



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**BIODIVERSIDAD DE LA FLORA DEL BOSQUE  
MESÓFILO DE MONTAÑA DEL MUNICIPIO DE  
HUAYACOCOTLA, VERACRUZ, MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I O L O G O**

**PRESENTA:**

**ALINA KATIA JUÁREZ MEDINA**

**DIRECTORA DE TESIS:**

**DRA. MERCEDES ISOLDA LUNA VEGA**



**2008**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## DEDICATORIA:

A mis papás, por que sin ellos nunca hubiera podido realizar este sueño maravilloso; Mine por todo el apoyo, los consejos, el cariño y las regañadas, Eduardo por tu apoyo incondicional y por que nunca, nunca perdiste la Fe en mí. Te amo mami, te amo papá.

A mi hermano Jorge Eduardo por ser el hermano más chido del mundo. Sabes que te quiero.

A toda mi familia, por que todos han aportado algo para culminar este trabajo; muy especialmente a mi abuelita Emelia García, por enseñarme tantas y tantas cosas, pero sobre todo a amar la naturaleza. Gracias Abue Mellita.

A Jonathan Álvarez Alvarado, por formar parte de esta aventura en la que nos topamos hace ya un buen rato, y espero que sigamos aprendiendo juntos. Te amo.

A Laura, Jonathan, Yadira, Anuar, Eric, Gaby, Erick, Rodrigo, Celia, Hugo, Alberto por su amistad, por hacer de la Universidad la mejor época de mi vida, a ustedes y a sus respectivas familias, gracias por todo. Los quiero un buen!!!!

A mis amigos incondicionales Nancy, Moises y Gissel, por que llevamos una vida de conocernos.

A Cande por alegrar mi vida.

A todas aquellas personas que han aportado algo a mi vida y a mi formación.

A la UNAM, por forjarme y ensañarme un mundo totalmente extraordinario, el mundo del conocimiento.

## AGRADECIMIENTOS:

A mis padres por darme esta maravillosa oportunidad, a mi familia por todo su apoyo, a toda la gente que quiero y que me han apoyaron para estar aquí y ahora.

Mi más sincero agradecimiento a la Dra. Isolda Luna, ya que sin su respaldo este proyecto no se hubiese llevado a cabo; a Othón Alcántara por todo su apoyo y por compartir todo su conocimiento en campo, en aulas y fuera de éstas; a Raúl Contreras, por su comprensión y el apoyo brindado a lo largo del desarrollo de este trabajo. A todos los miembros del cubo, quienes cada uno en su momento han apoyado y/o aportado algo para enriquecer este trabajo: Alberto Gonzales, Celia Sangines, César Torres. Gracias a todos ellos.

Para todos aquellos que formaron parte del trabajo de campo: Othón Alcántara, Raúl Contreras, Rogelio Aguilar, Hamlet Santa Ana, y a mis amigos, que tanta lata les di, muchas gracias por su ayuda: Jonathan, Anuar, Yadira, Erick; también a Diana y Amanda por toda su colaboración.

Nuevamente a la Dra Luna, Othón, Rogelio; a la Dra. Susana Valencia y la Mtra. Lydia Ramírez por todos sus comentarios, sugerencias y observaciones para mejorar este trabajo.

A los siguientes herbarios: Herbario Nacional, del Instituto de Biología de la UNAM (MEXU), Herbario del Instituto de Ecología, A.C., México (IE-XAL), Herbario IEB del Instituto de Ecología, A.C., México (IE-BAJÍO), Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCME).

A la Dra. Susana Valencia, por su valiosa revisión y determinación de la familia Fagaceae, y a Othón Alcántara por todo el material determinado.

A la comunidad del municipio de Huayacocotla, sus habitantes y a las autoridades municipales y demás organizaciones que facilitaron la estadía; y por supuesto al Bosque mesófilo de montaña, por dejarme aprender tanto.

## Gracias a la vida

Gracias a la vida que me ha dado tanto.  
Me dio dos luceros que, cuando los abro,  
perfecto distingo lo negro del blanco,  
y en el alto cielo su fondo estrellado  
y en las multitudes el hombre que yo amo.

Gracias a la vida que me ha dado tanto.  
Me ha dado el oído que, en todo su ancho,  
graba noche y día grillos y canarios;  
martillos, turbinas, ladridos, chubascos,  
y la voz tan tierna de mi bien amado.

Gracias a la vida que me ha dado tanto.  
Me ha dado el sonido y el abecedario,  
con él las palabras que pienso y declaro:  
madre, amigo, hermano, y luz alumbrando  
la ruta del alma del que estoy amando.

Gracias a la vida que me ha dado tanto.  
Me ha dado la marcha de mis pies cansados;  
con ellos anduve ciudades y charcos,  
playas y desiertos, montañas y llanos,  
y la casa tuya, tu calle y tu patio.

Gracias a la vida que me ha dado tanto.  
Me dio el corazón que agita su marco  
cuando miro el fruto del cerebro humano;  
cuando miro el bueno tan lejos del malo,  
cuando miro el fondo de tus ojos claros.

Gracias a la vida que me ha dado tanto.  
Me ha dado la risa y me ha dado el llanto.  
Así yo distingo dicha de quebranto,  
los dos materiales que forman mi canto,  
y el canto de ustedes que es el mismo canto  
y el canto de todos, que es mi propio canto.

Gracias a la vida que me ha dado tanto.

*Violeta Parra*

ÍNDICE	PÁGINA
1 Resumen	1
2 Introducción	2
2.1 México, país megadiverso	3
2.2 ¿Qué es la biodiversidad?	3
2.3 Alfa, beta y gama; la diversidad en sus diferentes expresiones	4
2.4 El bosque mesófilo de montaña	6
2.5 Estado actual del bosque mesófilo de montaña	8
2.6 Conservación de la biodiversidad	9
3 Objetivos	12
4 Hipótesis	13
5 Antecedentes	14
6 Área de Estudio	17
6.1 Zona de estudio	17
6.2 Orografía	18
6.3 Hidrografía	18
6.4 Geología	18
6.5 Suelo	19
6.6 Clima	19
6.7 Vegetación	19
6.8 Grupos étnicos	20
6.9 Evolución demográfica	20
7 Métodos	21
7.1 Análisis de datos	26
8 Resultados y discusión	28

9 Conclusiones	41
10 Literatura Citada	43
11 Apéndice	50
11.2 Listado de las especies colectadas	50
11.1 Listado florístico	53

## RESUMEN

México es un país megadiverso, entre los diferentes tipos de vegetación que presenta se encuentra el bosque mesófilo de montaña (BMM). Este ecosistema es sumamente heterogéneo y a pesar de que ocupa menos del 1% del territorio nacional presenta una gran biodiversidad. Actualmente la biodiversidad mexicana ha estado siendo estudiada principalmente en sus componentes alfa y beta. Este trabajo se orientó a estudiar parte de esta biodiversidad, en un BMM ubicado en el municipio de Huayacocotla, Veracruz, mismo que está incluido en la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 102 de la CONABIO “Bosques Mesófilos de Montaña de la Sierra Madre Oriental”. Para llevar a cabo este trabajo, se seleccionaron en dicho municipio 13 cuadros al azar de 1 km<sup>2</sup>, eliminando aquellos que presentaban un alto grado de perturbación. En estos cuadros se realizaron colectas de plantas vasculares, siguiendo una adecuación para la colecta de plantas del método de Recursos Forestales Internacionales e Instituciones (IFRI, por sus siglas en inglés). Las plantas colectadas en los cuadros elegidos fueron identificadas en lo posible a nivel de especie y se calculó la biodiversidad alfa y beta para cada uno de los cuadros y del área en general, con ayuda de distintas herramientas computacionales. La zona presenta un fuerte impacto forestal, así como un difícil acceso a determinados cuadros debido a conflictos de índole social. Nuestros resultados apoyan la hipótesis de un México betadiverso, ya que nos muestran que los distintos cuadros, al compararse entre sí, presentan una composición florística propia y particular, misma que depende de diversos factores bióticos y abióticos. Lo anterior, aunado a la gran diversidad alfa encontrada y la presencia de varias especies dentro de la Norma Oficial Mexicana vigente NOM-059-ECOL-2001, confirma que esta zona debe ser propuesta para conservación

## INTRODUCCIÓN

### MÉXICO, PAÍS MEGADIVERSO.

Estimaciones del número de plantas endémicas y especies de vertebrados sugieren que el 70% de la biodiversidad mundial se encuentra en únicamente 17 países megadiversos (Conservation Internacional, 2000). México posee más del 12% de la biota total del mundo en un territorio de cerca de dos millones de kilómetros cuadrados (Toledo y Ordoñez, 1993). Una enorme variedad de ecosistemas, tanto terrestres como acuícolas y marinos, además de una gran diversidad de organismos que se encuentran interactuando dentro de los distintos ecosistemas a los que pertenecen; todo esto y sumando el acervo genético, hacen de México un país megadiverso.

La causa de esta gran biodiversidad puede ser explicada por su accidentada topografía, que ocasiona una gran variedad de climas y por su complicada historia geológica, además del hecho de que en México convergen dos grandes regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical. De acuerdo con Halffter y Ezcurra (1992), esta riqueza de plantas y animales tiene un valor incalculable y constituye un patrimonio natural resultado de la evolución, por lo que es un proceso histórico que ha ocurrido en el tiempo, irreplicable en las mismas condiciones. Mittermeier *et al.* (1997) mencionan que en los casi dos millones de kilómetros cuadrados que abarca el territorio mexicano (1.5% de la superficie emergida del planeta) se encuentra alrededor del 10% de la diversidad biológica del mundo, destacando por su riqueza de especies los grupos de vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), las plantas vasculares y algunos otros grupos taxonómicos.

Es sabido que gran parte de esta biodiversidad mundial se localiza en los países con economías en desarrollo. El alto nivel de amenaza para la substancial biodiversidad y las bajas entradas que para los países implica enfocarse en la conservación no resulta muy redituable en términos económicos, por lo que el esfuerzo en estas regiones es particularmente importante (Fazey *et al.*, 2005). Nuestro país se encuentra dentro de este tipo de condiciones, y por tanto es necesario establecer prioridades acerca de qué y cómo conservar.

## ¿QUÉ ES LA BIODIVERSIDAD?

Durante “The Convention on Biological Diversity” (UNEP, 1992) firmado por 157 países en junio de 1992 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro, se estipula que “por diversidad biológica se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”. Bonn y Gaston (2005) la definen como un concepto jerárquico con tres principales niveles de organización: diversidad genética, de especies y de ecosistemas

Además del valor *in situ* que la biodiversidad representa, es también una parte importante en el aspecto cultural de las naciones, sobre todo en culturas como la nuestra, donde la relación hombre-naturaleza ha sido una parte importante en el desarrollo histórico y antropológico del país; además del hecho de que el hombre, como parte de la naturaleza, siempre ha estado y estará vinculado con el entorno biológico.

El Instituto Nacional de Ecología (INE) durante un diplomado en el que se abordó este tema realizó una síntesis de diversas definiciones del término diversidad:

- I. Es la variedad de la vida que se distribuye de forma heterogénea a través de la Tierra (Gaston, 2000).
- II. Es la suma total de todas las variaciones bióticas, desde el nivel de genes a ecosistemas (Purvis y Hector, 2000).
- III. Es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta a todos los niveles jerárquicos de la vida, de las moléculas a los ecosistemas, pasando por los genes, las células, los individuos, las poblaciones y las comunidades (Solbrig, 1991).
- IV. Es la diversidad genética dentro de cada especie, la diversidad de especies (riqueza específica) y la diversidad ecológica (al nivel de comunidad) (Norse *et al.*, 1986).
- V. Es el patrimonio o riqueza biótica singular e irrepetible de cada lugar, región o continente y en última instancia de toda la humanidad (Wilson, 1988).

- VI. Es el “gran diccionario de la vida”, el inmenso caudal de formas presentes y extintas en los que se manifiesta el devenir histórico de la vida (Margalef, 1980).
- VII. Es un paraguas conceptual que engloba la variedad de la naturaleza, incluyendo el número y frecuencia de ecosistemas, especies y genes representados por un conjunto de organismos (MacNeely *et al.*, 1990)
- VIII. Es la riqueza o variedad de formas vivientes que existen en el planeta, que incluye plantas, animales y microorganismos, sostenidos como entes vivientes debido a un cúmulo de información genética aún mayor y acomodados de forma compleja en los ecosistemas que existen en el planeta (Dirzo, 1998).
- IX. Es la riqueza total en composición y número de manifestaciones de las formas de vida en la naturaleza que incluye toda gama de variación y abundancia de genes, organismos, poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y los procesos ecológicos de los que son parte (SEMARNAP, 1997a).

Lo anterior muestra la ardua tarea que resulta unificar un concepto incorporando estas definiciones y todas aquellas que pudiéramos encontrar en la literatura; rescatando los principios básicos y generales e integrando aspectos micro y macroscópicos, genéticos, ecológicos y evolutivos que nos brinden un concepto de “biodiversidad” que satisfaga todos los ámbitos biológicos.

#### ALFA, BETA Y GAMMA; LA DIVERSIDAD EN SUS DIFERENTES EXPRESIONES

La idea de separar la diversidad de especies en distintos componentes data de 1960, cuando Whittaker propuso que el número total de especies de una región (parámetro al que denominó diversidad gamma) es resultado de la combinación de la diversidad alfa (el número de especies en las localidades que conforman la región bajo estudio) y la diversidad beta (la diferencia en composición de especies entre estas localidades) (Rodríguez *et al.*, 2003).

A nivel ecológico, la biodiversidad tiene dos expresiones bien definidas en el análisis de comunidades: la diversidad presente en un sitio, o diversidad alfa y la heterogeneidad espacial o diversidad beta. La diversidad alfa es una función de la cantidad de especies presentes en un mismo hábitat, y es el componente más comúnmente citado: por ejemplo, de las selvas tropicales húmedas y de los arrecifes

coralinos. La diversidad beta es una medida del grado de partición del ambiente en parches o mosaicos biológicos, es decir, mide la contigüidad de hábitats diferentes en el espacio (Halffter y Ezcurra, 1992). Por otra parte, la llamada diversidad gamma es la riqueza de especies en un conjunto de comunidades que integran una unidad geográfica, que resulta como consecuencia de la diversidad alfa y de la diversidad beta (Whittaker, 1972).

En un contexto biogeográfico, la biodiversidad se mide cuantificando la heterogeneidad biogeográfica en una zona o región dada. La biodiversidad geográfica está dada por la diversidad de ecosistemas de una región determinada (Halffter y Moreno, 2005).

Podemos estudiar a la riqueza de especies en un espacio determinado bajo dos aproximaciones; cada una de ellas implica supuestos y perspectivas distintas. Bajo la primera, consideramos que la entidad biológica y superior a la población (en un orden jerárquico de complejidad creciente) es la comunidad. La comunidad tiene una estructura y funcionamiento característicos, mismos que se determinan a través del proceso evolutivo. La riqueza de especies es uno de los parámetros que usamos para estudiar las comunidades (Halffter *et al.*, 2005).

Para la segunda aproximación, la riqueza en especies es una realidad histórica. Es el resultado de la evolución en espacio y tiempo. Las especies forman ensambles, pero su existencia es una realidad que no depende de la naturaleza de los mismos. Contrariamente, las especies que existen en un espacio determinado (junto con los factores ambientales) determinan las características de los ensambles (Halffter *et al.*, 2005).

El estudio del comportamiento y propiedades del componente beta de la diversidad biológica es de primordial importancia en ecología y biogeografía, porque está directamente relacionado con la endemidad de una biota y con el elemento fundamental de los estudios biogeográficos: el intervalo de distribución geográfica de las especies.

## EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

El bosque mesófilo de montaña es uno de los diez principales tipos de vegetación que Rzedowski (1978) menciona para México, correspondiente al clima húmedo de altura. Dentro del conjunto de las comunidades que viven en las zonas montañosas, ocupa sitios más húmedos que los típicos de los bosques de *Quercus* y *Pinus*, generalmente más cálidos que los propios de *Abies*, pero más frescos que los que condicionan la existencia de los bosques tropicales (Rzedowski, 1978). Es un tipo de vegetación heterogéneo que agrupa comunidades vegetales que comparten características fisiológicas, ecológicas, climáticas y florísticas (Meave *et al.*, 1992).

Las condiciones climáticas que requiere este tipo de vegetación se presentan en zonas restringidas del territorio de la República y por consiguiente, el bosque mesófilo de montaña tiene una distribución limitada y fragmentaria (Rzedowski, 1978).

Estos bosques están caracterizados por una mezcla de diferentes elementos de distintas afinidades: holárticos, neotropicales, así como de un componente endémico (Rzedowski, 1978, 1992). De acuerdo con Alcántara *et al.* (2002), el bosque mesófilo mexicano es considerado como un tipo de vegetación donde mejor se expresa la mezcla de elementos biogeográficos tropicales y templados.

La distribución natural del bosque mesófilo en México es muy limitada. Originalmente, este bosque cubrió el 1% de la superficie del país, es decir, alrededor de 2 millones de hectáreas. Por lo que siempre ha sido considerado un ecosistema raro. Hoy en día queda sólo la mitad de la superficie que este bosque ocupó en el pasado (Challenger, 1998).

A pesar de que la distribución de este tipo de vegetación es, como se mencionó anteriormente de menos del 1% de la superficie total de México (Rzedowski, 1996), las estimaciones de las plantas vasculares que habitan de manera exclusiva o preferente en este ecosistema es de 2500 especies, esto es alrededor del 10% de especies de plantas estimadas para el país (Alcántara y Luna, 1997), lo que hace de este tipo de bosque el más diverso en México por unidad de superficie (Rzedowski, 1996).

El bosque mesófilo, como ya se mencionó, presenta una distribución fragmentaria, similar a un archipiélago, en la cual cada una de las islas presenta una composición florística particular (Luna *et al.*, 1999). La proporción de especies endémicas es de  $\pm 30\%$  del número total de especies (Rzedowski, 1996).

El hombre ha alterado en gran medida el medio ambiente global, cambiando ciclos biogeoquímicos, transformando la tierra e incrementado la movilidad de la biota. El combustible fósil y la deforestación han incrementado la concentración atmosférica de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en un 30% durante los pasados tres siglos (con más de la mitad del incremento ocurrido en los pasados 40 años). Hemos tenido más del doble de las concentraciones de metano incrementado la concentración de otros gases que contribuyen al calentamiento climático. Durante el próximo siglo estos gases de efecto invernadero serán los principales causantes del cambio climático más rápido que la Tierra ha experimentado desde la última glaciación ocurrida hace 18 000 años y quizá desde hace mucha más tiempo (Chapin III *et al.*, 2000).

En ese aspecto, el bosque mesófilo es el ecosistema que mayor cantidad de agua capta por hectárea (Challenger, 1998). La captación del agua de lluvia y de la neblina, aún en la temporada seca, es alta debido a que este tipo de vegetación se desarrolla en las zonas de mayor precipitación del país (entre 2000 y 6000 mm/año) (Rzedowski, 1978). Los bosques ayudan a la conservación del suelo que, a veces, no está bien consolidado y se presenta sobre una topografía escarpada, en las regiones del país con más riesgo de erosión y deslaves. La captura de carbono por los bosques mesófilos tiene un alto potencial para captar pagos (bonos) de países industrializados en el contexto del “comercio” de emisiones de CO<sub>2</sub>. Esta captura de carbono por la biomasa del bosque es importante y también por el suelo, debido a que siempre está muy húmedo y no permite la degradación de la materia orgánica (Challenger, 1998).

En México, existe un ordenamiento jurídico ambiental oficial llamado Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2002) que tiene por objeto identificar y listar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su

riesgo de extinción (SEMARNAT, 2002). En total, los bosques mesófilos son el hábitat para 415 especies mencionadas en la NOM-059-ECOL-1994, 103 de ellas son plantas con flores y 131 son especies de anfibios y reptiles, comparado con 381 especies de la selva alta perennifolia (Challenger, 1998). De acuerdo con esta NOM, los bosques mesófilos son los ecosistemas con mayor número de especies amenazadas, raras, en peligro de extinción o sujetas a protección especial, más aún que las selvas altas perennifolias (SEMARNAT, 2002).

## ESTADO ACTUAL DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN MÉXICO

Durante los últimos años se han observado una serie de transformaciones en los distintos tipos de vegetación del país, no siendo la excepción el bosque mesófilo, principalmente debido a la actividad humana y al uso irracional de los recursos naturales; todo esto ha llevado a una degradación de la biodiversidad a velocidades sin precedentes. En el pasado geológico, los bosques mesófilos cubrieron extensas áreas de México, pero su actual distribución es muy restringida: sólo abarca menos de 1% del territorio nacional (Rzedowski, 1978). Estos orígenes antiguos y un posterior aislamiento en virtuales islas ecológicas hacen que estos bosques contengan tanto especies paleoendémicas como especies endémicas de evolución más reciente y una flora que, comparativamente, los dota de una biodiversidad total mayor que la de todos los demás tipos de vegetación en relación con el espacio total que ocupan (Challenger, 1998).

Challenger (1998) menciona que los bosques mesófilos de montaña mexicanos son inherentemente frágiles: Al tratarse de los ecosistemas de este tipo más septentrionales del mundo (Webster, 1993), su persistencia depende de un microclima que es mantenido en parte por el propio bosque, ya que en los lugares donde se tala el bosque mesófilo, es frecuente que a éste lo sustituyan bosques de pinos. Este efecto es menos pronunciado en los bosques mesófilos de montaña ubicados en latitudes menores, donde el clima y la niebla a nivel de la vegetación son menos estacionales y, debido a ello, permiten que éste se regenere *in situ*.

Al parecer ninguna civilización prehispánica se desarrolló exclusivamente en la zona ecológica templada húmeda (Challenger 1998). En los bosques mesófilos han existido varias culturas que los explotaron y algunas de ellas todavía existen; tal es el

caso de la presencia de la cultura azteca que de acuerdo a unos códices estudiados por Peterson & Peterson (1992), usó de diversas especies de plantas y animales, como la resina del Liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) y las plumas del quetzal (*Pharomachrus mocinno*) como elemetos de tributo. Sin embargo, la explotación intensiva del bosque mesófilo de montaña en México es un fenómeno reciente que se inició después de la conquista (Challenger, 1998).

El principal agente que ha afectado a este tipo de vegetación ha sido la ganadería extensiva, la cual destruye por completo la vegetación original y deja en un lapso de pocos años un suelo estéril con pocas posibilidades de regeneración; la agricultura, donde todavía podemos encontrar la práctica de roza, tumba y quema empobreciendo los suelos, y donde el agricultor termina por abandonar el área, donde la regeneración del bosque a su estado original es sumamente difícil; así como la práctica muy extendida del cultivo de café en estas zonas, donde dadas las condiciones de altitud, favorece su crecimiento. Otro factor al que el bosque se enfrenta es la tala inmoderada, ya sea a pequeña escala o mediante la participación de grandes aserraderos clandestinos, puesto que en el bosque mesófilo existen especies que son altamente apreciadas por su valor comercial, haciendo de este tipo de vegetación presa fácil de la fragmentación y degradación, destruyendo el hábitat de una gran cantidad de organismos (Challenger, 1998).

Lo anterior nos muestra la importancia de este tipo de vegetación para México, en todos los aspectos, y por lo tanto, resulta imperativo planear estrategias para su conservación.

## CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

El estudio de la biodiversidad y su conservación ha sido motivo, en los últimos años, de un creciente interés, pero se ha enfrentado a una enorme problemática en la cantidad de metodologías y estrategias para este propósito, ya que diferentes autores establecen rangos y prioridades sobre qué y cómo estudiar.

Reynoso (1994) comenta que un problema de la conservación es elegir entre un conjunto de áreas cuál o cuáles de ellas son prioritarias para tal fin. La utilización de

métodos históricos en la elección y clasificación de áreas a conservar es científicamente reconocida ya que se obtienen resultados contemplando un área geográfica mayor como un todo. Estos métodos requieren de pocos datos para reconocer lugares primarios de importancia y presenta resultados falseables a más corto plazo y con una menor inversión (Reynoso, 1994). En general, la asignación de estrategias de conservación debe basarse en la escala y objetivo del producto final (Peterson *et al.*, 1993). Actualmente estas prioridades de conservación se basan tanto en la cantidad de especies que puede contener cada una de las áreas como en las cualidades de dichas especies. La cualidad genérica por excelencia es la rareza, la cual tiene tres expresiones diferentes: rareza demográfica, rareza geográfica y rareza de hábitat (Kruckenberg y Rabinowitz, 1985 en Espinosa, 2003).

Para Ceballos *et al.* (1998) es importante identificar regiones que presenten tanto una alta riqueza de especies como una alta concentración de especies endémicas y especies amenazadas; esta a sido la tendencia a la hora de elegir áreas prioritarias para la conservación.

Halffter (2005) menciona diferentes estrategias para la conservación de la biodiversidad, las cuales por lo regular se sitúan dentro de algunos de los siguientes propósitos generales: i) racionalizando y favoreciendo la protección mediante medidas económicas a través del manejo racional, ii) estableciendo áreas naturales o para algunas especies, establecer bancos de germoplasma *ex situ* y iii) dictaminar el espacio y uso de grandes extensiones de tierra.

Así también, existe una tendencia a considerar a la diversidad beta como un componente que debe ser tomado en cuenta en términos de conservación biológica (Halffter, 1998: Rodríguez *et al.*, 2003). Debido a que existe una relación inversa entre la diversidad beta de una región y las áreas de distribución de las especies dentro de ésta (Harrison *et al.*, 1992), de forma que si en una región las especies presentan en promedio un área de distribución pequeña, los sitios difieren en cuanto a la composición de especies, es decir, la diversidad beta es alta. Si, por el contrario, las especies tienen un área de distribución amplia, los sitios se parecen más entre sí en

términos de la composición de especies y la diversidad beta es baja (Arita y León-Paniagua, 1993; Rodríguez *et al.*, 2003).

El estudio del comportamiento y propiedades del componente beta de la diversidad biológica es de primordial importancia en ecología y biogeografía, porque está directamente relacionado con la endemidad de una biota y con lo que es el elemento fundamental de los estudios biogeográficos: el intervalo de distribución geográfica de las especies.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL:**

- Contribuir al conocimiento de la flora mexicana y de forma particular al bosque mesófilo de montaña, determinando biodiversidad, en el municipio de Huayacocotla, Veracruz.

### **PARTICULARES:**

- Contribuir con un listado florístico general actualizado del sitio.
- Determinar biodiversidad alfa
- Determinar biodiversidad beta
- Determinar biodiversidad florística.

## **HIPÓTESIS**

La hipótesis de este trabajo se basa en la premisa de que el bosque mesófilo de montaña es un tipo de vegetación sumamente heterogéneo, por lo tanto en cada unidad de estudio (cuadro), se encontrará una diversidad florística distinta (incluyendo a las especies endémicas y a las especies NOM); de esta manera se puede comprobar la alta diversidad  $\beta$  que existe en el bosque y con ello poder sustentar la importancia a ser conservado.

## ANTECEDENTES

La diversidad biológica ha sido motivo de numerosos estudios científicos (Whittaker 1960, 1972, 1973, 1977, Shmida y Wilson 1985, Mittermeier *et al.* 1997, 1999). Dentro de los aspectos de la biodiversidad los temas más estudiados son la diversidad como fenómeno, la forma en que se puede medir, y los factores que la favorecen y mantienen (Goettsch, 2001).

Existe en la literatura una cantidad considerable de publicaciones que abordan el estudio de la biodiversidad principalmente en sus componentes alfa y beta así como de la diversidad gamma. Incluso existen artículos que analizan ejercicios teóricos de estos componentes, como Karadzic *et al.* (2003) y Michel (2000), quien además analiza la interrelación de los componentes de la biodiversidad y las curvas de saturación de especies. Sin embargo, la gran mayoría de estos estudios se han enfocado a la evaluación de la biodiversidad en el aspecto faunístico principalmente invertebrados tal es el caso de Arellano & Halffter (2003), Walla *et al.* (2004), Novotny & Weiblen (2005), Aguilar-Aguilar & Salgado- Maldonado (2006), Apigian *et al.* (2006), Ødegaard(2006), Marinoni & Ganho (2006), Baselga & Jiménez-Valverde (2007), Paredes *et al.* (2007), y Caterino (2007); otros trabajos se encaminan al estudio de vertebrados como Lorance *et al.* (2002), quienes estudian la diversidad alfa y beta de los peces carnívoros de las Islas Canarias; y el trabajo de la mastofauna mexicana de Rodríguez *et al.* (2003). Otro número importante de trabajos se dedica a analizar los distintos componentes de la biodiversidad tomando en cuenta diversos grupos, la gran mayoría de ellos incluyen grupos de flora y fauna, (Harrison *et al.*, 1992; Pla, 2006; Clough *et al.*, 2007; y Gardner *et al.*, 2007); algunos de ellos incluso incluyen componentes abióticos como es el caso del trabajo de Hope *et al.* (2005). Los trabajos que se encauzan al estudio de la flora dentro de este contexto difieren en muchas formas, algunos se dedican en determinadas regiones como Fosaa (2004), quien realiza un análisis de la biodiversidad de la vegetación de una zona alpina en las Islas Faroe en la región Noratlántica; Kallimanis *et al.* (2007) hacen lo mismo, pero para distintos tipos de vegetación templada en Grecia. En la literatura también encontramos trabajos que se dirigen al estudio de un tipo de vegetación en particular como Balvanera-Levy (1999) que realiza un trabajo en selva baja caducifolia, el estudio de Goettsch-Cabello (2001) con

comunidades de cactáceas del desierto chihuahuense, Benitez-Inzunza (2006) analiza el componente beta en un bosque templado de Oaxaca y Archaux & Bergés (2007) que estudian un “lowland forest” en Francia. Otro trabajo es el de Harrison & Inoye (2002), quienes en la provincia florística de California con ayuda del cálculo de los índices alfa y beta establecen sitios prioritarios para la conservación.

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad; (CONABIO, 2000); por tal motivo la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) a través del Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. Esta comisión creó un proyecto con el apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), The Nature Conservancy (TNC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), así como con la participación del Instituto Nacional de Ecología como autoridad normativa del gobierno federal. Como producto de este proyecto se obtuvo un mapa en escala 1:1 000 000 con 152 Regiones Prioritarias Terrestres (RTP) para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km<sup>2</sup>, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio (CONABIO, 2000).

La CONABIO en su RTP 102 “Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental” integra a los bosques mesófilos representativos de la Sierra Madre Oriental, y la dividen en 44 municipios, pertenecientes a los estados de Veracruz, Hidalgo y Puebla; el municipio de Huayacocotla está dentro de esta RTP (Fig. 1 y 2).

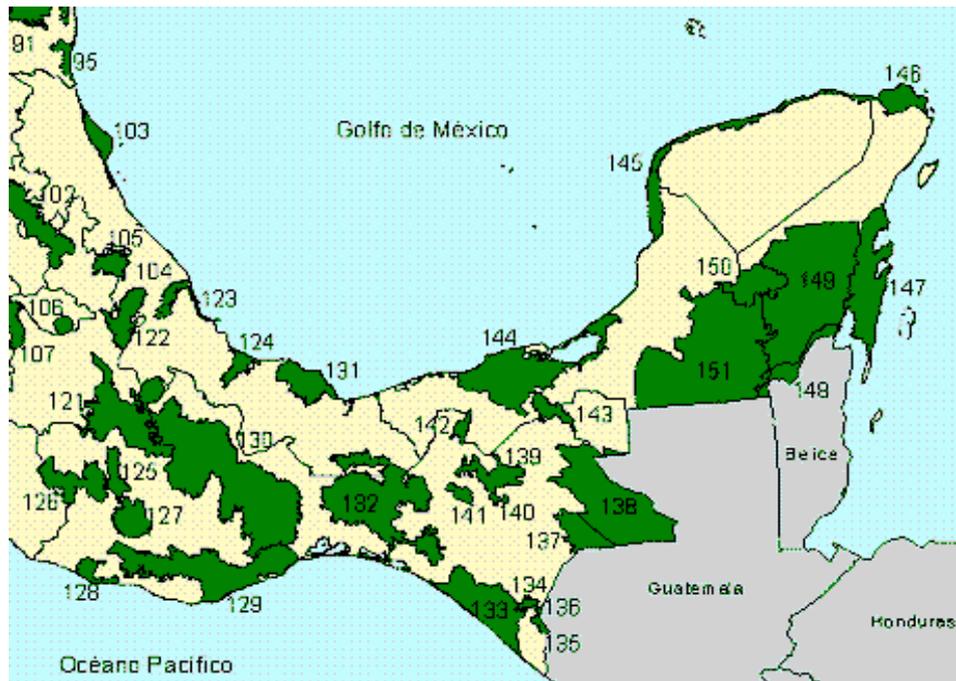


Figura 1: Algunas regiones terrestres prioritarias de México<sup>1</sup>

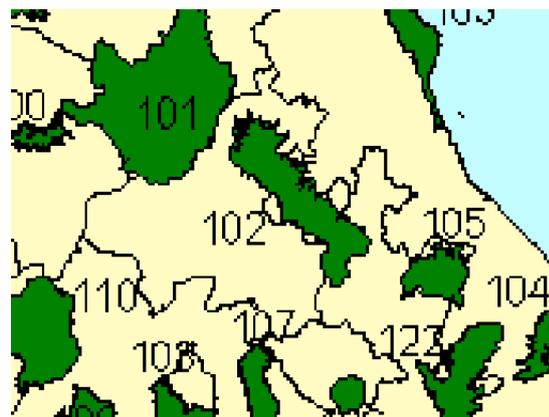


Figura 2: RTP 102 “Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental”

<sup>1</sup>**Fuente:** Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### ZONA DE ESTUDIO

En la región noroeste del estado de Veracruz, enclavada en la Sierra Madre Oriental, encontramos al municipio de Huayacocotla (Figura 3), entre las coordenadas geográficas 20° 32' latitud norte y 98° 29' longitud oeste a una altitud de 2140 msnm (INEGI, 1996), la cual junto con municipios aledaños conforma la porción denominada Huasteca Veracruzana. Este municipio, limita al norte con el municipio de Ixmiquilpan y el municipio de Zontecomatlán; al sur con el municipio de Zacualpan; y al oeste con el estado de Hidalgo (Ramírez y Palma, 1980).

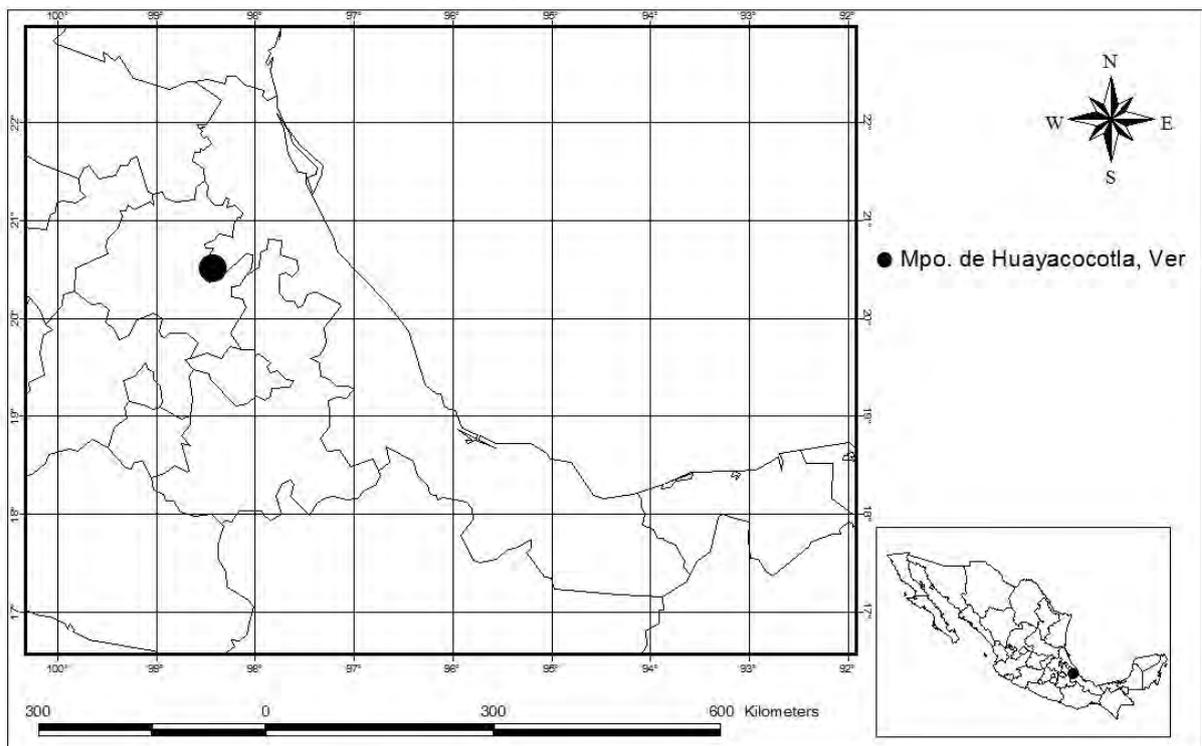


Figura 3: Zona de estudio

De acuerdo con Arellano y Halftter (2003), Veracruz es uno de los tres estados de México que presenta gran diversidad biológica, pero asimismo es una de las áreas del país que presenta un alto grado de perturbación antropogénica. En Veracruz la actividad humana ha sido la principal causa de la fragmentación de las comunidades naturales ocasionando la existencia de parches, remanentes de la vegetación original con diferentes grados de modificación y reteniendo solo algunos de los componentes originales del paisaje (Arellano y Halftter, 2003).

## OROGRAFÍA

Se encuentra ubicado en la parte más abrupta de la Huasteca, en el ramal de la sierra madre que recibe el nombre local de Sierra de Huayacocotla o de Chicontepec, destacando los cerros del Zapote, el Pión, Encinal, que forman las cumbres de Huayacocotla; de igual forma sirven de límite con el Estado de Hidalgo, los cerros Tepolo y Jabalí; otros como el Corcovado, la Cumbre, Poxtete, contrastan con las profundas barrancas que lo surcan, como las de la Caldera y Huayacocotla. Presenta un relieve irregular típico de las zonas montañosas profundamente quebrado con anticlinales y sinclinales que forman el valle en el que están inmiscuidos rodeado de escarpadas laderas con pendientes que oscilan entre 5 y 20% en el ejido de la Selva y mayores de 60% en Helechales, Ocotes y Agua de Calabaza (SARH, 1978). Las elevaciones en general varían de los 950 msnm, en el río Vinazco, hasta 2 200 msnm en el cerro del Corcovado (Ramírez y Palma, 1980).

## HIDROGRAFÍA

La zona de estudio se localiza en la cuenca alta del Tuxpan, casi en el límite del parteaguas. Se encuentra regado por pequeños ríos que son tributarios del río Calabozo, que a su vez descarga sus aguas en el Moctezuma o Pánuco. Las aguas subterráneas son abundantes y afloran en gran cantidad en la época de lluvias, muchas de ellas se mantienen fluyendo todo el año formando arroyos tributarios de los ríos Vinazco y Hormigueros. Estos últimos afluentes del río Tuxpan (Ramírez y Palma, 1980)

## GEOLOGÍA

Fisiográficamente el municipio de Huayacocotla pertenece a la provincia Sierra Madre Oriental y a la subprovincia Carso Huasteco. Se encuentra ubicada en la cuenca de Tampico-Misantala, dentro de la provincia geológica del noreste de México, aflora la formación Huayacocotla, que contiene capas de arenizca, conglomerados y pocas lentes de calizas. El área aproximada que abarca esta cuenca es de 25 000 Km<sup>2</sup>; la sección tipo se encuentra en los afloramientos a lo largo del río Viñazco (Carrillo, 1965). Se sabe que en la región ha existido una gran inestabilidad a lo largo de sus historia y por lo tanto, la geología es muy compleja (Pedrazzini y Basañez, 1978).

## SUELO

El tipo del suelo predominante es el conformado por roca sedimentaria del Cenozoico Terciario. Su suelo es de tipo vertisol y cambisol; el primero se caracteriza por ser arcilloso y macizo; el segundo presenta mayor acumulación de arcilla y calcio; con tonalidades negras, grises y rojizas y baja susceptibilidad a la erosión. En la zona de estudio aflora la formación Huayacocotla, que contiene capas de arenisca, conglomerados y pocas lentes de calizas. Los suelos están libres de sales solubles y sodio intercambiable, el pH es fuertemente ácido en el horizonte superior debido al contenido de materia orgánica (Ramírez y Palma, 1980).

## CLIMA

El clima predominante es del grupo C; C(f) y C(m); templado-húmedo con una temperatura promedio de 13.9° C (Enciclopedia de los Municipios de México, 2005); siendo los meses más fríos los de noviembre a enero, con una temperatura entre -3 y 18°C; y abril y mayo, los meses más calurosos con una temperatura de 16.5°C; con verano fresco y largo y nieblas frecuentes. De 1961 a 1999 la precipitación promedio fue de 1866 mm; la cual es más abundante durante los meses de junio a septiembre (INEGI, 2005).

## VEGETACIÓN

Los ecosistemas que coexisten en el municipio son el de bosque caducifolio (BMM) y bosque de pino-encino, principalmente; el primero de ellos con poblaciones de *Carpinus*, *Magnolia*, *Quercus*, *Liquidambar*, *Ostrya* y *Ulmus*, encontramos que algunas de las especies de los géneros antes mencionados son abundantes y distribución homogénea dentro del bosque; y debido a que la vegetación en general no es muy densa deja pasar al interior del bosque una cantidad de luz suficiente que permite el crecimiento de especies arborea y arbustivas en el estrato inferior; donde se desarrolla una fauna compuesta por poblaciones de pequeños mamíferos, aves rapaces y reptiles. El bosque de pino-encino, se localiza en las regiones más secas del lugar, donde encontramos diversos representantes del género *Quercus*, *Pinus* (*Pinus patula*, principalmente) y una gran variedad de compuestas este presenta un grado de perturbación considerable, debido a la tala inmoderada de la que ha sido objeto (Ramírez y Palma, 1980).

## GRUPOS ÉTNICOS

Existen en el municipio 779 hablantes de lengua indígena, 395 hombres y 384 mujeres, que representan el 4.30% de la población municipal. La principal lengua indígena es la náhuatl (Enciclopedia de los Municipios de México, 2005).

## EVOLUCIÓN DEMOGRÁFICA

Municipio que tiene una población hasta el año de 1995 de 18,846 habitantes, entre hombres y mujeres, de 1995 a 1996 experimenta un total de 907 nacimientos y en este mismo espacio de tiempo se dan 105 defunciones. Se estimó que en 1996 tenía una población de 19,495 individuos. De acuerdo a los resultados preliminares del Censo 2000, la población en el municipio es de 18,057 habitantes, 8,787 hombres y 9,270 mujeres (Enciclopedia de los Municipios de México, 2005).

## MÉTODOS

Se conjuntó un listado florístico con ayuda de tres trabajos existentes: Vargas (1982), Ballesteros (1986), así como un estudio realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (Ramírez y Palma, 1980), actualmente Instituto de Ecología A. C. También se incluyeron en el listado 17 registros de diversos herbarios: Herbario Nacional, del Instituto de Biología de la UNAM (MEXU), Herbario del Instituto de Ecología, A.C., México (IE-XAL), Herbario IEB del Instituto de Ecología, A.C., México (IE-BAJÍO), Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCME) para el municipio y particularmente para el tipo de vegetación estudiado. En esta lista se enumeraron todas las plantas encontradas en el bosque mesófilo de montaña, se realizó una exhaustiva búsqueda de sinonimias, autoridades, así como una actualización de todos los datos (cambios en familias y géneros, principalmente). El listado arrojó un total de 117 familias, 289 géneros y 494 especies para el bosque mesófilo de montaña del municipio; esta lista fue enriquecida con el material colectado, el cual fue posteriormente determinado en el herbario. Asimismo se hicieron las anotaciones de aquellas plantas que están incluidas en alguna categoría dentro de la Norma Oficial Mexicana vigente (059-ECOL-2001) (SEMARNAT, 2002).

A partir de la fotointerpretación de 16 fotografías áreas escala 1:75 000 que corresponden a las líneas 170, 171, 172 y 173 del vuelo INEGI SINFA zona F14-11 del 5 de diciembre de 1995 (INEGI, 1996), que cubren el área de estudio y con ayuda del programa ILWIS (ITC, 2005), el manchón de bosque se delimitó mediante la fotointerpretación y digitalización en pantalla de la imagen Landsat-ETM del año 2002. Una vez reconocidos los manchones de bosque, éstos fueron ubicados en el mapa correspondiente y se georreferenciaron los puntos donde se ubicaba el bosque. Posteriormente este mapa se anexó al programa ArcView versión 2.0 (ESRI, 1999); también se incluyó la carta topográfica F14D62 en formato digital a escala 1:50 000 (INEGI, 2000), para y con la ayuda del mapa generado anteriormente y las curvas de nivel, realizar un polígono que representara el bosque mesófilo de montaña de esta área. Dentro de este polígono se incluyeron también todos los caminos, carreteras, poblados y ríos que concurrieran dentro de la zona de estudio (véase figura 3).

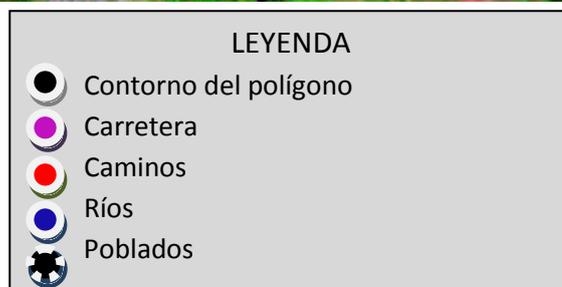
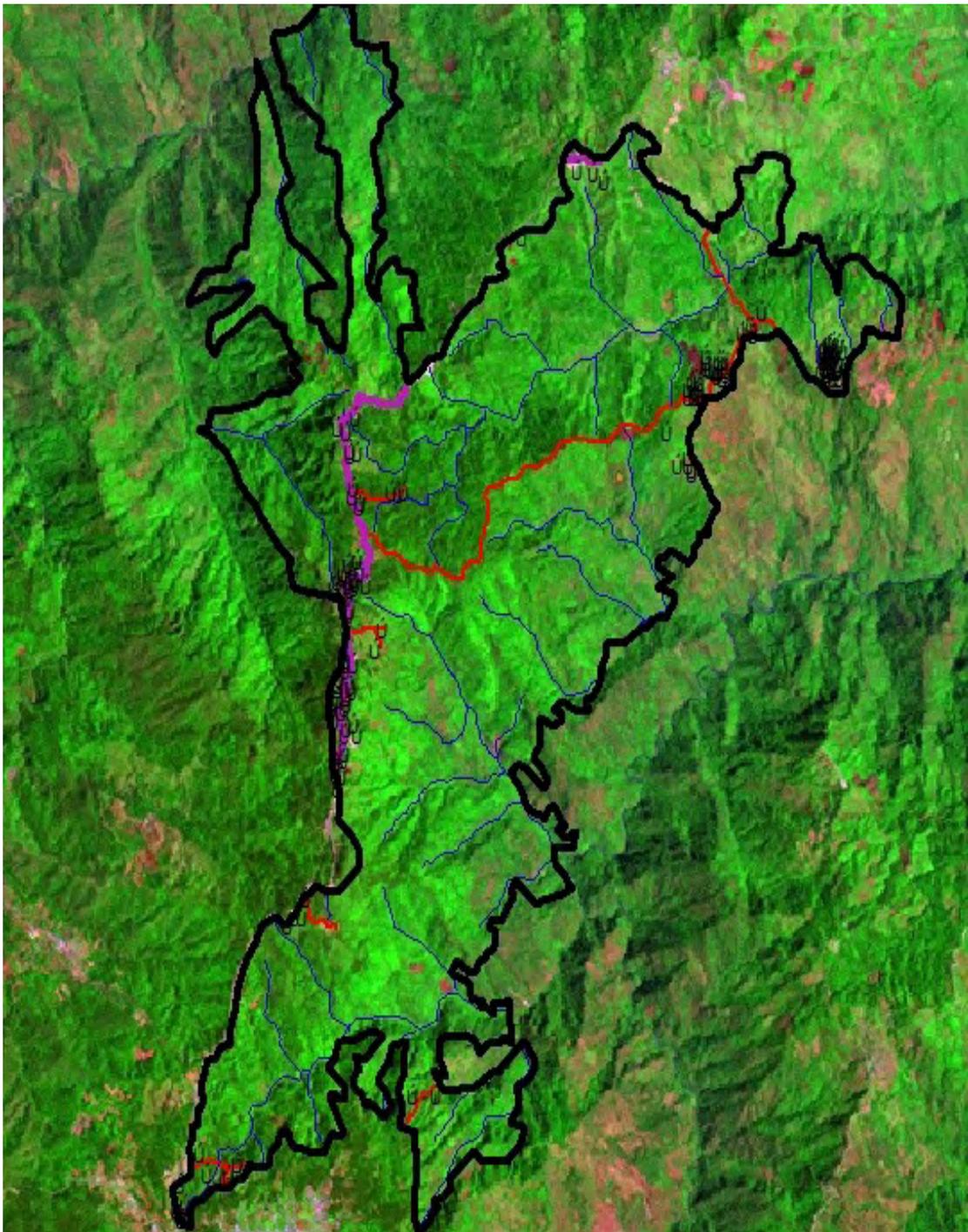


Figura 4. Polígono generado con ayuda de los programas ILWIS y ArcView para delimitar el área de estudio. (Mpio. de Huayacocotla)

Una vez delimitada el área de estudio se implementó un sistema de cuadrículas, el cual fue tomado de la carta topográfica F14D62 en formato digital, donde cada cuadrícula equivale a 1 km<sup>2</sup> (Figura 4). Este mapa se corroboró mediante salidas a campo para garantizar la existencia de áreas con bosque mesófilo de montaña a trabajar del municipio de Huayacocotla.

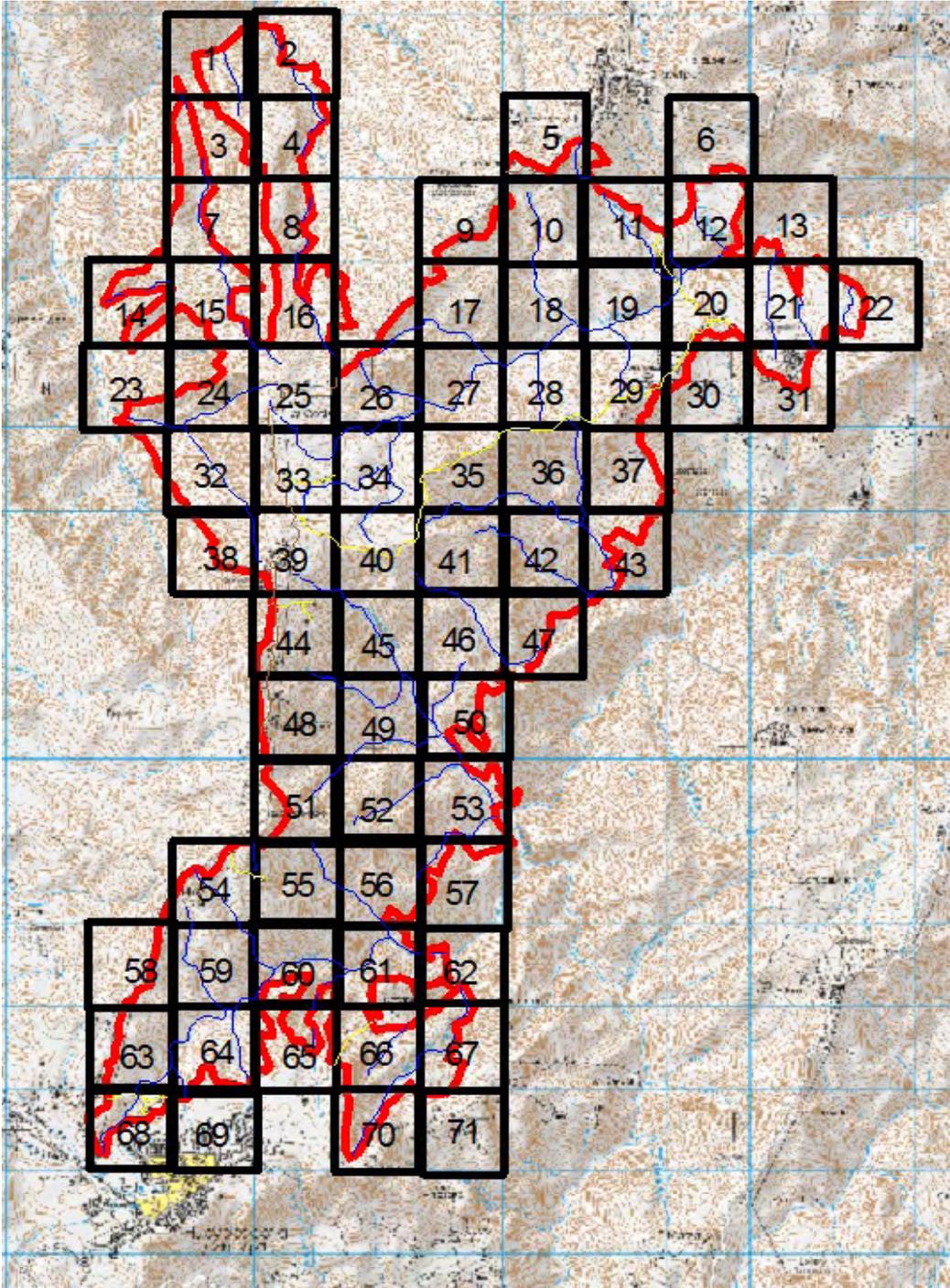


Figura 5. Cuadrículas implementadas para dividir el área de estudio.

El polígono de estudio se modificó y se acotó a 48, de donde se trabajaron 20 de ellos, los cuales se muestran en la figura 6

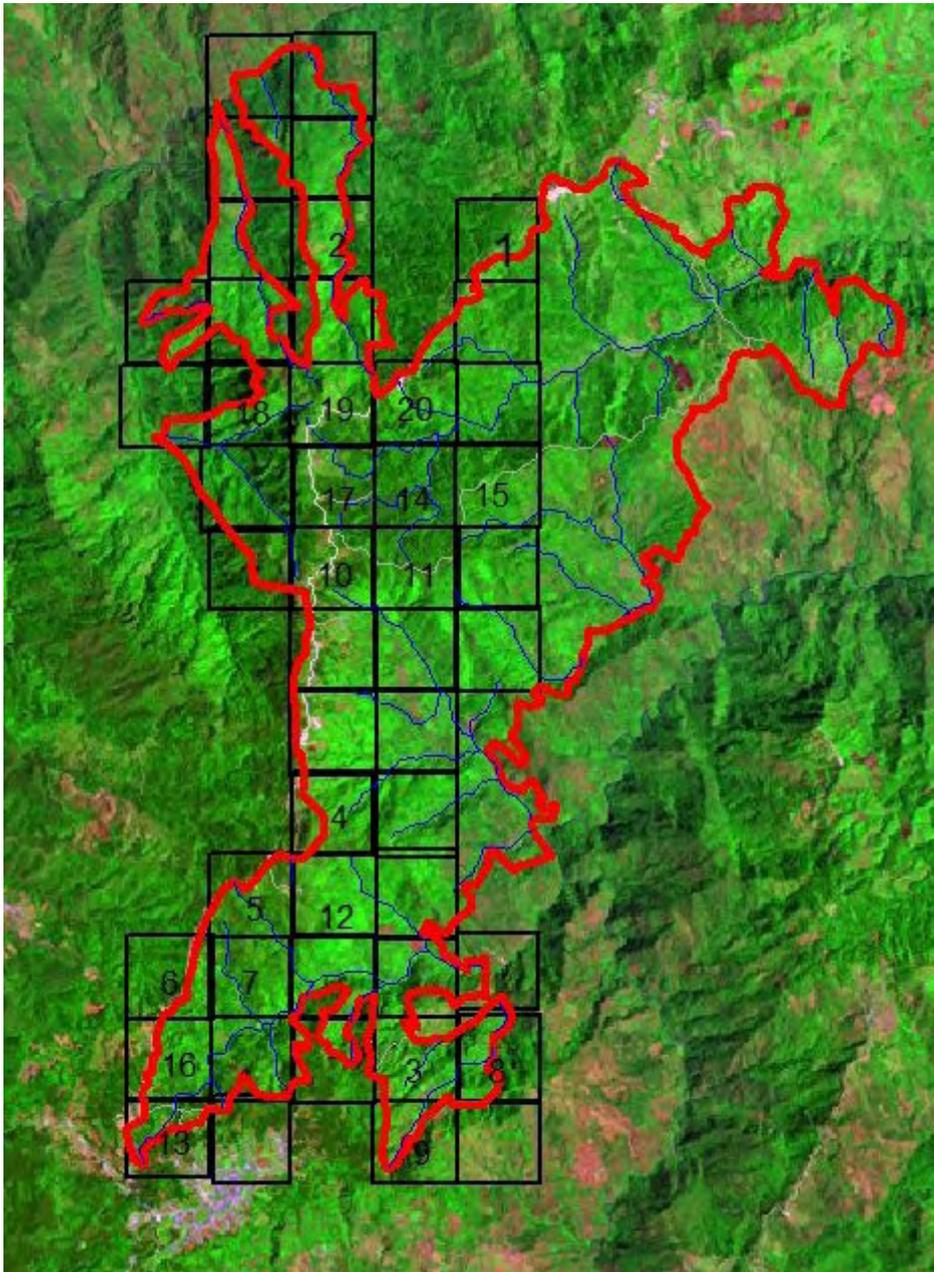


Figura 6. Polígono acotado que muestra los sitios de colecta

La elección del área de muestreo se realizó eligiendo cuadrículas al azar, donde cada cuadro es una unidad de estudio. En campo se ubicaron los cuadros elegidos con ayuda de un geoposicionador satelital (GPS) y se colectaron las plantas en cada una

de las unidades determinadas, usando una adecuación del método IFRI modificado (Ruíz-Jiménez, Carlos; UNAM; com. pers.) conocido como “círculos concéntricos”.

El International Forestry Resources and Institutions (IFRI, por sus siglas en inglés) creó en 1995 un método que consistió originalmente en una variedad de formatos que permiten obtener información diversa acerca de la deforestación del paisaje; este método fue diseñado por Elinor Ostrom y Mary Beth Wertime de la Universidad de Indiana, y como se mencionó, es una estrategia de investigación que se enfoca en el uso y manejo de los recursos naturales. Escutia (2004) menciona que éste método en México ha sido utilizado en los bosques de Donaciano Ojeda y Cerro Prieto (Michoacán) y en Capulalpan y Huayapan (Oaxaca).

Mejía-Domínguez *et al.* (2004) y Ruíz-Jiménez, Carlos; UNAM (com. pers.) propusieron además ciertas modificaciones metodológicas en la parte biológica al estudio de los bosques mesófilos de montaña de Santo Tomás Teipan, Oaxaca; asimismo Escutia (2004) hizo otras adecuaciones al realizar un análisis estructural en Monte Grande de Lolotla, Hidalgo.

El formato del método IFRI relativo a las unidades de muestreo del bosque (*form P*) consiste en tres parcelas circulares concéntricas cuyos criterios de inclusión son la forma de crecimiento y diámetro a la altura de pecho (DAP). Para los individuos medidos considera la familia y la especie, así como la forma de crecimiento (hierba, trepadora leñosa, arbusto y árbol) (Escutia, 2004).

El presente trabajo, este método no se empleó para realizar un análisis en la estructura de la vegetación, sino que fue utilizado para delimitar dentro de cada unidad de estudio el área de colecta, como se describe a continuación:

El primer círculo cuenta con un radio de 1m y 3.1416 m<sup>2</sup> de superficie; en esta unidad se incluirán todas las especies de hierbas y plántulas con o sin flores.

Para el segundo círculo se colectó en un área de 3 m de radio y una superficie de 28.27 m<sup>2</sup>, donde se incluyeron arbustos, igualmente en estado reproductivo o no.

En el tercer círculo, el cual abarcó un área de 314.16 m<sup>2</sup> y presenta un radio de 10 m, se incluyen árboles, arbustos y trepadoras leñosas, bajo el criterio de PAP (perímetro a la altura del pecho)  $\geq$  10 cm, donde se incluyen también plantas con y sin flores.

Aquellos cuadros que resultaron elegidos y estaban en zonas muy perturbadas, que presentaban un manejo forestal muy intenso, así como aquellos cuadros donde existían asentamientos de ciertas poblaciones que por diversas razones presentaron alguna situación hostil o que dentro de la misma población presentaron conflictos sociales, fueron eliminados del estudio.

Los taxones recolectados fueron determinados en lo posible hasta especie. Se realizó una matriz de ausencia- presencia, con el programa de Microsoft Excel, donde se compararon los sitios de colecta vs. las especies incluidas en cada sitio, posteriormente esta matriz se trabajó con el programa NTSYS con el cual se generó un fenograma mediante el índice de Jaccard del cual se infirió la relación que existe entre las diferentes áreas estudiadas.

## **ANÁLISIS DE DATOS**

### **ÍNDICES DE DIVERSIDAD**

Existen un sinnúmero de índices propuestos para el cálculo de la diversidad biológica. Autores como Pielou (1977), Ludwig y Reynolds (1988), Gove *et al.*, (1994) y Krebs (1999), mencionan que el índice de diversidad está formado por dos componentes: el *número de especies* o riqueza de especie y la *abundancia* o equilibrio de especie, todo esto dentro de un contexto ecológico.

Uno de los índices más utilizados para conocer la similitud florística o faunística entre comunidades es el índice de Jaccard; puesto que este índice refleja la similitud entre cada uno de los sitios muestreados con base en la presencia y ausencia de especies, tomando el cuenta el número total de especies y el número de especies que se comparten entre dos comunidades (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

El índice de Jaccard está basado en la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar de cada una de las muestras, a las que pertenecen las especies, compartan ambas muestras (pero no necesariamente la misma especie en común (Chao *et al.* 2005). Por lo tanto si se concibe a una región geográfica como el conjunto de taxones que habitan en ella, entonces el índice permite medir la semejanza entre dos áreas geográficas en término de los taxones (especies) que los contienen (Murgía y Rojas, 2003)

El programa EstimateS 7 (Colwell, 2005) es un software de libre aplicación que analiza una gran variedad de funciones de biodiversidad, estimaciones e índices basados en el muestreo de datos bióticos. Para este estudio se emplearon datos de incidencia, es decir únicamente se utilizan datos de ausencia/presencia (ocurrencia) para cada especie en cada muestra y se compara la composición biótica de 20 localidades.

La diversidad  $\beta$  nos permite calcular el recambio de especies de un sitio de muestreo a otro, haciendo una comparación cualitativa de las especies encontradas dentro de una comunidad respecto a otra. De esta forma podemos conocer la heterogeneidad de las diferentes comunidades en cuanto a su composición de especies, es decir, que tan similar o diferente es un conjunto de muestras en términos de variedad (Magurran, 1998). Para calcular la diversidad  $\beta$  se utilizó la fórmula propuesta por Wilson y Schmida (1984).

$$\beta = (a + b) / 2 \bar{\alpha};$$

donde;

$\beta$  = diversidad  $\beta$

a = número de especies nuevas o ganadas entre dos comunidades

b = número de especies pérdidas entre dos comunidades

$\bar{\alpha}$  = número promedio de especies entre dos comunidades

El valor de  $\beta$  oscila entre el 0 y el 1; cuando el valor es igual a 1 se da un recambio total entre las especies de los sitios colectados. Si estos sitios son idénticos en cuanto a composición de especies el valor de  $\beta$  es 0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las colectas en la zona de estudio han arrojado los datos, que pueden observarse en e los cuadros 1 y 2: se colectaron un total de 158 especies en las 20 zonas estudiadas, las cuales presentan una composición muy heterogénea, principalmente en su composición cualitativa, pues a pesar de que en los diferentes sitios encontramos algunos elementos representativos del BMM, la gran diversidad y el recambio de las especies es evidente. En el cuadro 1 se ofrecen las principales características de cada uno de ellos.

Cuadro 1: Características de los cuadros (sitios) de colecta

Cuadro	Localidad	Coordenadas en UTM	Altitud Msnm	Características ambientales	No de especies colectadas
1	250 m al E de Tlaxhuahuatl	0559504 N 2282825 W	1890	Húmedo	28
2	500 m al S del cerro "las Peñitas"	0557306 N 2282406 W	1825	Húmedo	25
3	550 m al NW del "Cerro del Águila"	0556181 N 2272595 W	1994	Baja humedad ambiental	23
4	300 m al SE del cerro "Corcovado"	0555098 N 2275137 W	2305	Baja humedad ambiental	26
5	Camino a Ditzibay	0554995 N 2274205 W	2295	Humedad y neblina	26
6	Camino a Dejigui	0553081 N 2273068 W	2264	Presencia de neblina	23
7	500 m al N de Huayacocotla	0554639 N 2273306 W	2199	Presencia de neblina	26
8	Camino a ejido "los Duraznos"	0557895 N 2272810 W	1810	Abundante humedad	27
9	Camino a "Viborillas"	0556656 N 2271499 W	1967	Abundante humedad	33
10	Helechales	0555978 N 2278678 W	2005	Abundante humedad	24
11	Helechales	0556152 N 2278525 W	2007	Humedad y neblina	23
12	Buena Vista	0556370 N 2274146 W	2216	Presencia de neblina	24
13	Desviación a "Los Parajes"	0553192 N 2271691 W	2090	Húmedo	25
14	Camino a Zimentey	0556958 N 2279331 W	1951	Abundante humedad y presencia de neblina	23
15	Camino a Zimentey	0557381 N 2279465 W	1956	Abundante humedad y presencia de neblina	25
16	Desviación a "La Selva"	0553265 N 2272125 W	2190	Abundante humedad y presencia de neblina	27
17	"Los Ocotes"	0555121 N 2279748 W	1981	Abundante humedad y presencia de neblina	21

18	Buena Vista	0554860 N 2280511 W	1971	Abundante humedad y presencia de neblina	26
19	Camino a "Tzimentey"	0555520 N 2280437 W	1994	Abundante humedad y presencia de neblina	24
20	Camino a "Tzimentey"	0556148 N 2280536 W	1937	Abundante humedad y presencia de neblina	25

Cuadro 2: Especies encontradas en los diferentes sitios de colecta, donde las columnas indican los sitios de colecta y los renglones las especies encontradas.

		SITIOS DE COLECTA																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
E S P E C I E S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	19	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1
	20	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
	21	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	23	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	24	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	25	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	26	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	27	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
	28	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	29	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	33	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	34	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	35	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	36	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1
	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

38	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
39	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
40	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
44	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
47	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
51	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
59	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
60	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
61	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
62	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
64	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
66	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
71	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
74	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
77	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
78	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
79	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
80	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
81	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
82	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
83	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
84	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
85	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

87	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
88	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
90	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
91	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
93	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
94	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
96	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
97	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
103	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
105	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
109	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0
111	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1
112	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
113	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
114	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
115	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
116	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
117	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
119	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
124	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
125	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
126	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
127	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
128	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
129	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
130	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
131	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
132	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

136	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
137	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
139	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
142	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
147	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
150	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
153	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
154	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
155	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
156	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
157	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0
158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1

El número de cuadros que fueron eliminados del estudio fue grande (25) ya que presentaban un fuerte impacto forestal debido a que la zona está siendo sometida a programas de manejo forestal. Otros cuadros fueron excluidos del muestreo por factores de índole social.

De las 158 especies que se colectaron, y posteriormente se identificaron, se reportó una importante presencia de las familias Fagaceae, Ericaceae, Rubiaceae, Rosaceae y Asteraceae, así como una gran variedad de helechos y grupos afines; a nivel de género encontramos que el género *Quercus* se encuentra muy bien representado en toda la zona de estudio, otros géneros que conforman de manera constante el paisaje de la zona de estudio son: *Miconia*, *Ternstroemia*, *Pinus*, *Clethra*, *Alnus*, *Gaultheria*, *Liquidambar* y *Pteridium*. En la literatura se menciona que las especies de *Pteridium*, en especial *P. aquilinum* son pioneras en una fase de sucesión secundaria dentro del bosque mesófilo, por lo que podríamos deducir que el área donde se presentan este elemento como componente dominantes de la zona, son sitios que presentan perturbación.

En la figura 7 se describe la diversidad alfa para los 20 sitios de colecta, siendo el sitio 9 el que presenta mayor número de especies con un total de 33 especies, convirtiéndolo en el sitio de colecta con mayor riqueza específica; le siguen el sitio 1 con 28 especies y los sitios 8 y 16 con 27 especies. En cuanto a las zonas con menor riqueza específica se encuentran los sitios 3, 6, 11 y 14 con un total de 23 especies y el sitio que muestra menor diversidad alfa es el sitio 17 con 21 especies. Siendo el promedio 25.2 especies por sitio de colecta que corresponden a los sitios 2,13, 15 y 20.

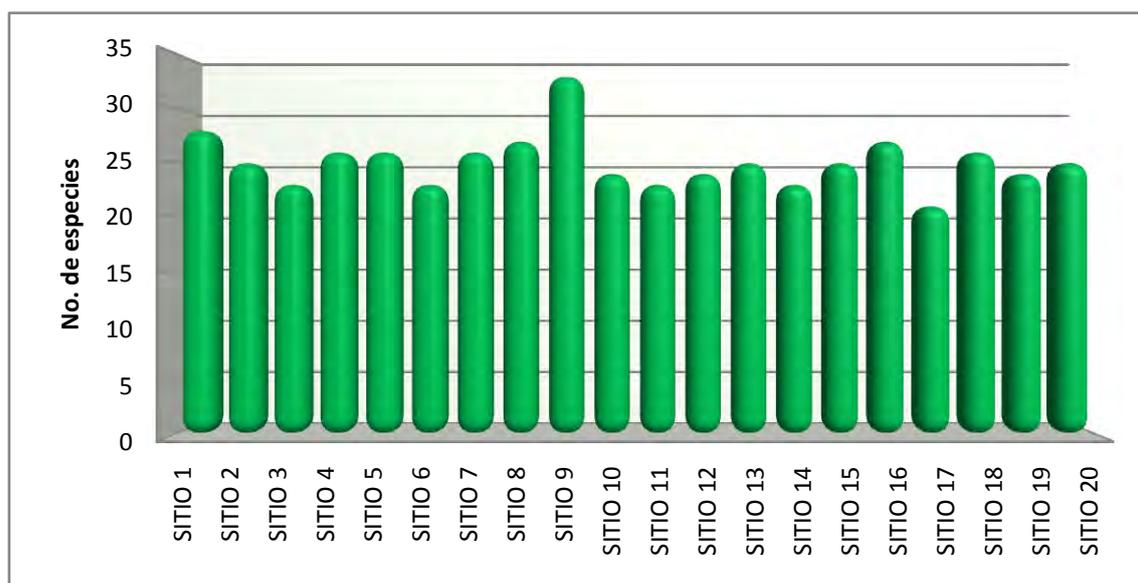


Figura 7: Diversidad  $\alpha$  de los sitios de colecta.

Para estimar la biodiversidad beta se analizan los datos que pueden observarse en la figura 8 y en los cuadros 3 y 4.

Al examinar el fenograma (Figura 8) encontramos que el sitio de estudio presenta una heterogénea composición a nivel específico, pues el coeficiente de similitud que muestra el mayor parecido es de 0.33; esto nos indica que cada zona presenta una similitud baja en cuanto a composición de especies, que se traduce en un importante recambio de especies, siendo las especies más representativas del mesófilo de esta zona la que mantienen la composición de este tipo de vegetación como Cletra alcocerí, Liquidambar .

Al analizar la figura 8 puede verse que los sitios que presentan mayor similitud son el sitio 10 y 11, lo cual resulta hasta cierto punto lógico ya que son sitios contiguos (corresponden al cuadro 39 y 40 de la figura 4 respectivamente) al igual que los sitios 14 y 19 (cuadros 34 y 25 respectivamente).

El fenograma resultante podría estar mostrando un anidamiento, lo que podría implicar y sustentar la hipótesis de la existencia de un solo manchón de bosque continuo en toda esta región; el cual ha sido fragmentado por la actividad humana principalmente; sin embargo se pueden diferenciar dos grandes agrupamientos

El primero de ellos podría estar incluyendo a la gran mayoría de los sitios: 10, 11, 14, 19, 1, 6, 18, 20, 16, 5, 7, 13, 12, 2, 8, 9 y 17 (cuadros respectivos de la figura 4: 39, 40, 34, 25, 9, 58, 24, 26, 63, 54, 59, 68, 55, 8, 67, 70 y 33), los cuales abarcan casi la totalidad del polígono generado.

El segundo grupo está formado por los sitios 3, 15 y 4; con sus correspondientes cuadros de la figura 4: 66, 35 y 51 y puede deberse a que estos son los sitios más secos de todos los incluidos en el estudio, cuyo ecotono es un bosque de *Quercus*.

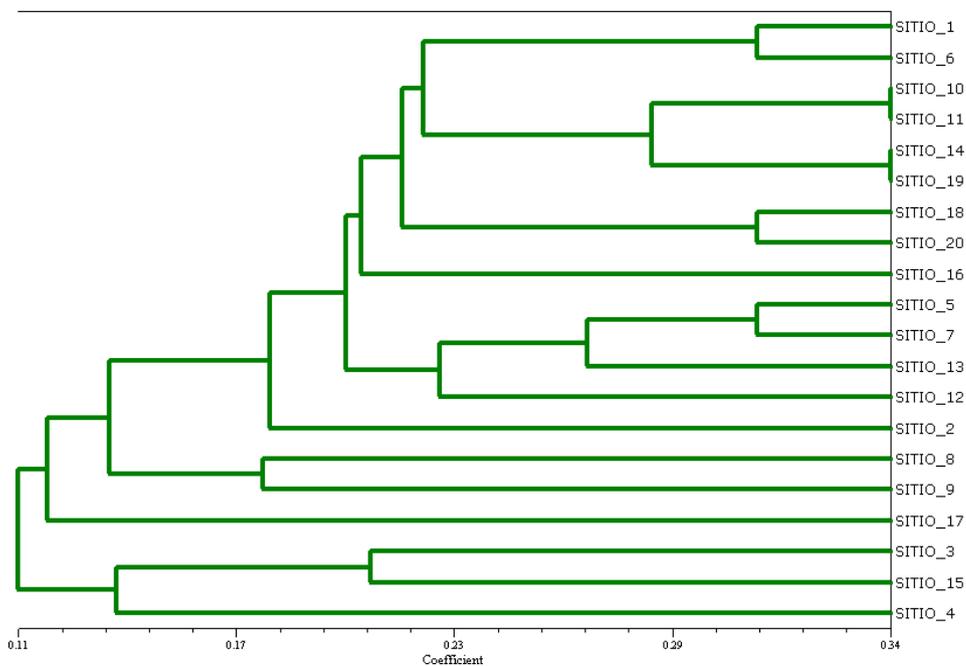


Figura 8: Fenograma generado con Jaccard, que nos muestra la relación entre las diferentes áreas estudiadas.

El cuadro 3 nos muestra los diferentes valores obtenidos mediante el índice de Jaccard, así como el número de las especies que comparten los distintos sitios de estudio entre sí; se observa que el mínimo de especies que se comparten entre sí es de 3 y se encuentran entre los sitios 1, 3, 4, 10, 13 y 17, siendo el sitio 4 el que presenta un menor número de especies compartidas en relación con los demás sitios. Para los sitios que comparten más especies entre sí encontramos a los sitios 5, 7, 9, 10, 11, 14, 18, 19 y 20 quienes comparten un máximo de 12 especies entre los diversos sitios.

Cuadro 3: Los valores del Índice de Jaccard se muestran por debajo del cero, el número de especies compartidas entre los diferentes sitios se muestra por encima del cero.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	-	7	4	3	10	12	10	8	10	7	11	8	7	10	6	11	7	9	9	11
2	0.148	-	6	5	10	8	6	4	7	7	10	7	6	8	6	8	6	5	8	9
3	0.086	0.142	-	5	7	3	7	7	3	4	3	4	4	6	8	4	3	4	5	4
4	0.018	0.106	0.116	-	9	3	5	3	3	4	3	4	3	3	7	3	3	4	3	3
5	0.227	0.238	0.17	0.209	-	11	12	7	8	8	12	10	11	8	10	8	4	9	9	9
6	0.307	0.195	0.071	0.065	0.289	-	7	5	5	7	10	7	8	7	6	6	5	8	9	7
7	0.227	0.13	0.17	0.106	0.3	0.166	-	5	6	6	10	8	10	11	7	7	5	12	6	7
8	0.17	0.081	0.166	0.019	0.152	0.111	0.104	-	9	5	7	5	4	7	6	7	4	4	8	5
9	0.196	0.134	0.057	0.035	0.156	0.098	0.113	0.176	-	7	10	5	8	6	9	9	5	7	8	10
10	0.155	0.162	0.095	0.086	0.19	0.175	0.136	0.108	0.14	-	12	9	5	9	7	8	3	7	12	8
11	0.268	0.25	0.069	0.041	0.315	0.27	0.25	0.159	0.212	0.333	-	10	9	9	7	9	6	8	11	12
12	0.181	0.162	0.095	0.086	0.25	0.175	0.19	0.108	0.096	0.23	0.263	-	9	5	7	7	4	7	9	7
13	0.152	0.133	0.093	0.062	0.275	0.2	0.243	0.083	0.16	0.113	0.225	0.225	-	6	6	7	3	9	6	7
14	0.243	0.195	0.153	0.065	0.195	0.179	0.289	0.162	0.12	0.236	0.236	0.119	0.142	-	7	8	5	9	12	10
15	0.127	0.133	0.205	0.159	0.243	0.142	0.159	0.13	0.183	0.166	0.166	0.166	0.136	0.17	-	4	5	7	8	7
16	0.255	0.81	0.09	0.04	0.181	0.139	0.155	0.152	0.18	0.19	0.219	0.162	0.159	0.195	0.085	-	5	6	8	11
17	0.17	0.15	0.024	0.069	0.095	0.131	0.121	0.093	0.104	0.073	0.157	0.1	0.071	0.131	0.125	0.121	-	5	3	7
18	0.2	0.106	0.09	0.083	0.209	0.195	0.3	0.081	0.134	0.162	0.19	0.162	0.214	0.225	0.159	0.13	0.121	-	7	12
19	0.209	0.19	0.121	0.063	0.219	0.236	0.136	0.186	0.163	0.333	0.297	0.23	0.139	0.342	0.195	0.19	0.73	0.162	-	8
20	0.261	0.214	0.093	0.062	0.214	0.17	0.159	0.106	0.208	0.195	0.324	0.166	0.162	0.263	0.162	0.275	0.184	0.307	0.195	-

En el cuadro 4 podemos observar los valores calculados mediante el índice de la diversidad  $\beta$  con la fórmula propuesta por Wilson y Schmida (1984), donde es el sitio 4 el que presenta los valores más cercanos a 1, lo que lo ubica como el sitio con la mayor tasa de recambio de especies.

Un factor significativo que puede estar influyendo en el agrupamiento de los distintos sitios de estudio son las variables referentes a factores abióticos (altitud, condiciones microclimáticas, exposición de ladera); sin descartar la importancia de los agentes bióticos; es decir las especies que agrupan a los sitios y aquellas que realmente marcan la diferencia y nos están delimitando un sitio de otro.

Cuadro 4: Se muestran los valores calculados de la diversidad  $\beta$  para los diferentes sitios de estudio

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0																			
2	0.764	0																		
3	0.823	0.611	0																	
4	0.759	0.862	0.833	0																
5	0.774	0.607	0.854	0.816	0															
6	0.777	0.666	0.933	0.937	0.775	0														
7	0.692	0.789	0.854	0.903	0.769	0.857	0													
8	0.690	0.823	0.857	0.943	0.867	0.900	0.866	0												
9	0.698	0.741	0.945	0.949	0.864	0.897	0.881	0.816	0											
10	0.739	0.693	0.913	0.920	0.84	0.851	0.871	0.882	0.859	0										
11	0.699	0.604	0.934	0.940	0.758	0.787	0.798	0.843	0.789	0.729	0									
12	0.693	0.793	0.913	0.920	0.795	0.851	0.839	0.863	0.877	0.768	0.791	0								
13	0.741	0.754	0.912	0.941	0.784	0.833	0.803	0.923	0.843	0.897	0.795	0.795	0							
14	0.748	0.736	0.866	0.938	0.836	0.847	0.775	0.856	0.875	0.787	0.787	0.872	0.854	0						
15	0.754	0.882	0.833	0.862	0.803	0.875	0.823	0.846	0.793	0.816	0.836	0.836	0.857	0.833	0					
16	0.777	0.714	0.916	0.942	0.846	0.877	0.865	0.849	0.827	0.817	0.799	0.837	0.843	0.816	0.901	0				
17	0.693	0.826	0.928	0.934	0.913	0.869	0.891	0.914	0.886	0.909	0.837	0.886	0.921	0.837	0.866	0.869	0			
18	0.666	0.821	0.916	0.923	0.788	0.854	0.729	0.905	0.864	0.821	0.819	0.838	0.803	0.775	0.803	0.865	0.869	0		
19	0.788	0.769	0.891	0.940	0.817	0.765	0.859	0.823	0.842	0.687	0.743	0.791	0.857	0.723	0.714	0.817	0.909	0.839	0	
20	0.773	0.803	0.914	0.959	0.784	0.854	0.843	0.879	0.81	0.816	0.734	0.816	0.839	0.769	0.837	0.764	0.822	0.725	0.795	0

De las especies colectadas se encontraron nuevos registros para la zona entre las que se mencionan: *Anailema geniculatum* (Commelinaceae), *Annona cherimola* Mill. (Annonaceae), *Baccharis conferta* Kunth. (Asteraceae), *Borreria laevis* Lam. (Rubiaceae), *Calicoretes* sp. (Myrtaceae), *Carya ovata* (Mill.) K. Koch. (Juglandaceae), *Castilleja arvensis* Cham. et Schltl. (Scrophulariaceae), *Castilleja tenuiflora* Benth. (Scrophulariaceae), *Cinnamomum effusum* (Meisn.) Kosterm. (Lauraceae), *Cobaea stipularis* Benth. (Polemoniaceae), *Coccocypselum cordifolium* Ness & Mart. (Rubiaceae), *Cuphea aequipetala* Cav. (Lythraceae), *Cytharexylum hidalguense* (Verbenaceae), *Fuchsia micropylla* Kunth. (Onagraceae), *Ipomoea mexicana* A. Gray. (Convolvulaceae), *Malvaviscus arboreus* Cav. (Malvaceae), *Monnina xalapensis* Kunth. (Polygalaceae), *Monotropa hypopitys* L. (Ericaceae), *Penstemon isophyllus* B.L. Rob. (Scrophulariaceae), *Peperomia collocata* Trel. (Piperaceae), *Peperomia hirtella* Miq. (Piperaceae), *Persea americana* Miller (Lauraceae), *Picramnia xalapensis* Planch. (Simaroubaceae), *Psycotria* sp. (Rubiaceae), *Rubus adenotrichus* Schltl. (Rosaceae), *Rubus cordifolium* Liebm. (Rosaceae), *Salvia helianthemifolia* Benth. (Lamiaceae), *Salvia involucrata* Cav. (Lamiaceae), *Solanum myriacanthum* Dunal. (Solanaceae), *Solanum nudum* Dunal. (Solanaceae), *Stachys coccinea* Ortega (Lamiaceae),

*Tibouchina longifolia* (Vahl) Baill. ex Cogn. (Melastomataceae), *Verbena litoralis* Kunth. (Verbenaceae), *Witheringia stellata* (Greenm.) Hunziker (Solanaceae), *Xylosma flexuosum* (HBK) Hemsl. (Flacourtiaceae) y *Zanthoxylum clava-herculis* Castigl. (Rutaceae); lo que nos lleva a un total de 40 nuevos registros para la zona incluyendo seis nuevas familias: Annonaceae, Flacourtiaceae, Malvaceae, Polygalaceae, Sapiandaceae y Simaroubaceae.

Un gran número de las especies colectadas en el bosque mesófilo de montaña del municipio de Huayacocotla, están presentes en un solo cuadro, esto no implica que se trate de especies de distribución restringida o especies raras. La gran mayoría de esto se debe a las características del método de colecta elegido para este estudio, puesto que varias de ellas fueron colectadas o registradas a lo largo de la zona con fines de enriquecer el conocimiento de la flora de la región; sin embargo ciertas especies sí se encuentran restringidas a un sitio en particular, tal es el caso de *Podocarpus reichei*, *Ceratozamia mexicana*, *Weinmannia pinnata*, *Monotropa hypopitys*, *Tilia mexicana*, *Hammamelis virginiana* y *Serjania triquetra*, de las cuales tanto *Ceratozamia mexicana* como *Tilia mexicana* se encuentran listadas dentro de la NOM-059-ECOL (SEMARNAT, 2002). *Podocarpus reichei*, *Hammamelis virginiana* y *Weinmannia pinnata* son especies que deben ser consideradas dentro de alguna categoría de protección especial por las leyes mexicanas debido a las escasas de poblaciones.

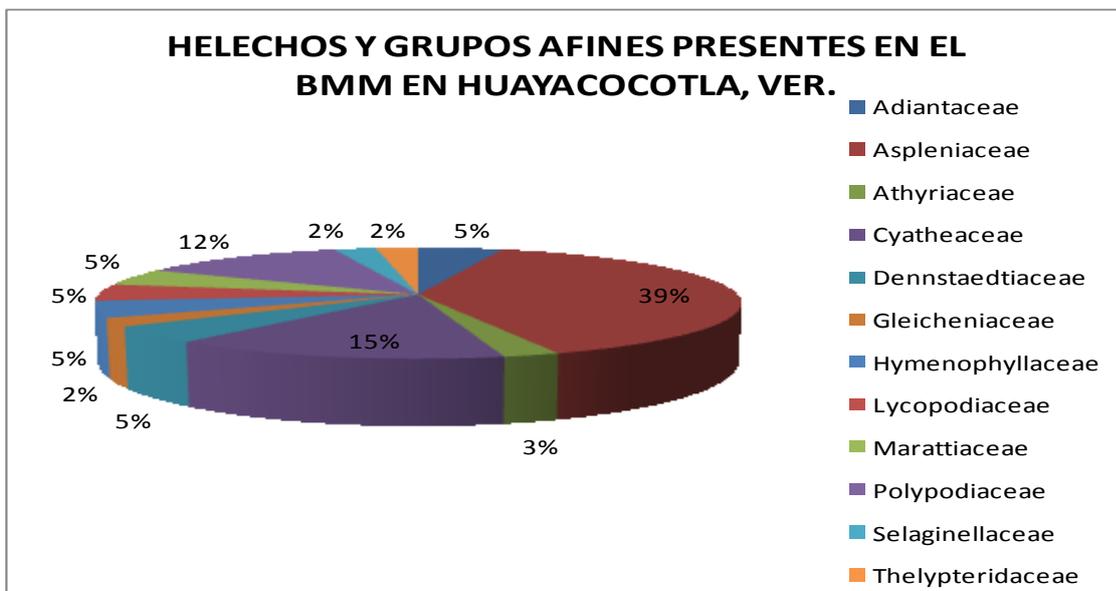


Figura 9: Helechos y grupos afines en el sitio de estudio

La composición de la vegetación de la zona a nivel de familia se muestra gráficamente en las figuras 9, 10, 11 y 12; en la figura 9 observamos que los helechos y afines están conformados por 12 familias y 41 géneros que constituyen una parte importante en el aspecto cualitativo en la composición florística de este bosque, ya que son un elemento recurrente en el paisaje, siendo la familia Aspleniaceae con 16 géneros la que se encuentra mejor representada. También encontramos pequeñas poblaciones de elementos arborescentes incluidos en la familia Cyatheaceae en zonas muy aisladas de difícil acceso, pero que se encuentran en un buen estado de conservación.

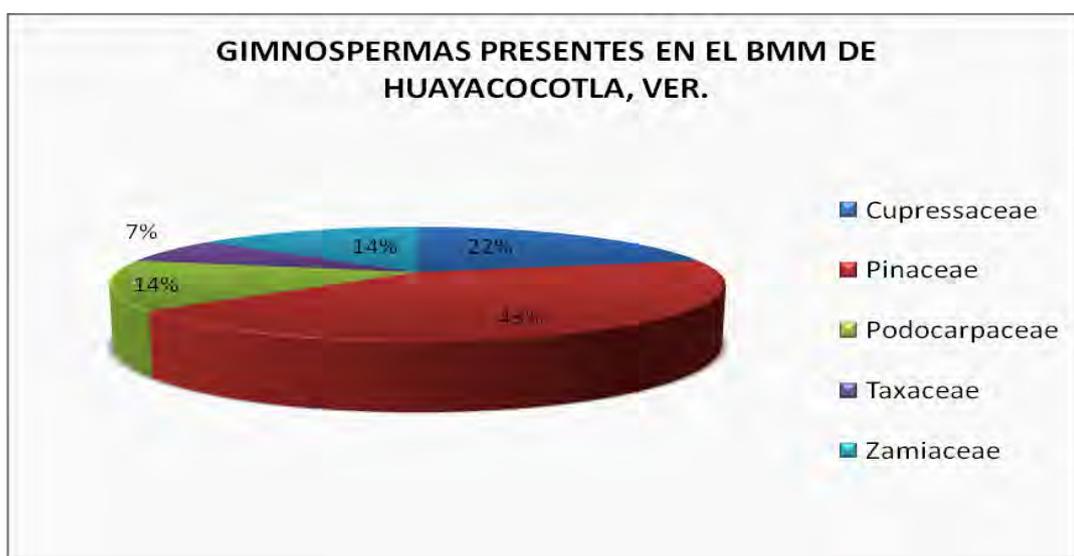


Figura 10: Gimnospermas presentes en el sitio de estudio

De los 14 géneros incluidos en cinco familias de gimnospermas que encontramos en la región, es la familia Pinaceae como se muestra en la figura 10 se encuentra mejor representada cuantitativamente puesto que constituye casi el 50% de las gimnospermas presentes, pues es común observar al género *Pinus* como un componente regular para este tipo de vegetación. En los bosques mesófilos de Huayacocotla encontramos la presencia de importantes poblaciones de la familia Zamiaceae, particularmente la especie *Ceratozamia mexicana* así como la familia Podocarpaceae, representados por *Podocarpus reichei*, las cuales naturalmente son poblaciones cada vez más escasas.

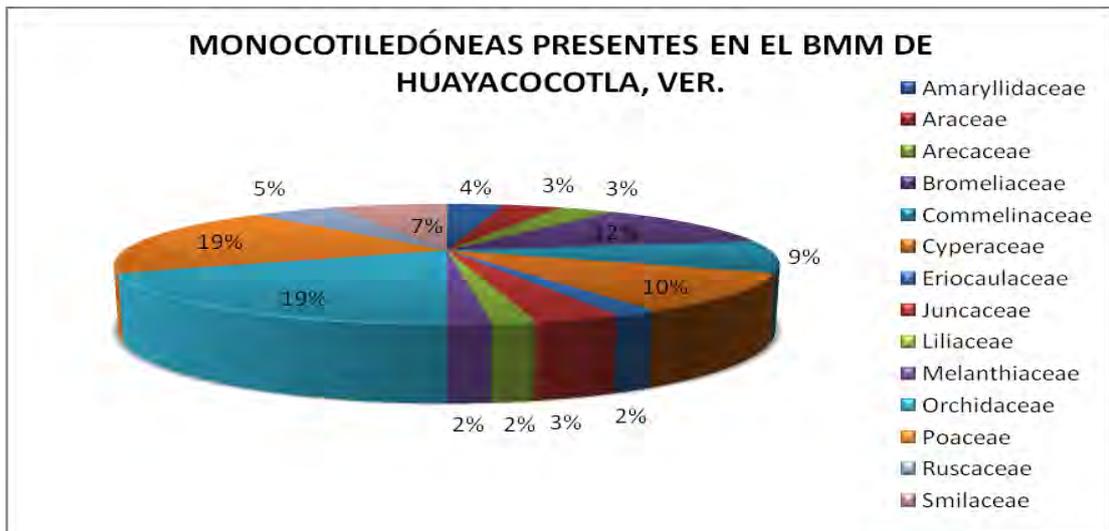


Figura 11: Monocotiledóneas presentes en el sitio de estudio

Las monocotiledóneas están constituidas por 14 familias y 58 géneros (Figura 11), de las cuales un gran porcentaje se encuentra en el estrato herbáceo, son elementos constantes para la gran mayoría de los sitios estudiados y se encuentran bien representados es sus diferentes formas de vida sobresaliendo las familias Poaceae, Cyperaceae y Commelinaceae (38% de la composición de monocotiledóneas); es importante señalar la gran cantidad de especies de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae que se observan en la región que en conjunto constituyen cerca del 30% de la composición de monocotiledóneas epífitas, pero que por cuestiones metodológicas fueron excluidas del estudio.

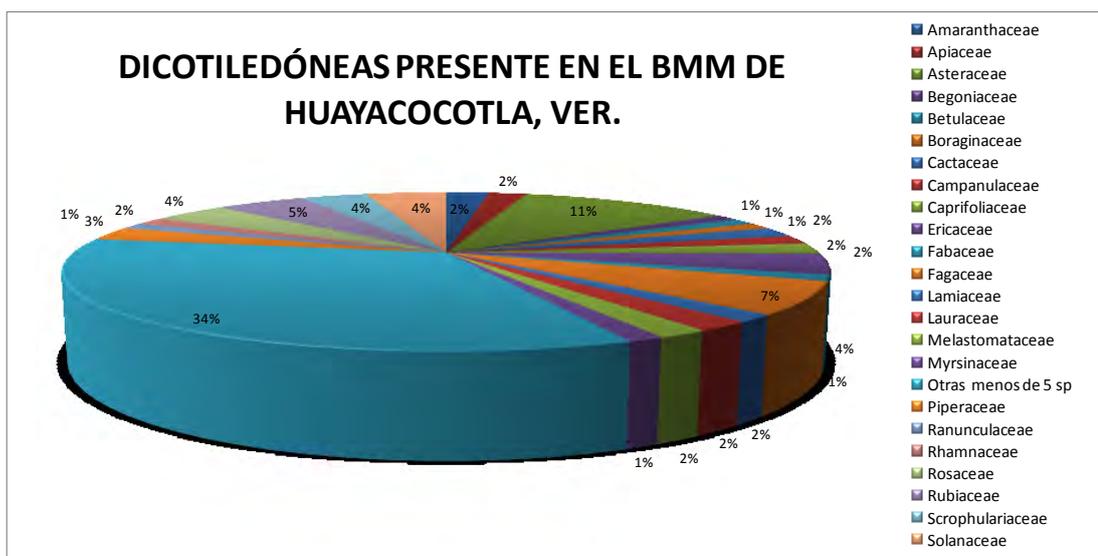


Figura 12: Dicotiledóneas presentes en el sitio de estudio

Las dicotiledóneas (Figura 12) muestran una gran dominancia tanto cualitativa como cuantitativamente en esta zona de estudio con 173 familias y 402 géneros, siendo las mejor representadas las familias Asteraceae, Fagaceae, Ericaceae, Rubiaceae, Rosaceae y Solanaceae, mismas que conforman el 35% de la composición de dicotiledóneas del mesófilo de Huayacocotla.

## CONCLUSIONES

La región estudiada presenta una riqueza específica alta que se traduce en una gran diversidad alfa, principalmente en lo que corresponde a la familia Fagaceae, pues el género *Quercus* está muy bien representado en estos bosques, al igual que las familias Ericaceae y Melastomataceae representada por el género *Gaultheria* para la primera y *Miconia* para la segunda; también los helechos y grupos afines pues son elementos que destacan en la composición del bosque mesófilo del municipio de Huayacocotla. En menor grado sobresalen las familias Rosaceae, Rubiaceae, Solanaceae y Asteraceae, datos que coinciden con lo que la literatura apunta para el bosque mesófilo de este municipio. (Ramírez y Palma, 1980; Vargas, 1982 y Ballesteros, 1986)

Los bosques mesófilos de montaña del municipio de Huayacocotla, Veracruz presentan una importante diversidad beta, debido a que cada unidad estudiada ha presentado una tasa de recambio a nivel específica muy grande e importante; ya que encontramos especies que mantienen la identidad del bosque mesófilo como tipo de vegetación, pero en cada sitio se encuentran nuevas y diferentes especies que lo muestran como una zona con una flora sumamente heterogénea. Otro rasgo significativo es la presencia de poblaciones de diversas especies clasificadas en varias categorías de la Norma Oficial Mexicana sujetas a una protección especial; las particularidades propias de este tipo de vegetación, además del hecho de que los bosques mesófilos del municipio de Huayacocotla, Veracruz funcionan como corredores biológicos dentro de la región terrestre prioritaria "Bosques mesófilos de la Sierra Madre Oriental" (RTP 102), establecen criterios importantes para la conservación del área.

La zona estudiada está siendo sometida a un intenso cambio de uso de suelo principalmente por la ganadería extensiva y en menor grado a la agricultura, así como la urbanización de la zona, puesto que la apertura de caminos que comunican poblaciones vecinas afecta directamente al bosque de la región. Esto se ve de manera muy clara en los ejidos de "Helechales" y "la Selva", ya que de acuerdo a la información de las tomas aéreas en un poco más de 10 años han perdido una considerable porción

de bosque. También encontramos la implementación del manejo forestal, el cual consiste en la sustitución de la vegetación original o donde inicialmente se desarrollaba el bosque mesófilo por poblaciones de *Pinus patula*, lo que está ocasionando una gran pérdida de la diversidad biológica, lo que implica no solo una pérdida regional, sino que también impacta a la diversidad biológica de todo el país.

Por todo lo anterior resulta preponderante establecer un plan y programa de manejo y conservación de la zona a modo que se preserven, dando prioridad a aquellas zonas que presentan poblaciones amenazadas al igual que las zonas más alejadas de las regiones urbanizadas, pues son las que presentan un mayor estado de conservación; recurriendo a la participación de la población y las instancias especializadas para una adecuada toma de decisiones.

## LITERATURA CITADA

Aguilar-Aguilar R. y G. Salgado-Maldonado. 2006. Diversidad de helmintos parásitos de peces dulceacuícolas en dos cuencas hidrológicas de México: Los helmintos y la hipótesis del México betadiverso. *Interciencia* 31 (7): 484-490.

Alcántara, O. e I. Luna. 1997. Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 68 (2): 57 – 106.

Alcántara, O., I. Luna y A. Velásquez. 2002. Altitudinal distribution patterns of Mexican cloud forest based upon preferential characteristic genera. *Plant Ecology* 161: 167-174.

Apigian K.O., D.L. Dahlsten y S.L. Stephens. 2006. Biodiversity of coleoptera and the importance of the habitat structural features in a serra Nevada Mixed-conifer Forest. *Environmental Entomology* 4(35): 964-975.

Arellano L. y G. Halffter. 2003. Gamma diversity: Derived from and a determinant of alpha diversity and beta diversity. An analysis of three tropical landscapes. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)* 90: 27-76.

Archaux F. y L. Bergés. 2007. Optimising vegetation monitoring. A case study in a french lowland Forest. *Environmental Monitoring Assessment*. DOI 10.1007/s10661-007-9874-0.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Ballesteros M. M. de L. 1986. Estudio de la flora y de la vegetación de Helechales en el municipio de Huayacocotla, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Balvanera-Levy P. 1999. Diversidad beta, heterogeneidad ambiental y relaciones espaciales en una selva baja caducifolia. Instituto de Biología, UNAM. Tesis de Doctorado.

Baselaga A. y A. Jiménez-Valverde. 2007. Environmental and geographical determinants of beta diversity of leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in the Iberian Peninsula. *Ecological Entomology* 32:312-318.

Benítez-Inzunza E. E. 2006. Estructura, composición y diversidad beta en un gradiente altitudinal de los bosques de la comunidad de Santa María Yavesía, Oaxaca. Facultad de Ciencias, UNAM. Tesis de Licenciatura.

Bonn, A. y K. J. Gaston. 2005. Capturing biodiversity: Selecting priority areas for conservation using different criteria. *Biodiversity and Conservation* 14: 1083-1100.

Brummitt, R. K. y C. E. Powell. 1992. Authors of plant names. Royal Botanic Garden, KEW.

Caterino, M.S. 2007. Species richness and complementarity of beetle faunas in a Mediterranean-type biodiversity hotspots. *Biodiversity and Conservation* 16(14): 3993-4007.

Carrillo, J. 1965. Estudio geológico de una parte del anticlinorio de Huayacocotla. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geología y Petróleo* 17: 73-96.

Ceballos, G, P. Rodríguez y A. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse México: Mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications* 8(1): 8-17.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. *Pasado, presente y futuro*. CONABIO. México.

Chao A., R. L. Chazdon, R. K. Colwell and T.-J. Shen. 2005. A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence data. *Ecology Letters* 8: 148-159.

Chapin III, F. S., E. S. Zavaleta, V. T. Eviner, R. L. Naylor, P. M. Vitousek, H. L. Reynolds, D. U. Hooper, S. Lavorel, O. E. Sala, S. E. Hobbie, M. C. Mack & S. Díaz. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.

Clough Y., A. Holzschuh, D. Gabriel, T. Purtauf, D. Kleijn, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter and T. Tschardt (2007). Alpha and beta diversity of arthropods and plants in organically and conventionally managed wheat field. *Journal of Applied Ecology* 44: 804-812.

Colwell, R. K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.

CONABIO. 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. México.

Conservation International. 2000. Megadiversity data tables. <http://www.conservation.org/xp/CIWEB/home>.

Dirzo, R. 1998. Biodiversidad: concepto, magnitud y reseña de una crisis ambiental. En: G. Halffter (ed.) *Conservación de la biodiversidad: un reto del fin de siglo*. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz, México.

Enciclopedia de los Municipios de México. 2005. Veracruz, Centro Nacional de desarrollo Municipal, Gobierno del estado de Veracruz, <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/veracruz/municipios/30072a.htm>

Escutia, J.A. 2004. Análisis estructural del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande Lolotla, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

Espinosa, D., C. Aguilar y T. Escalante. 2003. Endemismo, área de endemismo y regionalización biogeográfica. En: J. Llorente y J. J. Morrone (eds.). Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Las Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias. UNAM.

ESRI. 1999. ArcView GIS version 3.2. Environmental Systems Research Institute Inc., California.

Fazey, I., J. Fischer and D. B. Lindenmayer. 2005. Who does all the research in conservation biology?. *Biodiversity and Conservation* 14: 917-934.

Flora de Veracruz, Lista Florística. Fascículo 82. Septiembre, 1994. Instituto de Ecología A. C.-Universidad de California.

Fosaa, A.M. 2004. Biodiversity patterns of vascular plant species in mountain vegetation in the Faroe Islands. *Diversity and Distributions* 10: 217-223.

Gardener, T.A., M.A. Ribeiro-Júnior, J. Barlow, T.C.S. Ávila-Pires, M.S. Hoogmoed and C.A. Peres. 2007. The value of primary, secondary and plantation forest a Neotropical herpetofauna. *Conservation Biology* 21 (3): 775-787.

Gaston, K. J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature* 405: 220-227.

Goettsch Cabello B. K. L. 2001. Diversidad beta e índices de similitud entre comunidades de cactáceas en el desierto chihuahuense. Facultad de Ciencias, UNAM. Tesis de Licenciatura.

Gove, H.J., G.P. Patil, B. F. Seindel and C. Taillie. 1994. Ecological diversity and forest management. In Patil, G. P. and C. R. Rao. *Environmental Statistics*. North-Holland. Amsterdam.

Halffter, G. 2005. Towards a culture of biodiversity conservation. *Acta Zoologica mexicana (n.s.)* 21(2): 133-153.

Halffter, G. y C. E. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa beta y gamma. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.) *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Monografías 3er Milenio. CONABIO, DIVERSITAS Y S.E.A. Volumen 4: 242 págs.

Harrison S., S.J. Ross and J. H. Lawton. 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain. *Journal of Animal Ecology* 61: 151-158.

Harrison S. y B.D. Inoye. 2002. High  $\beta$  diversity in the flora of California serpentine islands. *Biodiversity and Conservation* 11: 1869-1876.

- Kallimanis A.S., V. Ragia, D.S.P. Sojardelis y J.D. Pantis. 2007. Using regression trees to predict alpha diversity based upon geographical and habitat characteristics. *Biodiversity and Conservation* 16: 3863-3876.
- Karadzic B., S. Marincović y D. Katarinovski. 2003. Use of the  $\beta$ -function to estimate the skewness of species responses. *Journal of vegetation Science* 14: 799-805.
- Krebs, C. 1999. *Ecological Methodology*, 2nd. Edition, Addison Wesley, London.
- Lorance P., S. Souissi and F. Uiblein. 2002. Point alpha and beta diversity of carnivorous fish along a depth gradient. *Aquat Living Resour* 15: 263- 271.
- Mejía-Dominguez, N., J.A. Meave y C. A. Ruíz-Jimenez. 2004. Análisis estructural de un bosque mesófilo de montaña en el extremo oriental de la Sierra Madre del Sur (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 74: 13-29.
- Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT, Zaragoza. IV + 242pp.
- Murgía, M. y F. Rojas. 2003. Biogeografía cuantitativa. En Llorente Bousquets, J. y J. J. Morrone (Edits.) *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Las prensas de Ciencias. UNAM. México.
- Halffter, G. y E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la biodiversidad?. En: Halffter, G. (compiladores). *La diversidad biológica de Iberoamérica*. Acta Zoologica mexicana. Volumen I. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, A.C. y Secretaría de Desarrollo Social. Xalapa.
- Hope D., C. Gries, P. Warren, M. Katti, G. Stuart, J. Oleson, y J. Kaye. 2005. How do human restructure the biodiversity of the Sonora desert? *USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-36*: 189-194.
- INEGI (Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática). 1996. Anuario estadístico del estado de Veracruz, Tomo I. Gobierno del estado.
- INEGI (Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática). 2005. Anuario estadístico del estado de Veracruz, Tomo I. Gobierno del estado.
- ITC. 2005. ILWIS 3.3 Academic.
- Loreau, M. 2000. Are communities saturated? On the relationship between  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  diversity. *Ecology Letters* 3: 73-76.
- Ludwig JA y JF Reynolds. 1988. *Statistical Ecology*. John Wiley & Sons, Nueva York.
- Luna, I., O. Alcántara, D. Espinosa y J. J. Morrone. 1999. Historical relationships of the Mexican cloud forests: A preliminary vicariance model applying Parsimony Analysis of Endemicity to vascular plant taxa. *Journal of Biogeography* 26: 1299-1305.

- Mabberley, D. J. 1997. The plant-book. A portable dictionary of the vascular plants. Cambridge University Press.
- Margalef, R. 1980. Ecología. Omega. Barcelona, España.
- Marinoni R.C. & N. G. Gahno. 2006. A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. Revista Brasileira de Entomologia 50 (1): 64-71.
- Meave, J., M.A. Soto, L.M. Calvo, H. Paz y S. Valencia. 1992. Análisis sinecológico del bosque mesófilo de montaña de Omiltemi, Guerrero. Boletín de la Sociedad Botánica de México 59: 149-152.
- Mickel, J. 1988. Pteridophyta flora of Oaxaca, Mexico. The New York Botanical Garden USA.
- Mickel, J. y A. R. Smith. 2004. The pteridophytes of Mexico. The New York Botanical Garden USA.
- Mittermeier, R.A., C.G. Mittermeier y P. Robles Gil. 1997. Megadiversidad, los países biológicamente más ricos del mundo. CEMEX, México. 501 p.
- Mittermeier, R.A., N. Myers, P. Robles-Gil y C. Goettsch (eds.). 1999. Hot Spots: Earth biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX. México 430 p.
- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York, New York.
- Novotny, V. y G.D. Weiblen. 2005. From communities to continents: beta diversity of herbivorous insects. Annales of Zoology Fennici 42: 463-475.
- Ødegaard F. 2006. Host specificity, alpha and beta diversity of phytophagous beetles in two tropical forests in Panama. Biodiversity and Conservation (1): 83-105
- Paredes, C., J. Jannacone and L. Alvariano. 2007. Biodiversidad de invertebrados de los humedales de Puerto Viejo, Lima, Perú. Neotropical Helminthology 1 (1): 21-30.
- Pedrazzini, C. y M. A. Basañez. 1978. Sedimentación del Jurásico Medio Superior en el Anticlinorio de Huayacocotla, cuenca de Chicontepec Estado de Hidalgo y Veracruz, México. Revista del Instituto Mexicano del Petroleo. 10 (3): 6-25.
- Peterson, A. A. y A. T. Peterson. 1992. Aztec exploitation of cloud forest: tributes of liquidambar resin and quetzal feathers. Global ecology and Biogeography Letters 2: 165-173.
- Pielou, E.C. (1977). Mathematical Ecology. Wiley-Interscience, New York.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Interciencia. 8 (31): 583-590.

- Purvis, A. y A. Hector. 2000. Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405: 212-219.
- Ramírez, F. y J. Palma. 1980. Proyecto para una Reserva Ecológica en Huayacocotla, Ver. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. México.
- Rodríguez, P., J. Soberón y H. T. Arita. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 89: 241-259.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México.
- Rzedowski, J. 1992. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: Halffter, G. (compilador). *La diversidad biológica de Iberoamérica*. *Acta Zoologica mexicana*. Volumen I. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, A.C. y Secretaría de Desarrollo Social. Xalapa.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.
- SARH. 1978. Estudio agrológico de una parte del ejido "La Selva" Huayacocotla, Veracruz. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México.
- SEMARNAP. 1997a. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. <http://www.semarnap.gob.mx>
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 Marzo, 2002, México, DF.
- Stevens, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 7, May 2006. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- Toledo, V. M y M. J. Ordoñez. 1993. El panorama de la biodiversidad en México: una revisión de los hábitats terrestres. En: Ramamoorthy, T.P., Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Diversidad Biológica de México Orígenes y distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (1992). Rio declaration on environment and development. Made at the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil. <http://www.unep.org/Documents/Default.asp?DocumentID=78&ArticleID=1163>.
- Vargas A., Y. A. 1982. Análisis florístico y biogeográfico de un bosque mesófilo de montaña en Huayacocotla, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Walla T.R., S. Engen. P.J. De Vries y R. Ilande. 2004. Modeling vertical beta-diversity in tropical butterfly communities. *Oikos* 107: 610-618.

Whittaker, R.H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. Ecology Monography 30: 279-338.

Whittaker, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon 21: 213-251.

Whittaker, R.H. 1973. Niche, habitat, and ecotope. America Nature 107: 321-338.

Whittaker, R.H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. Evolution Biology 10: 1-67.

Wilson, M.V. & A. Shmida. 1984. Mesasuring beta diversity with presence-absence data. Journal of Ecology 12: 1055-1064.

[http://mobot.mobot.org/cgi-bin/search\\_vast](http://mobot.mobot.org/cgi-bin/search_vast)

<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/regionalizacion.html>

<http://www.ipni.org/index.html>

<http://www.economia-noms.gob.mx/http://www.huayacocotla.gob.mx/>

<http://www.emexico.gob.mx/work/EMM04/Veracruz/mpios/30072a.htm>

<http://www.ine.gob.mx/dgoepec/diplomado/download/sosa>

<http://www.zipcodezoo.com>

## APENDICE 1

### LISTADO DE LAS ESPECIES COLECTADAS

- 1 *Chimaphila umbellata* (L.) W. P. C. Barton
- 2 *Serjania triquetra* Radlk.
- 3 *Fuchsia microphylla* Kunth.
- 4 *Perroytetia ovata* Hemsl.
- 5 *Arbutus xalapensis* Kunth
- 6 *Xylosma flexuosum* Hemsl.
- 7 *Monnina xalapensis* H.B. & K.
- 8 *Smilax moranensis* M.Martens & Galeotti
- 9 *Cleyera theaeoides* (Sw.) Choisy
- 10 *Phytolacca purpurascens* A.Braun et Bouche
- 11 *Centropogon gradientatus* Zahlbr.
- 12 *Pricamnia xalapensis* Planch.
- 13 *Solanum* sp.
- 14 *Tilia mexicana* Schlecht.
- 15 *Piptothrix* sp.
- 16 *Rapanea myricoides* (Schltdl.) Lundell.
- 17 *Ardisia revoluta* Kunth.
- 18 *Stachys coccínea* Ortega.
- 19 *Oxalis acuminata* Schltdl. et Cham.
- 20 *Hydrocotyle ranunculoides* L.f.
- 21 *Cobaea stipularis* Benth.
- 22 Fabaceae
- 23 *Peperomia collocata* Trel. ex Yunck.
- 24 *Cornus excelsa* H.B.K.
- 25 *Philadelphus mexicana* Schltdl.
- 26 *Annona cherimola* P. Mill.
- 27 *Dichanemum dichotomum* A.Gray
- 28 *Aneilema geniculata* (Jacq.) Woodson
- 29 *Carya ovata* (Mill.) K. Koch
- 30 *Oreopanax* sp.
- 31 *Gaultheria ovata* DC.
- 32 *Commelina diffusa* Burm. f.
- 33 *Castilleja arvensis* Schltdl. & Cham.
- 34 *Helianthemum coulteri* S. Wats
- 35 *Viguiera* sp.
- 36 *Smilax tomentosa* Kunth
- 37 *Ipomea mexicana* A. Gray
- 38 *Eugenia xalapensis* (Kunth) DC.
- 39 *Moussonia deppeana* (Schltdl. et Cham.) Hanst.
- 40 *Sambucus mexicana* Presl.
- 41 *Malaxis excavata* (Lindl.) Kuntze
- 42 *Cytharexylum hidalguense* Moldenke
- 43 *Tibouchina galeottiana* (Naudin) Cogn.
- 44 *Verbena litorales* Kunth.
- 45 *Viburnum rhombifolium* (Oersted) Hemsl.
- 46 *Ostrya virginiana* (Mill.) Koch.
- 47 *Alnus acuminata* Kuntz.
- 48 *Oreopanax xalapensis* (Kunth) Decne. et Planch.
- 49 *Arisaema macrospatum* Benth.
- 50 *Tibouchina longifolia* Vahl Baill. ex Cogn.
- 51 *Smilacina paniculata* M. Martens & Galeotti
- 52 Liliaceae
- 53 *Echeandia mexicana* Cruden.
- 54 Liliaceae
- 55 *Calicoretes* sp

- 56 *Persea americana* Miller  
57 *Litsea glaucescens* HBK  
58 *Crataegus pubescens* (Kunth) Steud.  
59 *Prunus serótina* (Cav.) McVaugh  
60 *Rubus coriifolius* Liebm.  
61 *Rubus adenotrichus* Cham. et Schlecht.  
62 *Cuphea aequipetala* Cav.  
63 *Crataegus mexicana* Moc. & Sessé  
64 *Salvia involucrata* Cav.  
65 *Salvia helianthemifolia* Benth.  
66 *Prunella vulgaris* L.  
67 *Monotropa uniflora* L.  
68 *Monotropa hypopitys* L.  
69 *Gaultheria odorata* Willd.  
70 *Bejaria laevis* Benth.  
71 *Asplenium monanthes* L.  
72 *Cinnamomum effusum* (Meissn.) Kosterm.  
73 *Litsea* sp.  
74 *Leucothoe acuminata* (Aiton) G. Don.  
75 *Vaccinium leucanthum* Cham. & Schldl.  
76 *Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small  
77 *Ternstroemia sylvatica* Schldl. & Cham.  
78 *Ternstroemia huasteca* B.M. Barthol.  
79 *Clethra alcoceri* Greenm.  
80 *Agdestis clematidea* Moc. & Sessé ex DC.  
81 *Tibouchina scabriuscula* (Schldl.) Cogn. in A. DC. & C. DC.  
82 *Miconia oligotrichia* (DC.) Naudin  
83 *Miconia anisotrichia* (Schldl.) Triana  
84 *Miconia glaberrima* (Schldl.) Naudin  
85 *Solanum nudum* Dunal  
86 *Solanum cervantesii* Lag.  
87 *Cestrum fasciculatum* (Schldl.) Miers.  
88 *Solanum myriacanthum* Dunal.  
89 *Solanum aligerum* Schldl.  
90 *Coccocypselum cordifolium* Nees et Mart.  
91 *Deppea purpusii* Standl.  
92 *Borreria laevis* (Lam.) Griseb.  
93 *Bouvardia leavis* M. Martens et Galeotti  
94 *Drymaria tenuis* S.Watson  
95 *Hoffmannia excelsa* (H.B.K.) Schum.  
96 *Erigeron karvinskianus* DC.  
97 *Cirsium lappoides* Sch. & Bip.  
98 *Ageratina ligustrum* (A. Gray) R. King & H. Rob.  
99 *Trigonospermum melampodioides* DC.  
100 *Gnaphalium* sp.  
101 *Hieracium* sp.  
102 *Verbesina virgata* Cav.  
103 *Baccharis conferta* Kunth  
104 *Stevia lucida* Lag.  
105 *Quercus aurifolia* Trel.  
106 *Hamamelis virginiana* L.  
107 *Quercus aff trinitatis* Trel.  
108 *Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl.  
109 *Quercus obtusanta* Humb. & Bonpl.  
110 *Quercus affinis* M.Martens & Galeotti  
111 *Quercus candicans* Neé  
112 *Witheringia stellata* (Greenm.) Hunzinker  
113 *Peperomia hirtella* Miq.

- 114 *Pecluma* sp.  
 115 *Adiantum andicola* Liebm.  
 116 *Polipodium plebeium* Schldl. & Cham.  
 117 *Asplenium sessifolium* Desv.  
 118 *Pharaplebia* sp.  
 119 *Dryopteris* sp.  
 120 *Pleopeltis interjecta* (Weath.) Mickel & Beitel.  
 121 *Blechnum* sp.  
 122 *Campylonerum* sp.  
 123 *Buddleja parviflora* Kunth  
 124 *Phytolacca icosandra* L.  
 125 *Liquidambar macrophylla* Oersted.  
 126 *Ceratozamia mexicana* Brongn.  
 127 *Clethra mexicana* DC  
 128 *Commelina erecta* L.  
 129 *Pinus patula* Schldl. & Cham  
 130 *Pinus montezumae* Lamb.  
 131 *Digitalis purpurea* L.  
 132 *Penstemon isophyllus* B.L. Rob.  
 133 *Disocactus flagelliformis* (L.) Barthlott  
 134 *Weinmannia pinnata* L.  
 135 *Malvaviscus arboreus* Cav.  
 136 *Podocarpus reichei* J. Buchholz & N.E. Gray  
 137 *Epidendrum longipetalum* A. Rich. & Galeotti  
 138 *Zanthoxylum clava-herculis* Castigl.  
 139 *Alnus arguta* Kunth  
 140 *Castilleja tenuiflora* Benth.  
 141 *Prunus brachybotrya* Zucc.  
 142 *Gaultheria hirtiflora* Benth.  
 143 *Lyonia squamulosa* M. Martens & Galeotti  
 144 *Ilex discolor* Hemsl.  
 145 *Vaccinium leucanthum* Schldl.  
 146 *Pshycotria* sp.  
 147 *Bouvardia* sp.  
 148 *Prunus rhamnoides* Koehne  
 149 *Lycopodium clavatum* L.  
 150 *Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl.  
 151 *Quercus leiophylla* DC.  
 152 *Quercus polymorpha* Schldl. & Cham.  
 153 *Quercus glabrescens* Benth.  
 154 *Quercus sartorii* Botteri ex A.DC.  
 155 *Quercus aff hirtifolia* Vazquez, Valencia & Nixon  
 156 *Pteridium aquilinum* (L.) Khun  
 157 *Piper* sp.  
 158 *Selaginella stenophyla* A. Braun

## APÉNDICE 2

### LISTADO FLORISTICO DEL MUNICIPIO DE HUAYACOCOTLA, VERACRUZ

#### HELECHOS Y GRUPOS AFINES

##### Adiantaceae

*Adiantum braunii* Mett. ex Kuhn

*Vittaria* sp.

\*Vittariaceae

##### Aspleniaceae

*Arachniodes denticulata* (Sw.) Ching

\*Dryopteridaceae

*Asplenium auriculatum* Sw.

*Asplenium blepharophorum* Bertol.

\**commutatum*

*Asplenium cuspidatum* Lam.

*Asplenium praemorsum* Sw.

*Asplenium serra* Langsd. & Fisch.

*Asplenium sessilifolium* Desv.

*Blechnum procerum* (Forst. f.) Sw.

*Blechnum stoloeniferum* (Mett. ex Fourn.) Chr.

*Ctenitis* sp.

\*Dryopteridaceae

*Dryopteris wallichiana* (Spreng.) Hyl.

\*Dryopteridaceae, *palacea*

*Elaphoglossum linden* (Bory ex Fée) Moore

*Peltapteris peltata* (Sw.) C.V. Morton

\*Lomariopsidaceae

*Woodwardia martinezii* Maxon ex Weatherby

*Woodwardia radicans* L.

*Woodwardia spinulosa* M. Martens & Galeotti

##### Athyriaceae

*Diplazium* sp.

##### Cyatheaceae

*Cyathea fulva* (M. Martens & Galeotti) Fée (Pr)

*Cyathea mexicana* Schldl. & Cham. (P)

\*Nephelea

*Dicksonia sellowiana* Karst. (Pr)

\*Dicksoniaceae, *ghiesbreghtii*, *gigantea*

*Dicksonia* sp.

\*Dicksoniaceae,

*Lophosoria quadripinnata* (Gmel.) Chr. in Skottsbo.

#### Dennstaedtiaceae

*Dennstaedtia bipinnata* (Cav.) Maxon

*Pteridium aquilinum* (L.) Khun

#### Gleicheniaceae

*Gleichenia underwoodiana* (Maxon) Chr.

#### Hymenophyllaceae

*Hymenophyllum* sp.

*Trichomanes* sp.

#### Lycopodiaceae

*Lycopodium clavatum* L.

*Lycopodium thyooides* Humb. & Bonpl. ex Will.

\**complanatum*

#### Marattiaceae

*Marattia alata* Sm.

\* *weinmannifolia*

*Marattia weinmannifolia* Liebm. (Pr)

#### Polypodiaceae

*Campylonerum angustifolius* (Sw.) Fée

*Campylonerum angustifolius* (Sw.) Fée

\**Polypodium angustifolium*

*Plecluma plumula* (Evans) Price

\**Polypodium*

*Pleopeltis astrolepis* (Lebm.) Fourn.

\**Polypodium*

*Polypodium plebeium* Schldl. & Cham.

#### Selaginellaceae

*Selaginella stenophylla* A. Braun

#### Thelypteridaceae

*Thelypteris* sp.

### GYMNOSPERMAE

#### Cupressaceae

*Cupressus benthamiana* Endl.

*Juniperus flaccida* Schldl. var. *flaccida*

*Juniperus* sp.

Pinaceae

- Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schltld.
- Pinus montezumae* Lamb.
- Pinus oocarpa* Schiede ex Schltld.
- Pinus patula* Schltld. & Cham
- Pinus pseudostrobus* Schltld. & Cham
- Pinus teocote* Schltld. & Cham

Podocarpaceae

- Podocarpus reichei* J. Buchholz & N.E. Gray
- Podocarpus* sp.

Taxaceae

- Taxus globosa* Schltr. (Pr)

Zamiaceae

- Ceratozamia mexicana* Brongn. (A)
- Zamia* sp.

ANGIOSPERMAE

Monocotyledoneae

Amaryllidaceae

- Bomarea acutifolia* (Link & Otto) Herb.
- Bomarea hirtella* (Kunth) Herb.

Araceae

- Arisaema macrospatum* Benth.
- Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.

Arecaceae

\*Palmae

- Chamaedorea schediana* Mart. (A)
- Chamaedorea* sp.

Bromeliaceae

- Pitcairnia pteropoda* L.B. Sm.
- Pitcairnia rigens* Klotzsch ex Link, Klotzsch & Otto
- Tillandsia benthamiana* Baker
- Tillandsia fasciculata* Sw.
- Tillandsia gymnotrya* Baker
- Tillandsia schiedeana* Steud.
- Tillandsia violacea* Baker

Commelinaceae

- Aneilema geniculata* (Jacq.) Woodson
- Commelina elliptica* Kunth

*Commelina dianthifolia* L.  
*Commelina diffusa* Burm. f.  
*Commelina erecta* L.  
*Gibasis pellucida* (M. Martens & Galeotti) D. Hunt  
\**shiedeana*

#### Cyperaceae

*Carex cortesii* Liebm.  
*Carex jamesonii* Bott.  
*Cyperus esculentus* L.  
*Cyperus laevigatus* L.  
*Eleocharis acicularis* (L.) Roem. & Schultes  
*Rhynchospora aristata* Boeck.

#### Eriocaulaceae

*Eurocaulon ehrenbergianum* Klotzsch. ex Koern.

#### Juncaceae

*Juncus effusus* L.  
*Juncus tenuis* Willd.

#### Liliaceae

*Lilium* sp.

#### Melanthiaceae

\*Liliaceae

*Schoenocaulon officinale* (Cham. & Schldl.) Gray ex Benth.

#### Orchidaceae

*Calanthe calanthoides* (A. Rich. & Galeotti) Hamer & Garay  
\**mexicana*  
*Encyclia cyanocolumna* (Ames, F. T. Hubb. & C. Schweinf.) Dressler.  
*Encyclia varicosa* (Lindl.) Schltr.  
*Encyclia vitellina* (Lindl.) Dressler  
*Epidendrum longipetalum* A. Rich. & Galeotti  
*Isochilus linearis* (Jacq.) R. Br.  
*Isochilus major* Cham. & Schldl.  
*Maxillaria meleagris* Lindl.  
*Pleurothallis segregatifolia* Ames & Schweinf.  
*Spiranthes costaricensis* (Reichenb. f.) Schleich.  
*Spiranthes* sp.

#### Poaceae

\*Gramineae

*Agrostis hyemalis* (Walter) Britton, Sterns & Pogg.

\**scabra*

*Chusquea* sp.

*Danthonia* sp.

*Ichnanthus gracilis* (Kunth) Sweet

*Isachne arundinacea* (Sw.) Griseb.

*Panicum laxiflorum* (Lam.) Gould

*Panicum xalapensis* Kunth

*Panicum yadkinense* Ashe

*Schizachyrium scoparium* (Michx.) Nash

\**Andropogon scoparius*

*Stipa virescens* Kunth

*Trisetum virletii* Fourn.

#### Ruscaceae

*Smilacina flexuosa* Bertol.

*Smilacina paniculata* M. Martens & Galeotti

*Smilacina* sp.

#### Smilacaceae

\*Liliaceae

*Smilax lanceolata* L.

*Smilax jalapensis* Schldl.

*Smilax moranensis* M. Martens & Galeotti

*Smilax* sp.

#### Dicotyledoneae

##### Acanthaceae

*Justicia spicigera* Schldl.

\*Jacobina

##### Aceraceae

*Acer negundo* L. var. *mexicanum* (DC.) Wesm.

\**Acer negundo*, *Acer negundo* var. *orizabens*, *Acer negundo*

##### Amaranthaceae

*Alternanthera repens* (L.) Kuntze

*Chenopodium graveolens* Lag. & Rodr.

\*Chenopodiaceae

*Gomphrena serrata* L.

\**decumbens*

*Iresine canescens* Humb. & Bonpl.

*Iresine celosia* L.

*Iresine diffusa* Willd.

*Iresine interrupta* Benth.

*Iresine palmeri* (S. Watson) Standl.

*Iresine* sp.

Anacardiaceae

*Rhus canadensis* Mill.

*Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze

\**Rhus*

Anonaceae

*Annona cherimola* Mill.

Apiaceae

\*Umbeliferae

*Arracacia aegopodioides* Coult. & Rose

*Daucus montanus* Humb. & Bonpl. ex Spreng.

*Eryngium carlinae* Delar. f.

*Eryngium columnare* Hemsl.

*Eryngium deppeanum* Cham. & Schltld.

*Hydrocotyle ranunculoides* L. f.

*Lilaeopsis occidentalis* Coult. & Rose

*Micropleura renifolia* Lag.

Apocynaceae

*Vinca major* L.

Aquifoliaceae

*Ilex discolor* Hemsl.

*Ilex macfadyenii* Rheder

Araliaceae

*Oreopanax echinops* (Schltld. & Cham.) Decne. & Planch.

*Oreopanax flaccidus* Marchal

*Oreopanax xalapensis* (Kunth) Decne. & Planch.

Asclepiadaceae

*Asclepias curassavica* L.

*Asclepias pellucida* Fourn.

Asteraceae

\*Compositae

*Acourtia dugessi* (Gray) Reveal & R. King

*Ageratina bustamenta* (DC.) R. King & H. Rob.

\**Eupatorium aschenborniana*

*Ageratina espinosarum* (A. Gray) R. King & H. Rob.

\**Eupatorium*

*Ageratina ligustrinum* (A. Gray) R. King & H. Rob.

*\*Eupatorium*  
*Ageratina mairetiana* (A. Gray) R. King & H. Rob.  
*\*Eupatorium mairetianum*  
*Ageratina petiolaris* (A. Gray) R. King & H. Rob.  
*\*Eupatorium petiolare*  
*Ageratum houstonianum* Mill.  
*Ageratum houstonianum* var *houstonianum* Mill.  
*Archibaccharis hirtella* (DC.) Heering  
*Baccharis conferta* Kunth.  
*Bartlettina karwinskiana* (DC.) R. King & H. Rob.  
*\*Eupatorium karwinskianum*  
*Bidens anthemoides* (DC.) Sherff  
*Borreria laevis* Lam.  
*Cacalia tussilaginooides* (Kunth) Rybd.  
*Chaptalia nutans* (L.) Polak.  
*Cirsium lappoides* Sch. & Bip.  
*Cirsium subcoriacem* (Less.) Sch. & Bip.  
*Conyza canadensis* (L.) Cronq.  
*Cosmos bipinnatus* Cav.  
*Critonia uadrangularis* (DC.) R. King & H. Rob.  
*\*Eupatorium pycnocephalum*  
*Erigeron karwinskianus* DC.  
*Eupatorium oresbium* Rob.  
*Gnaphalium brachypterum* DC.  
*Gnaphalium spicatum* Lam.  
*Hieracium abscissum* Less.  
*Jaegeria hirta* (Lag.) Less.  
*Perezia hurberi* A. Gray  
*Perymenium mendezzi* DC.  
*Piqueria trinervia* Cav.  
*Schistocarpha bicolor* Less.  
*Senecio albornervius* Greenm.  
*Senecio angulifolius* DC.  
*Senecio aschenbornianus* Schauer  
*Senecio farfarus* Hemsl.  
*Senecio neogibonsii* B.L. Turner  
*Senecio picridis* (Klatt) Schauer  
*Senecio thurberi* Gray  
*Sigesbeckia jorullensis* Kunth

*Simsia* sp.  
*Sonchus oleraceus* L.  
*Spilanthes oppositifolia* (Lam.) D' Arcy  
\**americana*

*Verbesina virgata* Cav.  
*Vernonia alamani* DC.  
*Vernonia arctioides* Less.  
*Vernonia leiboldiana* Schtdl.

#### Basellaceae

*Anredera ramosa* (Moq.) Eliasson

#### Begoniaceae

*Begonia gracilis* Kunth  
*Begonia heracleifolia* Cham. & Schtdl.  
*Begonia incarnata* Link & Otto  
*Begonia manicata* Cels  
*Begonia* sp.

#### Berberidaceae

*Berberis lanceolata* Benth.  
\**Odostemom lanceolatus*

#### Betulaceae

*Alnus acuminata* Kunth  
\**arguta*  
*Alnus jorullensis* Kunth  
*Carpinus caroliniana* Walter (A)  
*Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch (Pr)

#### Boraginaceae

*Cynoglossum amabile* Stapf & J.R. Drumm  
*Lithospermum distichum* Ortega  
*Macromeria pringlei* Greenm.  
*Phacelia heterophylla* Pursh.  
\*Hydrophyllaceae  
*Rochefortia lundellii* Camp

#### Brassicaceae

\*Cruciferae  
*Cardamine flaccida* Cham. & Schtdl.  
*Raphanus sativum* L.  
\**raphanistrum*  
*Rorippa officinale* (R. Br.) P. Royen

\**Nasturtium*

Cactaceae

*Cephalocereus senilis* Otto & Dietr.

\**Aporocactus*

*Coryphanta radicans* (DC.) R. Br.

*Disocactus flagelliformis* (L.) Barthlott

*Disocactus phyllanthoides* (DC.) Barthlott (A)

\**Nopalxochia*

*Echinofossulcactus lamellosus* Dietr.

\**Stenocactus, Echinocactus*

*Epiphyllum crenatum* (Lindl.) G. Don

*Mamillaria rhodanta* (Link & Otto) Britton & Rose

\**rutila*

*Selenicereus nelsonii* (Weingart) Britton & Rose

Callitrichaceae

\*Plantaginaceae

*Callitriche heterophylla* Pursh.

Campanulaceae

*Centropogon gradidentatus* Zahlbr.

*Centropogon* sp.

*Diastatea micrantha* (Kunth) Mc Vaugh

\**Lobelia*

*Lobelia diffortiane* L.

*Lobelia sartorii* Vatke

*Lobelia* sp.

*Lobelia xalapensis* Kunth

Caprifoliaceae

*Lonicera japonica* Thunb.

*Lonicera mexicana* (Kunth) Rehder

*Lonicera pilosa* Willd ex Kunth

*Sambucus canadensis* L.

*Sambucus mexicana* Presl.

*Viburnum ciliatum* Greenm.

*Viburnum microcarpum* Schltld. & Cham.

*Viburnum rhombifolium* (Oersted) Hemsl.

*Viburnum tiliaefolium* (Oersted) Hemsl.

Caryophyllaceae

*Arenaria decusata* Willd.

*Drymaria gracilis* Cham. & Schltld.

*Stelleria cuspidate* Willd. ex Schltr.

*Stelleria prostrata* Ell.

#### Celastraceae

*Microtropis schiedeana* Loes.

*Perrottetia ovata* Hemsl.

*Zinowiewia costaricensis* Lund.

#### Cistaceae

*Helianthemum coulteri* S. Watson

*Helianthemum glomeratum* Lag. ex DC.

*Lechea skinneri* Benth.

*Lechea tripeltata* (Moç. & Sessé) Britton

#### Clethraceae

*Clethra alcoceri* Greenm.

*Clethra macrophylla* M.Martens & Galeotti

*Clethra mexicana* DC.

#### Clusiaceae

\*Guttiferae

*Hypericum affn anagalloides* Cham. & Schtdl.

*Hypericum hypericoides* (L.) Crantz

\*Ascyrum

*Hypericum pauciflorum* Kunth

#### Convolvulaceae

*Cuscuta* sp.

*Dichondra sericea* Sw.

*Ipomoea meyeri* (Spreng.) G. Don

*Ipomoea mexicana* A. Gray

*Ipomoea* sp.

#### Cornaceae

*Cornus disciflora* Moç. & Sessé ex DC.

*Cornus excelsa* Kunth

#### Crassulaceae

*Crassula aquatica* (L.) Schoenl.

\*Tillaea

*Echeveria rosea* Lindl.

*Sedum dendroideum* A. DC.

*Villadia elongata* (Rose) R.T. Clausen

#### Cucurbitaceae

*Sicydium tamnifolium* (Kunth) Cogn.

Cunoniaceae

*Weinmannia pinnata* L.

Droseraceae

*Drosera* sp.

Ericaceae

*Arbutus glandulosa* M. Martens & Galeotti

*Arbutus xalapensis* Kunth

*Bejaria glauca* Humb. & Bonpl.

\**Befaria*

*Bejaria laevis* Benth.

\**Befaria*

*Chimaphila umbellata* (L.) W. P. C. Barton

\*Pyrolaceae, *mexicana*

*Gaultheria acuminata* Cham. & Schldl.

*Gaultheria hirtiflora* Benth.

*Gaultheria odorata* Willd.

*Gaultheria ovata* DC.

*Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small.

*Lyonia ferruginea* (Walt.) Nutt.

*Lyonia squamulosa* M. Martens & Galeotti

*Monotropa uniflora* L.

\*Pyrolaceae

*Monotropa hypopitys* L.

\*Pyrolaceae

*Pernettya ciliata* (Cham. & Schldl.) Small

*Vaccinium confertum* Kunth

*Vaccinium leucanthum* Schldl.

Erythroxylaceae

*Erythroxylum aerolatum* L.

Euphorbiaceae

*Alchornea latifolia* Sw.

*Euphorbia brachycera* Engelm.

Fabaceae

\*Leguminosae

*Desmodium molliculum* (Kunth) DC.

*Lonchocarpus necaxensis* Miranda ex Souza

*Lotus angustifolius* (Moç. & Sessé ex G. Don) Sm. & B.G. Schub.

*Lotus* sp.

*Senna floribunda* (Cav.) Irwin & Barneby

## Fagaceae

- Quercus affinis* Scheidw.
- Quercus aff hirtifolia* Vazquez, Valencia & Nixon
- Quercus aff trinitatis* Trel.
- Quercus aurifolia* Trel.
- Quercus candicans* Neé
- Quercus castanea* Neé
- Quercus conspersa* Benth.
- Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl.
- Quercus crassipes* Humb. & Bonpl.
- Quercus glabrescens* Benth.
- Quercus gregii* Trel.
- Quercus insignis* M. Martens & Galeotti
  - \**hartewegi*
- Quercus laurina* Humb. & Bonpl.
- Quercus leiophylla* A. DC.
- Quercus microphylla* Neé
- Quercus obtusata* Humb. & Bonpl.
  - \**martensiana*
- Quercus polymorpha* Schldl. & Cham.
- Quercus repanda* Humb. & Bonpl.
- Quercus rugosa* Neé
- Quercus sartorii* Botteri ex A.DC.
- Quercus* sp.
- Quercus trinitatis* Trel.
- Quercus xalapensis* Humb. & Bonpl.

## Flacourtiaceae

- Xylosma flexuosum* (HBK) Hemsl.

## Garryaceae

- Garrya laurifolia* Benth.

## Gelsemiaceae

\*Loganiaceae

- Gelsemium sempervirens* (L.) Pers.

## Gentianaceae

- Gentiana bicuspidata* (G. Don) Brinq.

## Geraniaceae

- Geranium schiedeanum* Schldl.
- Geranium seemanii* Peyr.

## Gesneriaceae

*Moussonia deppeana* (Schltdl. & Cham.) Hanst.

\**Kohleria*

#### Hamamelidaceae

*Hamamelis virginiana* L.

*Liquidambar macrophylla* Oersted.

#### Hydrangeaceae

\*Saxifragaceae

*Hydrangea nebulicola* Nevl. & Gómez Pompa

*Philadelphus affinis* Schltdl.

*Philadelphus mexicana* Schltdl.

#### Juglandaceae

*Carya ovata* (Mill.) K. Koch.

#### Lamiaceae

\*Labiatae

*Agastache palmeri* (Rob.) Lint & Epling

*Agastache palmeri* (Rob.) Lint & Epling var. *breviflora* (Regel) R.W. Sanders

*Prunella vulgaris* L.

*Salvia amarissima* Ortega

*Salvia helianthemifolia* Benth.

*Salvia involucrate* Cav.

*Salvia gracilis* Benth.

\**membranacea*

*Salvia regla* Cav.

*Stachys coccinea* Ortega

#### Lauraceae

*Cinnamomum effusum* (Meisn.) Kosterm.

*Litsea glaucescens* Kunth (P)

*Litsea neesiana* (Schauer) Hemsl.

*Nectandra globosa* (Aublet) Mez

*Nectandra loesenerii* Mez

*Nectandra reticulata* (Ruíz López & Pavón) Mez

*Ocotea bourgeauviana* Mez

\**Phoebe*

*Ocotea helicteriflora* (Meissner) Hemsl.

\**Phoebe*

*Persea americana* Miller.

*Phoebe cinnanomifolia* (Kunth) Nees

\**mexicana*

Lentibulariaceae

*Pinguicola moranensis* Kunth

*Utricularia lívida* E.Mey.

Gelsemiaceae

\*Loganiaceae

*Gelsemium sempervirens* (L.) Pers.

Loganiaceae

\*Spigeliaceae

*Spigelia* sp.

Lythraceae

*Cuphea aequipetala* Cav.

*Cuphea hookeriana* Walp.

*Cuphea hyssopifolia* Kunth

*Cuphea ixodes* Hemsl.

*Lythrum gracile* Benth.

\**acinifolium*

Magnoliaceae

*Magnolia dealbata* Zucc. (A)

*Magnolia schiedeana* Schltld. (A)

*Magnolia mexicana* DC. (A)

\**Talauma*

Malvaceae

*Malvaviscus arboreus* Cav.

Melastomataceae

*Clidemia petiolaris* (Cham. & Schltld.)Schltld.ex Triana

*Conostegia arborea* (Schltld.) Steud.

*Conostegia xalapensis* (Bonpl.) D. Don

*Miconia anisotricha* (Schltld.) Triana

*Miconia oligotricha* (DC.) Naudin

*Miconia pinetroum* Naudin

*Tibouchina galeottiana* Cogn.

*Tibouchina longifolia* (Vahl) Baill. ex Cogn.

Meliaceae

*Trichilia havanensis* Jacq.

*Trichilia hirta* L.

Moraceae

*Maclura pomifera* Raf.

*Morus celtidifolia* Kunth

*Trophis mexicana* (Liebm.) Bur.

Myricaceae

*Myrica cerifera* L.

*Myrica pringlei* Greenm.

Myrsinaceae

*Ardisia revoluta* Kunth

*Ardisia* sp.

*Heberdenia penduliflora* (DC.) Mez

*Parathesis melanosticta* (Schltdl.) Hemsl.

\*Rubiaceae

*Rapanea myricoides* (Schltdl.) Lundell

Myrtaceae

*Calicoretes* sp.

*Eugenia acapulcensis* Steud.

*Eugenia xalapensis* (Kunth) DC.

*Eugenia* sp.

Nyctaginaceae

*Mirabilis viscosa* Cav.

*Pisonia aculeata* L.

*Pisoniella arborescens* (Lag. & Rodr.) Standl.

Nyssaceae

*Nyssa sylvatica* Marshall

Oleaceae

*Forestiera reticulata* Torr.

\**racemosa*

*Osmanthus americana* (L.) Benth. & Hook.

Onagraceae

*Fuchsia arborescens* Sims

*Fuchsia encliandra* Steud.

*Lopezia hirsuta* Jacq.

Orobanchaceae

*Conopholis alpina* Liebm.

*Conopholis americana* (L.) Wallr. f.

Oxalidaceae

*Oxalis acuminata* Cham. & Schltdl.

Papaveraceae

*Bocconia frutescens* L.

*Bocconia integrifolia* Humb. & Bonpl.

Passifloraceae

*Passiflora caerulea* L.

Phytolaccaceae

*Phytolacca icosandra* L.

*Phytolacca* sp.

Piperaceae

*Peperomia berlandieri* Miq.

*Peperomia campylotropa* A. W. Hill

*Peperomia collocata* Trell.

*Peperomia donaguiana* DC.

*Peperomia hirtella* Miq.

*Peperomia quadrifolia* (L.) Kunth

*Peperomia* sp.

*Piper aduncum* L.

*Piper amalago* L.

*Piper auriatum* Kunth

*Piper melastomoides* Cham. & Schldl.

*Piper* sp.

Platanaceae

*Platanus mexicana* Moric.

\**lindeniana*

Polemoniaceae

*Cobaea baurita* Standl.

*Cobaea stipularis* Benth.

*Loeselia mexicana* (Lambert) Brandeg.

Polygonaceae

*Monnina xalapensis* Kunth.

*Polygonum lapantifolium* Willd.

*Polygonum persicarioides* Kunth

*Polygonum punctatum* Elliot

*Rumex obtusifolius* L.

Ranunculaceae

\**dioica*

*Clematis acapulcensis* Hook. & Arn.

*Clematis grossa* Benth.

*Ranunculus aquatilis* L.

*Ranunculus dichotomus* Moç. & Sessé

*Ranunculus hidrocharioides* A. Gray

## Rhamnaceae

- Ceanothus caeruleus* Lag.
- Condalia mexicana* Schltld.
- Karwinskia humboldtiana* (Roem. & Schultes) Zucc.
- Rhamnus capreaefolia* Schltld.
- Rhamnus capreaefolia* Schltld.
  - \**capreaefolia*
- Rhamnus longystila* C.B. Wolf

## Rosaceae

- Acaena elongata* L.
- Alchemilla pectinata* Kunth
- Cercocarpus macrophyllus* C.K. Schneid.
- Cercocarpus mexicana* Henr.
- Crataegus mexicana* Moç. & Sessé
- Crataegus pubescens* (Kunth) Steud.
  - \**stipulosa*
- Fragaria* sp.
- Prunus annularis* Koehne
- Prunus brachybotrya* Zucc.
- Prunus gentry* Standl.
- Prunus rhamnoides* Koehne
- Prunus serotina* Ehrenb
- Prunus serotina* Ehrenb var. *capuli* (Cav.) Mc Vaugh
- Rubus adenotrichus* Schltld.
- Rubus corifolium* Liebm.
- Rubus fagifolius* Schltld. & Cham.
- Rubus* sp.
- Rubus verae-crucis* Rydb.

## Rubiaceae

- Bouvardia laevis* M. Martens & Galeotti
- Bouvardia longiflora* (Cav.) Kunth
  - \**Houstonia*
- Coccocypselum cordifolium* Ness & Mart.
- Crusea coccinea* DC.
- Crusea* sp.
- Deppea purpusii* Standl.
- Deppea tenuiflora* Benth.
- Galium uncinulatum* DC.
- Hedyotis sharpii* (Terrell)G.L. Nesom

\**Houstonia*

*Hoffmannia conzattii* B.L. Rob.

*Hoffmannia excelsa* (Kunth) K. Schum.

\**mexicana*

*Hoffmannia montana* L.O. Williams

*Nertera granadensis* (L.f.) Druce

*Psychotria galeottiana* (M. Martens) C.M Taylor & Lorence

*Psychotrya* sp.

*Randia aculeata* L.

*Randia capitata* DC.

*Randia xalapensis* M. Martens & Galeotti

*Relbunium hypocarpium* (L.) Hemsl.

*Relbunium polyplocum* Hemsl.

*Rondeletia capitellata* (Hemsl.) Borhidi

Rutaceae

*Choisya ternata* Kunth

*Zanthoxylum arborescens* Rose

*Zanthoxylum clava-herculis* Castigl.

*Zanthoxylum* sp.

Salicaceae

\*Saliaceae

*Salix paradoxa* Kunth

\**oxylepis*

Sapindaceae

*Serjania triquetra* Radlk.

Saxifragaceae

*Heuchera orizabensis* Hemsl.

Scrophulariaceae

*Buddleja americana* L.

\*Loganiaceae, *Buddleia*

*Buddleja cordata* Kunth

\*Loganiaceae, *Buddleia*

*Buddleja microphylla* Kunth

\*Loganiaceae, *Buddleia*

*Buddleja parviflora* Kunth

\*Loganiaceae, *Buddleia*

*Calceolaria mexicana* Benth.

*Castilleja arvensis* Cham et Schlecht.

*Castilleja canescens* Benth.

*Castilleja hirsuta* M. Martens & Galeotti  
*Castilleja tenuiflora* Benth.  
*Castilleja* sp.  
*Digitalis purpurea* L.  
*Lamourouxia multifida* Kunth  
*Limosella aquatica* L.  
*Micranthemum umbrosum* (Walter) Blake  
*Mimulus glabratus* Kunth  
*Penstemon isophyllus* B.L. Rob.  
*Seymeria virgata* (Kunth) Kuntze

#### Simaroubaceae

*Pricamnia xalapensis* Planch.

#### Solanaceae

*Brachistus diversifolius* Miers  
*Cestrum anagyris* Dunal  
*Cestrum dumerotum* Schltld.  
*Cestrum endlicheri* Miers  
*Cestrum fasciculatum* (Schltld.) Miers  
*Cestrum nocturnum* L.  
*Cestrum* sp.  
*Jaltomata procumbens* (Cav.) J.L. Gentry  
*Physalis gracilis* Miers  
*Solandra guerrerensis* Martinez  
*Solanum aligerum* Schltld.  
*Solanum americanum* Mill.  
*Solanum appendiculatum* Dunal  
*Solanum jamaicense* Mill.  
*Solanum myriacanthum* Dunal.  
*Solanum nudum* Dunal.  
*Solanum pubigerum* Dunal  
    \*cervantesii  
*Solanum* sp.  
*Solanum nigrum* L.  
*Witheringia stellata* (Greenm.) Hunzinker

#### Staphylaceae

*Turpinia occidentalis* (Sw.) G. Don  
*Turpinia* sp.

#### Styracaceae

*Styrax glabrascens* Benth.

*Styrax pilosus* (Perkins) Standl.

*Styrax* sp.

#### Symplocaceae

*Symplocos coccinea* Humb. & Bonpl. (Pr)

#### Ternstroemiaceae

##### \*Theaceae

*Ternstroemia sylvatica* Cham. & Schtdl.

*Ternstroemia tepezapote* Schtdl. & Cham.

#### Theaceae

*Cleyera serrulata* Choisy

*Cleyera theaeoides* (Sw.) Choisy

#### Tiliaceae

*Tilia mexicana* Schtdl. (P)

#### Ulmaceae

*Lozanella enantiophylla* (Sm.) Killip & Morton

##### \**trematoides*

*Trema micrantha* (L.) Blume

*Ulmus mexicana* (Liebm.) Planch

#### Urticaceae

*Boehmeria aspera* Blume

*Phenax hirtus* (Sw.) Wedd.

*Pilea microphylla* Liebm.

*Urtica mexicana* Liebm.

#### Verbenaceae

*Citharexylum berlendieri* Rob.

*Cytharexylum hidalguense* Moldenke

*Verbena litoralis* Kunth.

(P) En peligro de extinción

(A) Amenazada

(Pr) Sujeta a protección especial

(E) Probablemente extinta en medio silvestre

(\*) Indica el antiguo nombre o sinonimia de la familia, género o especie.