

# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

## TESIS

### COMUNIDADES EPÍFITAS EN UN BOSQUE DE CONÍFERAS CON APROVECHAMIENTO FORESTAL, CHIAPAS, MÉXICO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN **CIENCIAS BIOLÓGICAS**

PRESENTA

**NAYELY MARTÍNEZ MELÉNDEZ**

DR. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ FARRERA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
UNICACH  
DIRECTOR

DR. JOSÉ G. GARCÍA FRANCO  
RED ECOLOGÍA FUNCIONAL, INSTITUTO  
DE ECOLOGÍA, A.C.  
CO-DIRECTOR

DR. SERGIO LÓPEZ MENDOZA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNICACH  
ASESOR

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Junio de 2012.



## **DEDICATORIA**

A mis gemelos que laten dentro de mí... gracias Dios por esta bendición, esta fortuna,  
esta alegría inmensa que destila mi ser.

A mi esposo Rubén Martínez Camilo, quien me ha acompañado incondicionalmente  
muchos años y ha velado por mi bienestar.

A mis padres Luz Celia Meléndez Gómez y Jorge Martínez Puerto, quienes son la  
fuente de mi inspiración y un ejemplo de la unión familiar. A mis hermanos Jorge y  
Manuel gracias por compartir, incluso la fascinación por la botánica.

A toda mi familia, amigas y amigos que me han apoyado siempre y me han  
acompañado en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

A quienes formaron parte de mi comité, Miguel Ángel, Pepe Franco, Sergio López y Clara Luz Miceli. Gracias colegas y amigos por sus acertados consejos, comentarios, sugerencias, y por compartir agradables momentos y logros.

Al Herbario Eizi Matuda de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas por su apoyo en infraestructura durante el desarrollo y culminación de este estudio. Gracias L200.

Sr. Ariel Gómez Jiménez, gracias por las facilidades y financiamiento otorgados para realizar este estudio es el predio Los Ocotones, en Cintalapa, Chiapas. Le agradezco su hospitalidad en el súper campamento y el apoyo para realizar los muestreos en el campo. Asimismo, al personal a cargo del predio por guiarme en localizar los rodales, especialmente a Rogelio y el biólogo Toño Chaira. A doña Chucita y Doña Chela por compartir sus experiencias, por su compañía y claro, por sus ricas tortillas de mano, comida y café caliente.

A los biólogos que me asistieron en el campo para tomar los datos y que me apoyaron sobre todo a instalar el equipo de escalamiento de árboles: Mario Carlos Molina Robles, Luis Adrián Domínguez Martínez, Andrés E. Ortiz Rodríguez, Rubén Martínez Camilo, Jorge Martínez Meléndez, Manuel Martínez Meléndez y Nadia C. Gutiérrez Trujillo. Asimismo a los ingenieros Jesús A. Cruz Montesinos y Erick O. Cruz Silias, quienes durante su residencia en Los Ocotones me apoyaron en el establecimiento de las parcelas, marcaje de árboles y censo. Gracias a todos por su agradable compañía.

Especialmente a José García-Franco, por su dedicación para explicar y guiar con detalles este estudio de ecología de epífitas. Lo conocí en mi primer congreso de botánica en el 2003 en Querétaro, me lo presentaron y solo dije: “ah, usted es el famoso García-Franco, ¿el del libro?”, él contesto: “no sabía que era famoso”. Gracias por formar parte de esta tesis.

A Rubén Martínez Camilo por guiarme en la elaboración de algunos análisis estadísticos. A varios amigos especialistas botánicos, Adolfo Espejo (Bromeliaceae), C. Rommel Beutelspacher (Orchidaceae), Rodolfo Solano (Orchidaceae) y Susana Valencia (*Quercus*).

Al Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Chiapas (COCYTECH), por la beca otorgada para trabajo de campo como tesista de Miguel Ángel Pérez Farrera, perteneciente al Sistema Estatal de Investigadores en el año 2010.

A la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNICACH, a cargo de Ernesto Velázquez Velázquez, por los permisos otorgados para los viajes el campo. Asimismo agradezco a las laboratoristas por apoyarme con el equipo y espacios respectivos.

A mis compañeros del Herbario Eizi Matuda de la UNICACH: Angelita López Cruz, Manuel Martínez Meléndez, G. Karina García Ruíz, J. Anahí Espinosa Jiménez, Mario Alberto del Barco Rodríguez, Jorge Martínez Meléndez, Rubén Martínez Camilo y Héctor Gómez Domínguez; por su apoyo y compañía.

A mis maestros, amigos y compañeros de la primera generación de la Maestría en Ciencias Biológicas de la UNICACH, algo aprendimos unos de otros.

# CONTENIDO

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
CONTENIDO .....	5
RESUMEN .....	8
<i>Palabras clave:</i> riqueza, abundancia, árbol hospedero, índice de diversidad, estructura vertical.....	9
ABSTRACT .....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	14
2.1. Objetivo general .....	14
2.2. Objetivos particulares .....	15
2.3. Hipótesis .....	15
MÉTODO .....	16
3.1. Área de estudio .....	16
3.1.1. Localización y acceso.....	17
3.1.2. Coordenadas geográficas de los vértices del polígono predial .....	18

3.1.3. Programa de manejo forestal de Los Ocotones .....	19
3.2. Censo de epífitas .....	26
3.3. Análisis de la información .....	29
3.3.1. Riqueza y biomasa .....	29
3.3.2. Diversidad de epífitas en relación al sitio .....	30
3.3.3. Diversidad de epífitas en relación al tamaño del árbol hospedero .....	31
3.3.4. Estructura vertical de las epífitas en el árbol hospedero .....	32
RESULTADOS.....	33
4.1. Riqueza y biomasa de epífitas, curva de rango biomasa.....	34
4.2. Biomasa de epífitas en relación al tamaño del árbol hospedero y al sitio .....	36
4.3. Diversidad de epífitas en relación al sitio.....	39
4.4. Diversidad de epífitas en relación al tamaño del árbol hospedero .....	44
4.5. Estructura vertical .....	48
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	51
5.1. Riqueza y biomasa de epífitas .....	51
5.2. Biomasa y diversidad de epífitas en relación al tamaño del árbol hospedero .....	52
5.3. Biomasa e índice de diversidad de epífitas en relación al sitio.....	53

5.3.1. Similitud entre sitios .....	57
5.4. Comparación con otros sitios neotropicales .....	58
5.5. Estructura vertical de las epífitas en el árbol hospedero.....	59
CONCLUSIONES .....	61
LITERATURA CITADA .....	63
ANEXOS .....	72

## RESUMEN

Se estudió la variación de las comunidades de epífitas vasculares en un bosque de pino-encino con aprovechamiento forestal al Noroeste de estado de Chiapas, México. Fueron colectados datos de orquídeas y bromelias en árboles de *Quercus* con DAP igual o mayor a 20cm, en tres sitios: dos rodales con extracción de madera, con diferentes edades de recuperación, y un bosque conservado. Esto con el fin de analizar el cambio en la diversidad de epífitas en estas tres condiciones. Treinta y ocho especies de epífitas fueron registradas en 0.3 ha, en siete especies de encino. Las orquídeas fueron el grupo más rico en especies, mientras que las bromelias fueron las más abundantes. El análisis de diversidad indicó que orquídeas y bromelias no difieren entre los sitios estudiados, pero en los análisis separados por familia, las bromelias sí presentaron diferencias significativas entre los sitios. Las regresiones lineales indicaron que existe una relación positiva entre el tamaño de los árboles y la biomasa de las epífitas en el sitio conservado, sin embargo la relación es menos intensa en el sitio 2004; en el sitio 2007 no se mostró ninguna relación. En los sitios Corte 2004 y Conservado, la relación entre la biomasa de las epífitas y la cobertura de copa de los árboles hospederos es positiva. Los tres sitios comparten 15 especies de epífitas entre sí, y de acuerdo al análisis de similitud, los sitios Corte 2004 y Corte 2007 son los más parecidos entre sí. Se encontró que el índice de diversidad aumenta conforme aumenta el DAP del árbol hospedero en los sitios Corte 2004 y Corte 2007. El análisis de correspondencia muestra que hay diferencias en su distribución de las epífitas en el árbol, *Trichocentrum* sp. prefiere la zona 1, *Dinema polybulbon* la zona 2, *Epidendrum citrosmum* y *Nemaconia striata* las ramas interiores, y *Catopsis berteroniana* prefiere el



dosel. Estos resultados sugieren que el Método de Desarrollo Silvícola aplicado en este predio no ha modificado sustancialmente los ecosistemas y comunidades de las epífitas, en este caso, de orquídeas y bromelias, aunque se sugiere replicar el estudio más adelante.

*Palabras clave:* riqueza, abundancia, árbol hospedero, índice de diversidad, estructura vertical.

## ABSTRACT

We studied the variation of vascular epiphyte communities in a pine-oak forest with logging forestry at the northwest of Chiapas, Mexico. Orchids and bromeliads data were collected in trees of *Quercus* with DBH equal or greater than 20 cm at three study sites: two stands with timber logging, with different stages of recovery, and in a conserved forest. Thirty-eight epiphytic species were recorded in 0.3 ha in seven species of oak. Orchids are the most species-rich group and *Tillandsia seleriana* was the most abundant. The diversity analysis indicated no differences among the three studied sites; however, for the bromeliads there were significant differences between sites. The regression analyses indicated a positive relationship between tree size and epiphyte biomass on the site preserved, but the relationship is less intense on the site with more recovery time. At holding in 2004 and conserved forest sites the relationship between the epiphyte biomass and tree crown cover is positive. The three sites share 15 epiphyte species, and according to the similarity analysis, sites with holding in 2004 and 2007 Court are the most similar. We found that the diversity index increases with increasing host tree DBH at sites holding in 2004 and in 2007. Correspondence analysis shows differences in the epiphyte distribution on the trees, *Trichocentrum* sp. preferred the trunk base, *Dinema polybulbon* preferred the trunk, *Epidendrum citrosmum* and *Nemaconia striata* the inner branches, and *Catopsis berteroniana* prefer the exterior branches. Our results suggest that the Forestry Development Method applied has not substantially altered the ecosystems and communities of epiphytes, in this case, orchids and bromeliads, although it is suggested to replicate the study later.

*Key words:* richness, abundance, tree host, diversity index, vertical structure.

## INTRODUCCIÓN

El cambio en el uso de la tierra, la pérdida y fragmentación del hábitat resultante, se han mencionado como la mayor amenaza a la diversidad biológica de los bosques tropicales (Laurence, 1999). Durante la conversión de los bosques en áreas para actividades agropecuarias, cosecha de madera, etc., los hábitats son transformados tanto en estructura (área basal, biomasa) como en composición de especies, y cambian algunas de sus características funcionales, como el ciclo de nutrientes, la productividad primaria neta, la luminosidad en el sotobosque, etc. (Ochoa-Gaona y González-Espinosa, 2000; Guariguata y Ostertag, 2001). La conversión de los bosques tiene severas consecuencias para la flora epífita, ya sea por la remoción de los árboles hospederos o por la alteración del régimen de luz, nutrientes, humedad y la frecuencia de los vientos (Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Castro-Hernández *et al.*, 1999; Zapfack y Engwald, 2008). Algunos estudios sugieren que la diversidad (a cualquier nivel alfa, beta, gama) la estructura, y el contenido de nutrientes, pueden verse afectados en las comunidades de epífitas de hábitats aislados (Krömer y Gradstein, 2003; Krömer *et al.*, 2007). El aislamiento y la fragmentación del hábitat reducen los microambientes favorables para la existencia de una alta riqueza de epífitas, incluso las poblaciones de algunas especies pueden disminuir o desaparecer (Krömer y Gradstein, 2003; Krömer *et al.*, 2007; Flores-Palacios y García-Franco, 2004, Flores-Palacios, 2008).

Sin embargo, aunque no se recuperen los sistemas originales, una parte de estas transformaciones de los bosques pueden verse revertidas a través de la sucesión secundaria, proceso mediante el cual la vegetación leñosa vuelve a crecer en un sitio

deforestado. En este caso, la presencia de vegetación remanente puede influir fuertemente en la tasa de recolonización, considerando su efecto por la dispersión de semillas (Guariguata y Ostertag, 2001). De esta manera, la sucesión, potencializa la posibilidad de la recolonización por las epífitas, ya que los árboles representan los sitios para su establecimiento al proporcionar un mosaico de micro hábitats que permite el desarrollo de estas comunidades. Además, ya que la unidad ambiental de las epífitas es el árbol hospedero, la diversidad de epífitas depende también de la diversidad de los árboles (Krömer y Gradstein, 2003; Andersohn, 2004, García-Franco, 1996). De Esta forma, los bosques conservados cercanos pueden fungir como fuentes de propágulos de las epífitas (Hietz-Seifert *et al.*, 1996; Triana-Moreno *et al.*, 2003), ya que después de un disturbio, la recuperación de la comunidad de epífitas depende del suministro de propágulos, su germinación y establecimiento temprano de las plántulas, así como de la interacción de sus hospederos y la capacidad de reproducirse (Toledo-Aceves *et al.*, 2011).

La mayoría de los estudios de sucesión secundaria se han centrado en el germoplasma de las especies de hierbas, arbustos y árboles que son las primeras en colonizar las áreas abiertas (Guariguata y Ostertag, 2002). Sin embargo, poco se sabe acerca de los efectos sobre las epífitas tras la continua deforestación, ni sobre su ecología en los bosques secundarios (Hietz-Seifert *et al.*, 1996). Algunos estudios en bosques intervenidos, indican que la composición de la flora epífita puede relacionarse con la edad del bosque, y no necesariamente los estadios sucesionales más avanzados poseen mayor cantidad de especies (Triana-Moreno *et al.*, 2003). Otros estudios coinciden en que la deforestación causa pérdidas importantes de diversidad de epífitas, por ejemplo, en barbechos con edad de 15 años dan como resultado en 60-70% menos

especies que el bosque vecino natural y en los bosques secundarios con 25-50 años de edad la reducción ha sido de 55% (Krömer y Gradstein, 2003).

En este estudio se estimó la diversidad de epífitas vasculares en un bosque de pino encino bajo manejo forestal, específicamente en dos sitios con diferentes edades de recuperación y en un bosque conservado sin manejo donde no se ha extraído madera. Cabe señalar que este predio es de reciente aprovechamiento forestal y el tiempo de recuperación del área después en que se cortó madera por primera vez, es de siete años. Dado que este estudio se llevó a cabo en un bosque con manejo forestal, es decir con una perturbación controlada, se espera que en diferentes etapas de recuperación del bosque, la diversidad de epífitas sea diferente, es decir, que se podría esperar que el bosque con manejo más reciente sea el que tenga menos diversidad.

### **1.1. Antecedentes**

En general los estudios de plantas epífitas no son abundantes, en parte debido a la inaccesibilidad al dosel; sin embargo, recientemente se han incrementado. Asimismo, hay pocos estudios que proveen información sobre la pérdida y/o recuperación de las poblaciones de epífitas cuando el bosque se recupera después de una transformación o alteración de su estructura y composición por algún tipo de disturbio (ya sea antropogénico o natural). Existen algunos estudios sobre el impacto que tienen las áreas con aprovechamiento en las epífitas, por ejemplo, en cultivos de cacao la diversidad de epífitas no vasculares puede verse disminuida por la intensidad de

manejo, y en el caso de las epífitas vasculares, su riqueza está relacionada con la cubierta del dosel, de tal forma que aunque las plantaciones conservan una porción de la diversidad de epífitas no se compensa con la pérdida de los bosques (Andersson y Gradstein, 2005; Haro-Carrión *et al.*, 2009). Asimismo se ha comprobado que la diversidad de epífitas es más baja en áreas perturbadas y de vegetación secundaria (Barthlott *et al.*, 2001). En contraste, en Oaxaca se encontró que el número promedio de bromelias no difería entre las parcelas manejadas y la parcela testigo (Aparicio, 2009). En México y en Chiapas, los estudios con epífitas vasculares han estado enfocados principalmente a estudios florísticos (Aguirre-León, 1992; Martínez-Meléndez *et al.*, 2009, Martínez-Meléndez *et al.*, 2011), ecológicos (Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Hietz, 1997; Toledo-Aceves *et al.*, 2011) y de distribución (García-Franco, 1996; Wolf y Flamenco, 2003; García-Suárez *et al.*, 2003; Castaño-Meneses *et al.*, 2003). Sin embargo, se ha comprobado que el disturbio y la fragmentación del bosque a cualquier escala, puede reducir la densidad de epífitas (Hietz-Seifert *et al.*, 1996). Específicamente en el estado no existe información sobre las comunidades epífitas en bosques que han sido perturbados por actividades silvícolas.

## **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### ***2.1. Objetivo general***

Describir la estructura de la comunidad de epífitas vasculares en áreas con aprovechamiento forestal.

## **2.2. *Objetivos particulares***

Determinar el cambio en la riqueza y abundancia (biomasa) de las epífitas vasculares entre dos sitios con diferentes edades de recuperación posterior al aprovechamiento forestal y un bosque conservado.

Evaluar la diversidad de orquídeas y bromelias en los tres sitios de estudio.

Relacionar la diversidad y la abundancia de epífitas con el diámetro del tronco y la cobertura de la copa de los árboles hospederos.

Describir la estructura vertical de las epífitas en los tres sitios de estudio.

## **2.3. *Hipótesis***

Si la estructura del bosque es modificada por el aprovechamiento forestal, entonces, la estructura de las epífitas también, ya que hay una relación entre la riqueza y la abundancia de epífitas con el tamaño de los árboles (Zotz *et al.*, 1999, Callaway *et al.*, 2002; Flores-Palacios y García-Franco, 2006; Martínez-Meléndez *et al.*, 2008). Por lo

tanto, los sitios donde se ha extraído madera deben de ser diferentes del bosque conservado, es decir, se espera que la diversidad de epífitas sea menor. Asimismo, dado que las epífitas son capaces de colonizar árboles vecinos, debido a su dispersión por anemocoria, entonces la composición en los bosques con aprovechamiento, debe ser similar a la del bosque conservado que lo rodea. Además es probable que el sitio con mayor edad después del aprovechamiento (año 2004), sea más diverso que el de aprovechamiento más reciente (año 2007), ya que ha tenido más tiempo de recuperación.

Respecto a las preferencias de hábitat, se espera que las bromelias sean más diversas en los sitios intervenidos, ya que son más tolerantes al disturbio y que las orquídeas prefieran las áreas menos perturbadas. Con relación a la estructura vertical de las epífitas en el árbol hospedero, se espera también que las bromelias prefieran las zonas más altas ya que son más tolerantes al sol y que las orquídeas prefieran las zonas intermedias.

## **MÉTODO**

### ***3.1. Área de estudio***

El muestreo de epífitas se realizó en un bosque de pino-encino dentro del predio Los Ocotones, en el municipio de Cintalapa de Figueroa, al noroeste de Chiapas; a 1000 msnm, sobre el corredor biológico Chimalapas-Uxpanapa-El Ocote; específicamente en



el área denominada Ocotones I (Figura 1). La precipitación media anual es de 1250 mm y la temperatura media anual es de 22°C. La vegetación primaria es bosque de coníferas (*Pinus* spp., Pinaceae) (Rzedowski, 1978) con asociaciones de encinos (*Quercus* spp., Fagaceae). Los árboles más altos miden hasta 20 m. Esta área está localizada en un predio particular bajo manejo forestal de 1,373 ha desde el año 2004. La superficie total consiste en áreas de corte de madera (áreas de producción maderable) con 306.89 ha, en donde quedan algunos árboles remanentes, y 69.22 ha como área de conservación, aledañas a esta área de aprovechamiento (Los Ocotones, 2010).

### **3.1.1. Localización y acceso**

El Predio se localiza a 36 km al Noroeste de la Ciudad de Cintalapa de Figueroa, Chiapas, en la región fisiográfica Montañas del Norte (Müllerried, 1982). El acceso se realiza a través del camino pavimentado Cintalapa-El Triunfo, recorriendo por esta vía 2 km para de ahí tomar el camino de terracería que comunica con la Congregación Río Frío de la Comunidad Santa María Chimalapas, Oaxaca. Se recorren 34 km por esta vía, se pasa por las poblaciones Jacinto Tirado, Emiliano Zapata, Villa del Río y Cieneguilla para finalmente llegar al Predio Los Ocotones (Los Ocotones, 2010).

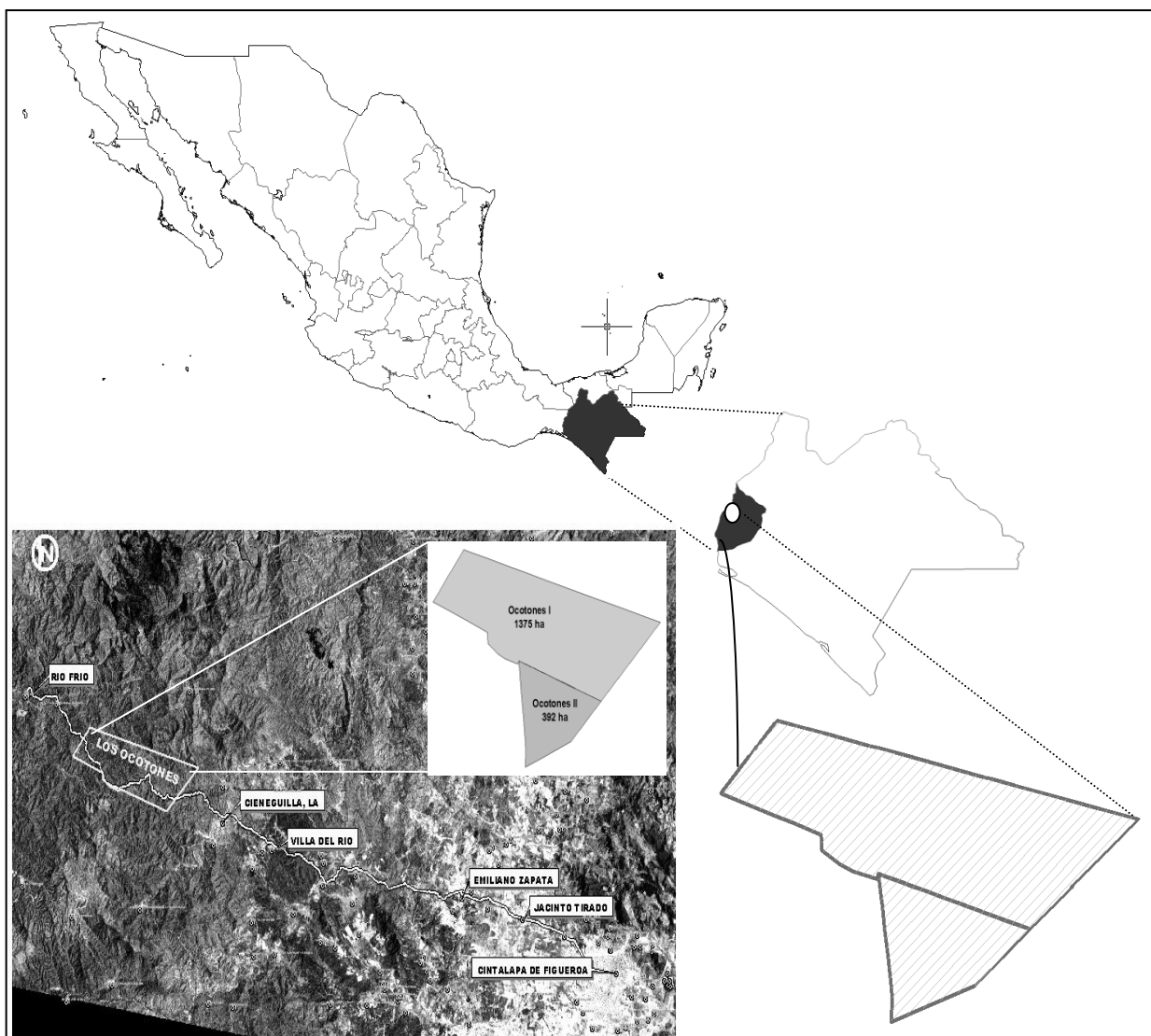


Figura 1. Localización del predio Los Ocotones, Cintalapa de Figueroa, Chiapas, México (Fuente: Los Ocotones, 2010).

### 3.1.2. Coordenadas geográficas de los vértices del polígono predial

El Predio está delimitado por un polígono de 12 vértices, las coordenadas geográficas de cada uno de estos puntos se muestra en el (Cuadro 1). La ge referencia se realizó

en coordenadas geodésicas y UTM zona 15N utilizando el Datum ITRF92 (Los Ocotones, 2010).

Cuadro 1. Coordenadas UTM y geográficas del predio Los Ocotones.

Vértice / Mojonera		Geodésicas		UTM Zona 15 norte	
Numero	Nombre	Longitud Oeste	Latitud Norte	X (m)	Y (m)
1	La Cuchillona	94° 01' 29.53"	16° 47' 31.09"	390,785	1,856,824
2	El Mirador	93° 57' 44.61"	16° 46' 33.89"	397,435	1,855,033
3	Horno Blanco	93° 58' 51.94"	16° 45' 30.35"	395,432	1,853,090
4	Piedras Negras	94° 00' 26.13"	16° 46' 02.37"	392,648	1,854,088
5	Encino Chaparro	94° 00' 27.30"	16° 45' 59.57"	392,613	1,854,002
6	Encino Grueso	94° 00' 41.71"	16° 46' 03.70"	392,187	1,854,131
7	Mogote de Piedra	94° 00' 49.81"	16° 46' 07.59"	391,948	1,854,252
8	Encino Tres	94° 00' 55.53"	16° 46' 11.70"	391,779	1,854,379
9	Encino Dos	94° 01' 01.60"	16° 46' 16.00"	391,600	1,854,512
10	Encino Uno	94° 01' 01.75"	16° 46' 21.68"	391,597	1,854,687
11	El Venado	94° 01' 02.23"	16° 46' 25.20"	391,583	1,854,795
12	Los Martínez	94° 02' 04.43"	16° 46' 48.97"	389,745	1,855,535

### 3.1.3. Programa de manejo forestal de Los Ocotones

Este sistema silvícola está bajo un manejo regular e irregular, con los lineamientos del Método de Desarrollo Silvícola (MDS) y del Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI) respectivamente (Merino *et al.*, 1997; Gerez-Fernández y Purata-Velarde, 2008), proponiéndose un Turno de 45 años, integrado por cinco ciclos de corte, de nueve años cada uno. Las áreas de producción están divididas en anualidades, las cuales son cada una de las partes que integran un ciclo de corte (Los Ocotones, 2010). El ciclo de corte puede definirse como el intervalo de tiempo que transcurre entre dos aprovechamientos principales hechos a un mismo rodal, o bien, el período prefijado de años durante el cual todos los rodales de la serie de ordenación

forestal han sido intervenidos una sola vez (Gerez-Fernández y Purata-Velarde, 2008). El programa de manejo forestal debe incluir un mapa del territorio realizado con ayuda de fotografías aéreas y de los inventarios de campo. En este mapa deben identificarse las zonas del bosque que son parecidas por tener el mismo tipo de especies de plantas y edades o tamaños parecidos, mismos tipos de suelo, de pendientes y de altitud. Estas zonas se marcan en un mapa y se les conoce como rodales o también como parajes. Esto con el propósito de programar fácilmente las intervenciones silvícolas en todos los rodales de manera que todos reciban tratamiento a todo lo largo del turno (Gerez-Fernández y Purata-Velarde, 2008).

Se determinó utilizar un turno de 45 años para los bosques, considerando cinco ciclos de corte por turno, con duración de nueve años cada uno. El ciclo de corte es un período administrativo en el manejo forestal y no está definido por la tasa de crecimiento del bosque, más bien es fijado para que en ese tiempo sea posible cumplir con las metas establecidas en el mediano plazo. El criterio de madurez empleado sólo es un indicador sobre las dimensiones medias de los árboles meta a cosechar, ya que, durante la aplicación de los diferentes tratamientos silvícolas que se proponen, se emplean además, otros criterios para la elección de los árboles a remover (Merino *et al.*, 1997; Los Ocotones, 2010). El MMOBI tiene las cortas selectivas como principal tratamiento silvícola. El MDS se basa en la aplicación de los tratamientos silvícolas: aclareos, cortas de regeneración, y cuando la masa lo requiere, una corta de liberación con preaclareo (Solís *et al.*, 2006).

### ***Aclareos***

Durante los años de crecimiento de los árboles desde que son jóvenes hasta alcanzar la edad máxima o el turno deseado, se realizan varias cortas intermedias llamadas “aclareos”, y se realizan a rodales de la misma edad. Se trata de sacar a los árboles que están mal conformados, enfermos o que presentan cualquier tipo de daño, al mismo tiempo que se abre espacio de crecimiento y entrada de luz para que los árboles que se dejan (siempre los mejores) puedan crecer más rápido y mejor. Los aclareos son el tratamiento (silvícola) de cultivo del bosque más importante, porque bien aplicado dará mayor valor económico al bosque, ya que se producirá un recurso de gran calidad. Por eso se dice que la clave de la buena silvicultura está en el marqueo de los árboles durante los aclareos (Merino *et al.*, 1997; Gerez-Fernández y Purata-Velarde, 2008).

Entre algunos propósitos de los aclareos están redistribuir los incrementos, mejorar el patrón de dominancia (homogeneizar alturas), mejorar la composición de especies, uniformizar la distribución de la masa o patrón de espaciamiento y mantener la densidad o cobertura adecuada. Cabe señalar que difícilmente se logran todos los propósitos con un solo aclareo. Los aclareos sólo funcionan en rodales con espesura cerrada o compleja (Los Ocotones, 2010).

### ***Cortas de regeneración***

Permite iniciar el ciclo de desarrollo del rodal, porque estimula el establecimiento de una nueva generación de árboles. El marqueo se hace para seleccionar y dejar a los mejores árboles como semilleros. Se cortan todos los demás con el fin de abrir suficiente espacio para que el suelo reciba directamente el sol y no tenga hojarasca que

impida la germinación de las semillas (Merino *et al.*, 1997; Gerez-Fernández y Purata-Velarde, 2008).

### ***Cortas de liberación***

Una vez que se ha establecido el renuevo, debe extraerse a los árboles semilleros o árboles padre que hay en el rodal, para abrir espacio de crecimiento. Además se deben cortar algunos árboles del renuevo para tener una mejor distribución del arbolado joven. A este tratamiento también se le conoce como pre-aclareo (Merino *et al.*, 1997; Gerez-Fernández y Purata-Velarde, 2008).

### ***Preaclareos o aclareos pre comerciales***

Los preaclareos son cortas que se realizan en rodales de la misma edad, generalmente en las etapas de monte bravo o vardascal, con el objeto de controlar la composición de la masa, uniformizar la distribución o patrón de espaciamiento y controlar la densidad (Los Ocotones, 2010).

Finalmente, considerando que el actual Ciclo de corta inició en el año 2004, de acuerdo con la duración del Turno y Ciclo de corta propuestos, la vigencia del plan de manejo forestal será hasta el año 2048 y la del presente Ciclo de corta al año 2012 (Los Ocotones, 2010).

### 3.1.4. Geología

El Predio bajo estudio se encuentra en rocas de la Era Paleozoica con clase Ígnea intrusiva del tipo granito (INEGI, 1984).

### 3.1.5. Clima

Según la clasificación climática de Köeppen adaptada para México por García (2004), los climas presentes en el Predio son semicálido húmedo y cálido subhúmedo, los cuales se describen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Climas presentes en el Predio Los Ocotones.

Clave	Superficie		Descripción
	Ha	% superficie	
<b>(A)C(w2)(w)</b>	795.14	57.8	Clima semicálido húmedo, la temperatura media del mes más frío es entre -3° y 18°C y la media anual mayor de 18°C; con lluvias de verano, y sequía en invierno, la lluvia invernal es menor al 5% respecto a la anual. Es el clima más húmedo de los subhúmedos, con un cociente P/T (precipitación total anual en mm / temperatura media anual en °C) mayor de 55.0.
<b>Aw1(w)</b>	529.41	38.5	Clima cálido subhúmedo, la temperatura media del mes más frío es mayor a 18°C y la media anual mayor a 22°C; con lluvias de verano, y sequía en invierno, la lluvia invernal es menor al 5% respecto a la anual. Es el clima intermedio en cuanto a grado de humedad, con un cociente P/T (precipitación total anual en mm / temperatura media anual en °C) entre 43.2 y 55.3.
<b>Aw1</b>	50.48	3.7	Clima cálido subhúmedo, la temperatura media del mes más frío es mayor a 18°C y la media anual mayor a 22°C; con lluvias de verano, y sequía en invierno, la lluvia invernal es entre 5 y 10.2% respecto a la anual. Es el clima intermedio en cuanto a grado de humedad, con un cociente P/T (precipitación total anual en mm / temperatura media anual en °C) entre 43.2 y 55.3.

### **3.1.6. Edafología**

En el predio, se localizan los tipos de suelo Re+Bc+I/2/L, Suelo primario: Regosol eútrico (Re), Suelo secundario: Cambisol crómico (Bc), Suelo terciario: Litosol (I). La clase textural es 2 (Media), y se refiere al contenido en la parte superficial del suelo (30 cm.) de partículas de diversos tamaños que en este caso corresponde con limo (INEGI, 2004 en Los Ocotones, 2010).

### **3.1.7. Topografía**

El sitio de estudio se ubica en la provincia de la Cordillera Centroamericana, en la su provincia Sierras del Sur de Chiapas, en la clase de sistema de topoformas Sierra y tipo de sistema de topoformas Sierra Escarpada (Los Ocotones, 2010).

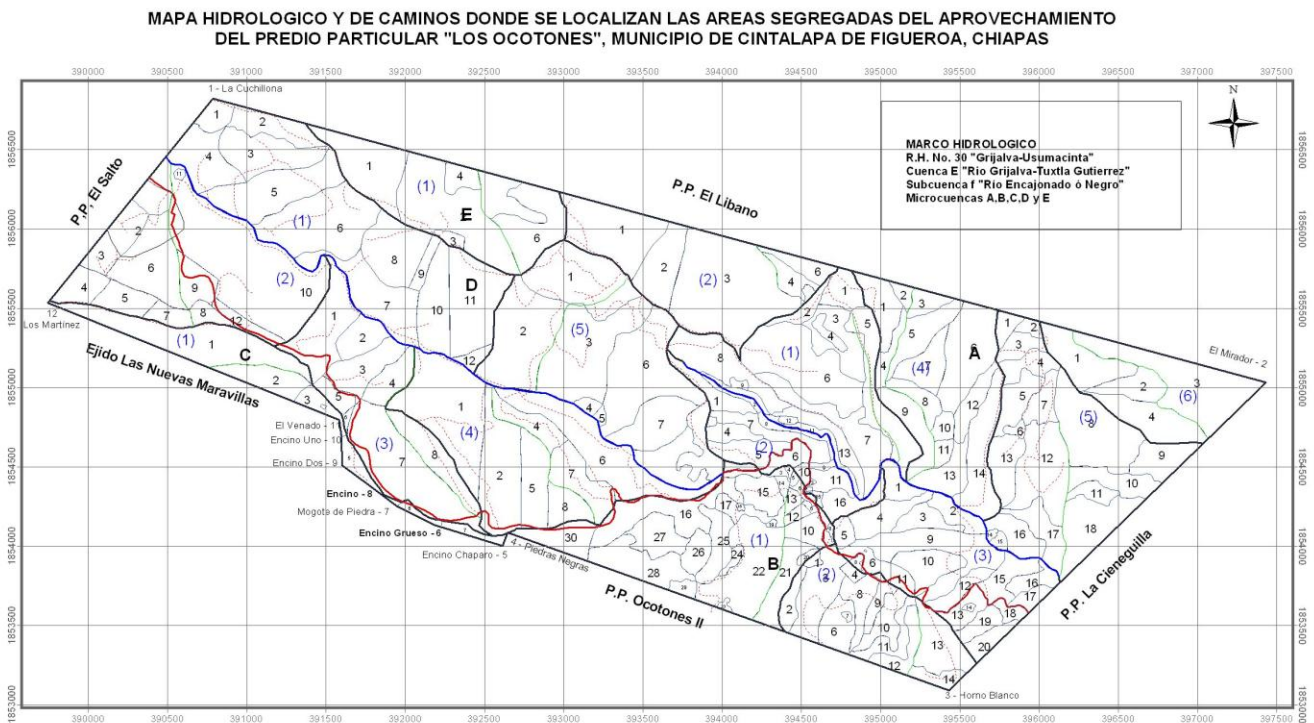
### **3.1.8. Hidrografía**

De acuerdo al contexto estatal el Predio está ubicado en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta, en la cuenca Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez (Cuadro 3, Figura 2, Müllerried, 1982; Los Ocotones, 2010).



Cuadro 3. Marco hidrográfico del Predio.

Región Hidrológica	Cuenca	Sub cuenca	Micro cuenca Local	Superficie (ha)
30 Grijalva - Usumacinta	E Río Grijalva – Tuxtla Gutiérrez	Frío Encajonado ó Negro	A Río El Caracol	469.50
			B Río Horno Blanco	161.01
			C Río Negro	41.46
			D Río Negro	556.45
			E Río Negro	146.61
<b>Total</b>				<b>1,375.03</b>



Elaboró: T.I.F. Constantino Ruiz Jiménez  
Responsable Técnico :  
Ing. Alvaro Arrijo Pacheco  
Teléfono: 044 951 161 12 97  
Correo Electrónico: arrijoapacheco@hotmail.com

**GEOREFERENCIA**  
Proyección:  
Universal Transversa de Mercator UTM  
Elipsoide: GRS 1980  
Datum: ITRF92  
Zona: 15 Norte  
Cuadrícula UTM a cada 500 m

Escala 1:20,000  
200 0 200 400 Metros

**SIMBOLOGIA**  
— Limite del Predio  
— Limite de Rodal  
— Limite de Subrodal (UMM)  
A Clave de Microcuenca  
(5) Numero Rodal  
(10) Numero de Subrodal  
El Mirador - 2 Vértice / Mojonera  
Corrientes Permanentes  
Corrientes Intermitentes  
Camino Secundario  
Brecha de Saca

Superficie Legal: 1,373.00 ha

VERTICE	Geodésicas		UTM Zona 15 norte	
	Longitud Oeste	Latitud Norte	X (m)	Y (m)
1	94° 01' 28.55"	16° 47' 31.59"	390.795	1.856.824
2	93° 57' 44.61"	16° 46' 33.89"	397.435	1.855.033
3	93° 58' 51.54"	16° 45' 30.38"	394.432	1.853.990
4	94° 00' 26.15"	16° 45' 02.37"	392.648	1.854.088
5	94° 00' 27.30"	16° 45' 59.57"	392.613	1.854.002
6	94° 00' 41.71"	16° 46' 03.70"	392.187	1.854.131
7	94° 00' 49.91"	16° 46' 07.99"	391.948	1.854.252
8	94° 00' 55.93"	16° 46' 11.70"	391.779	1.854.379
9	94° 01' 01.66"	16° 46' 16.00"	391.600	1.854.512
10	94° 01' 01.78"	16° 46' 21.68"	391.597	1.854.687
11	94° 01' 02.23"	16° 46' 28.20"	391.583	1.854.795
12	94° 02' 04.45"	16° 46' 48.97"	388.745	1.855.635

Fecha de elaboración: Octubre del 2010

Figura 2. Mapa hidrológico y de caminos en el predio Los Ocotones, Cintalapa de Figueroa, Chiapas (Fuente: Los Ocotones, 2010).

### ***3.2. Censo de epífitas***

Los muestreos se realizaron de marzo a noviembre del 2010 en individuos de *Quercus* spp. presentes en el área Ocotones I donde se extrajo madera. En esta superficie se definieron tres condiciones de manejo-conservación. La primera, un rodal que fue aprovechada en el año 2004, es decir, con una recuperación de seis años (en adelante Corte 2004), y que corresponde a la anualidad 1 (que se refiere al año en el cual comenzó el aprovechamiento en el predio); la segunda fue un rodal aprovechado en el año 2007, con una recuperación de tres años (en adelante Corte 2007) y que corresponde a la anualidad 4, de acuerdo al manejo forestal del bosque (Figura 3). En las dos condiciones anteriores permanecen árboles aislados de *Pinus* spp. y *Quercus* spp. La tercera condición, es la de un bosque aledaño donde no se ha extraído madera, que le denominamos bosque Conservado. Se contemplaron para el muestreo de epífitas solo los individuos de encinos, ya que en general soportan mayor densidad de bromelias que los pinos (Hietz y Hietz-Seifert 1995; Castro-Hernández *et al.* 1999) y algunos estudios indican mejor establecimiento de algunas especies epífitas en *Quercus* spp. que en *Pinus* spp. (Callaway *et al.* 2002).

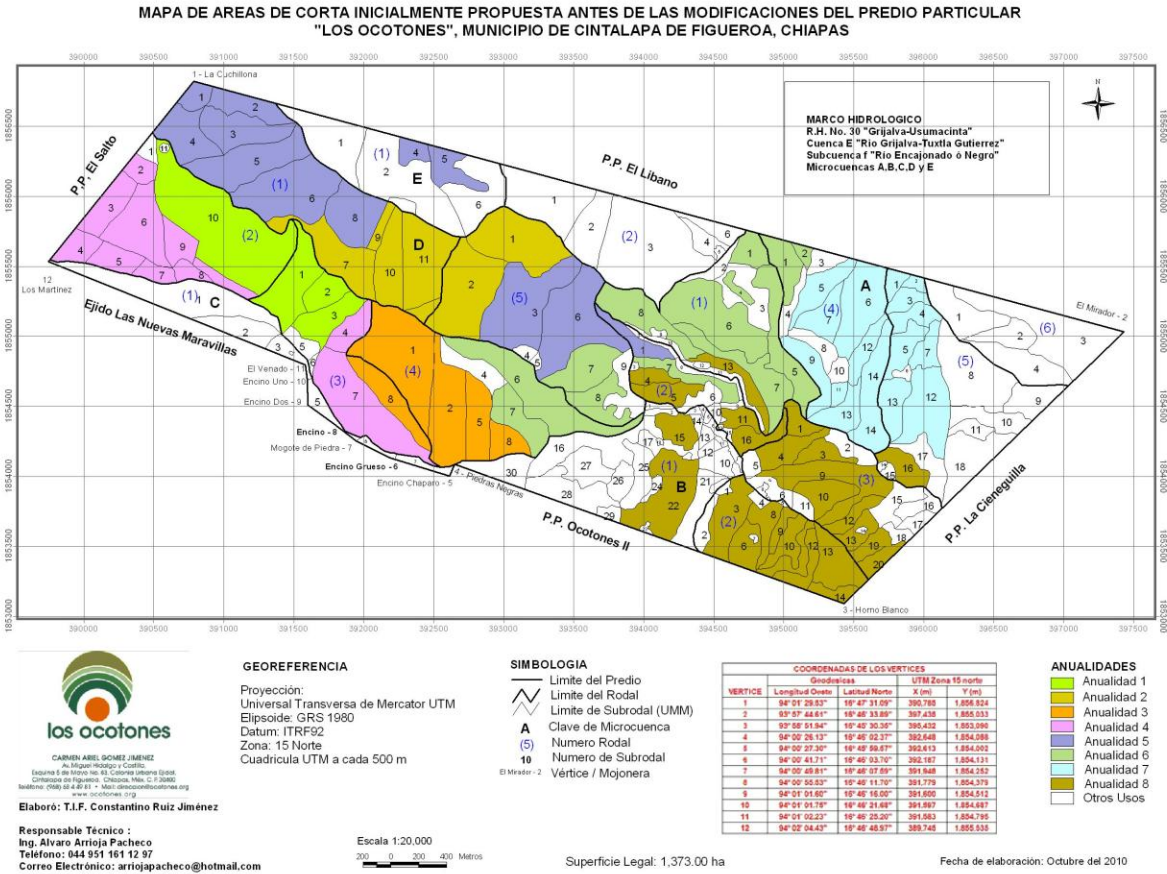


Figura 3. Mapa de áreas de corta por corte (anualidades de la uno a la ocho) en Los Ocotones, Cintalapa de Figueroa, Chiapas (Fuente: Los Ocotones, 2010).

Dado que el muestreo de las epífitas está basado en su presencia en árboles individuales (Wolf *et al.*, 2009), se establecieron tres transectos de 10 X 100 m (0.1 ha) en cada sitio o condición. En cada condición se seleccionaron y muestrearon 30 árboles de encino con  $DAP \geq 20$  cm (modificado de Carlsen, 2000; Flores-Palacios y García Franco, 2006). A cada árbol se le registro su especie, diámetro a altura del pecho (DAP), altura (Krömer y Gradstein *et al.*, 2003) y cobertura de copa. Se accedió a los árboles con técnicas de escalamiento con cuerdas (Barker y Sutton, 1997). Para

analizar la estructura vertical de las comunidades epífitas, se siguió la división de los árboles en cinco zonas propuesta por Johansson (1974, Figura 4), por lo que se registraron todas las especies de epífitas vasculares encontradas en cada árbol y en cada zona.

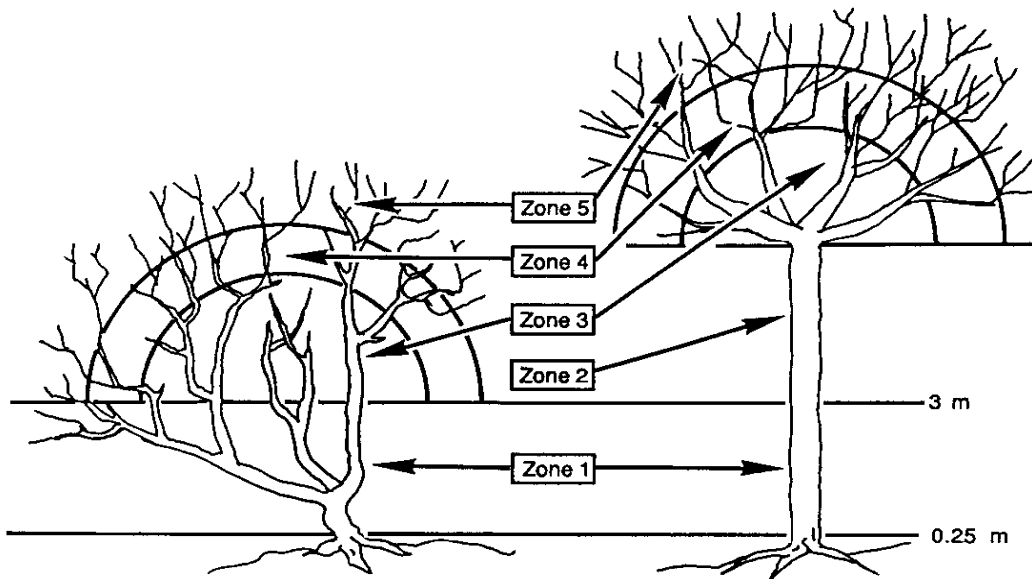


Figura 4. Zonificación del árbol hospedero: zona 1: de 0.22 cm a 3 m a partir del suelo; zona 2: de 3 m a las primeras ramas mayores, zona 3: ramas grandes; zona 4: ramas de talla media y delgadas; y zona 5: las ramas más delgadas (Johansson, 1974).

Para obtener la abundancia de las epífitas se siguió el método propuesto por Wolf *et al.* (2009) que utiliza la biomasa de diferentes individuos de cada especie para estimar la abundancia. En cada árbol se muestreó la biomasa (peso seco) (Wolf *et al.*, 2009) de las epífitas, que consiste en el cálculo del número de hojas o rosetas, dado que muchas especies epífitas son de crecimiento modular y se dificulta observar los

individuos separados. En las bromelias, el número de rosetas se clasificó en tres clases de talla, chicas (5-20 cm,) medianas (20-50 cm) y grandes (>50 cm) (Wolf y Konings, 2001; Wolf *et al.*, 2009). Las plántulas de bromelias (<5 cm) no fueron consideradas porque son difíciles de identificar, tienen altas tasas de mortalidad (33% de sobrevivencia, Benzing, 2000), y no contribuyen mucho a la biomasa total (Wolf *et al.*, 2009). Para las orquídeas, el número de hojas de plantas adultas provee una buena medida sobre su tamaño. Para cada especie y categoría se colectaron 10 especímenes (considerando una roseta como un individuo en bromelias; y hojas en orquídeas). La materia orgánica acumulada en las plantas fue removida antes de secarlas para no incluir su peso, y así, algún error en las mediciones. Posteriormente fueron secadas en un horno de laboratorio a 70°C por siete horas en bromelias y 12 horas en orquídeas. Una vez secas, se pesaron en una balanza analítica (Ohaus Pioneer 210 g Readability 0.0001 g). Por otro lado, las muestras colectadas y herborizadas de las especies encontradas fueron depositadas en el Herbario Eizi Matuda (HEM) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

### ***3.3. Análisis de la información***

#### **3.3.1. Riqueza y biomasa**

Se contabilizó el número de especies en cada árbol hospedero y en cada uno de los tres sitios (Riqueza). La estimación de la abundancia se basó en la suma del peso seco

de los 10 especímenes por categoría de tamaño, por especie. Posteriormente esto se multiplicó por el total de especímenes registrados en cada especie. De esta manera, fue estimada la biomasa total de cada especie (Wolf *et al.*, 2009). Con estas medidas cuantitativas, se realizó un análisis de varianza para probar si había diferencias significativas entre los sitios respecto a la abundancia, utilizando el software estadístico Infostat versión 2008 para Windows (di Rienzo *et al.*, 2008). Se construyó un gráfico de distribución rango-abundancia utilizando los valores de biomasa obtenidos por especie, útil para resumir las diferencias en la abundancia por especie, entre los sitios (Magurran, 1989). Para ello se usó el programa Species, Diversity and Richness (SDR) V 4.0 (Seaby y Henderson, 2006).

Para conocer la eficiencia del muestreo en cada sitio, se elaboró una curva suavizada de acumulación de especies con el modelo de Clench, para lo cual se aleatorizó la posición de los árboles iterando en 1,000 ocasiones con el software estadístico Estimates 8.2.0 (Colwell, 2009), posteriormente, se obtuvo un modelo de dependencia lineal con el software Statistica (StatSoft, 2012).

### **3.3.2. Diversidad de epífitas en relación al sitio**

Para saber si había diferencias significativas entre los sitios respecto a sus características forestales, se compararon las variables que incluyen el tamaño de los árboles (DAP y cobertura de copa) en los tres sitios. Asimismo se comparó la diversidad de epífitas entre los sitios para saber si había diferencias significativas entre estos. Para ello se obtuvo el índice de diversidad de Shannon-Wiener de cada árbol y las

comparaciones se hicieron a través de un análisis de varianza (ANOVA) en ambos casos. Dado que no hubo normalidad en las variables de tamaño de los árboles, se compararon mediante un análisis no paramétrico. Para lo anterior, se usó el software estadístico JMP versión 5.1 (SAS Institute, 2003). Asimismo, dadas las diferencias de requerimientos de luz, humedad y temperatura entre orquídeas y bromelias, se quiso saber si variaba la diversidad entre los sitios de estas dos familias. Por lo tanto, dada su distribución normal, se realizó un ANOVA paramétrico para comparar la diversidad solo de bromelias entre sitios (los datos tuvieron distribución normal); y uno no paramétrico para comparar la diversidad de las orquídeas entre sitios (los datos no fueron normales).

Para determinar la diversidad beta entre los sitios muestreados se calculó el índice de similitud de Jaccard utilizando el programa Multivariate Statistic Package (MVSP 3.1) (Kovach Company Services, UK) para Windows. Asimismo se construyó un diagrama de Venn para observar las especies exclusivas en cada sitio y las que se comparten entre ellos.

### **3.3.3. Diversidad de epífitas en relación al tamaño del árbol hospedero**

Antes de definir qué variables del árbol hospedero (altura, cobertura y DAP) se usarían para relacionar el tamaño del árbol con los atributos de las epífitas, se realizó un análisis de correlación bivariada entre estas variables. Las tres estuvieron correlacionadas (DAP vs altura:  $R=0.49$ ,  $P<0.001$ ,  $N=90$ ; DAP vs cobertura de copa:  $R=0.99$ ,  $P<0.001$ ,  $N=90$ ; altura vs cobertura de copa:  $R=0.56$ ,  $P<0.001$ ,  $N=90$ ). Sin

embargo, se eligieron el DAP y cobertura de copa del árbol, para relacionarlos con los parámetros de las epífitas, como generalmente se realiza en la mayoría de los estudios de epífitas (Hietz-Seifert *et al.*, 1996; Mehlreter *et al.*, 2005; Flores-Palacios y García-Franco, 2006; Wolf *et al.*, 2009; Haro-Carrion *et al.*, 2009). Para analizar estas relaciones entre las especies de epífitas y el tamaño del árbol hospedero, se calcularon regresiones lineales entre las variables DAP y cobertura de copa *versus* biomasa e índices de diversidad de epífitas. Los valores de las variables utilizadas fueron transformados a su logaritmo natural para reducir el rango de variación, normalizar el conjunto de datos y para ajustar la línea de la relación (Flores-Palacios y García-Franco, 2006).

#### **3.3.4. Estructura vertical de las epífitas en el árbol hospedero**

Para conocer la estructura vertical de las epífitas y entender si éstas se distribuyen en todo el árbol homogéneamente o se agrupan en determinada sección del árbol, se realizó un análisis de correspondencia (AC) por medio del software estadístico Infostat versión 2008 para Windows (di Rienzo *et al.*, 2008). El AC es una técnica exploratoria que permite representar gráficamente filas y columnas de una tabla de contingencia. Las filas de la tabla de contingencia pueden ser vistas como puntos con coordenadas dadas por las columnas de la tabla. Los perfiles filas son construidos a partir de la división de la frecuencia observada en cada celda por el correspondiente total de fila. A cada punto fila se le asigna un peso a través de la división del total de fila por el gran



total de la tabla. Los perfiles columnas se definen de manera equivalente (di Rienzo *et al.*, 2008).

El AC opera sobre la matriz de desviaciones Chi cuadrado, en lugar de usar la matriz de varianzas y covarianzas como lo hace el análisis de componentes principales. Este método mide cuales son las combinaciones de modalidades que tienen más *inercia* (que más contribuyen a rechazar la hipótesis de independencia entre las dos variables). Estas son las modalidades de la periferia o modalidades que se alejan del centro del plano. Como el análisis no se realiza sobre las frecuencias absolutas sino sobre las proporciones de la tabla de contingencia, comúnmente se utiliza el término *inercia* para denotar la información Chi cuadrado en la tabla (*inercia* es el valor Chi cuadrado dividido por el gran total de la tabla). El AC determina, a través de la descomposición por valor singular de la matriz de desviaciones Chi cuadrado de proporciones filas y columnas bajo la hipótesis de independencia entre filas y columnas, un sub espacio óptimo para la representación de los perfiles de filas y columnas ponderados por sus respectivos pesos. Esto puede mostrar que la zona y sus características tienen un efecto sobre la distribución de las especies epífitas. Consideramos que una especie epífita tenía preferencia por una zona si la distancia de  $X^2$  era mayor a 3.84.

## **RESULTADOS**

#### **4.1. Riqueza y biomasa de epífitas, curva de rango biomasa**

Se reportaron 38 especies de epífitas en los tres sitios estudiados, 28 de orquídeas y 10 de bromelias (Anexo 1). Dos especies de bromelias *Catopsis berteroniana* y *Tillandsia seleriana* están catalogadas como Protegida y Amenazada respectivamente, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT, 2010). Los árboles hospederos estuvieron representados por siete especies de encinos: *Quercus candicans* Née, *Q. crassifolia* Benth., *Q. laurina* Bonpl., *Q. magnoliifolia* Née, *Q. peduncularis* Née, *Q. sapotifolia* Liebm., *Quercus* sp.1 y *Quercus* sp. 2. Se encontraron 23 especies de epífitas en el sitio corte 2004, 24 especies en el sitio corte 2007 y 30 especies en el bosque conservado. El bosque conservado tuvo la mayor riqueza de orquídeas y una especie menos de bromelias que los otros dos sitios.

La biomasa total en los tres sitios fue 25,217.7 g, de los cuales 19,632.09 g fueron de bromelias y 5,585.65 g de orquídeas. La biomasa estuvo repartida en 10,581.01 g en el sitio con corte en el 2004, 6,790.17 g en el sitio aprovechado en 2007, y 7,846.56 g en el sitio conservado. La biomasa promedio de epífitas fue de 45 g/árbol en las parcelas del sitio corte 2004, 35 g/árbol en el sitio corte 2007 y 39 g/árbol en el sitio conservado (Anexo 2). En cuanto a la distribución de la biomasa, las curvas de rango-biomasa muestran una tendencia logarítmica en la que la mayoría de las especies tienen una abundancia intermedia, y que además los sitios Corte 2004 y Corte 2007 están dominados por *Tillandsia seleriana*. En el sitio Conservado la especie más abundante fue *T. fasciculata* seguida de *T. seleriana* (Figura 5) y la de menor biomasa, la orquídea *Domingoa purpurea*.

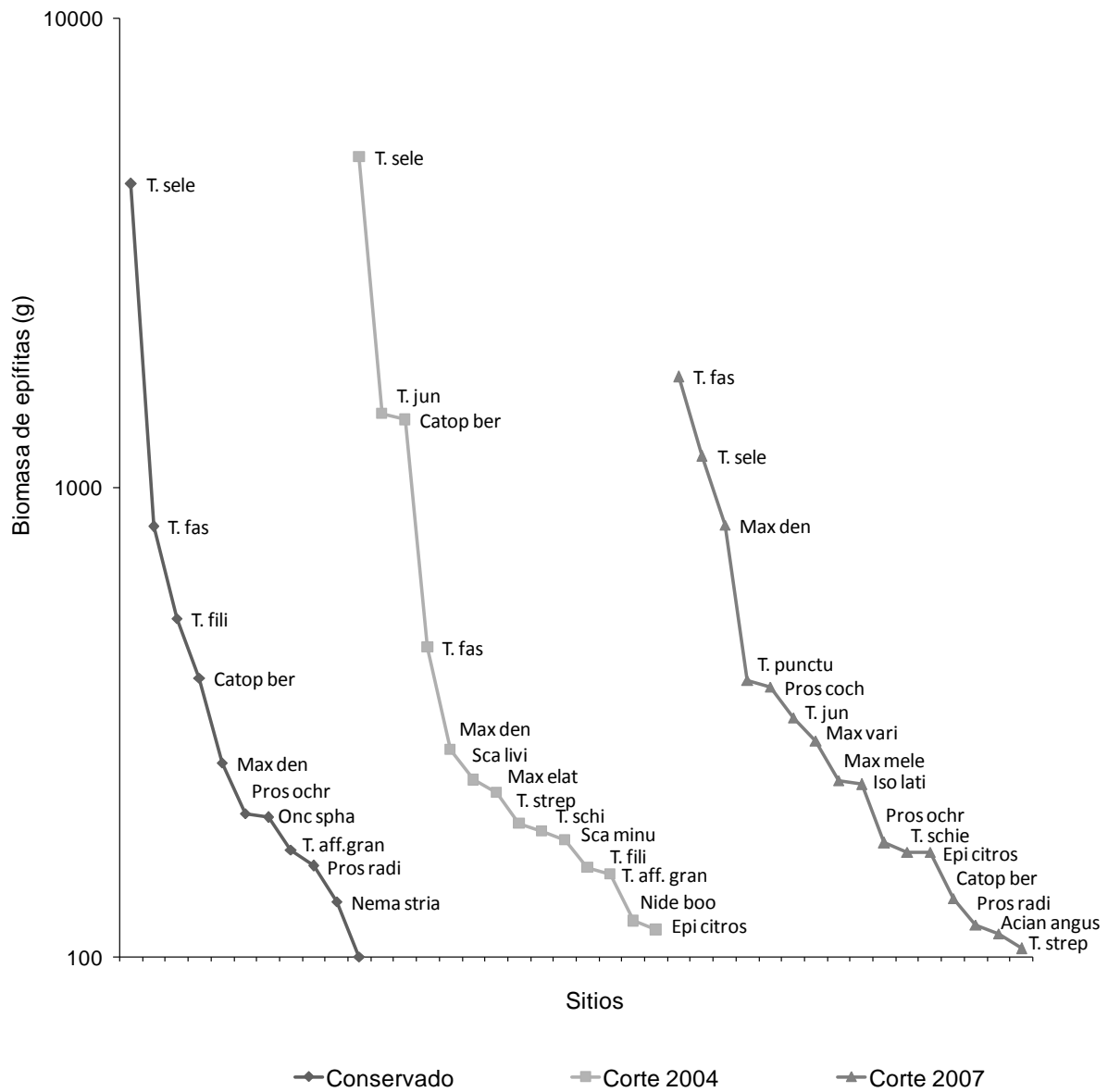


Figura 5. Curva de rango abundancia (biomasa en este caso) en los tres sitios de estudio en Los Ocotones, Cintalapa, Chiapas.

## 4.2. Biomasa de epífitas en relación al tamaño del árbol hospedero y al sitio

La biomasa de las epífitas entre los sitios de estudio, no fue diferente ( $k= 1.74$ , G.L.= 2,  $P= 0.42$ ) (Figura 6).

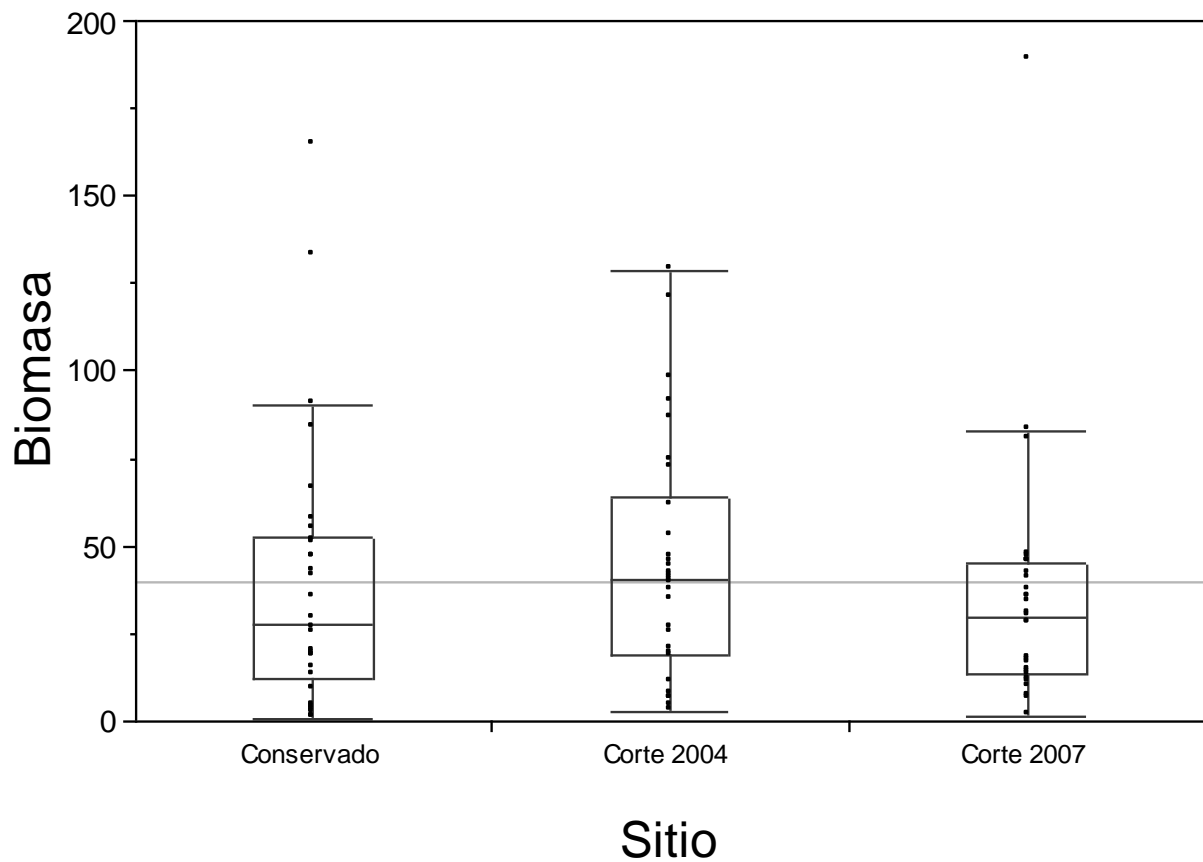


Figura 6. Biomasa total de las epífitas en los tres sitios de estudio, en Los Ocotones, Cintalapa de Figueroa, Chiapas ( $k= 1.74$ , G. L.= 2,  $P= 0.42$ ).

Se observó una relación positiva entre el tamaño de los árboles y la biomasa de las epífitas en el sitio conservado, sin embargo la relación fue menos intensa en el sitio Corte 2004. En el sitio Corte 2007 no se muestreó ninguna relación, es decir que el tamaño de los árboles no influyó sobre la biomasa de las epífitas (Figura 7). Asimismo observamos que en los sitios Corte 2004 y Conservado, la relación entre la biomasa de las epífitas y la cobertura de copa de los árboles hospederos fue positiva, pero en Corte 2007 la relación tuvo una tendencia negativa, esto sugiere que a mayor tamaño de la copa de los árboles, la biomasa de epífitas es menor (Figura 8).

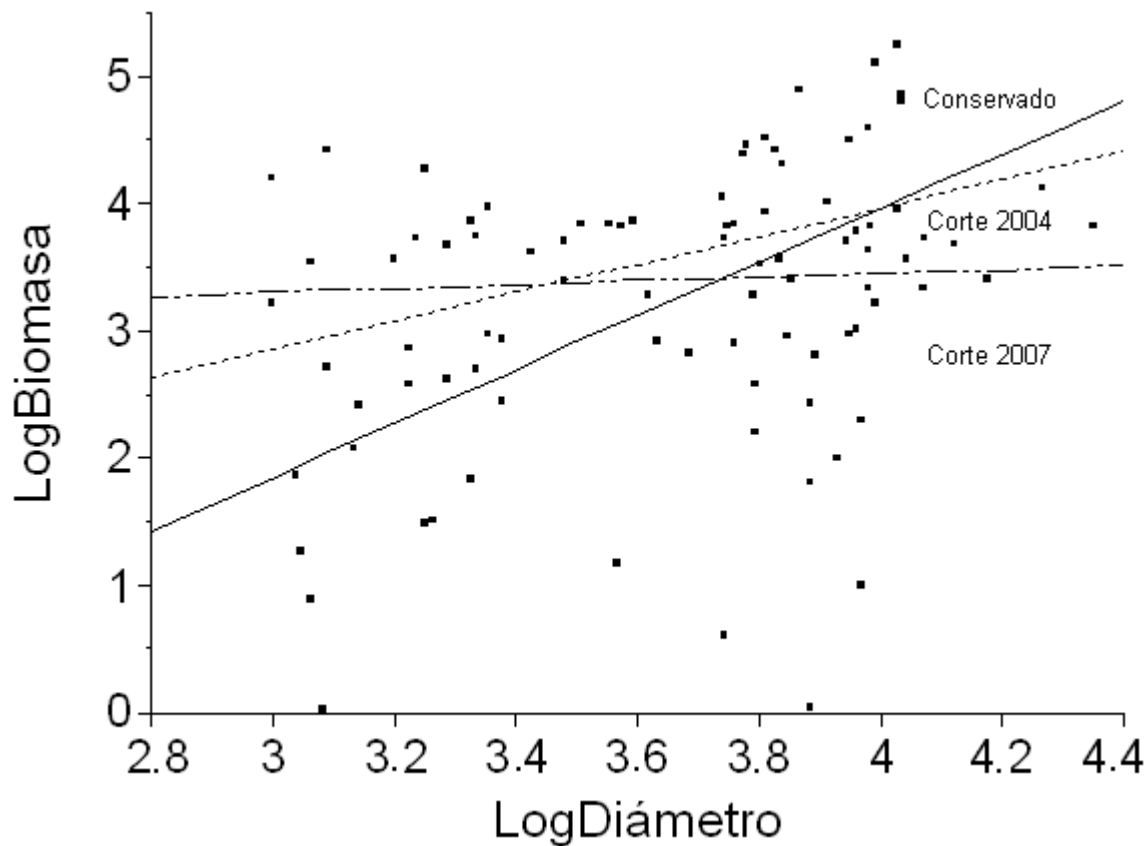


Figura 7. Relación entre la biomasa de epífitas y el diámetro de árbol hospedero (DAP) en los tres sitios de estudio en Los Ocotones, Chiapas (**Conservado**:  $Y=$

4,478943+2,111093X,  $F=16.25$ ,  $R^2=0.38$ ,  $R=0.61$ ,  $P<0.001$ ; **Corte 2004:**  $Y=-0,452395+1,1058889X$ ,  $F=8.75$ ,  $R^2=0.24$ ,  $R=0.49$ ,  $P<0.01$ ; **Corte 2007:**  $Y=2,8616639+0,1493587X$ ,  $F=0.11$ ,  $R^2=0.005$ ,  $R=0.07$ ,  $P=0.74$ ).

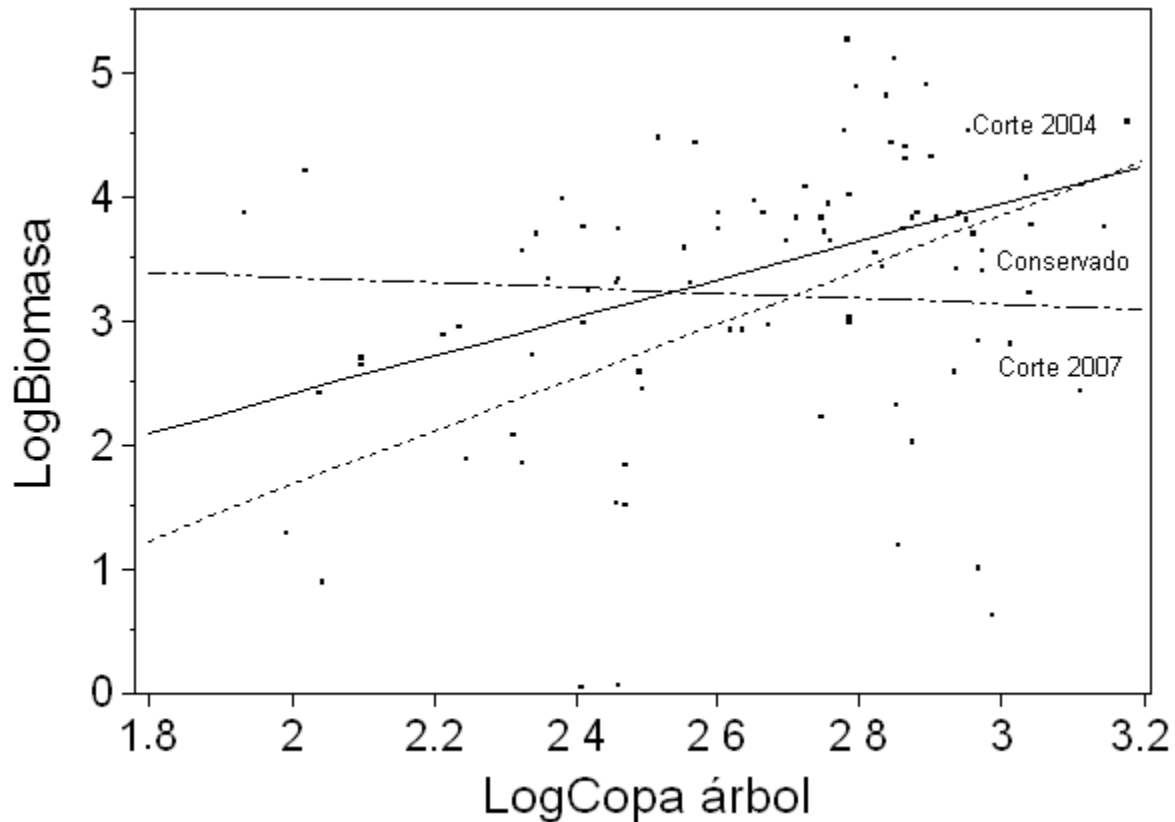


Figura 8. Relación entre la biomasa de epífitas (gr) y la cobertura de copa (m) de los árboles hospederos en los tres sitios de estudio en Los Ocotones, Chiapas (**Conservado:**  $Y=-2,664509 + 2,1708742X$ ,  $F=8.91$ ,  $R^2=0.24$ ,  $R=0.49$ ,  $P=0.006$ ; **Corte 2004:**  $Y=-0,661197 + 1,5363482X$ ,  $F=6.98$ ,  $R^2=0.19$ ,  $R=0.44$ ,  $P=0.01$ ; **Corte 2007:**  $Y=3,7534788 - 0,2023285X$ ,  $F=0.13$ ,  $R^2=0.004$ ,  $R=0.06$ ,  $P=0.72$

### 4.3. Diversidad de epífitas en relación al sitio

Se estimó el índice de diversidad de Shannon-Wiener en los tres sitios de estudio ( $H'$ Corte 2004= 1.98,  $H'$ Corte 2007= 2.13,  $H'$ Conservado= 2.18). El análisis no paramétrico de los promedios por árbol, indicó que no hay diferencias significativas entre los sitios (KRUSKAL-WALLIS:  $k= 1.27$ , G.L.=2,  $P=0.53$ ) respecto al índice de Shannon-Wiener (Figura 9).

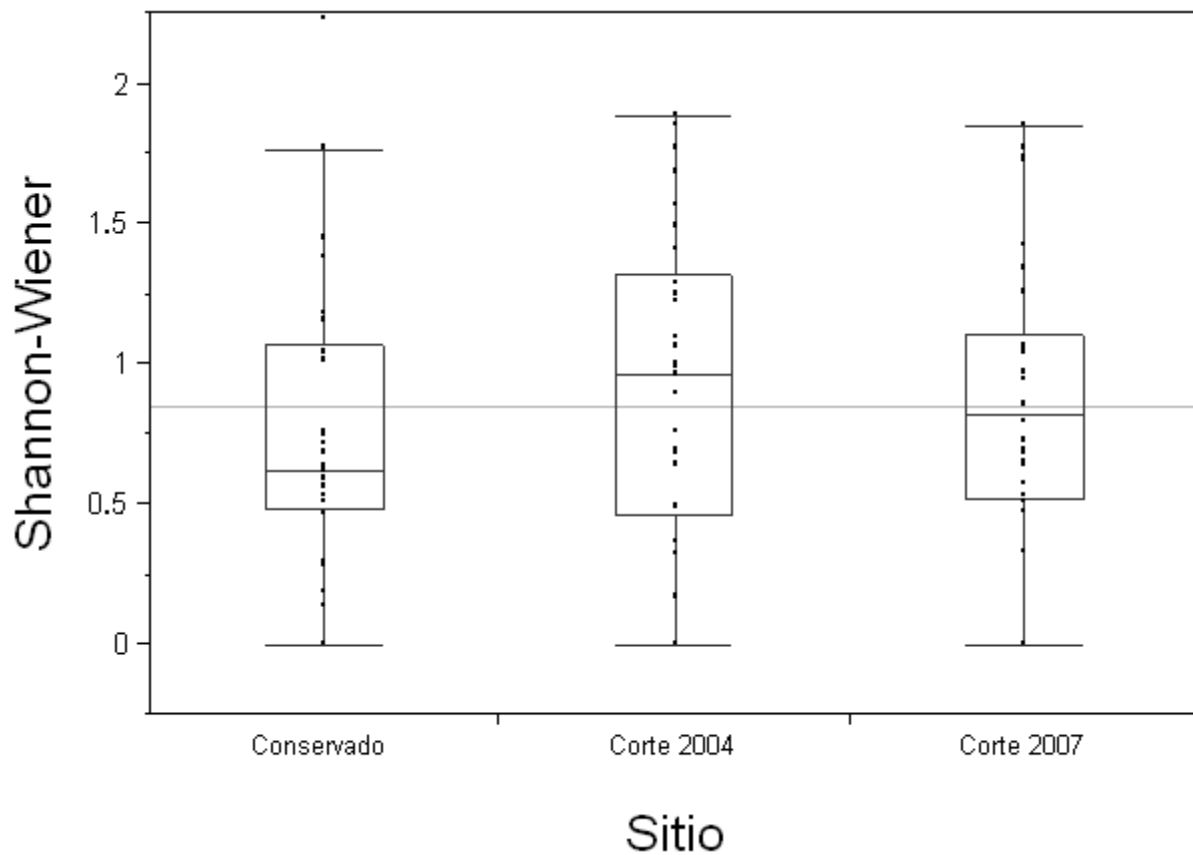


Figura 9. Promedios por árbol del índice de diversidad de Shannon-Wiener en tres sitios de estudio, en Los Ocotones, Cintalapa de Figueroa, Chiapas (KRUSKAL-WALLIS:  $k= 1.27$ , G.L.=2,  $P=0.53$ ).

Ya que la diversidad no fue diferente entre los sitios, se realizó una comparación entre ellos, pero de acuerdo a la distribución de las especies epífitas por familia. En las bromeliáceas sí hubo diferencias significativas entre los sitios, el sitio Corte 2004 presentó el mayor promedio ( $F_2= 12.97$ ,  $P<0.001$ ) (Figura 10). Sin embargo se encontró que en Orchidaceae, no existían diferencias significativas entre los tres sitios (KRUSKAL-WALLIS:  $k= 0.34$ , G.L.= 2,  $P=0.84$ ) (Figura 11).

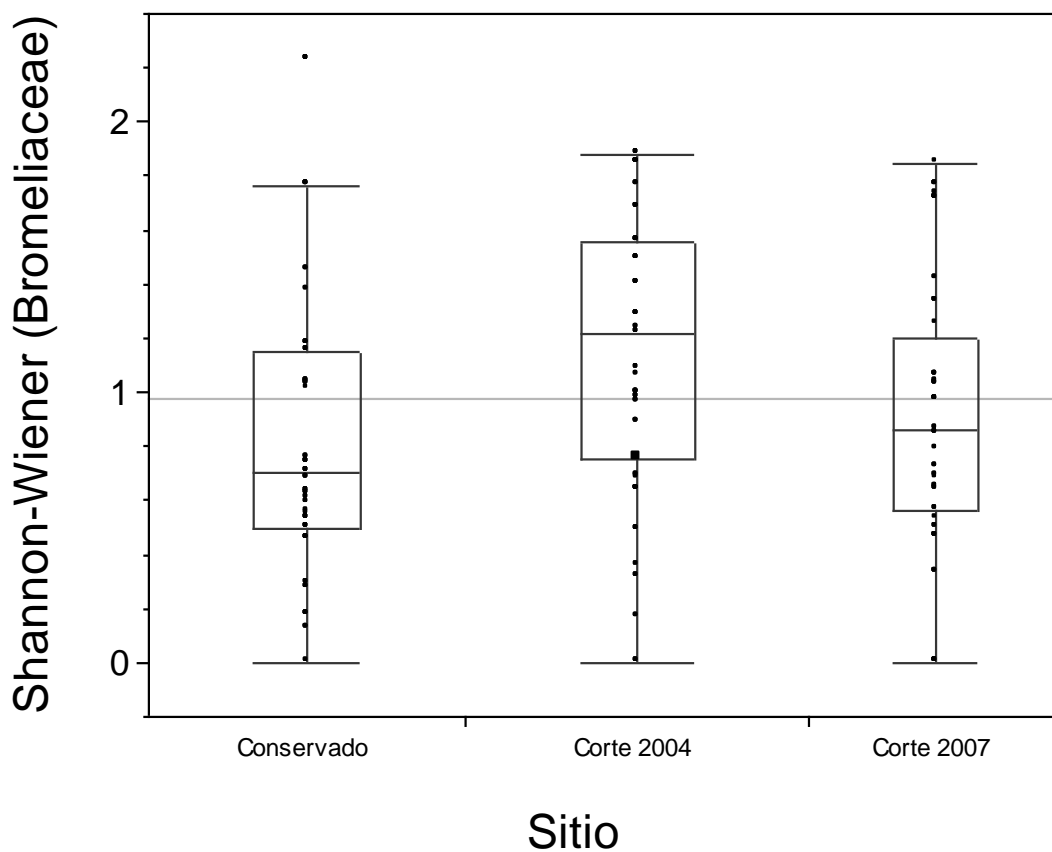


Figura 10. Promedios por árbol del índice de diversidad de Shannon-Wiener en Bromelias, en tres sitios de estudio, en Los Ocotones, Cintalapa de Figueroa, Chiapas (ANOVA:  $F_2= 12.97$ ,  $P<0.001$ ).



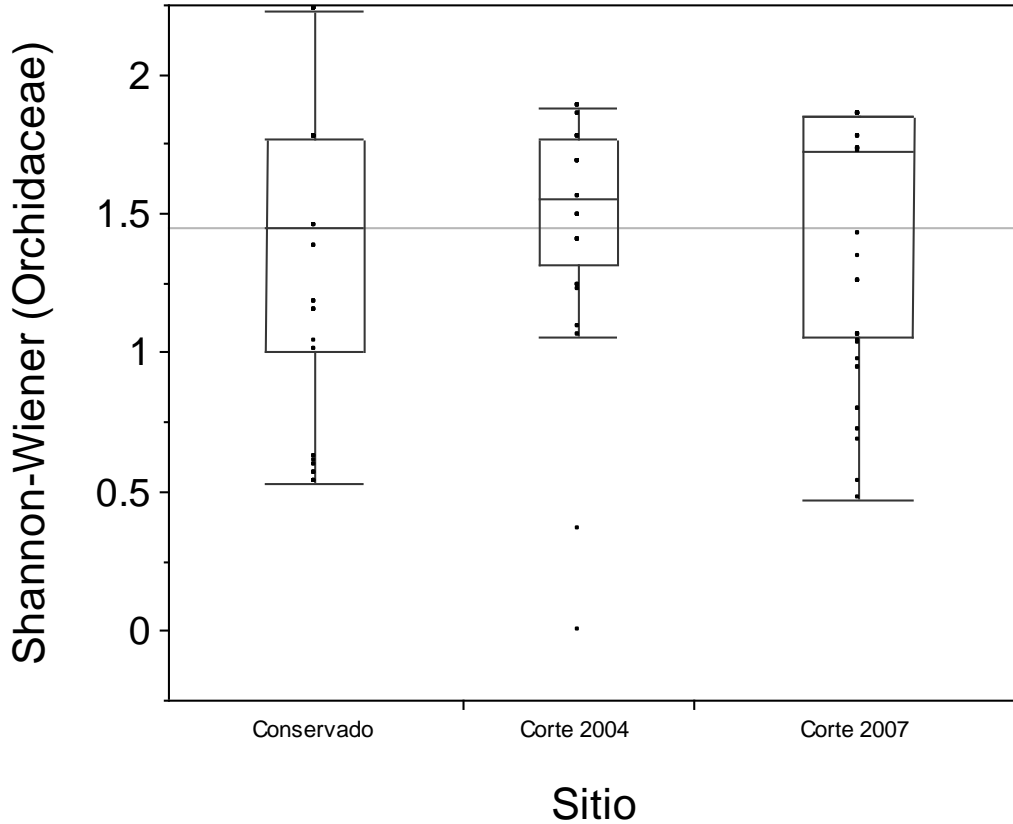


Figura 11. Promedios por árbol del índice de diversidad de Shannon-Wiener en Orquídeas, en los tres sitios de estudio, en Los Ocotones, Cintalapa de Figueroa, Chiapas (KRUSKAL-WALLIS:  $k= 0.34$ , G.L.= 2,  $P=0.84$ ).

Los tres sitios compartieron 15 especies de epífitas entre sí. El diagrama de Venn también ilustró las especies que se comparten entre pares de sitios, y las que solo se encontraron en alguno de los sitios. El análisis de similitud indicó que los sitios Corte 2004 y Corte 2007 fueron los más parecidos entre sí (62% de similitud), sin embargo, aunque el sitio Corte 2004 tiene más tiempo de recuperación, obtuvo un porcentaje de similitud menor comparado con el sitio Conservado, del que tuvo el sitio Corte 2007 (Figura 12).

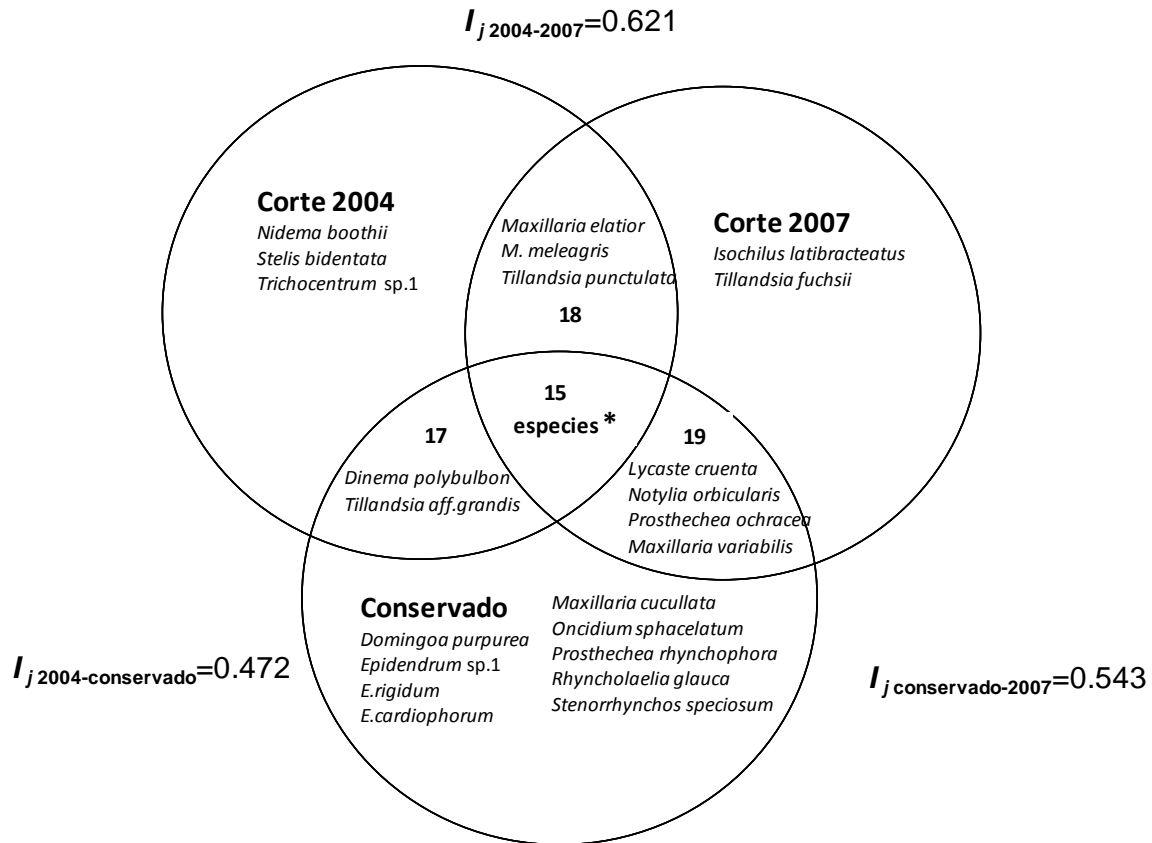


Figura 12. Diagrama de Venn que muestra las especies compartidas entre los tres sitios de estudio y las que comparten entre pares de sitios.

Se presentan las especies que sólo se encontraron en cada uno de los sitios y la similitud entre los tres sitios de estudio. \**Acianthera angustifolia*, *Catopsis berteroniana*, *Epidendrum citrosmum*, *Maxillaria densa*, *Nemaconia striata*, *Prosthechea cochleata*, *Tillandsia streptophylla*, *T. fasciculata*, *T. juncea*, *T. filifolia*, *T. schiedeana*, *T. seleriana*, *Prosthechea radiata*, *Scaphyglottis livida*, *S. minuta* (Figura 12).

Los análisis de la curva suavizada de acumulación de especies mostraron que el muestreo fue amplio, aunque no suficiente para registrar todas las especies ( $R^2=0.99$  en los tres sitios, Figura 13)

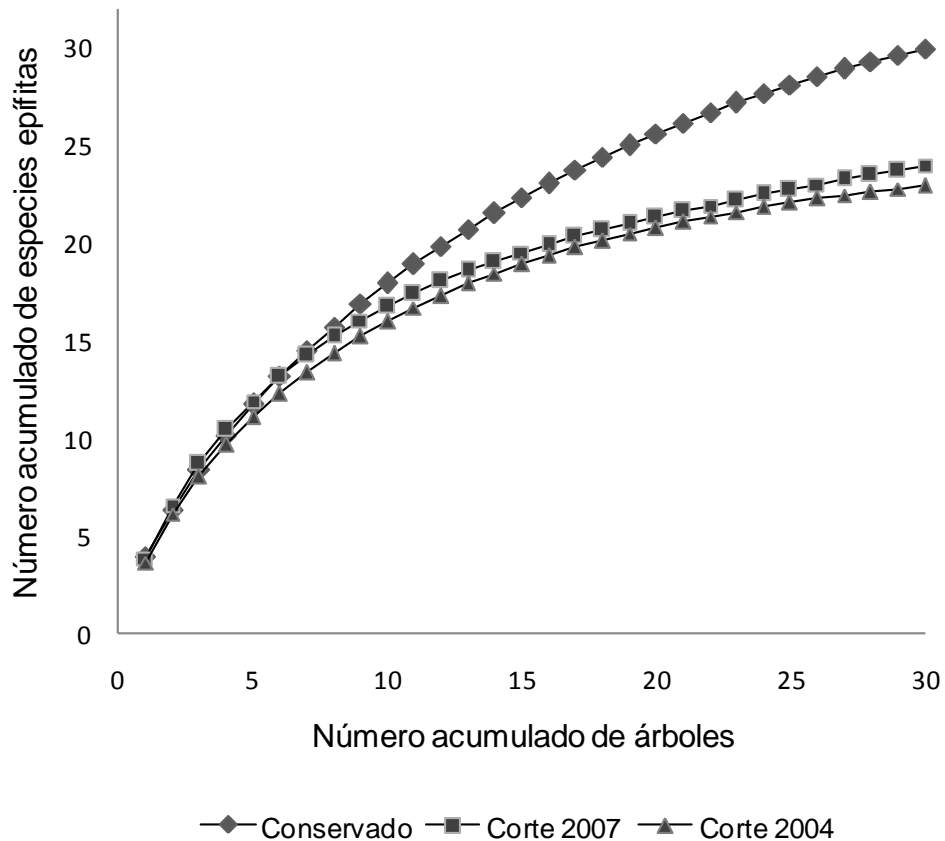


Figura 13. Curva de acumulación de especies en los tres sitios de estudio en Los Ocotones, Cintalapa, Chiapas. Función de Clench: conservado  $y = \frac{(2.16253) \cdot x}{1 + (0.049809) \cdot x}$ ,  $R^2=0.99$ ; Corte 2007  $y = \frac{(3.95155) \cdot x}{1 + (0.133899) \cdot x}$ ,  $R^2=0.99$ ; Corte 2004  $y = \frac{(3.60833) \cdot x}{1 + (0.123611) \cdot x}$ ,  $R^2=0.99$ .

#### 4.4. Diversidad de epífitas en relación al tamaño del árbol hospedero

El DAP y la cobertura de copa de los árboles en los sitios de estudio, no fue diferente (KRUSKAL-WALLIS: DAP  $k=1.74$ , G.L.=2,  $P=0.42$ , Figura 14; cobertura  $k = 0.44$ , G.L.=2,  $P=0.80$ ; Figura 15).

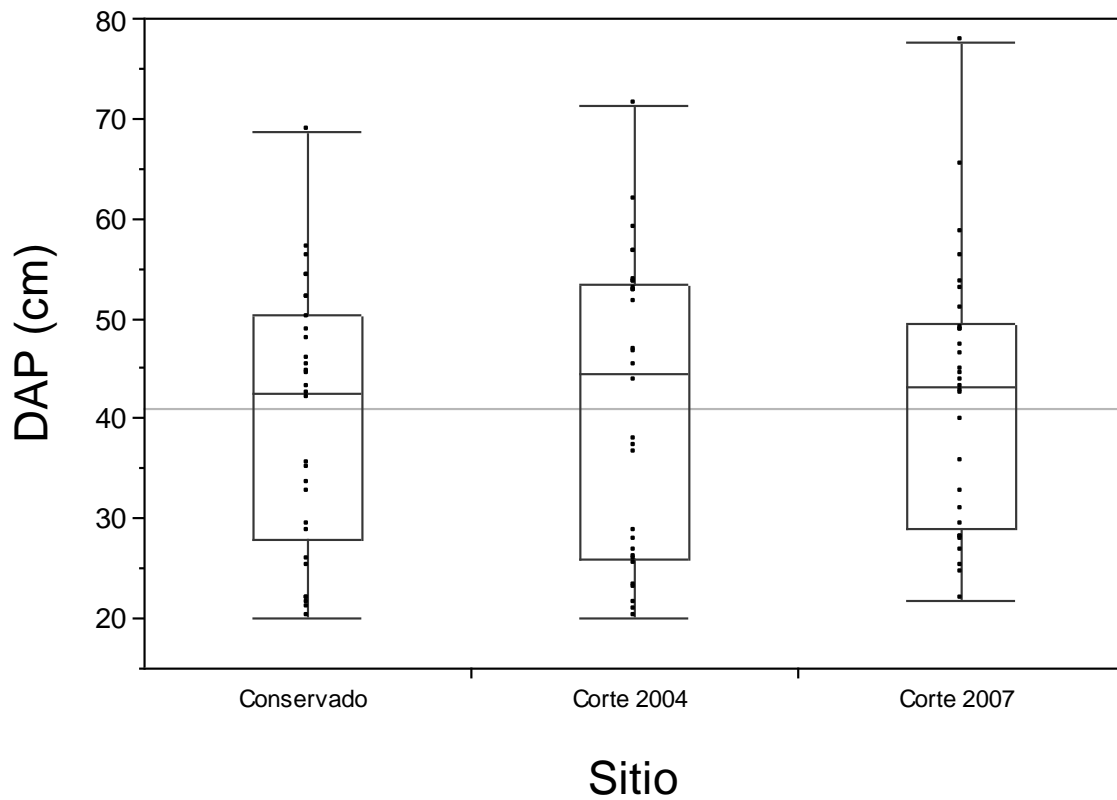


Figura 14. Promedios del diámetro a la altura del pecho (cm) (DAP) de los árboles hospederos en los tres sitios de estudio, Los Ocotones, Cintalapa, Chiapas.

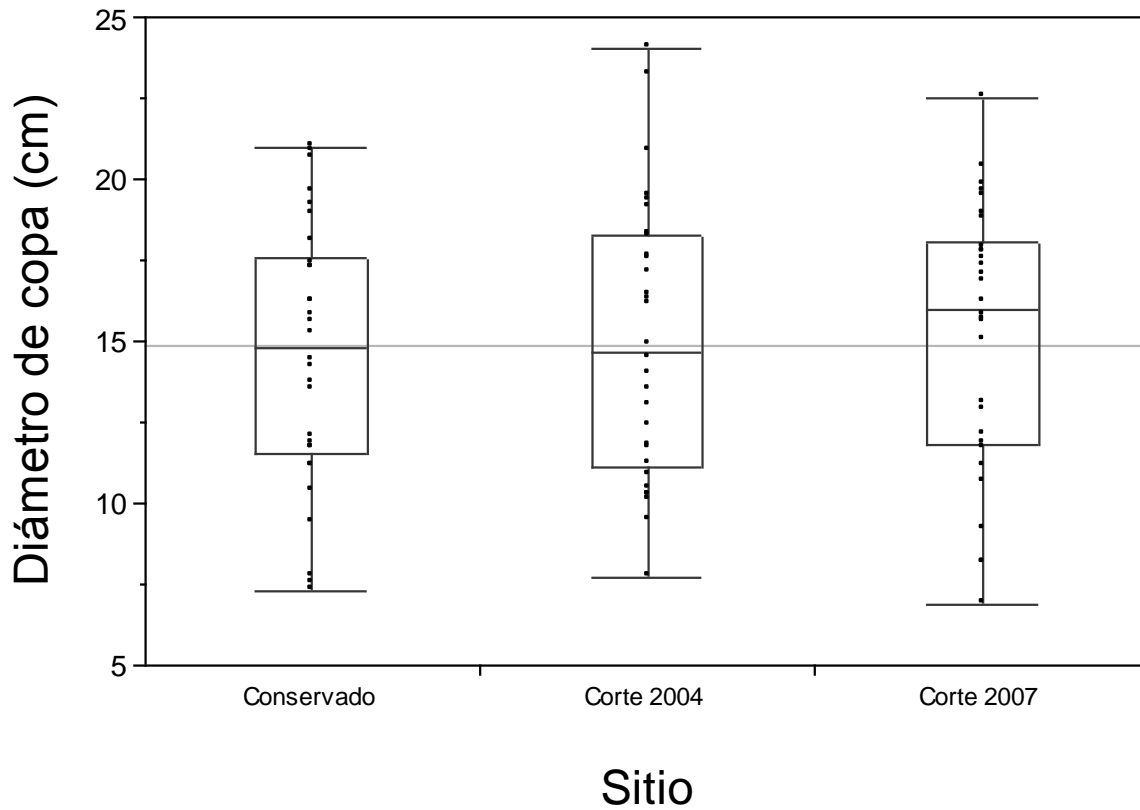


Figura 15. Promedios de la cobertura de copa (cm) de los árboles hospederos en los tres sitios de estudio, Los Ocotones, Cintalapa, Chiapas.

Se encontró que existe una relación positiva significativa entre el índice de Shannon-Wiener de las especies epífitas y el DAP del árbol hospedero en los sitios Corte 2004 y Corte 2007. Sin embargo, en Conservado la relación fue negativa aunque no significativa (Figura 16).

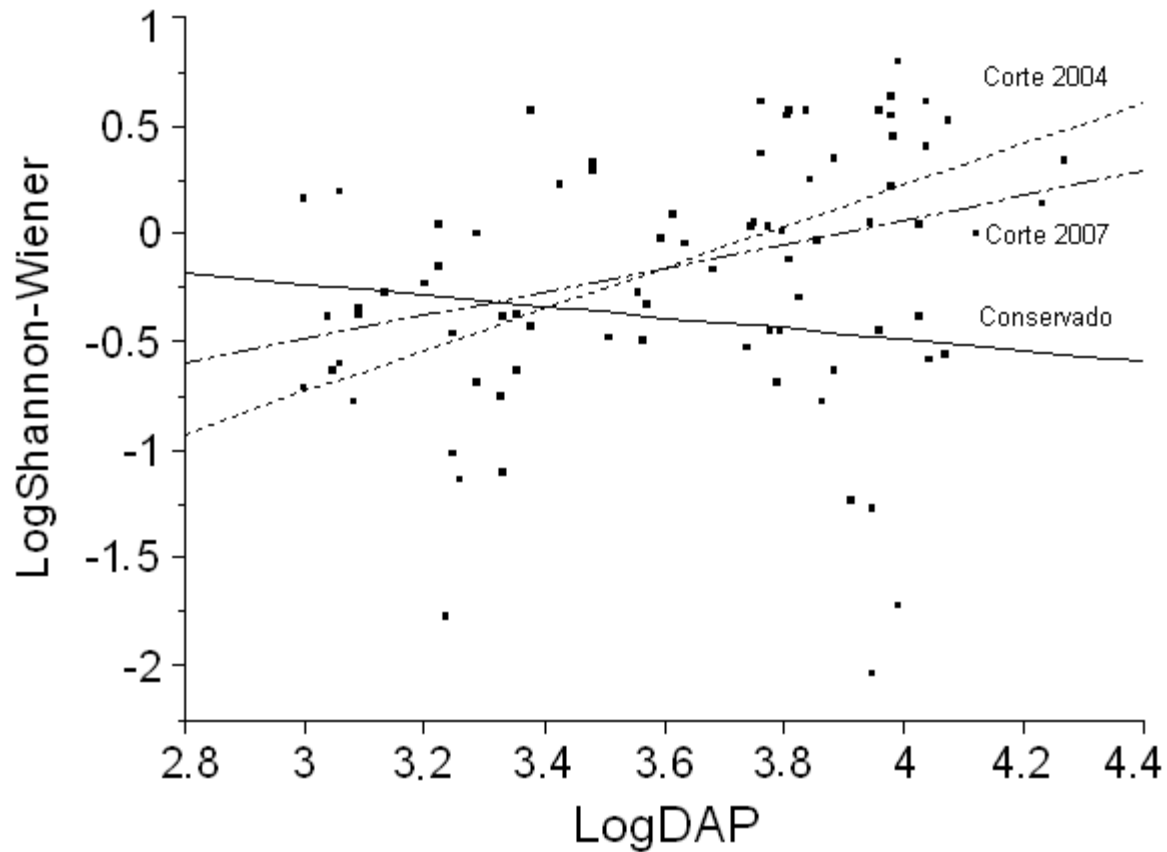


Figura 16. Relación entre el índice de diversidad Shannon-Wiener y el diámetro (cm) de los árboles hospederos, en los tres sitios de estudio en Los Ocotones, Chiapas. (**Conservado:**  $Y=0.5416088-0.2562533X$ ,  $F=0.054$ ,  $R^2=0.02$ ,  $R=0.14$ ,  $P=0.47$ ; **Corte 2004:**  $Y=-3.60256+0,9580136X$ ,  $F=17.22$ ,  $R^2=0.42$ ,  $R=0.65$ ,  $P<0.001$ ; **Corte 2007:**  $Y=-2.143105 + 0.5530091X$ ,  $F=4.760$ ,  $R^2=0.17$ ,  $R=0.41$ ,  $P=0.04$ ).

La diversidad de epífitas también estuvo relacionada significativa con la cobertura de la copa de los árboles hospederos en Corte 2004 y Corte 2007, pero en el sitio Conservado nuevamente tuvo una tendencia negativa aunque no significativa (Figura 17).

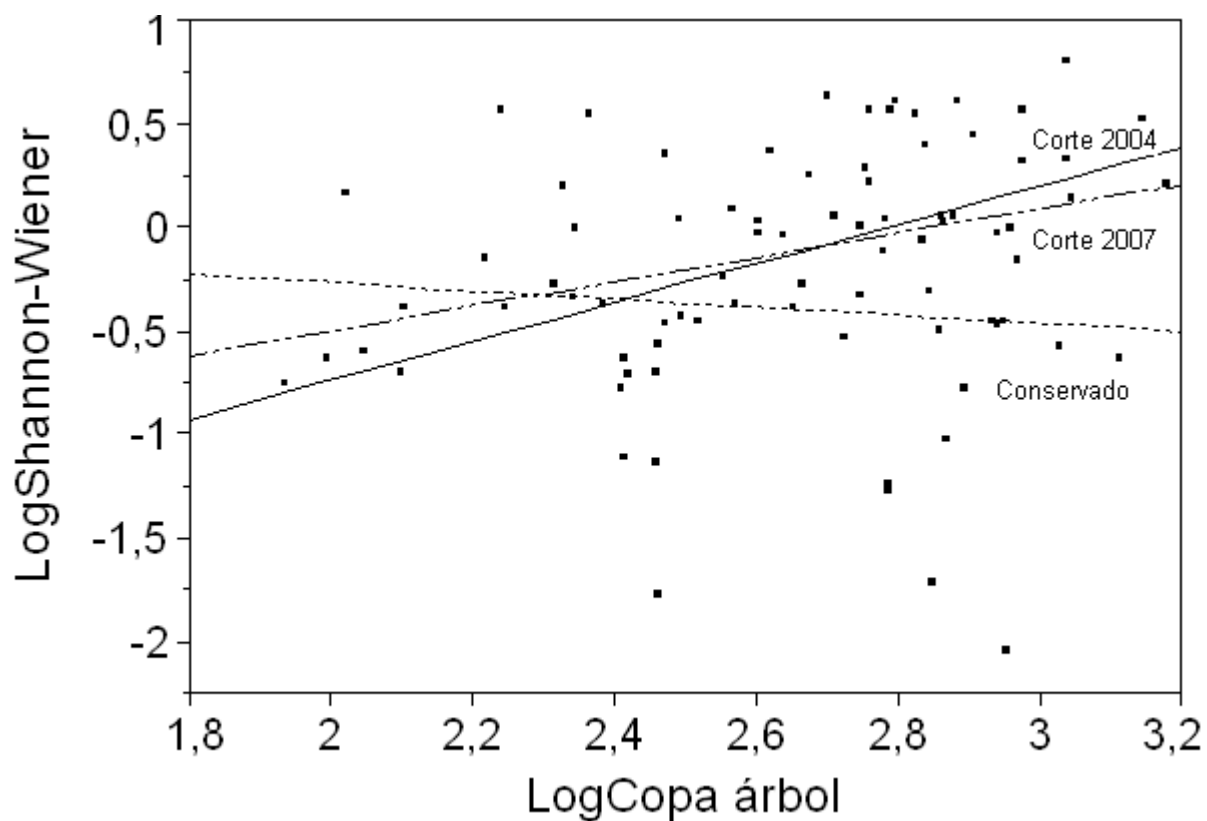


Figura 17. Relación entre el índice de diversidad Shannon-Wiener (LogShannon-Wiener) y la cobertura de la copa (m) (LogCopa árbol) de los árboles hospederos, en los tres sitios de estudio en Los Ocotones, Chiapas. (**Conservado:**  $Y = 0,1331506 - 0,1964956X$ ,  $F=0.22$ ,  $R^2=0.01$ ,  $R=0.09$ ,  $P=0.64$ ; **Corte 2004:**  $Y = -2,604864 + 0,9358829X$ ,  $F=5.36$ ,  $R^2=0.18$ ,  $R=0.42$ ,  $P=0.03$ ; **Corte 2007:**  $Y = -1,68295 + 0,5932242X$ ,  $F=4.77$ ,  $R^2=0.16$ ,  $R=0.40$ ,  $P=0.04$ ).

#### 4.5. Estructura vertical

Se analizó la estructura vertical de las epífitas en el árbol hospedero, y se encontró que hay diferencias en su distribución. Los resultados de las tablas de contingencia del análisis de correspondencias se encuentran en el Anexo 3. En el sitio Corte 2004, cinco especies mostraron preferencias por alguna zona ( $\chi^2 > 3.84$ ) y de acuerdo al diagrama del análisis de correspondencias, *Trichocentrum* sp. prefiere la zona 1, *Dinema polybulbon* la zona 2, *Epidendrum citrosmum* y *Nemaconia striata* las ramas interiores (zona 3) y *Catopsis berteroniana* prefirió el dosel (zona 5). Sin embargo, observamos gráficamente en forma general la distribución de todas las especies en todas las zonas del árbol (Figura 18). En el sitio Corte 2007, ocho especies mostraron preferencias por alguna zona ( $\chi^2 > 3.84$ ) y de acuerdo al gráfico del análisis de correspondencia, *Tillandsia seleriana* prefirió la zona 1, *T. fasciculata*, *Scaphyglottis minuta* y *Notylia orbicularis* prefirieron la zona 2, *Maxillaria meleagris* la zona 4 y *C. berteroniana* y *E. citrosmum* la corona externa (zona 5). En el sitio Conservado 11 especies mostraron preferencias por algún estrato, *E. cardiophorum* por los troncos (zona 1), *Acianthera angustifolia*, *T. schiedeana*, *N. orbicularis*, *S. minuta* y *Rhyncholaelia glauca* por el estrato 2; *D. polybulbon*, *M. meleagris* por el estrato 3; *E. citrosmum* y *M. cucullata* por la zona 4 y *C. berteroniana* por las ramas exteriores (zona 5).

De las 15 especies compartidas entre los sitios, solo *Tillandsia seleriana* tuvo la misma distribución en las cinco zonas del árbol en los tres sitios. Asimismo *Tillandsia streptophylla* se encontró en todas las zonas pero solo en los sitios Corte 2004 y Corte 2007, en el Conservado solo estaban en las zonas 3 y 4. Entre pares de sitios que



comparten las mismas especies se pudo observar que algunas especies cambian la forma de distribuirse a lo largo del árbol. En el caso de las bromelias, *T. aff. grandis* y *T. punctulata* de estar en zonas intermedias (3 y 4) en los sitios más conservados, pasaron a una zonas más expuestas (zona 5) en los sitios modificados. En algunas orquídeas pasó lo contrario, *Dinema polybulbon* se encontró en la zona 3 en el Conservado y en la zona 2 en el Corte 2004. *Notylia orbicularis* se distribuía en las zonas 2 y 3 en el conservado y en la zona 2 en Corte 2007. En el resto de las orquídeas pasó lo mismo que las bromelias y en otras se mantuvieron en la misma zona (Anexo1).

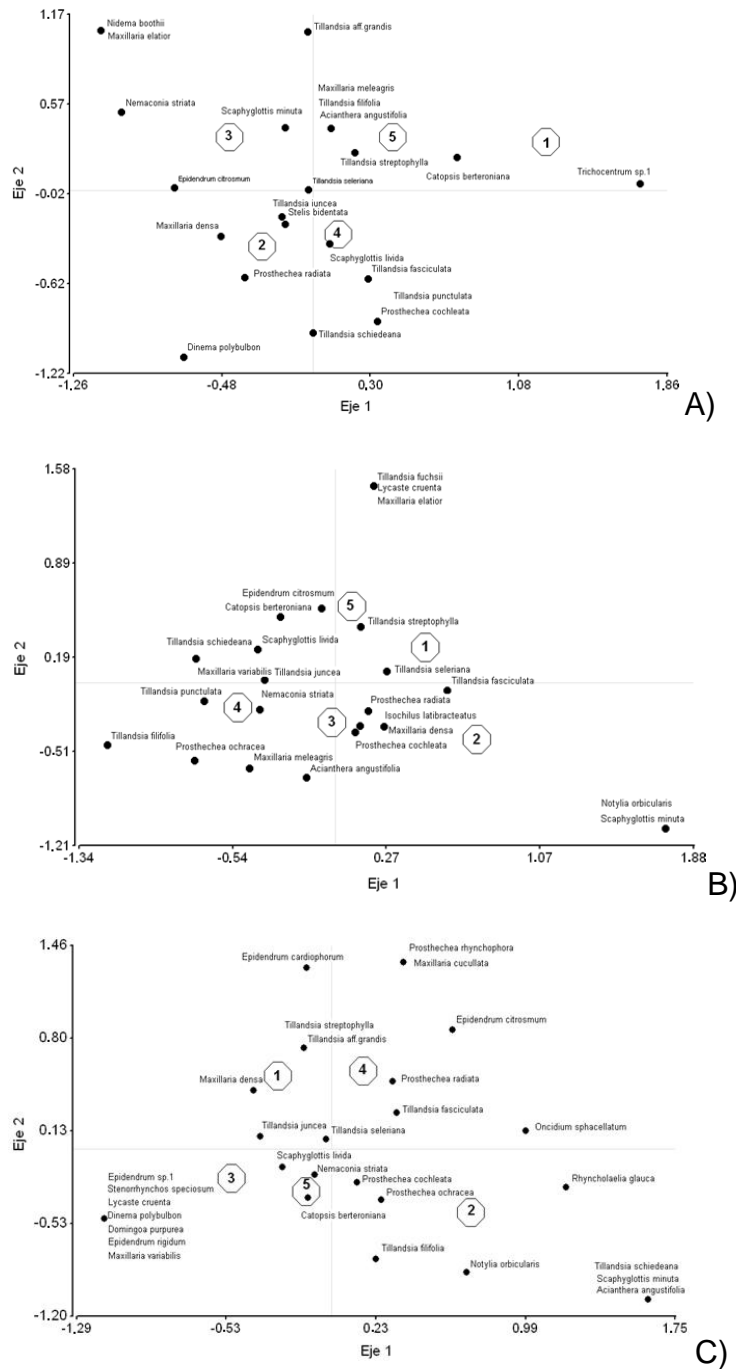


Figura 18. Resultado del análisis de correspondencia que muestra la relación de las especies de epífitas con las cinco zonas del árbol hospedero en los sitios de estudio. A) sitio de Corte 2004. B) sitio de Corte 2007. C) sitio Conservado.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### *5.1. Riqueza y biomasa de epífitas*

En este estudio solo se incluyeron las orquídeas y bromelias, las cuales forman parte del grupo de las cuatro familias de epífitas más grandes (Küper *et al.*, 2004), y de las cuales, la mayoría de sus especies están adaptadas a vivir en el dosel (Gentry y Dodson, 1987). Las especies epífitas registradas en estos sitios correspondieron a 3.2% del total que se han registrado para México (Aguirre-León, 1992) y 3.3% de las epífitas registradas en Chiapas (Wolf y Flamenco, 2003). Orchidaceae resultó ser la familia más rica en especies, igual que en otros estudios de epífitas (Krees, 1986; Aguirre-León, 1992; Ingram y Ferrel-Ingram, 1996; Carlsen, 2000; Krömer *et al.*, 2007; Menini-Neto *et al.* 2009; Wolf y Flamenco, 2003). Comparando los resultados con otros encinares se observó que Los Ocotones fue uno de los sitios con mayor riqueza de especies (Cuadro 4), tomando en cuenta que en este estudio sólo se consideraron orquídeas y bromelias.

En este estudio, las orquídeas conformaron 2.4% de las especies reportadas para México (Hágsater, 2005) y 5.6% de las orquídeas epífitas en Chiapas (Beutelspacher, 2011). De las bromelias, *Tillandsia* fue el género mejor representado en los sitios, el cual contribuyó con 15.9% respecto al número total de especies de *Tillandsia* en Chiapas y aproximadamente 3% de las bromelias de México (Espejo-Serna *et al.*, 2004).

*Tillandsia seleriana* fue la especie más abundante en los tres sitios. Este éxito es probablemente a su hábito atmosférico y su marcada tolerancia a la sequía (Benzing, 2000) condición que prevalece en los encinares, por lo que puede tener ventaja sobre las demás especies. Además de que la gran diversidad de *Tillandsia* en México es explicada porque es un centro de radiación de este género, que muestra una tendencia al hábito atmosférico (Benzing, 1990, Hietz y Hietz-Seifert, 1995).

## ***5.2. Biomasa y diversidad de epífitas en relación al tamaño del árbol hospedero***

La relación encontrada entre la biomasa y diversidad de epífitas con el DAP y cobertura de copa de los árboles, en los sitios Conservado y Corte 2004, fue similar a lo encontrado en otros estudios de epífitas vasculares en boques intervenidos (Merwin *et al.*, 2003; Triana-Moreno *et al.*, 2003) y en algunos cultivos (Haro-Carrion *et al.*, 2009). Esto es que el tamaño del árbol está influyendo en la abundancia y riqueza de las epífitas. En los árboles con diámetros mayores, el área superficial fue potencial más extensa para la fijación y establecimiento de las epífitas (Hietz y Hietz-Seifert, 1995, Flores-Palacios y García-Franco, 2006). Asimismo, la riqueza de especies también estuvo relacionada con el tamaño del árbol hospedero, es decir, en ocasiones la riqueza de especies aumenta conforme aumenta el tamaño del árbol (Flores-Palacios y García-Franco, 2006; Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Hietz, 1997; Martínez-Meléndez *et al.*, 2008). Esto es que los árboles de gran tamaño ofrecen más superficie que los árboles

pequeños y por ser más viejos han estado disponibles por más tiempo que los jóvenes para la colonización de epífitas (Mehltreter *et al.*, 2005). Una de las razones principales también es que los encinos, que a menudo son los árboles más grandes y con cortezas muy estructuradas, son particularmente buenos hospederos (Hietz y Hietz-Seifert 1995), y algunas especies prefieren los encinos que otros hospederos como los pinos, por su alta capacidad de retener agua en su corteza fisurada por más tiempo (García-Franco y Peters, 1987; Callaway *et al.*, 2002). Por estos motivos, se esperó que los encinos no hayan tenido problemas para reclutar los propágulos de epífitas y además que éstas no hayan tenido problemas para crecer en ellos.

En contraste, no hay hubo relación significativa entre estas variables en el sitio Corte 2007. Esto es explicado probablemente por la condición de este rodal, el cual es de más reciente perturbación por la extracción de madera y tiene solo cuatro años de recuperación. La corta selectiva de árboles grandes, la destrucción del sotobosque, y la recolección de madera combustible puede fomentar la aridez del bosque (Castro-Hernández *et al.*, 1999) y las comunidades epífitas son muy vulnerables a los cambios estructurales del bosque (Turner *et al.* 1994). Asimismo, los cambios en luz, humedad y nutrientes juegan roles muy importantes (Benzing, 1990; Hietz y Hietz-Seifert 1995).

### ***5.3. Biomasa e índice de diversidad de epífitas en relación al sitio***

Aunque se esperaba que los sitios con extracción de madera fueran menos diversos que el sitio conservado, no hubo diferencias significativas entre los sitios de estudio.

Esto coincide con uno de los pocos estudios de epífitas realizados en plantaciones forestales en Oaxaca, el cual indica que tampoco hubo diferencias entre la riqueza y abundancia de bromelias respecto al bosque testigo (Aparicio, 2009). En este estudio, la primera razón probable de que no hubieran diferencias, es el corto tiempo que el predio forestal ha sido manejado, y aún se está aplicando el primer ciclo de corte (intervalo de tiempo que transcurre entre dos aprovechamientos hechos a un mismo rodal) de un total de cinco ciclos programados en un turno de corta (estimado en 45 años, como la edad media a la cual se obtienen árboles con categorías diamétricas de 35 cm, la dimensión media de los árboles meta a cosechar Los Ocotones, 2010). Es decir, a los rodales donde se establecieron los sitios de muestreo Corte 2004 y Corte 2007, solo les han aplicado una sola extracción de madera, por lo tanto la modificación del sistema es reciente. La extracción de árboles provocó que la estructura de la vegetación y el microclima interior fueran modificados (Guariguata y Ostertag, 2001; Zapfack y Engwald, 2008), y muchas especies de epífitas intolerantes a la desecación y a la luz solar (ej. las orquídeas), y susceptibles al disturbio, pudieron desaparecer (Dunn, 2000; Krömer y Gradstein, 2003; Krömer *et al.*, 2007; Flores-Palacios y García-Franco 2004, Flores-Palacios, 2008). No obstante, aunque las plántulas son más susceptibles a la desecación que las plantas adultas, no les favorecen sus tallas pequeñas y el poco volumen y superficie foliar (Benzing, 1990), muchas especies como las bromelias, tolerantes a estos ambientes perturbados y con alta incidencia de luz (Krömer y Gradstein, 2003; Flores-Palacios y García Franco, 2004), pudieron establecerse, permanecer y contribuir a la riqueza de cada sitio; Esto se refleja en que los tres sitios comparten seis de las 10 especies de bromelias registradas. Asimismo coincidieron en que *Tillandsia seleriana*, *T. fasciculata* y *T. juncea* fueron las tres

especies más abundantes en los todos los sitios; plantas con características morfológicas que le proporcionan gran tolerancia al estrés ambiental. El éxito de las epífitas vasculares para re colonizar, y adaptarse a ambientes de estrés climático y nutricional, así como por los disturbios del hábitat, es debido a una gran capacidad regenerativa por medio de dos estrategias: un esfuerzo asexual para estimular el éxito en un período corto (máxima explotación de sitios seguros); y la producción de semillas vágiles, una necesidad para mayor extensión (Benzing, 1981). En el caso de las bromelias, al igual que las orquídeas, pudieron establecerse rápidamente en uno a dos años sobre ramas viejas horizontales y en sitios recién expuestos y después de 5 a 10 años, las bromelias de tanques y las orquídeas cubrieron grandes superficies (Benzing, 2000). Por ejemplo, hay registros que la bromelia *Tillandsia circinata* requiere de ocho a 10 años para alcanzar su tamaño reproductivo (Benzing, 1981) y *T. deppeana* puede demorar hasta 45 años en florecer (Adams y Martin, 1986), por lo tanto, depende de la especie.

En el caso de las orquídeas, estas presentan un porcentaje de germinación muy bajo, aproximadamente 2%, asimismo, su velocidad de crecimiento es muy lenta, requiriendo siete años para llegar a producir la primera flor (Miceli, 2002). Por ejemplo en *Dimerandra emarginata*, una planta de 0.5 cm de alto en promedio necesita 30 años para crecer otros 25 cm, sin embargo, las plantas comienzan a producir flores y frutos mucho antes. Para una planta con un tamaño inicial de 0,5 cm es necesario menos de 10 años para iniciar la reproducción (Zotz, 1995). Posteriormente, las comunidades maduras de epífitas prevalecen después de 20 a 25 años (Benzing, 2000).

Respecto a la biomasa de epífitas *versus* DAP y tamaño de copa del hospedero, hay una relación significativa solo en los sitios Conservado y Corte 2004, es probable que en el otro sitio no se haya observado esta relación ya que la biomasa difiere entre estos, y Corte 2007, fue el sitio con menor biomasa. Esto se debe a que en el sitio Conservado y Corte 2004 sobresale *Tillandsia seleriana*, la especie más abundante, caso que no sucede en sitio Corte 2007.

Al comparar las variables índices de diversidad de epífitas *versus* DAP y cobertura de copa del hospedero, hay una relación significativa solo en los sitios Corte 2004 y Corte 2007. En apariencia, en estos bosques abiertos el establecimiento de bromelias está relacionado con la apertura del dosel (Winkler *et al.*, 2005; Toledo-Aceves y Wolf, 2008), especialmente las tillandsias están en ambientes más expuestos, tales como los bosques secundarios y árboles aislados (Barthlott *et al.*, 2001). Aunque en un bosque conservado el crecimiento de las plántulas es más alto (Haro-Carrion *et al.*, 2009), hay otros factores que pueden limitar la comunidad de epífitas en un bosque conservado. Por ejemplo, en el interior de los bosques existe un mayor riesgo de depredación por una amplia gama de organismos; (por ejemplo, la herbivoría podría contribuir al pequeño número de individuos por categoría de tamaños de bromelias epífitas en ese hábitat (Winkler *et al.*, 2005). Por otro lado, las condiciones más sombreadas en el interior del bosque pueden disminuir el crecimiento de bromelias epífitas en los mayores estadios del desarrollo, haciendo que la reproducción sea más lenta (Cascante-Marin *et al.*, 2009).

Finalmente, a pesar de que los sitios no son significativamente diferentes respecto al índice de diversidad, el establecimiento y prevalencia de algunas especies



como las orquídeas en el sitio conservado están indicando una diferencia, y no solo en la riqueza, sino también en los microambientes que estos remanentes de vegetación están conservando.

### **5.3.1. Similitud entre sitios**

Los sitios con extracción de madera resultaron ser los más similares, probablemente porque 55.5% de las especies que comparten son orquídeas y 44.4% son bromelias, en contraste con los otros sitios, en que la proporción de estos dos grupos no es similar. Además, comparten a *T. sekeriana* como la especie más abundante en ambos sitios. El sitio conservado tuvo una similitud menor con los sitios manejados, aparentemente debido a la presencia de nueve especies de orquídeas exclusivas, las cuales pueden distribuirse limitadamente dado ciertos factores microclimáticos. En este estudio, los atributos de los sitios y epífitas (DAP de los árboles hospederos, biomasa de epífitas) no pudieron haber afectado ya que estos no presentaron diferencias significativas entre los sitios. Sin embargo, se sabe que hay otros factores que intervienen, que no se midieron en este trabajo, pero que se sabe que son la causa de las variaciones en la distribución de las especie epífitas. La distribución exclusiva de algunas de estas orquídeas en el sitio Conservado, puede ser debido a que los requerimientos de este gremio son más específicos y los patrones de preferencia pueden consistir de factores físicos como la incidencia de luz y humedad, y sobre todo la remoción y fragmentación del bosque (Williams-Linera *et al.*, 1995; Guevara, 1998; Kromer y Gradstein, 2003).

Además, debido a sus requerimientos especializados de hábitat, las orquídeas pueden ser usadas como indicadores de integridad o fragmentación de comunidades ecológicas (Williams-Linera *et al.*, 1995). Aunque no se encontró información acerca de las restricciones específicas a hábitat conservados de estas orquídeas, se sugiere realizar estudios sobre ello.

#### ***5.4. Comparación con otros sitios neotropicales***

La dinámica y biomasa de epífitas ha sido bien estudiada en bosques primarios, pero poco se sabe de su ecología en bosques secundarios, como plantaciones forestales o agrícolas. Esto resulta interesante ya que algunos bosques secundarios tienden a tener alturas más bajas que los bosques primarios, lo cual reduce los problemas de acceso al dosel, y facilita el muestreo de las epífitas. Además, porque en la historia de los árboles secundarios ha sido documentado el tiempo de manipulación, datos que en ocasiones no controlamos en un bosque primario (Merwin *et al.*, 2003). En los bosques primarios, tales como los bosques húmedos de montaña, se ha encontrado una alta diversidad de epífitas vasculares; sin embargo, la diversidad de epífitas varía entre sitios, al igual que la abundancia y/o biomasa (Gentry y Dodson, 1987; Castaño-Meneses *et al.*, 2003; Küper *et al.*, 2004).

El Cuadro 4 presenta la información de la riqueza y biomasa de epífitas registrada en algunos bosques primarios y plantaciones. Observamos entonces que la riqueza encontrada en Los Ocotones, es similar y de las más altas encontradas en

estos bosques; sin embargo, la biomasa es muy variable de acuerdo a la región del sitio. Las características del árbol hospedero como la altura, cobertura del dosel, entre otros, explican la variación de la abundancia de epífitas (Haro-Carrion *et al.*, 2009).

Cuadro 4. Riqueza y biomasa (peso seco, t/ha) de epífitas vasculares en bosques neotropicales. nd = no disponible.

Localidad	Tipo de bosque	Elevación (m)	Riqueza de especies	Biomasa (t/ha)	Fuente
México (Altos de Chiapas)	<i>Quercus</i>	2300-2490	23-35	0.6-1.7	Wolf <i>et al.</i> (2009)
México (Altos de Chiapas)	<i>Quercus</i>	2300-2450	30	2.01	Wolf y Konings (2001)
Ecuador (Otonga, Cotopaxi)	Montane rain forest	1800	42	6	Freiberg y Freiberg (2000)
México (San Andrés Tlalnahuayocan)	<i>Quercus</i>	1500-1600	31	0.004 ton/5 árboles	Flores-Palacios y García-Franco (2003)
Costa Rica	Lower Montane	1500	Nd	4.7	Nadkarni <i>et al.</i> (2000)
México (Veracruz)	<i>Pinus</i>	1370	22	0.09	Hietz y Hietz-Seifert (1995)
México (Veracruz)	Plantaciones de café	1200	55	2.6-8.4	Toledo-Aceves <i>et al.</i> (2011)
México (Cintalapa, Chiapas)	<i>Quercus-Pinus</i>	1000	38	0.8	Este estudio
México (Veracruz)	<i>Quercus</i>	720	42	0.3	Hietz y Hietz-Seifert (1995)
Ecuador (Yasuni, Napo)	Lower montane rain forest	300	21	7.5	Freiberg y Freiberg (2000)

### ***5.5. Estructura vertical de las epífitas en el árbol hospedero***

Dentro de cada árbol hospedero algunas epífitas se distribuyen verticalmente. La estratificación vertical es el resultado de la variación microclimática desde la parte alta

del dosel hasta el interior del bosque, y debe ser pronunciada en bosques altos y cerrados donde el cambio microclimático es más acentuado (Flores-Palacios y García-Franco, 2006). En general *Catopsis berteroniana* prefirió las ramas exteriores en los tres sitios. Esta especie está adaptada a este hábitat por varias características. Pertenece al grupo 1 (grupo expuesto) de la llamada trinidad de las bromelias de acuerdo a sus requerimientos de exposición y humedad, hábitat y vía fotosintética (C<sub>3</sub>) (Benzing, 1990). La roseta de esta bromelia está en posición vertical, más amarilla que la mayoría, y cubierto con un polvo cuticular blanquecino. Sus poblaciones más densas están en los sitios expuestos en la parte superior de la copa de los árboles y debido a que son epífitas tipo tanque, contienen relativamente más restos de animales y menos material vegetal que la mayoría de las bromelias fitotelmas (Benzing, 1990). Se presume que *C. berteroniana* es exitosa en el dosel porque su cutícula refleja los rayos ultravioletas que confunde a los insectos voladores, que se orientan hacia la luz. Estos chocan y caen en los líquidos del tanque, el escape es inevitable por los efectos de lubricación de las partículas de cera en las hojas, la presa posteriormente se ahoga y se descompone, liberando nutrientes que entran al sistema de la bromelia a través de tricomas de absorción (Benzing, 1990).

La mayoría de las especies que mostraron preferencias por algún estrato dentro de los árboles fueron las orquídeas, que prefirieron los estratos intermedios (zonas 2, 3 y 4). Estas, junto con las piperoides y algunas otras familias de angiospermas, son las llamadas especies generalistas, las cuales ocurren en tres o más zonas, y pueden llegar a contribuir con 50 % de la riqueza de todas las especies epífitas (Krömer *et al.*, 2007). Las diferencias en microclima entre el interior de la copa entre las especies de

árboles no aparenta ser bastante para excluir completamente grupos de epífitas de cualquier especie de árbol, pero sí parece ser suficiente para causar diferencias en la cubierta de epífitas entre las especies de árboles (Cardelus y Chazdon, 2005). En general se ha visto que la composición de las comunidades epífitas a través de un gradiente vertical en el árbol cambia de la dominancia de helechos y aráceas en el sotobosque y en los troncos de los árboles a la dominancia de orquídeas en el interior de la copa; mientras que las bromelias llegan a estar mejor representadas en la parte baja del tronco y en las ramas más altas respectivamente (Steege y Cornelissen, 1989; Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Acebey y Krömer, 2001; Krömer *et al.*, 2007;). Los resultados demuestran que la preferencia de las especies es variable respecto al piso altitudinal donde se establecen, prefiriendo los intermedios. Asimismo, las especies pueden variar de acuerdo a las características distribucionales de distribución de las mismas, así como de las características del árbol hospedero donde se establecen.

## **CONCLUSIONES**

Las orquídeas son el grupo más rico en especies en Los Ocotones, y la mayoría de estas especies se encontró en el sitio Conservado. La mayor biomasa fue registrada en el sitio Corte 2004. *Tillandsia seleriana* fue la más abundante en Conservado y Corte 2004. Los rodales manejados y el bosque Conservado no difirieron respecto al índice de diversidad de epífitas, sin embargo respecto al índice de similitud, Corte 2007 y Corte 2007 son los más similares. La biomasa y la diversidad de especies epífitas, está

relacionada con el tamaño del árbol hospedero (principalmente con el DAP y el Tamaño de Copa del árbol hospedero). Por otra parte, las especies epífitas presentan una distribución vertical en el interior del árbol hospedero similar a otros estudios en bosques primarios, es decir, hay diferencias en su distribución a lo largo del árbol. En particular, encontramos que *Catopsis berteroniana* prefiere el dosel exterior en los tres sitios; mientras que las orquídeas y otras bromelias, por lo general prefieren las zonas intermedias por sus necesidades microclimáticas de sombra y humedad.

Por otra parte, estos resultados sugieren que el Método de Desarrollo Silvícola aplicado en este predio no ha modificado sustancialmente los ecosistemas y comunidades de las epífitas, en este caso, de orquídeas y bromelias. Sin embargo, estos resultados deben tomarse con reserva ya que se ha considerado en este estudio un predio con manejo forestal temprano en cual consta de un turno de 45 años considerando cinco ciclos de corta por turno con duración de nueve años cada uno. Por lo cual se sugiere realizar los mismos estudios en años posteriores, considerando áreas mayores; cuando se vayan aplicando a los rodales los ciclos de corte y tratamientos posteriores de este método silvícola.

## LITERATURA CITADA

- Acebey A. y Kömer T. 2001. Diversidad y distribución vertical de epífitas en los alrededores del campamento Río Eslabón y de la laguna Chalalán, Parque Nacional Madidi, Dpto. La Paz, Bolivia. *Revista de la sociedad botánica Boliviana* **3**:104-123
- Adams W.W. y Martin C.E. 1986. Morphological changes accompanying the transition from juvenile (atmospheric) to adult (tank) forms in the Mexican epiphyte *Tillandsia deppeana* (Bromeliaceae). *American Journal of Botany* **73**:1207-1214.
- Aguirre-León E. 1992. Vascular epiphytes of Mexico: a preliminary inventory. *Selbyana* **13**:72-76.
- Andersohn C. 2004. Does tree height determine epiphyte diversity? *Selbyana* **25**:101-117.
- Aparicio G.M. 2009. Efecto del manejo forestal sustentable sobre la abundancia y distribución de bromelias epífitas en Capulalpam de Méndez, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 108 pp.
- Barker M.G. y S.L. Sutton. 1997. Low tech methods for forest canopy access. *Biotropica* **29**: 243-247.
- Barthlott W., Schmit-Neuerburg V., Nieder J. y Engwald S. 2001. Diversity and abundance of epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* **152**:145-156.
- Benzing D.H. 1981. The population dynamics of *Tillandsia circinnata* (Bromeliaceae): cypress crown colonies in southern Florida. *Selbyana* **5**:256-263.

- Benzing D.H. 1986. The vegetative basis of vascular epiphytism. *Selbyana* **9**:23-43.
- Benzing D.H. 1990. *Vascular Epiphytes, General Biology and Related Biota*. Cambridge University Press, New York.
- Benzing D.H. 2000. *Bromeliaceae: Profile of an Adaptive Radiation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Beutelspacher C.R.B. 2011. *Guía de Orquídeas de Chiapas*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.
- Callaway R.M., Reinhart K.O., Moore G.W., Moore D.J. y Pennings S.C. 2002. Epiphyte host preference and host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia* **132**:221-230.
- Cardelús C.L. y Chazdon R.L. 2005. Inner crown microenvironments of two emergent tree species in a lowland wet forest. *Biotropica* **37**:238-244.
- 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**:7-10.
- Cascante-Marín A., von Meijenfeldt N., de Leeuw H.M.H., Wolf J.H.D., Gerard J., Oostermeijer B. y den Nijs J.C.M. 2009. Dispersal limitation in epiphytic bromeliad communities in a Costa Rican fragmented montane landscape. *Journal of Tropical Ecology* **25**:63-73.
- Castaño-Meneses G., García-Franco J.G. y Palacios-Vargas J.G. 2003. Spatial distribution patterns of *Tillandsia violacea* (Bromeliaceae) and support trees in an altitudinal gradient from a temperate forest in Central Mexico. *Selbyana* **24**:71-77.
- Castro-Hernández J.C., Wolf J.H.D., García-Franco J.G. y González-Espinosa M. 1999. The influence of humidity, nutrients and light on the establishment of the epiphytic



- bromeliad *Tillandsia guatemalensis* in the highlands of Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* **47**:763-773.
- Colwell R.K. 2009. EstimateS v. 8.2.0: statistical estimation of species, richness and shared species from samples. University of Connecticut. <[viceroy.eeb.uconn.edu/estimates](http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates)> (consultado abril 2012)
- diRienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M. y Robledo W. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dunn R.R. 2000. Bromeliad communities in isolated trees and three successional stages of an Andean cloud forest in Ecuador. *Selbyana* **21**:137-143.
- Espejo-Serna A. 2004. Checklist of Mexican Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism. *Selbyana* **25**:33-86.
- Flores-Palacios A. y García-Franco J.G. 2004. Effect of isolation on the structure and nutrient content of oak epiphyte communities. *Plant Ecology* **173**:259-269.
- Flores-Palacios A. y García-Franco J.G. 2006. The relationship between tree size and epiphyte species richness: testing four different hypotheses. *Journal of Biogeography* **33**:323-330.
- Flores-Palacios A. 2008. Habitat isolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane forest, Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation* **17**:191-207.
- Freiberg M. y Freiberg E. 2000. Epiphyte diversity and biomass in the canopy of lowland and montane forest in Ecuador. *Journal of Tropical Ecology* **16**:673-688.
- García E. 2004. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

- García-Franco J.G. y Peters C.M. 1987. Patrón espacial y abundancia de *Tillandsia* spp. a través de un gradiente altitudinal en Los Altos de Chiapas, México. *Brenesia* **27**:35-45.
- García-Franco J.G. 1996. Distribución de epífitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana* **37**:1-9.
- García-Suárez M.D., Rico-Gray V. y Serrano H. 2003. Distribution and abundance of *Tillandsia* spp. (Bromeliaceae) in the Zapotitlán Valley, Puebla, México. *Plant Ecology* **166**:207-215.
- Gentry A.H. y Dodson C.H. 1987. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **74**:205-233.
- Gerez-Fernández P. y Purata-Velarde S.E. 2008. *Guía Práctica Forestal de Silvicultura Comunitaria*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional Forestal y Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C., México, D.F.<[www.ccmss.org.mx](http://www.ccmss.org.mx)> (Consultado 4 mayo 2012).
- Guariguata M.R. y Ostertag R. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management* **148**:186-206.
- Guariguata M.R. y Ostertag R. 2002. Sucesión secundaria. En: Guariguata M.R. y Kattan G.H. Comps. *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*, pp.591-594, Libro Universitario Regional, San José, Costa Rica.
- Guevara S. 1998. Are isolated remnant trees in pastures a fragmented canopy? *Selbyana* **19**:34-43.

- Haro-Carrión X., Lozada T., Navarrete H. y de Koning G.H.J. 2009. Conservation of vascular epiphyte diversity in shade cacao plantations in the Chocó Region of Ecuador. *Biotropica* **41**:520-529.
- Hágsater E., Soto-Arenas M.A., Salazar-Chávez G.A., Jiménez-Machorro R., López-Rosas M.A. y Dressler R.L. 2005. *Las Orquídeas de México*. Instituto Chinoín, México, D.F.
- Hietz P. y Hietz-Seifert U. 1995. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in Central Veracruz, Mexico. *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. 2005. Conservation of vascular epiphyte diversity in Mexican coffee plantations. *Conservation Biology* **19**:391-399.
- Hietz-Seifert U., Hietz P. y Guevara S. 1996. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* **75**:103-111.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática]. 1984. Carta geológica escala 1: 250 000, Clave Juchitán E15-10, D15-1.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática], 2004. Carta edafológica escala 1:1, 000,000, preliminar, inédita.
- Ingram S.W. y Ferrell-Ingram K. 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 forest. *Acta Phytogeographica Suecica* **59**:1-136.

- Kovach W.L. 2007. MVSP-A Multivariate statistical package for Windows, v. 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales.
- Krees W.J. 1986. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. *Selbyana* **9**:2-22.
- Krömer T. y Gradstein S.R. 2003. Species richness of vascular epiphytes in two primary forests and fallow in the Bolivian Andes. *Selbyana* **24**:190-195.
- Krömer T., Kessler M. y Gradstein S.R. 2007. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology* **189**:261-278.
- Krömer T., Gradstein S.R. y Acebey A. 2007. Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. *Ecología en Bolivia* **42**:23-33.
- Küper W., Kreft H., Nieder J., Köster N. y Barthlott W. 2004. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forest. *Journal of Biogeography* **31**:1477-1487.
- Laurance W.F. 1999. Reflections of the tropical deforestation crisis. *Biological Conservation* **91**:109-117.
- Los Ocotones. 2010. 4ª modificación al programa de manejo forestal de nivel avanzado periodo 2010-2012. Predio Particular Los Ocotones, Cintalapa, Chiapas. 115 pp.
- Magurran A.E. 1989. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Vedral, Barcelona.
- Martínez-Meléndez N., Pérez-Farrera M.A. y Flores-Palacios A. 2008. Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* **56**:2069-2086.

- Martínez-Meléndez N., Pérez-Farrera M.A. y Martínez-Camilo R. 2009. The vascular epiphyte flora of El Triunfo Biosphere Reserve, Chiapas, México. *Rhodora* **111**:503-535.
- Martínez-Meléndez N., Martínez-Camilo R., Pérez-Farrera M.A. y Martínez-Meléndez J. 2011. *Las Epífitas de la Reserva El Triunfo, Guía Ilustrada de las Especies más Notables*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.
- Mehlreter K., Flores-Palacios A. y García-Franco J.G. 2005. Host preferences of low-trunk vascular epiphytes in a cloud forest of Veracruz, Mexico. *Journal Tropical Ecology* **21**:651-660.
- Menini-Neto L., Campostrini-Forzza R. y Zappi D. 2009. Angiosperm epiphytes as conservation indicators in forest fragments: A case study from southeastern Minas Gerais, Brazil. *Biodiversity and Conservation* **18**:3785-3807.
- Merino L., Alatorre G., Cabarle B., Chapela F. y Madrid S. 1997. *El Manejo Forestal Comunitario en México y sus Perspectivas de Sustentabilidad*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Merwin M.C., Rentmeester S.A. y Nadkarni N. 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.
- Miceli C.L.M. 2002. *Orquídeas de Ocozocoautla, Chiapas*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.
- Müllerrried F.K.G. 1982. *Geología de Chiapas*. Gobierno del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.
- Ochoa-Gaona S. y González-Espinosa M. 2000. Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, Mexico. *Applied Geography* **20**:17-42.

- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.
- SAS Institute. 2004. Software JMP, v. 5.1. Cary, North Caroline.
- Seaby R.M. y Henderson P.A. 2006. Species Diversity and Richness, v. 4. Pisces Conservation Ltd., Lymington.
- SEMARNAT [Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059-2010, que determina las especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. Jueves 30 de diciembre de 2010.
- Solís M.R., Aguirre O.A.C, Treviño E.J.G, Jiménez J.P., Jurado E. y Corral-Rivas J. 2006. Efecto de dos tratamientos silvícolas en la estructura de ecosistemas forestales en Durango, México. *Maderas y Bosques* **12**:49-64.
- StatSoft. 2012. STATISTICA, v. 10 for windows. Tulsa.
- ter Steege H. y Cornelissen J.H.C. 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* **21**:331-339.
- Toledo-Aceves T. y Wolf J.H.D. 2008. Germination and establishment of *Tillandsia eizii* (Bromeliaceae) in the canopy of an oak forest in Chiapas, Mexico. *Biotropica* **40**:246-250.
- Triana-Moreno L.A., Garzón-Venegas N.J., Sánchez-Zambrano J. y Vargas O. 2003. Epífitas vasculares como indicadores de regeneración en bosques intervenidos de la Amazonía colombiana. *Acta Biológica Colombiana* **8**:31-42.
- Turner I.M., Tan H.T.W, Wee Y.C., Ibrahim A.V., Chew P.T. y Corlett R.T. 1994. A study of plant species extinction in Singapore: lessons for the conservation of tropical biodiversity. *Conservation Biology* **8**:705-712.

- Williams-Linera G., Sosa V. y Platas T. 1995. The fate of epiphyte orchids after fragmentation of a Mexican cloud forest. *Selbyana* **16**:36-40.
- Winkler M., Hülber K., Mehlreter K., García-Franco J.G. y Hietz P. 2005. Herbivory in epiphytic bromeliads, orchids and ferns in a Mexican montane forest. *Journal of Tropical Ecology* **21**:147-154.
- Wolf J.H.D. y Konings C.J.F. 2001. Toward the sustainable harvesting of epiphytic bromeliads: a pilot study from the highlands of Chiapas, México. *Biological Conservation* **101**:23-31.
- Wolf J.H.D. y Flamenco A. 2003. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, México. *Journal of Biogeography* **30**:1-19.
- Wolf J.H.D., Gradstein S.R. y Nadkarni N.M. 2009. A protocol for sampling of vascular epiphytes richness and abundance. *Journal of Tropical Ecology* **25**:107-121.
- Zapfack L. y Engwald S. 2008. Biodiversity and spatial distribution of vascular epiphytes in two biotopes of the Cameroonian semi-deciduous rain forest. *Plant Ecology* **195**:117-130.
- Zotz G. 1995. How fast does an epiphyte grow? *Selbyana* **16**:150-154.
- Zotz G., Bermejo P. y Dietz H. 1999. The epiphyte of *Annona glabra* on Barro Colorado Island, Panama. *Journal of Biogeography* **26**:761-776.

## ANEXOS

Anexo 1. Especies de bromelias y orquídeas en los tres sitios de estudio y su distribución en las zonas del árbol hospedero (sensu Johansson, 1974).

Sitio	Corte 2004					Corte 2007					Conservado				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<b>Bromeliaceae</b>															
<i>Catopsis berteroniana</i> (Schult. & Schult. f.) Mez	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*
<i>Tillandsia</i> aff. <i>grandis</i> Schltl.			*		*								*	*	
<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw.		*		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*
<i>Tillandsia filifolia</i> Schltl. & Cham.			*	*	*				*			*	*		
<i>Tillandsia fuchsii</i> W. Till										*					
<i>Tillandsia juncea</i> (Ruiz & Pav.) Poir.		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Tillandsia punctulata</i> Schltl. & Cham.				*				*	*	*					
<i>Tillandsia schiedeana</i> Steud.		*		*				*	*			*			
<i>Tillandsia seleriana</i> Mez	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Tillandsia streptophylla</i> Scheidw. ex C. Morren	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	
<b>Orchidaceae</b>															
<i>Acianthera angustifolia</i> (Lindl.) Luer			*	*	*		*	*	*			*			



Sitio	Corte 2004					Corte 2007					Conservado				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Dinema polybulbon</i> (Sw.) Lindl.		*												*	
<i>Domingoa purpurea</i> (Lindl.) Van den Berg & Soto Arenas														*	
<i>Epidendrum cardiophorum</i> Schltr.											*				*
<i>Epidendrum citrosmum</i> Hágsater		*	*	*				*	*	*		*			*
<i>Epidendrum rigidum</i> Jacq.														*	
<i>Epidendrum</i> sp.1														*	
<i>Isochilus latibracteatus</i> A. Rich. & Galeotti							*	*	*	*					
<i>Lycaste cruenta</i> (Lindl.) Lindl.										*				*	
<i>Maxillaria cucullata</i> Lindl.															*
<i>Maxillaria densa</i> Lindl.		*	*	*			*		*	*				*	*
<i>Maxillaria elatior</i> (Rchb. f.) Rchb. f.				*						*					
<i>Maxillaria meleagris</i> Lindl.			*	*	*		*	*	*						
<i>Maxillaria variabilis</i> Bateman ex Lindl.									*	*				*	
<i>Nemaconia striata</i> (Lindl.) Van den Berg, Salazar & Soto Arenas	*	*				*	*	*	*		*	*	*		
<i>Nidema boothii</i> (Lindl.) Schltr.				*											
<i>Notylia orbicularis</i> A. Rich. & Galeotti							*					*	*		
<i>Oncidium sphacelatum</i> Lindl.												*			*
<i>Prosthechea cochleata</i> (L.) W.E. Higgins				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Prosthechea ochracea</i> (Lindl.) W.E. Higgins								*	*			*	*	*	
<i>Prosthechea radiata</i> (Lindl.) W.E. Higgins		*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Prosthechea rhynchophora</i> (A. Rich. & Galeotti) W.E. Higgins															*
<i>Rhynchoaelia glauca</i> (Lindl.) Schltr.												*			*
<i>Scaphyglottis livida</i> (Lindl.) Schltr.		*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*

Sitio	Corte 2004					Corte 2007					Conservado				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Scaphyglottis minuta</i> (A. Rich. & Galeotti) Garay			*	*	*		*						*		
<i>Stelis bidentata</i> Schltr.			*	*											
<i>Stenorrhynchos speciosum</i> (Jacq.) Rich. ex Spreng.														*	
<i>Trichocentrum</i> sp.1	*				*										

Anexo 2. Representación de la biomasa (g) por especie de epífita en los sitios de estudio, Los Ocotones, Cintalapa, Chiapas.

Sitio/especie de epífita	Corte 2004	Corte 2007	Conservado
	Biomasa (g)		
<b>Bromeliaceae</b>			
<i>Catopsis berteroniana</i> (Schult. & Schult. f.) Mez	1394.74	133.24	392.52
<i>Tillandsia</i> aff. <i>grandis</i> Schltld.	149.59		169.22
<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw.	456.52	1724.58	826.04
<i>Tillandsia filifolia</i> Schltld. & Cham.	154.89	58.24	524.84
<i>Tillandsia fuchsii</i> W. Till		6.7	
<i>Tillandsia juncea</i> (Ruiz & Pav.) Poir.	1437.69	323.05	27.92
<i>Tillandsia punctulata</i> Schltld. & Cham.	21.24	387.63	
<i>Tillandsia schiedeana</i> Steud.	184.54	166.68	23.81
<i>Tillandsia seleriana</i> Mez	5067.75	1167.94	4439.15
<i>Tillandsia streptophylla</i> Scheidw. ex C. Morren	191.77	112.26	89.45
<b>Orchidaceae</b>			
<i>Acianthera angustifolia</i> (Lindl.) Luer	19.73	104.15	14.2
<i>Dinema polybulbon</i> (Sw.) Lindl.	74.8		10.29
<i>Domingoa purpurea</i> (Lindl.) Van den Berg & Soto Arenas			0.54
<i>Epidendrum cardiophorum</i> Schltr.			14.1
<i>Epidendrum citrosmum</i> Hágsater	113.57	167.45	95.63
<i>Epidendrum rigidum</i> Jacq.			41.62
<i>Epidendrum</i> sp.1			11.39
<i>Isochilus latibracteatus</i> A. Rich. & Galeotti		233.32	
<i>Lycaste cruenta</i> (Lindl.) Lindl.		2.87	8.61
<i>Maxillaria cucullata</i> Lindl.			34.4
<i>Maxillaria densa</i> Lindl.	275.71	833.37	258.54
<i>Maxillaria elatior</i> (Rchb. f.) Rchb. f.	224.36	53.42	
<i>Maxillaria meleagris</i> Lindl.	67.75	237.16	
<i>Maxillaria variabilis</i> Bateman ex Lindl.		287.72	7.58
<i>Nemaconia striata</i> (Lindl.) Van den Berg, Salazar & Soto Arenas	86.4	87.36	131.2
<i>Nidema boothii</i> (Lindl.) Schltr.	119.2		

---

<i>Notylia orbicularis</i> A. Rich. & Galeotti		5	5.3
<i>Oncidium sphacelatum</i> Lindl.			198.36
<i>Prosthechea cochleata</i> (L.) W. E. Higgins	18.04	375.91	70.66
<i>Prosthechea ochracea</i> (Lindl.) W. E. Higgins		174.77	202.01
<i>Prosthechea radiata</i> (Lindl.) W. E. Higgins	75.24	117.23	156.31
<i>Prosthechea rhyngophora</i> (A. Rich. & Galeotti) W. E. Higgins			4.58
<i>Rhyncholaelia glauca</i> (Lindl.) Schltr.			46.3
<i>Scaphyglottis livida</i> (Lindl.) Schltr.	237.95	21.48	34.41
<i>Scaphyglottis minuta</i> (A. Rich. & Galeotti) Garay	176.81	8.53	4.27
<i>Stelis bidentata</i> Schltr.	9.94		
<i>Stenorrhynchos speciosum</i> (Jacq.) Rich. ex Spreng.			3.26
<i>Trichocentrum</i> sp.1	22.81		

---

Anexo 3. Sitio A. Contribuciones por celda al estadístico chi-cuadrado. En columnas: zona del forofito y en filas la especie.

<b>Especie</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>
<i>Catopsis berteroniana</i>	0.19	0.26	2.78	5.98	3.01	12.23
<i>Tillandsia juncea</i>	0.31	0.09	6.4E-05	0.43	0.96	1.79
<i>Tillandsia seleriana</i>	0.17	0.24	0.01	0.01	0.04	0.46
<i>Acianthera angustifolia</i>	0.01	0.51	0.05	0.48	0.11	1.15
<i>Epidendrum citrosmum</i>	0.61	0.97	1.20	1.01	0.22	4.01
<i>Maxillaria densa</i>	0.01	0.48	0.05	0.51	0.11	1.15
<i>Nemaconia striata</i>	1.43	0.16	3.46	0.67	0.15	5.87
<i>Prosthechea radiata</i>	0.02	1.59	0.09	0.84	0.18	2.73
<i>Scaphyglottis minuta</i>	0.02	1.52	1.04	0.15	0.33	3.06
<i>Tillandsia schiedeana</i>	0.80	0.48	0.81	0.51	0.11	2.70
<i>Maxillaria elatior</i>	0.36	0.17	1.99	0.17	0.04	2.73
<i>Tillandsia filifolia</i>	0.01	0.51	0.05	0.48	0.11	1.15
<i>Tillandsia aff. grandis</i>	0.72	0.34	0.40	1.31	0.07	2.83
<i>Maxillaria meleagris</i>	0.01	0.51	0.05	0.48	0.11	1.15
<i>Scaphyglottis livida</i>	0.89	0.03	0.41	0.03	0.26	1.62
<i>Prosthechea cochleata</i>	1.15	0.17	0.27	0.17	0.04	1.79
<i>Tillandsia streptophylla</i>	0.09	0.28	0.04	0.06	1.08	1.55
<i>Stelis bidentata</i>	0.80	0.51	0.05	0.51	0.11	1.97
<i>Tillandsia fasciculate</i>	1.60	1.1E-04	1.61	1.1E-04	0.22	3.43
<i>Nidema boothii</i>	0.36	0.17	1.99	0.17	0.04	2.73
<i>Trichocentrum</i> sp1.	0.11	0.34	0.54	0.34	11.65	12.97
<i>Dinema polybulbon</i>	0.36	4.11	0.27	0.17	0.04	4.94
<i>Tillandsia punctulata</i>	1.15	0.17	0.27	0.17	0.04	1.79
<b>Total</b>	<b>11.17</b>	<b>13.57</b>	<b>17.40</b>	<b>14.64</b>	<b>19.02</b>	<b>75.80</b>

Sitio B. Contribuciones por celda al estadístico chi-cuadrado. En columnas: zona del forofito y en filas la especie.

<b>Especie</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Total</b>
<i>Tillandsia seleriana</i>	1.68	0.17	0.91	0.25	1.42	4.43
<i>Epidendrum citrosmun</i>	0.32	1.85	1.13	0.39	0.66	4.36
<i>Maxillaria densa</i>	0.23	0.15	1.78	0.92	0.11	3.18
<i>Maxillaria meleagris</i>	0.32	2.05	0.01	0.39	1.44	4.23
<i>Nemaconia striata</i>	0.46	0.30	0.23	0.01	1.07	2.07
<i>Prosthechea cochleata</i>	0.63	1.27	0.09	0.73	0.01	2.74
<i>Tillandsia streptophylla</i>	0.83	0.70	0.14	0.26	0.25	2.18
<i>Catopsis berteroniana</i>	0.27	1.26	2.09	0.81	0.19	4.62
<i>Tillandsia fasciculata</i>	0.10	0.02	2.28	0.38	3.26	6.04
<i>Prosthechea ochracea</i>	0.23	1.47	0.80	1.27	1.28	5.04
<i>Tillandsia juncea</i>	0.46	1.6E-03	0.23	0.38	1.07	2.14
<i>Acianthera angustifolia</i>	0.23	1.47	0.05	1.27	0.11	3.12
<i>Tillandsia schiedeana</i>	0.14	0.02	0.48	0.55	1.17	2.36
<i>Isochilus latibracteatus</i>	0.23	0.15	0.05	1.27	0.21	1.91
<i>Maxillaria variabilis</i>	0.14	0.02	0.48	0.55	1.17	2.36
<i>Prosthechea radiata</i>	0.18	0.03	0.20	0.10	0.06	0.56
<i>Scaphyglottis minuta</i>	0.05	0.29	4.38	0.18	0.32	5.21
<i>Scaphyglottis livida</i>	0.23	0.19	0.80	0.01	0.11	1.35
<i>Notylia orbicularis</i>	0.05	0.29	4.38	0.18	0.32	5.21
<i>Tillandsia fuchsii</i>	0.05	1.70	0.16	0.18	0.32	2.41
<i>Licaste cruenta</i>	0.05	1.70	0.16	0.18	0.32	2.41
<i>Maxillaria elatior</i>	0.05	1.70	0.16	0.18	0.32	2.41
<i>Tillandsia punctulata</i>	0.23	0.15	0.80	0.01	1.28	2.46
<i>Tillandsia filifolia</i>	0.05	0.29	0.16	0.18	1.48	2.16
<b>Total</b>	<b>7.19</b>	<b>17.25</b>	<b>21.97</b>	<b>10.66</b>	<b>17.92</b>	<b>74.98</b>

Sitio C. Contribuciones por celda al estadístico chi-cuadrado. En columnas: zona del forofito y en filas la especie.

<b>Especie</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>
<i>Catopsis berteroniana</i>	1.64	18.13	0.40	0.42	1.01	21.61
<i>Tillandsia seleriana</i>	0.05	0.06	0.12	4.7E-03	0.71	0.94
<i>Tillandsia fasciculata</i>	1.10	0.32	8.7E-04	1.51	0.36	3.29
<i>Tillandsia aff. grandis</i>	1.18	0.40	0.59	1.8E-03	0.11	2.28
<i>Dinema polybulbon</i>	0.63	0.27	0.39	2.90	0.07	4.26
<i>Licaste cruenta</i>	0.31	0.13	0.20	1.45	0.04	2.13
<i>Maxillaria variabilis</i>	0.63	0.27	0.39	2.90	0.07	4.26
<i>Scaphyglottis lívida</i>	0.62	0.15	0.01	0.63	0.92	2.32
<i>Tillandsia streptophylla</i>	1.18	0.40	0.59	1.8E-03	0.11	2.28
<i>Maxillaria densa</i>	0.44	0.54	0.78	0.41	0.14	2.31
<i>Prosthechea ochracea</i>	0.21	0.67	1.06	0.10	0.18	2.22
<i>Tillandsia juncea</i>	0.06	0.15	0.62	0.63	0.92	2.38
<i>Acianthera angustifolia</i>	0.63	0.27	6.60	0.64	0.07	8.21
<i>Epidendrum citrosmun</i>	3.75	0.67	4.3E-04	1.60	0.18	6.20
<i>Epidendrum rigidum</i>	0.31	0.13	0.20	1.45	0.04	2.13
<i>Epidendrum sp1.</i>	0.31	0.13	0.20	1.45	0.04	2.13
<i>Tillandsia filifolia</i>	0.63	0.27	0.94	0.20	0.07	2.12
<i>Tillandsia schiedeana</i>	0.31	0.13	3.30	0.32	0.04	4.11
<i>Notylia orbicularis</i>	0.94	0.40	3.39	1.8E-03	0.11	4.85
<i>Scaphyglottis minuta</i>	0.31	0.13	3.30	0.32	0.04	4.11
<i>Epidendrum cardiophorum</i>	0.22	0.27	0.39	0.64	11.93	13.45
<i>Nemaconia striata</i>	0.05	0.54	0.06	0.41	0.14	1.20
<i>Prosthechea cochleata</i>	0.05	0.40	0.06	0.06	0.14	0.72
<i>Prosthechea radiata</i>	1.30	0.67	4.3E-04	0.22	0.18	2.37
<i>Prosthechea rhynchophora</i>	1.49	0.13	0.20	0.32	0.04	2.18
<i>Rhyncholaelia glauca</i>	3.4E-03	0.40	3.39	0.96	0.11	4.87
<i>Stenorrhynchos speciosum</i>	0.31	0.13	0.20	1.45	0.04	2.13
<i>Oncidium sphacellatum</i>	0.22	0.27	0.94	0.64	0.07	2.14
<i>Domingoa purpurea</i>	0.31	0.13	0.20	1.45	0.04	2.13
<i>Maxillaria cucullata</i>	2.99	0.27	0.39	0.64	0.07	4.36
<b>Total</b>	<b>22.21</b>	<b>26.86</b>	<b>28.29</b>	<b>23.71</b>	<b>17.97</b>	<b>119.67</b>