25.00	20.10	6.82	1.51	0.16	0.02	0.00	0.17	7.69	1.86	5.36	3.64
<i>Quercus sartorii</i>	0.15	0.52	1.06	0.34	0.83	0.23	0.00	0.33	2.63	0.09	6.99	0.06
<i>Clethra pringlei</i>	4.95	0.95	0.05	2.12	1.06	0.00	0.33	2.32	0.30	0.16	0.13	0.46
<i>Magnolia tamaulipana</i>	0.00	0.00	0.00	2.59	2.09	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	1.54	5.12
<i>Quercus canbyi</i>	2.91	0.17	0.24	0.18	0.64	0.58	14.50	0.00	0.00	5.72	3.82	0.00
<i>Sapindus saponaria</i>	0.00	0.00	0.00	0.28	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
<i>Podocarpus reichei</i>	0.00	0.00	0.46	0.06	0.11	0.00	3.66	0.00	0.03	0.00	2.57	0.00
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.00	0.00	5.21	7.90	2.35	0.00	0.00	0.32	4.22	0.00	2.09	0.00
<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i>	0.00	0.54	0.46	3.83	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cercis canadensis</i>	0.80	0.12	3.05	0.00	0.90	6.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Acer skutchii</i>	0.00	0.00	0.00	0.41	0.48	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
<i>Decatropis bicolor</i>	0.36	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	5.58	0.41	0.00	0.00	0.10
<i>Ternstroemia sylvatica</i>	2.09	2.04	0.00	0.00	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	1.77	0.00
<i>Turpinia occidentalis</i>	6.35	0.00	0.00	2.86	0.67	0.00	0.00	0.00	0.13	2.94	0.00	0.00
<i>Rapanea myricoides</i>	0.58	0.12	3.05	0.00	2.81	0.00	0.00	0.00	2.63	0.00	0.00	0.00
<i>Quercus</i> aff. <i>affinis</i>	2.09	2.04	1.95	1.42	0.22	0.00	0.00	0.00	3.10	0.00	1.77	0.00
<i>Eugenia capuli</i>	0.00	0.00	0.46	0.90	0.90	6.21	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Persea</i> aff. <i>liebmanii</i>	2.09	0.00	0.00	0.94	0.22	0.00	0.00	0.00	3.10	3.10	1.77	0.00
<i>Prunus serotina</i>	0.00	0.00	0.23	1.90	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00
<i>Abies vejarii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Wimmeria concolor</i>	0.28	0.00	0.23	0.00	1.39	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.17	0.00
<i>Meliosma oaxacana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Fagus mexicana</i>	2.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Nectandra sanguinea</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Apéndice 2 (Cont.). Tablas de valores de  $\chi^2$  entre especies epífitas y forofitos

EPÍFITAS FOROFITOS	<i>Agave celsii</i>	<i>Arpohpyllum laxiflorum</i>	Orchidaceae	Orchidaceae 2	<i>Sedum</i> sp.	<i>Polypodium</i> sp.	<i>Asplenium</i> sp.	<i>Laelia anceps</i>	<i>Begonia</i> sp.	<i>Pecluma alfredii</i> var. <i>cupreolepis</i>	<i>Prostechea alata</i>	<i>Catasetum integerrimum</i>	<i>Rhipsalis baccifera</i>
<i>Quercus germana</i>	6.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	3.74	1.85	5.51	0.01	0.08	5.13	7.53
<i>Quercus sartorii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	4.86	0.31	0.13	1.39	0.00	2.84	6.09	3.17	4.93
<i>Clethra pringlei</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.54	0.00	0.00	0.00	0.33	0.11	2.10	0.00
<i>Magnolia tamaulipana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00
<i>Quercus canbyi</i>	0.00	0.00	0.00	16.20	0.00	13.00	2.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Sapindus saponaria</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.78	0.00	8.91	0.00
<i>Podocarpus reichei</i>	0.00	0.00	5.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	5.80	5.43
<i>Cercis canadensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Acer skutchii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	1.38	1.26
<i>Decatropis bicolor</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.80	0.00	2.00	0.04
<i>Ternstroemia sylvatica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Turpinia occidentalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Rapanea myricoides</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	14.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Quercus aff. affinis</i>	62.00	188.00	62.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Eugenia capuli</i>	0.00	0.00	14.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Persea aff. liebmanii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Prunus serotina</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Abies vejarii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Wimmeria concolor</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Meliosma oaxacana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Fagus mexicana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Nectandra sanguinea</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Apéndice 2 (Cont.). Tablas de valores de  $\chi^2$  entre especies epífitas y forofitos

FOROFITOS \ EPÍFITAS	<i>Prostechea livida</i>	<i>Trichocentrum ascendens</i>	<i>Prostechea cochleata</i>	<i>Encyclia parviflora</i>	<i>Trichocentrum cosymbeporum</i>	<i>Selenicereus</i> sp.	<i>Peperomia</i> sp.	<i>Oncidium sphacelatum</i>
<i>Quercus germana</i>	17.50	6.77	8.72	3.93	0.96	4.89	11.10	11.10
<i>Quercus sartorii</i>	0.07	0.41	6.27	5.91	3.01	1.01	0.00	0.13
<i>Clethra pringlei</i>	0.00	0.44	0.72	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Magnolia tamaulipana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Quercus canbyi</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Sapindus saponaria</i>	0.00	3.71	0.00	0.00	0.00	22.80	0.00	0.00
<i>Podocarpus reichei</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i>	0.00	2.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cercis canadensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Acer skutchii</i>	0.00	3.71	2.96	0.00	7.46	4.75	0.00	0.00
<i>Decatropis bicolor</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	7.46	0.00	0.00	0.00
<i>Ternstroemia sylvatica</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Turpinia occidentalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Rapanea myricoides</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Quercus</i> aff. <i>affinis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Eugenia capuli</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Persea</i> aff. <i>liebmanii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Prunus serotina</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Abies vejarii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Wimmeria concolor</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Meliosma oaxacana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Fagus mexicana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Nectandra sanguinea</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00